

# UČNI NAČRT

## BIOLOGIJA

### Gimnazija

Klasična, strokovna gimnazija

Obvezni predmet (140/175/280 ur)

Izbirni predmet in matura (35/70/140/175/210 ur)

## UČNI NAČRT

### BIOLOGIJA

Gimnazija; Klasična, strokovna gimnazija

Obvezni predmet (140/175/280 ur), izbirni predmet in matura (35/70/140/175/210 ur)

#### **Predmetna komisija:**

mag. **Minka Vičar**, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, predsednica

**Bernarda Devetak**, II. gimnazija Maribor, članica

**Darinka Gilčvert Berdnik**, Osnovna šola Pod Goro, Slovenske Konjice, Gimnazija Slovenske Konjice, članica

**Vanda Sobočan**, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, članica

mag. **Aleš Sojar**, Gimnazija Bežigrad, Ljubljana, član

dr. **Jelka Strgar**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, članica

dr. **Barbara Vilhar**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, članica

**Anka Zupan**, Zavod Republike Slovenije za šolstvo, članica

dr. **Gregor Zupančič**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo, članica

#### **Avtorji:**

dr. **Barbara Vilhar**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

dr. **Gregor Zupančič**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

mag. **Minka Vičar**, Zavod Republike Slovenije za šolstvo

mag. **Aleš Sojar**, Gimnazija Bežigrad, Ljubljana

**Bernarda Devetak**, II. gimnazija Maribor

s sodelovanjem **Darinke Gilčvert Berdnik**, Osnovna šola Pod Goro, Slovenske Konjice, Gimnazija Slovenske Konjice, in **Vande Sobočan**, Zavod Republike Slovenije za šolstvo

**Recenzenta:**

dr. **Rok Kostanjšek**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo  
mag. **Andrej Podobnik**, Gimnazija Bežigrad, Ljubljana

**Strokovno svetovanje pri posameznih vsebinskih sklopih:**

dr. **Boris Sket**, dr. **Kazimir Drašlar**, dr. **Gregor Belušič**, dr. **Janko Božič**, dr. **Tine Valentinčič**, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo

dr. **Dušan Devetak**, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko, Oddelek za biologijo

dr. **Al Vrezec**, dr. **Špela Schroeder**, Nacionalni inštitut za biologijo

**Pri nastajanju učnega načrta so sodelovali tudi:**

dr. **Tadeja Trošt Sedej**, dr. Gorazd Urbanič, dr. Mihael J. Toman, dr. Ivan Kos, dr. **Jerneja Ambrožič**, člani Komisije za biološko izobraževanje in drugi strokovnjaki z Oddelka za biologijo Biotehniške fakultete Univerze v Ljubljani

dr. **Andrej Šorgo**, dr. **Sonja Škornik**, dr. **Jana Ambrožič Dolinšek**, mag. **Bojana Mencinger Vračko** in drugi strokovnjaki z Oddelka za biologijo Fakultete za naravoslovje in matematiko Univerze v Mariboru

člani Sekcije za biološko izobraževanje Društva biologov Slovenije

profesorice in profesorji biologije z različnih gimnazij s predlogi na študijskih srečanjih

Uredili: **Katja Križnik** in **Nataša Purkat**

Sprejeto na 111. seji Strokovnega sveta RS za splošno izobraževanje 28. 2. 2008.

# Kazalo

<b>1 Opredelitev predmeta</b> .....	<b>5</b>
<b>2 Splošni cilji in kompetence</b> .....	<b>6</b>
<b>3 Vsebine in cilji</b> .....	<b>7</b>
3.1 Obvezni program (140 ur) .....	11
3.2 Izbirni program (sklopi po 35 ur).....	30
3.3 Maturitetni program (105 ur).....	38
3.4 Procesni cilji.....	46
<b>4 Pričakovani dosežki</b> .....	<b>47</b>
4.1 Vsebinska znanja .....	47
4.1.1 Obvezni program.....	47
4.1.2 Izbirni in maturitetni program.....	49
4.2 Procesna znanja.....	50
<b>5 Medpredmetne povezave</b> .....	<b>52</b>
<b>6 Didaktična priporočila</b> .....	<b>53</b>
6.1 Opis vsebinske vertikale.....	53
6.1.1 Osnovna šola .....	53
6.1.2 Gimnazija (obvezni program) .....	54
6.2. Pouk biologije v gimnaziji .....	55
6.2.1 Celostno razumevanje bioloških konceptov.....	55
6.2.2 Biologija kot naravoslovna znanost .....	57
6.2.3 Raziskovanje in poskusi pri pouku biologije .....	58
6.2.4 Pomen statistične analize pri razlagi bioloških pojavov .....	60
6.2.5 Uporaba modelov in modeliranja.....	60
6.2.6 Uporaba sodobne tehnologije (IKT).....	61
6.2.7 Uporaba strokovnega jezika .....	61
6.2.8 Napačne predstave .....	62
6.2.9 Slovenija kot vroča točka biotske pestrosti .....	62
6.2.10 Biologija in družba .....	63
6.2.11 Vzpodbujanje zanimanja za učenje biologije in naravoslovja .....	64
6.2.12 Učbeniki, delovni zvezki in drugo gradivo za dijakinje in dijake .....	64
6.2.13 Razvijanje kompetenc .....	65
6.3 Predvidena organizacija in časovni obseg .....	66
6.3.1 Obvezni program.....	66
6.3.2 Izbirni in maturitetni program .....	66
6.4 Laboratorijsko in terensko delo .....	66
6.4.1 Laboratorijsko delo .....	67
6.4.2 Terensko delo.....	68
6.5 Načrtovanje izvedbe učnega načrta .....	68
6.5.1 Vključevanje vsebinskih konceptov in ciljev.....	68
6.5.2 Vključevanje laboratorijskega in terenskega dela.....	69
6.5.4 Vključevanje procesnih ciljev.....	69
6.5.5 Vključevanje medpredmetnih in kroskurikularnih povezav .....	69
6.5.6 Dijakinje in dijaki s posebnimi potrebami .....	70
6.6 Profesionalni razvoj izvajalcev predmeta .....	70
<b>7 Vrednotenje dosežkov</b> .....	<b>70</b>

# 1 OPREDELITEV PREDMETA

Predmet Biologija je *splošnoizobraževalni predmet*. Biološko znanje kot del splošne izobrazbe prispeva k naravoslovnemu razumevanju sveta (predvsem z vidika delovanja žive narave), hkrati pa omogoča sprejemanje informiranih osebnih in družbenih odločitev (aktivno državljanstvo).

Program predmeta Biologija predstavlja biologijo kot sodobno naravoslovno znanost, ki preučuje žive sisteme. Ti so izjemno kompleksni in vsebujejo več ravni organizacije, od molekule do celice, tkiva, organa, organizma, ekosistema in biosfere. Še do nedavnega za preučevanje takšnih sistemov nismo imeli ustreznih orodij, zato je bila biologija v veliki meri opisna (deskriptivna) znanost. Z razvojem novih tehnologij (digitalna revolucija, novi merilni instrumenti, sateliti, rekombinantna DNA) smo dobili možnost za nova spoznanja o delovanju kompleksnih živih sistemov. Biologija postaja vse bolj kvantitativna. Pojave merimo, podatke o različnih manifestacijah biotske pestrosti zbiramo v svetovnih bazah podatkov in analiziramo povezave med njimi (npr. zaporedja nukleotidov v človeškem in drugih genomih). Interakcije znotraj živih sistemov in med njimi opisujemo z računalniškimi modeli (npr. modeli delovanja ekosistemov). Biologi vse bolj sodelujejo s kemiki, fiziki, matematiki, geologi, meteorologi – biologija s tem postaja ne samo interdisciplinarna temveč tudi integrativna veda.

Bistven napredek smo dosegli pri razumevanju povezav med zgradbo in delovanjem živih sistemov, od molekulske in celične ravni do ekosistemov. Z uporabo orodij molekulske biologije lahko na novo ovrednotimo evolucijske (filogenetske) povezave med vrstami. Med drugim imamo možnost za povsem nov pogled v svet mikroorganizmov, predvsem bakterij, kjer doslej v veliki meri nismo mogli razlikovati vrst med seboj. Dokaj dobro poznamo molekulske mehanizme dedovanja. Uporaba orodij molekulske biologije je vodila tudi do novih spoznanj o fiziologiji organizmov. Na drugi strani lestvice kompleksnosti in medsebojne povezanosti živih sistemov postaja vse bolj jasno, da celoten planet deluje kot enovit sistem s soodvisnimi elementi.

Napredek temeljnih znanstvenih spoznanj s področja biologije ni vodil samo v nadgradnjo razlag o delovanju živega sveta, ampak je biologija bistveno posegla tudi v naše osebno in družbeno življenje. Med probleme, ki jih lahko državljan ustrezno ovrednoti in se o njih odloča samo na temelju dobre splošne biološke izobrazbe, sodijo biotehnologija, gensko spremenjeni organizmi, kloniranje, genska terapija, genetska diagnostika, uporaba zaporedij DNA v forenziki, razmnoževanje človeka z biomedicinsko pomočjo, varstvo narave in okolja, vnos tujerodnih organizmov v okolje, trgovanje z ogroženimi vrstami, vpliv človekove dejavnosti na ekosisteme, ozonska luknja, globalne podnebne spremembe. Večine od navedenih problemov pred nekaj desetletji sploh še ni bilo, ali pa se jih nismo zavedali. Vsi navedeni primeri so povezani z etičnimi vprašanji, pogosto pa tudi z dajanjem prednosti bodisi trajnostnemu sonaravnemu razvoju bodisi gospodarski rasti ne glede na kratkoročne in dolgoročne škodljive učinke. Posledice napak pri oceni biološkega tveganja pri različnih človekovih dejavnostih lahko usodno vplivajo na življenje posameznika in človeške družbe na lokalni, nacionalni in celo globalni ravni. Nekateri od naštetih problemov so že privedli do sprejema mednarodnih konvencij, vsi pa zahtevajo vsaj ustrezno obravnavo na ravni nacionalne zakonodaje.

Zaradi izjemno hitrega prenosa spoznanj biološke znanosti v sfero družbenega odločanja in v aplikacije, ki vplivajo na življenje posameznika in družbe, mora pouk biologije v gimnaziji tesno slediti znanstvenemu napredku. Program predmeta Biologija zato poleg temeljnih spoznanj o zgradbi, delovanju in kompleksni soodvisnosti živih sistemov ter o tem, kaj je znanost in kako znanost deluje, obsega tudi ozaveščanje dijakinj in dijakov o pomenu biološkega znanja v sodobnem osebnem in družbenem življenju.

Poseben vidik biološkega izobraževanja je ozaveščanje dijakinj in dijakov o naravi kot vrednoti in o izjemni biotski pestrosti v Sloveniji, kar predstavlja nepogrešljiv del naše nacionalne identitete in temelj za nadaljnji trajnostni razvoj.

## 2 SPLOŠNI CILJI IN KOMPETENCE

Glavni cilji pouka biologije so:

- razvijanje **celostnega razumevanja bioloških konceptov in povezav med njimi** na osnovi povezovanja znanja o zgradbi, delovanju, razvoju in soodvisnosti živih sistemov na različnih organizacijskih ravneh od molekul do biosfere, vključno s povezavo med biosfero in geosfero (*izgradnja mreže znanja*),
- vzpodbujanje ustvarjalnega razmišljanja o kompleksnih bioloških sistemih in problemih ter s tem razvijanje zmožnosti za miselni preskok med različnimi ravnmi ter obravnavo problema z različnih zornih kotov, s premikom po mreži znanja bodisi v vertikalni bodisi v horizontalni smeri (*sposobnost kompleksnega razmišljanja*),
- razvijanje sposobnosti za reševanje kompleksnih problemov na osnovi sistematičnega, analitičnega in racionalnega razmišljanja, iskanja informacij iz različnih virov in kritičnega vrednotenja strokovne korektnosti teh informacij ter presoje o konsistentnosti dokazov oz. argumentov (*znanstveni način razmišljanja*),
- ozaveščanje o tem, da je biološka znanost temelj napredka in aplikacij na mnogih pomembnih področjih človekovega udejstvovanja (npr. medicina, farmacija, veterina, kmetijstvo, živilstvo, biotehnologija in gensko inženirstvo, bioinformatika, nanotehnologija), katerih hiter razvoj vodi tudi v tveganja in nevarnosti na osebni in družbeni ravni; te probleme moramo prepoznati, razumeti in sistemsko reševati (*sposobnost za aktivno državljanstvo*),
- razvijanje sposobnosti za uporabo biološkega znanja pri reševanju problemov v zvezi s trajnostno rabo naravnih virov, ohranjanjem biotske pestrosti in kakovostnega okolja ter s tem povezanih možnosti za nadaljnji razvoj človeške družbe na lokalni, nacionalni in globalni ravni (*sposobnost za aktivno državljanstvo*),
- vzbujujanje zanimanja za učenje biologije in naravoslovja ter razvijanje sposobnosti za povezovanje in uporabo znanja s področja biologije in drugih naravoslovnih področij pri reševanju problemov (*naravoslovna pismenost*),
- razvijanje sposobnosti za ekstrakcijo, kritično vrednotenje in obdelavo informacij iz ustnih, pisnih, elektronskih in drugih virov ter za predstavitev svojih ugotovitev drugim v pisni ali ustni obliki (*sposobnost za komuniciranje in argumentirano razpravo*).

Dijakinje in dijaki morajo pri pouku biologije razvijati biološko in naravoslovno pismenost ter pridobiti splošno biološko izobrazbo, ki jim bo omogočala sprejemanje informiranih osebnih in družbenih odločitev s področja biologije (npr. referendum, odločitve o postopkih zdravljenja, skrb za varstvo narave in okolja). Nekateri izmed dijakinj in dijakov se bodo odločili za poklicno pot v naravoslovju (tudi izven biologije), drugi pa na družboslovnih področjih; mnogi bodo imeli velik vpliv na nadaljnji razvoj naše družbe (npr. ekonomija, politika). Zato mora program biologije v gimnaziji zagotoviti takšno splošno razgledanost na področju sodobnih bioloških dognanj, ki bo dijakinjam in dijakom omogočala nadgradnjo pridobljenega znanja z novimi znanstvenimi spoznanji, ki jih sedaj še ne moremo predvideti (*sposobnost za vseživljenjsko učenje*).

### 3 VSEBINE IN CILJI

Učni načrt za biologijo v gimnaziji nadgrajuje in pogloblja razumevanje bioloških konceptov, usvojenih pri pouku biologije v osnovni šoli (glej poglavje *Opis vsebinske vertikale* na strani 53).

Učni načrt je **hierarhično urejen** – obsega *vsebinske sklope, koncepte* in *cilje*. Vsebinski sklop obravnava širše področje biologije in obsega enega ali več konceptov. Koncepti vsebujejo temeljno konceptualno (celostno) razumevanje posameznih področij biologije, delno pa tudi povezave med njimi. Posamezni **cilji so podrejeni konceptu** - cilji dijakinjo/dijaka vodijo do razumevanja koncepta.

V prvem vsebinskem sklopu *Življenje na Zemlji* so navedeni *temeljni koncepti biologije* (cilj A1-1). Ti temeljni koncepti predstavljajo rdečo nit in povezavo med vsemi učnimi vsebinami v obveznem, izbirnem in maturitetnem programu. Zaporedje konceptov vseh vsebinskih sklopov je prikazano v poglavju *Vsebinska znanja* na strani 47 (razumevanje konceptov predstavlja pričakovane dosežke dijakinj in dijakov na področju vsebinskih znanj).

**Koncepti in cilji so zaporedno oštevilčeni.** Vsebinski sklop je označen s črko (primer oznake vsebinskega sklopa: D). V obveznem programu je koncept označen z zaporedno številko znotraj vsebinskega sklopa (primer oznake koncepta: D2). Posamezni vsebinski cilji so zaporedno oštevilčeni v okviru koncepta, ki so mu podrejeni (primer oznake cilja: D2-4). Izbirni in maturitetni program ne vsebujeta dodatnih konceptov, ampak se v teh programih pogloblja razumevanje konceptov obveznega programa. Zato so v izbirnem in maturitetnem programu vsebinski sklopi oštevilčeni podobno kot v obveznem programu (primer oznake vsebinskega sklopa: N), cilji pa nekoliko drugače (primer oznake cilja: N-22). *Procesni cilji* so označeni s črko P (primer oznake procesnega cilja: P-3; glej poglavje *Procesni cilji* na strani 47). ***Opisano označevanje se lahko uporablja za identifikacijo vsebinskih sklopov, konceptov in ciljev pri načrtovanju pouka, v strokovnih gradivih za učitelje in v drugih gradivih, ki se nanašajo na ta učni načrt.***

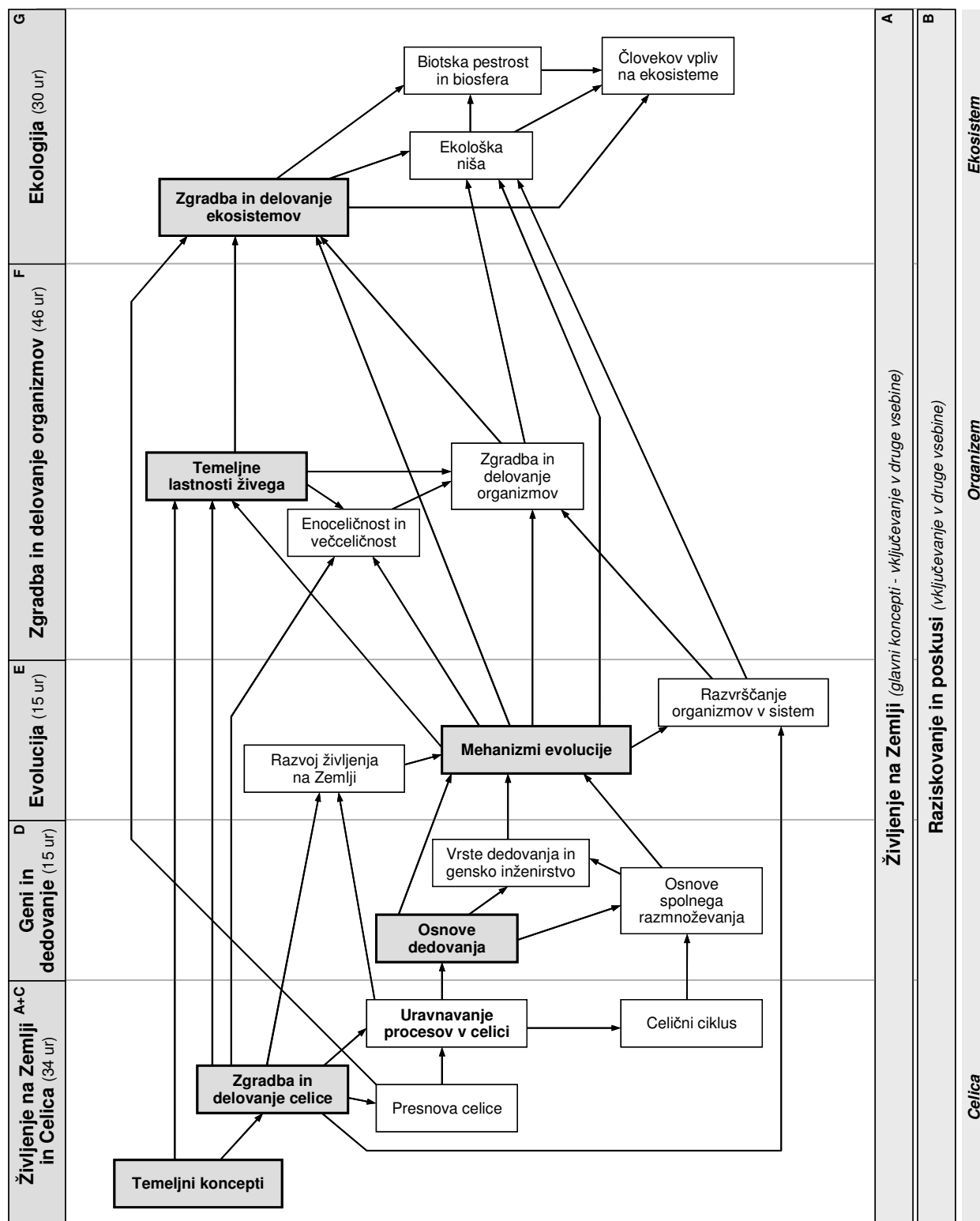
**Didaktična navodila**, ki se nanašajo na *posamezne* vsebinske sklope ali cilje, so navedena na ustreznih mestih v tem poglavju. **Splošna didaktična priporočila** so zbrana v poglavju *Didaktična priporočila* (stran 53).

**Splošna znanja** vodijo v razumevanje bistvenih bioloških konceptov, potrebnih za splošno izobrazbo ne glede na nadaljnjo študijsko in poklicno pot, in so namenjena vsem dijakom/dijakinj. Zato jih mora učiteljica/učitelj obravnavati v obveznem programu v obsegu 140 ur do 175. Za uresničevanje posameznih ciljev je potreben različen obseg ur in didaktični pristop. Učiteljica/učitelj v pripravi na pouk strokovno avtonomno načrtuje obseg časa za doseganje posameznih ciljev glede na predznanje in zmožnosti dijakinj/dijakov ter izbere načine poučevanja, preverjanja in ocenjevanja izkazanega znanja.

**Pouk biologije obsega 140 ur ali 175 ur.** V okviru 140-urnega programa se obravnava tiste cilje obveznega programa, ki niso označeni s sivo barvo. Za 175-urni program šola poleg obveznega 140-urnega programa ponudi enega izmed 35-urnih sklopov iz izbirnega programa. V primeru, da dijakinje/dijaki želijo opravljati **maturo iz biologije**, jim mora šola omogočiti **dodatnih 70 ur pouka za doseganje ciljev obveznega programa do 210 ur** (cilji, ki so označeni s sivo barvo). Za opravljanje mature mora dijakinja/dijak poleg 210-urnega obveznega programa opraviti tudi 105-urni maturitetni program in enega izmed 35-urnih sklopov izbirnega programa (ta izbirni sklop se lahko opravi v okviru 175-urnega programa).

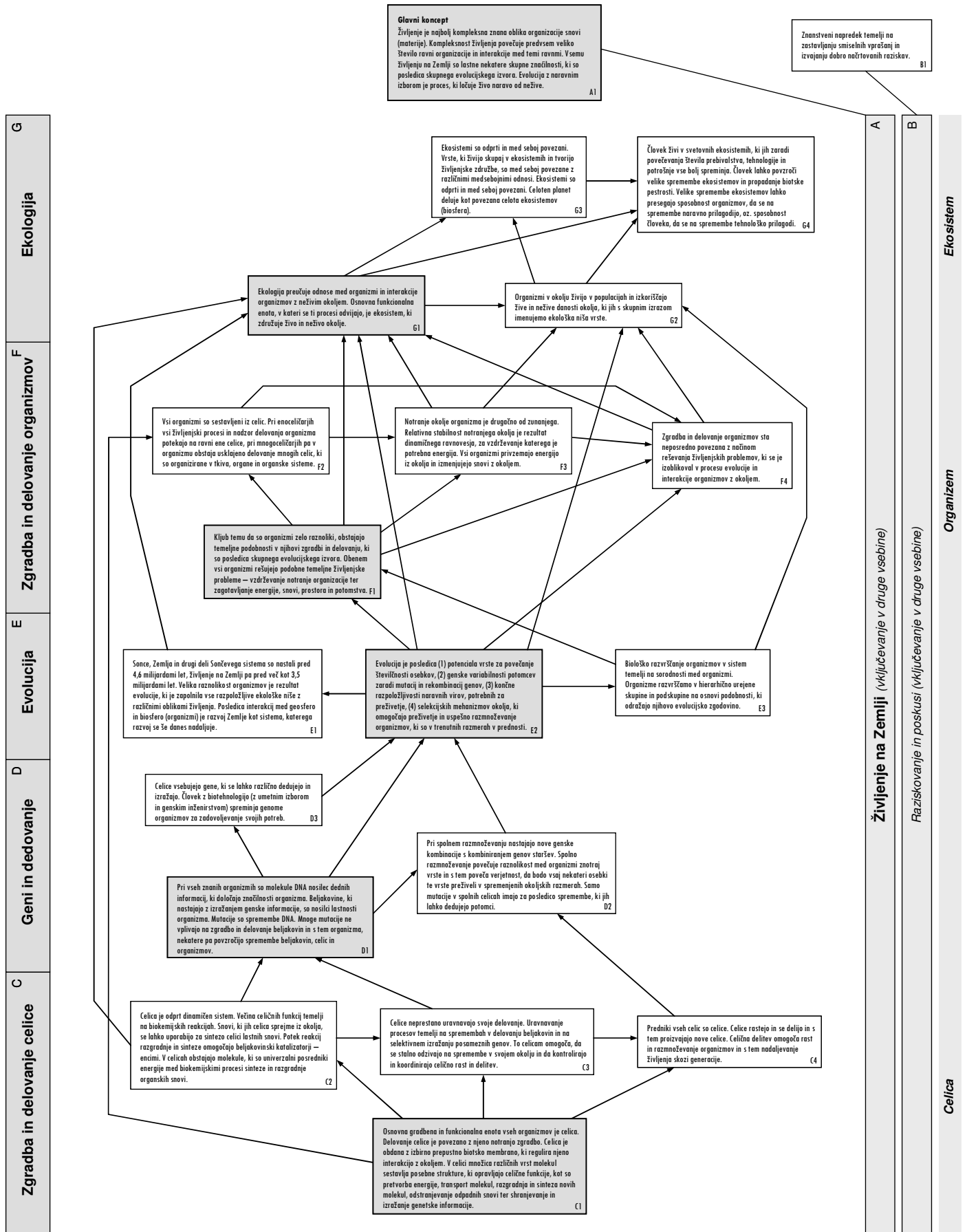
## Glavne povezave med vsebinami obveznega programa

Za kratek pregled vsebine glej tudi zaporedje bioloških konceptov v poglavju *Vsebinska znanja* na strani 47 in poglavje *Opis vsebinske vertikale* na strani 53 (vključuje tudi opis povezave z biologijo v osnovni šoli).

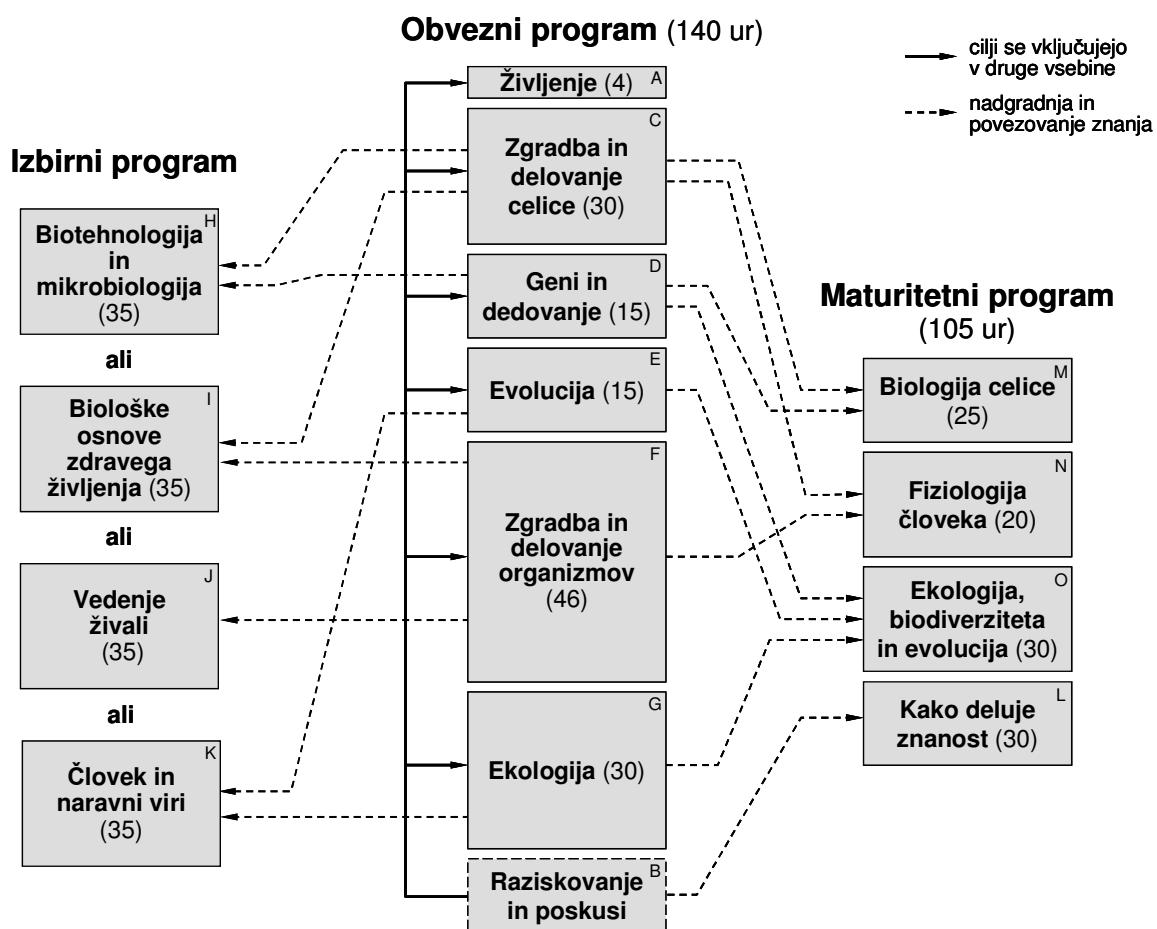




# Glavne povezave med koncepti obveznega programa



## Povezovanje in nadgradnja znanja med obveznim, izbirnim in maturitetnim programom



### Dopolnitev obveznega programa do 210 ur

Vsebinski sklop	Obvezni program 140 ur	Dodatni program 70 ur
Življenje na Zemlji	4 ure	---
Zgradba in delovanje celice	30 ur	10 ur
Geni in dedovanje	15 ur	11 ur
Evolucija	15 ur	10 ur
Zgradba in delovanje organizmov	46 ur	24 ur
Ekologija	30 ur	15 ur
<b>Skupaj</b>	<b>140 ur</b>	<b>70 ur</b>

## 3.1 Obvezni program (140 ur)

Priporočen obseg ur za posamezne sklope je označen v oklepaju ob naslovu vsakega sklopa. Za obseg 140 ur se obravnavajo cilji, ki niso označeni s sivo barvo.

**Didaktično navodilo:** Laboratorijsko in terensko delo obsega najmanj 20 % ur tega programa (28 ur). Te aktivnosti se vsebinsko navezujejo na sklop *B-Raziskovanje in poskusi* na strani 12. Glej tudi poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66.

### A Življenje na Zemlji

(4 ure)

**Didaktično navodilo:** Cilji vsebinskega sklopa *Življenje na Zemlji* se smiselno vključujejo in uresničujejo v celotnem programu predmeta (vzpodbujanje razumevanja ciljev na konkretnih obravnavanih primerih).

- A1** *Življenje je najbolj kompleksna znana oblika organizacije snovi (materije). Kompleksnost življenja povečuje predvsem veliko število ravni organizacije in interakcije med temi ravnmi. Vsemu življenju na Zemlji so lastne nekatere skupne značilnosti, ki so posledica skupnega evolucijskega izvora. Evolucija z naravnim izborom je proces, ki ločuje živo naravo od nežive.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 poznajo in razumejo osnovne značilnosti življenja (temeljne koncepte biologije):

**Temeljna enotnost vsega živega**

Med vsemi živimi organizmi obstajajo temeljne podobnosti v zgradbi in delovanju, ki kažejo na skupni izvor in sorodnost vsega življenja na Zemlji.

**Izjemna raznolikost živih sistemov**

Kljub temeljni medsebojni podobnosti so živi sistemi izjemno raznoliki. Raznolikost omogoča, da ima vsak del živega sistema posebno vlogo, ki prispeva k delovanju celote.

**Dinamičnost živih sistemov**

Vsi živi sistemi so dinamični in se ves čas spreminjajo.

**Soodvisnost živih sistemov**

Živi sistemi so med seboj povezani in soodvisni.

**Učinkovitost živih sistemov zaradi prostorske organiziranosti (strukture)**

Struktura kot visoka stopnja prostorske organiziranosti živih sistemov omogoča njihovo izjemno učinkovitost, ki je bistveno večja kot seštevek učinkovitosti delovanja posameznih podenot (gradnikov sistema).

**Evolucija z naravnim izborom**

Zgoraj navedene lastnosti živih sistemov so rezultat (epifenomen) več milijard let dolge biološke evolucije.

**Človek je del ekosistemov** in je od njihovega delovanja povsem odvisen.

- 2 razumejo, da moramo pri razlaganju delovanja bioloških sistemov upoštevati povezave med strukturo, funkcijo, evolucijo in dejavniki okolja
- 3 razumejo, da življenjske oz. biotske procese omogočajo nujni osnovni pogoji: izbirno prepustne membrane celic, snovne in energijske spremembe, dedna snov s kodiranimi informacijami in mehanizmi za preprečevanje škodljivih vplivov oz. reakcij
- 4 razumejo, da so živi sistemi odprti, dinamični, povezani z ostalimi sistemi
- 5 razumejo povezanost življenja na vseh organizacijskih ravneh (od celice do biosfere) in naštejejo ustrezne primere
- 6 spoznajo, da je biologija naravoslovna veda, ki preučuje razvoj, zgradbo in delovanje živih sistemov in njihovo medsebojno povezanost
- 7 spoznajo različna področja biologije

- 8 razumejo vplive razvoja sodobne biologije na vsakdanje življenje, gospodarstvo in družbo
- 9 spoznajo faze razvoja biološke znanosti od stopnje opisovanja preko razjasnjevanja procesov do sodobne systemske biologije, katere predmet preučevanja so živi sistemi (celica, organizmi, ekosistemi in biosfera) in ključne znanstvenike, povezane z mejniki v zgodovini biologije
- 10 spoznajo razvoj biološke znanosti v Sloveniji in pomembne slovenske znanstvenike s področja biologije

## B Raziskovanje in poskusi

(najmanj 20 % skupnega obsega ur)

**Didaktično navodilo:** Cilji tega sklopa se smiselno izvajajo pri vseh drugih vsebinah. Splošni procesni cilji tega sklopa obsegajo v obveznem programu **najmanj 20 % vseh ur**. Pri izvajanju teh ciljev se dijakinje in dijaki delijo v skupine. Pri pripravi in izvedbi sodeluje laborantka ali laborant. Pri uresničevanju ciljev učiteljica/učitelj strokovno avtonomno vključi posebna znanja in poglobi razumevanje drugih vsebinskih sklopov oz. konceptov. Glej tudi poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66 in poglavje *Raziskovanje in poskusi pri pouku biologije* na strani 58.

**B1** *Znanstveni napredek temelji na zastavljanju smiselnih vprašanj in izvajanju dobro načrtovanih raziskav.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo pristope k raziskovalnemu delu v biologiji (mikroskopiranje, biokemijske raziskave, fiziološke raziskave, terensko delo, uporaba informacijsko-komunikacijske tehnologije (IKT) pri meritvah in prikazu rezultatov raziskav)
- 2 na primerih spoznajo metode raziskovanja življenja (živih sistemov) na osnovi raziskovalnega vprašanja (oz. hipoteze) in teoretičnih predpostavk
- 3 na enostavnih primerih znajo načrtovati in uporabiti metode opazovanja in eksperimentiranja ter zbirati kvalitativne in kvantitativne podatke
- 4 znajo glede na raziskovalno vprašanje (oz. hipotezo) prikazati in analizirati rezultate (osnove statistične analize)
- 5 znajo utemeljeno zaključevati ter ovrednotiti slabosti in omejitve izvedene raziskave ter predlagati smiselne izboljšave
- 6 znajo izbrati in uporabiti ustrezna orodja in tehnologijo za izvedbo raziskave ter za zbiranje, analizo in prikaz podatkov
- 7 znajo analizirati lokacije, zaporedja in časovne intervale, značilne za naravne pojave (npr. sledenje gibanja živali, sukcesija vrst v ekosistemu)
- 8 znajo analizirati stanje in reševati probleme v primerih, ki zahtevajo uporabo in združevanje konceptov z različnih področij naravoslovja
- 9 uporabljajo kritičen način razmišljanja v vsakdanjem življenju (zaključek na osnovi dokazov in argumentov; npr. presoja resničnosti trditev v medijih)
- 10 razumejo, da je trenutno naravoslovno vedenje rezultat postopnega nadgrajevanja predhodnega znanja
- 11 razlikujejo med znanstvenimi in neznanstvenimi razlagami
- 12 spoznajo uporabnost in omejitve modelov in teorij kot načinov za prikazovanje realnosti

**Didaktično navodilo:** Celico naj učiteljica/učitelj predstavi kot dinamičen sistem. Razumevanje celic in procesov v njih naj izhaja tudi iz osnovnega razumevanja delcev (kemija) in energije (fizika).

**C1** *Osnovna gradbena in funkcionalna enota vseh organizmov je celica. Delovanje celice je povezano z njeno notranjo zgradbo. Celica je obdana z izbirno prepustno biotsko membrano, ki regulira njeno interakcijo z okoljem. V celici množica različnih vrst molekul sestavlja posebne strukture, ki opravljajo celične funkcije, kot so pretvorba energije, transport molekul, razgradnja in sinteza novih molekul, odstranjevanje odpadnih snovi ter shranjevanje in izražanje genetske informacije.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo nekatere metode preučevanja celic
- 2 mikroskopirajo in skicirajo celice ter označijo njihovo zgradbo na skicah
- 3 razumejo, da so celice osnovne funkcionalne in gradbene enote organizmov; razumejo povezavo med zgradbo in delovanjem celice
- 4 poznajo velikost celic in razumejo, da je njihova velikost omejena predvsem s hitrostjo difuzije
- 5 poznajo vlogo in pomen vode, anorganskih in organskih snovi za celice
- 6 poznajo osnovne skupine organskih molekul (mono-, di- in polisaharidi, maščobe in fosfolipidi, aminokisliline in beljakovine)
- 7 razumejo, da se makromolekule, ki gradijo celice in organizme, sintetizirajo iz majhnega nabora preprostih osnovnih enot
- 8 razumejo zgradbo biotske membrane in njeno vlogo kot mejo med različnimi razdelki (kompartenti)
- 9 razumejo izbirno prepustnost biotske membrane in osnovne načine prehajanja snovi skozi
- 10 poznajo osnovne razlike med prokariotsko in evkariotsko celico (rastlinsko, živalsko, glivno)
- 11 razumejo, da je evkariotska celica zgrajena iz različnih, med seboj soodvisnih organelov
- 12 spoznajo organele in razumejo njihove osnovne funkcije ter njihov evlucijski izvor
- 13 razumejo razlike v zgradbi celic in virusov

**C2** *Celica je odprt dinamičen sistem. Večina celičnih funkcij temelji na biokemijskih reakcijah. Snovi, ki jih celica sprejme iz okolja, se lahko uporabijo za sintezo celici lastnih snovi. Potek reakcij razgradnje in sinteze omogočajo beljakovinski katalizatorji – encimi. V celicah obstajajo molekule, ki so univerzalni posredniki energije med biokemijskimi procesi sinteze in razgradnje organskih snovi.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da so presnovni procesi v celici skupek kemijskih reakcij, v katerih se pretvarjajo energija in snovi
- 2 spoznajo, da so lastnosti organizma odraz delovanja njegovih beljakovin in razumejo, da mnoge beljakovine, ki jih celice izdelujejo, podobno delujejo (npr. encimi, receptorji, črpalke)
- 3 razumejo osnovni koncept poteka encimsko katalizirane reakcije (model »ključ in ključavnica«) in vplive nanjo
- 4 razumejo, da se oblika aktivnega mesta encima lahko spremeni s segrevanjem nad določeno temperaturo ali s spremembo pH, zaradi česar se molekule encima in reaktantov ne ujema več (ključ in ključavnica) in zato reakcija ne more poteči
- 5 razumejo, da običajno celice energijo, ki se sprošča v presnovnih procesih, začasno shranjujejo v fosfatnih vezeh majhne energetske bogate molekule - ATP
- 6 spoznajo, da je ATP v vseh živih bitjih neposredni vir energije za poganjanje biotskih procesov in razumejo, da celice obnavljajo ATP ob razgradnji organskih molekul (glikoliza, celično dihanje); pri celičnem dihanju se organske snovi razgradijo v ogljikov dioksid in vodo, pri čemer se obnovi ATP
- 7 razumejo, da med celičnim dihanjem glukoza v citoplazmi razpade med procesom glikolize v manjše organske molekule, pri tem se obnovi majhna količina ATP; pri celičnih vrenjih anaerobno iz piruvata nastaneta mlečna kislina ali etanol

- 8 razumejo, da med aerobnim celičnim dihanjem piruvat v mitohondrijih razpade v ogljikov dioksid in vodik, ki se končno veže s kisikom v vodo; pri tem se na membrani mitohondrija obnovi večja količina ATP
- 9 razumejo, da v avtotrofnih organizmih druge oblike energije (svetloba) omogočajo obnavljanje ATP za sintezo organskih snovi
- 10 fotosintezo razložijo kot niz reakcij, v katerih najprej fotosintezna barvila sprejmejo svetlobno energijo, ki se nato pretvori v kemijsko energijo energijsko bogatih molekul, te pa omogočijo vezavo ogljikovega dioksida v organske molekule; ob tem se kot stranski produkt iz vode sprošča kisik
- 11 na primerih notranjih membran mitohondrijev in kloroplastov spoznajo, da membrana omogoča strukturo organizacijo encimskih kompleksov, koncentriranje reaktantov in ločevanje produktov in reaktantov, in razumejo, da struktura omogoča večjo učinkovitost delovanja celice
- 12 na osnovi primerov povežejo energijske in snovne spremembe v presnovi celic z zgradbo in delovanjem organizma

**C3** *Celice neprestano uravnavajo svoje delovanje. Uravnavanje procesov temelji na spremembah v delovanju beljakovin in na selektivnem izražanju posameznih genov. To celicam omogoča, da se stalno odzivajo na spremembe v svojem okolju in da kontrolirajo in koordinirajo celično rast in delitev.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo, da obstaja več mehanizmov sporočanja in uravnavanja procesov v celicah ter njihov pomen za odziv celic na spremembe (npr. kalcijevi ioni, fosforiliranje beljakovin, genska regulacija)
- 2 poznajo zgradbo nukleinskih kislin
- 3 razumejo, da so zgradba in kemijske lastnosti DNA temelj za kodiranje informacij v genih (kot zaporedje molekulskih »črk« - nukleotidov) in za podvojevanje DNA (princip »matrice«)
- 4 vedo, da je vsak kromosom v evkariontski celici zgrajen iz ene molekule DNA in beljakovin
- 5 razumejo, da je gen del molekule DNA, da vsak kromosom vsebuje veliko genov in da se posamezni geni nahajajo na točno določenem mestu na kromosomu (lokusu)
- 6 razumejo zgradbo in vlogo genetskega koda pri prepisovanju in prevajanju informacije od DNA preko RNA do beljakovin
- 7 razumejo osnovne mehanizme sinteze beljakovin
- 8 razumejo osnovni mehanizem za uravnavanje izražanja genov in vlogo DNA pri uravnavanju celičnih procesov

**C4** *Predniki vseh celic so celice. Celice rastejo in se delijo in s tem proizvajajo nove celice. Celična delitev omogoča rast in razmnoževanje organizmov in s tem nadaljevanje življenja skozi generacije.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo delitev evkariontske celice; razumejo podobnosti in razlike v delitvi prokariontske in evkariontske celice
- 2 razumejo spremembe v strukturi kromosoma v celičnem ciklu
- 3 spoznajo potek mitoze (osnovni princip)
- 4 razumejo, da z mitozo, če poteka brez napak, nastajajo genetsko enake celice, kar omogoča rast in obnavljanje mnogoceličnih organizmov in razmnoževanje enoceličnih organizmov
- 5 vedo, da se nekatere celice prenehajo deliti; te celice rastejo, se diferencirajo, se starajo in umrejo
- 6 primerjajo delitev zdravih in rakastih celic

- D1** *Pri vseh znanih organizmih so molekule DNA nosilec dednih informacij, ki določajo značilnosti organizma. Beljakovine, ki nastajajo z izražanjem genske informacije, so nosilci lastnosti organizma. Mutacije so spremembe DNA. Mnoge mutacije ne vplivajo na zgradbo in delovanje beljakovin in s tem organizma, nekatere pa povzročijo spremembe beljakovin, celic in organizmov.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da dedno lastnost lahko določa en gen ali več genov, in da v povezavi z okoljem en gen lahko vpliva na več kot eno lastnost organizma (beljakovine kot nosilci celičnih funkcij, ki se odražajo v lastnostih organizma)
- 2 razumejo, da rastlinske in živalske celice vsebujejo več tisoč različnih genov, da imajo običajno po dve kopiji vsakega gena (dva alela) in da sta lahko alela enaka ali nekoliko različna (homozigotnost in heterozigotnost)
- 3 razumejo, da različni aleli nastajajo z mutacijami – spremembami v zaporedju nukleotidov v molekuli DNA
- 4 spoznajo vrste mutacij (genske, kromosomske in genomske) in da obstajajo popravljalni mehanizmi; kljub temu lahko pride do spontanah mutacij (npr. pri podvojevanju DNA)
- 5 razumejo, da so mutageni dejavniki sestavni del okolja in poznajo pogoste mutagene dejavnike (npr. UV in radioaktivna sevanja, mutagene snovi)
- 6 razumejo, da so dedne lastnosti osebkov odvisne od tega, katere alele osebki podedujejo od staršev in kako ti aleli delujejo skupaj
- 7 razumejo, da tudi okolje vpliva na izražanje v genih zapisanih lastnosti organizmov (zato se lahko isti genotip v različnih okoliščinah izrazi kot različen fenotip)


- D2** *Pri spolnem razmnoževanju nastajajo nove genske kombinacije s kombiniranjem genov staršev. Spolno razmnoževanje povečuje raznolikost med organizmi znotraj vrste in s tem poveča verjetnost, da bodo vsaj nekateri osebki te vrste preživeli v spremenjenih okoljskih razmerah. Samo mutacije v spolnih celicah imajo za posledico spremembe, ki jih lahko dedujejo potomci.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo, da sta osnova za ustvarjanje novih genskih kombinacij mejoza in oploditev ter s tem povezano prehajanje med diploidnostjo in haploidnostjo
- 2 spoznajo potek mejoze (osnovni princip)
- 3 na osnovi primerjave poteka mitoze in mejoze razumejo, da pri mitozah nastajajo genetsko enake hčerinske celice, pri mejozi pa genetsko različne celice in vedo, da se samo nekatere celice v večceličnem organizmu delijo z mejozo
- 4 razumejo, da je mejoza del procesa spolnega razmnoževanja, pri katerem se pari homolognih kromosomov ločijo in naključno porazdelijo med novo nastale spolne celice, ki vsebujejo po en kromosom iz vsakega homolognega para (prehod iz diploidnega stanja celice v haploidno)
- 5 razumejo, da je verjetnost, da se določen alel nahaja v gameti (naključne kombinacije nehomolognih kromosomov v gameti) povezana z naključno porazdelitvijo kromosomov med mejozo (ločitev homolognih kromosomov)
- 6 spoznajo, da pri mejozi običajno pride do izmenjave delov homolognih kromosomov (prekrižanje ali crossing-over) in razumejo, da pri tem lahko nastajajo nove kombinacije alelov na kromosomu
- 7 razumejo, da je prehod celic v haploidno stanje med mejozo povezan s ponovno vzpostavitvijo diploidnega stanja med združitvijo dveh spolnih celic – oploditvijo (ohranjanje količine DNA iz generacije v generacijo) in razumejo razširjenost in pomen diploidnosti
- 8 razumejo pomen spolnega razmnoževanja za raznolikost organizmov in prednosti ter slabosti spolnega in nespolnega razmnoževanja
- 9 razumejo osnovne principe kloniranja

- D3** *Celice vsebujejo gene, ki se lahko različno dedujejo in izražajo. Človek z biotehnologijo (z umetnim izborom in genskim inženirstvom) spreminja genome organizmov za zadovoljevanje svojih potreb.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo osnovne vrste dedovanja ter jih razložijo na primerih (pričakovani deleži genotipov in fenotipov potomcev)
  - 2 iz genotipov organizmov predvidijo njihove fenotipe in obratno ter poznajo možne vplive okolja na fenotip
  - 3 razumejo in na preprostih modelih razložijo možne načine umetnega spreminjanja in prenosa genov
  - 4 analizirajo osnovne razlike med križanjem in umetnim spreminjanjem genotipa z genskim inženirstvom ter ovrednotijo možne prednosti in slabosti uporabe gensko spremenjenih organizmov
  - 5 na osnovi poznavanja genske tehnologije razumejo pomen biološkega znanja za aktivno državljanstvo
- 



- E1** *Sonce, Zemlja in drugi deli Sončevega sistema so nastali pred 4,6 milijardami let, življenje na Zemlji pa pred več kot 3,5 milijardami let. Velika raznolikost organizmov je rezultat evolucije, ki je zapolnila vse razpoložljive ekološke niše z različnimi oblikami življenja. Posledica interakcij med geosfero in biosfero (organizmi) je razvoj Zemlje kot sistema, katerega razvoj se še danes nadaljuje.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo, da se živi sistemi razvijajo in spreminjajo (celica, organizem, ekosistem, biosfera) ter razumejo, da je evolucija z naravnim izborom ena od temeljnih značilnosti življenja
  - 2 spoznajo različne hipoteze o nastanku življenja na Zemlji po naravni poti ter jih primerjajo med seboj (razumejo možne procese v kemo- in bioevoluciji in jih povežejo s spreminjajočimi razmerami na Zemlji ter sklepajo na možnost obstoja oblik življenja v vesolju)
  - 3 enotnost živega v zgradbi in delovanju (celična membrana, citoplazma, nukleinske kisline, ATP, podobni kemijski procesi, razvoj) povežejo s skupnim evolucijskim izvorom
  - 4 razumejo, da so bili prvi organizmi heterotrofni in razumejo pomen razvoja procesa fotosinteze, vpliv avtotrofov na sestavo ozračja ter njihovo vlogo v današnji biosferi
  - 5 razumejo endosimbiontsko teorijo in spoznajo hipoteze o nastanku in razvoju mnogoceličnih organizmov
  - 6 spoznajo, da so bili prvotni organizmi preprosti enocelični prokarionti, iz katerih so se razvili enocelični evkarionti, iz teh pa mnogocelični organizmi
  - 7 razumejo dejavnike, ki so omogočili prehod živih bitij na kopno
- E2** *Evolucija je posledica (1) potenciala vrste za povečanje številčnosti osebkov, (2) genske variabilnosti potomcev zaradi mutacij in rekombinacij genov, (3) končne razpoložljivosti naravnih virov, potrebnih za preživetje, (4) selekcijskih mehanizmov okolja, ki omogočajo preživetje in uspešno razmnoževanje organizmov, ki so v trenutnih razmerah v prednosti.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da v evolucijskih procesih prilagajanja na okolje vrste lahko spreminjajo svojo zgradbo, fiziologijo ali vedenje, kar lahko povečuje njihovo uspešnost preživetja in razmnoževanja v danem okolju
- 2 spoznajo, da zaradi mutacij nekateri osebki pridobijo lastnosti, ki njim in njihovim potomcem dajejo prednost pri preživetju in razmnoževanju v določenem okolju, ter da na tej osnovi z naravnim izborom nastanejo populacije, ki so bolj prilagojene na določeno okolje
- 3 razumejo, da naravni izbor deluje na fenotip in ne na genotip organizma
- 4 razumejo, da mutacije niso usmerjene, naravni izbor pa je usmerjen glede na trenutne razmere v okolju
- 5 genotip povežejo z genskim skladom populacije in spoznajo, da nove mutacije neprestano spreminjajo genski sklad
- 6 razumejo, da se aleli, ki so letalni za homozigotni osebek, lahko prenašajo v heterozigotu in se tako ohranjajo v genskem skladu
- 7 razumejo, da mutacije, migracije, izbirno parjenje in selekcijski pritisk vplivajo na spreminjanje genskega sklada populacije
- 8 spoznajo definicijo vrste in probleme z definicijo vrste
- 9 razumejo proces nastajanja vrst (speciacijo) in pomen reproduktivne izolacije zanj
- 10 razumejo, da so populacije z majhno genetsko variabilnostjo bolj izpostavljene izumrtju in da vrsta izumre, kadar se okolje spremeni in prilagoditvene značilnosti vrste ne omogočajo preživetja v novem okolju
- 11 razumejo evolucijo adaptacij in vlogo naravnega izbora pri tem; kompleksne strukture in procesi se razvijajo postopno s spreminjanjem zgradbe in delovanja obstoječih elementov; z evolucijo z naravnim izborom ne nastajajo popolni organizmi, ampak organizmi, ki so dobro prilagojeni na trenutno okolje

- 12 na osnovi primerov razlikujejo med konvergenco in divergenco oz. med analogijo in homologijo ter to povežejo z okolji, v katerih se organizmi razvijajo
- 13 na primerih spoznajo anatomske, embriološke, biogeografske, molekulske biološke in biokemijske dokaze evolucije
- 14 razumejo pomen fosilov kot dokazov za evlucijski razvoj živih sistemov (organizmov, ekosistemov) skozi dolga časovna obdobja
- 15 razumejo, da so se vsi danes živeči organizmi razvili iz skupnega prednika in da imajo zato enako dolgo evlucijsko zgodovino
- 16 spoznajo podobnosti in razlike med naravnim in umetnim izborom
- 17 spoznajo razvoj rezistence kot primer hitre evlucije (npr. bakterije, žuželke)
- 18 spoznajo mejnike v evluciji človeške vrste (*Australopithecus afarensis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*, razširjanja iz Afrike)

**E3** *Biološko razvrščanje organizmov v sistem temelji na sorodnosti med organizmi. Organizme razvrščamo v hierarhično urejene skupine in podskupine na osnovi podobnosti, ki odražajo njihovo evlucijsko zgodovino.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da skupine organizmov uvrstimo v sistem s hierarhično zgradbo, ki odraža sorodnost
- 2 spoznajo, da je pri razvrščanju organizmov v sistem osnovna enota vrsta
- 3 razumejo, da vrste zaradi lažjega opisovanja in preučevanja biotske pestrosti znanstveno poimenujemo (dvodelno poimenovanje)
- 4 razumejo pomen in vlogo sistematike ter razlikujejo osnovne sistematske kategorije
- 5 spoznajo, da lahko na osnovi primerjalne anatomije in embriologije ter primerjave zaporedij v DNA in beljakovinah ugotovljamo sorodnost med skupinami organizmov
- 6 spoznajo in uporabijo nekatere metode in kriterije za razvrščanje organizmov v sisteme in določevanje vrst organizmov
- 7 spoznajo širše sistematske skupine organizmov in sorodnost med njimi (arheje, evbakterije in evkarionti)
- 8 med širšimi skupinami evkariontov prepoznajo naslednje skupine: enoceličarje; glive; alge; rastline: mahove, praprotnice, semenke (golosemenke, kritosemenke); živali: spužve, ožigalkarje, ploske črve, valjaste črve, mehkužce, kolobarnike, členonožce (rake, pajkovce, žuželke, stonoge), iglokožce in skupine vretenčarjev
- 9 razumejo razlike med progresivnim in regresivnim razvojem ter izberejo ustrezne primere iz sistema živih bitij
- 10 razumejo, da so milijoni različnih vrst danes živečih organizmov medsebojno sorodni zaradi evlucijskega izvora iz skupnih prednikov ter povežejo evlucijsko zgodovino izbranih primerov vrst s sistematiko
- 11 spoznajo, da v sistem lahko uvrščamo danes živeče in izumrle vrste

**Didaktično navodilo:** Dijakinje in dijaki naj spoznavajo koncepte F1, F2 in F3 predvsem pri ostalih vsebinah sklopa *Zgradba in delovanje organizmov*, na konkretnih primerih organizmov.

## Temeljne lastnosti živega

**F1** *Kljub temu da so organizmi zelo raznoliki, obstajajo temeljne podobnosti v njihovi zgradbi in delovanju, ki so posledica skupnega evolucijskega izvora. Obenem vsi organizmi rešujejo podobne temeljne življenjske probleme – vzdrževanje notranje organizacije ter zagotavljanje energije, snovi, prostora in potomstva.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da imajo vsi organizmi podobne temeljne lastnosti in da rešujejo podobne življenjske probleme:
  - a. ločenost od okolja
  - b. sposobnost pridobivanja energije iz okolja in njene pretvorbe v obliko, primerno za pogon življenjskih procesov
  - c. sposobnost vzdrževanja notranjega okolja, ki je drugačno od zunanjega
  - d. sposobnost nadzorovane izmenjave snovi z okoljem
  - e. sposobnost ohranjanja lastne oblike
  - f. sposobnost zapisa lastnosti v obliki, ki se lahko deduje
  - g. sposobnost razmnoževanja, pri katerem se zapis o lastnih lastnostih deduje
  - h. sposobnost odzivanja na spremembe v okolju in prilagajanja lastnega delovanja v smeri, ki povečuje verjetnost prenosa zapisa o lastnih lastnostih na potomstvo

**F2** *Vsi organizmi so sestavljeni iz celic. Pri enoceličarjih vsi življenjski procesi in nadzor delovanja organizma potekajo na ravni ene celice, pri mnogoceličarjih pa v organizmu obstaja usklajeno delovanje mnogih celic, ki so organizirane v tkiva, organe in organske sisteme.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo prednosti in slabosti enoceličnosti in večceličnosti ter ponovijo evolucijski nastanek večceličnosti
- 2 razumejo, da večceličnost omogoča diferenciacijo (delitev nalog med celicami znotraj organizma) in s tem povezano boljše ohranjanje genetskega materiala skozi generacije
- 3 razumejo, da imajo običajno vse celice večceličnega organizma enak genom, diferenciacija celic pa je posledica različnih vzorcev izražanja genov

**F3** *Notranje okolje organizma je drugačno od zunanjega. Relativna stabilnost notranjega okolja je rezultat dinamičnega ravnovesja, za vzdrževanje katerega je potrebna energija. Vsi organizmi privzemajo energijo iz okolja in izmenjujejo snovi z okoljem.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 na modelu (npr. pretočni kotliček) spoznajo princip negativne povratne zanke kot preprostega mehanizma za vzdrževanje dinamičnega ravnovesja
- 2 spoznajo, da je pri enoceličarjih notranje okolje notranost celice, pri večceličnih organizmih pa obstaja notranje okolje organizma in notranje okolje posameznih celic
- 3 spoznajo in razumejo medsebojno povezanost med zgradbo in delovanjem organov za privzem, predelavo, transport in izločanje snovi glede na specifično okolje organizmov

- F4 *Zgradba in delovanje organizmov sta neposredno povezana z načinom reševanja življenjskih problemov, ki se je izoblikoval v procesu evolucije in interakcije organizmov z okoljem.*

**Didaktično navodilo:** Učiteljica/učitelj naj obravnavane konkretne primere organizmov poveže s sistemom organizmov in evlucijskimi odnosi med obravnavanimi organizmi. Kadar je to mogoče, naj kot primere organizmov uporablja vrste, ki živijo na območju Slovenije. Obravnavo tkiv naj po lastni strokovni presoji vključuje v cilje, ki obravnavajo zgradbo in delovanje organov.

## Zgradba in delovanje bakterij in gliv

Dijakinje/dijaki:

- 1 poznajo osnovne značilnosti bakterijske celice
- 2 spoznajo, da so bakterije enocelični organizmi, ki se razmnožujejo nespolno, lahko pa si izmenjujejo dele genoma
- 3 razumejo, da si zaradi dolge evlucijske zgodovine posamezne skupine bakterij med seboj bolj različne kot npr. velike skupine evkariontov (delitev organizmov na tri domene (nadkraljestva): arheje, evbakterije in evkarionti)
- 4 spoznajo, da so glede pridobivanja energije in snovi bakterije izjemno raznolike (npr. heterotrofi, fotoavtotrofi – cianobakterije, kemoavtotrofi, fiksatorji dušika) in da je izjemna metabolna raznolikost bakterij pomembna za pretok energije in kroženje snovi v ekosistemih (ni ekosistema brez bakterij)
- 5 spoznajo, da so nekatere bakterije neposredno gospodarsko pomembne za človeka (biotehnoška uporaba) in da le redke vrste bakterij povzročajo bolezni (uporaba antibiotikov)
- 6 poznajo osnovne značilnosti glivne celice
- 7 spoznajo, da imajo glive več organizacijskih tipov (npr. enocelični - kvasovke, mnogocelični - plesni, sneti, rje, »gobe«)
- 8 spoznajo, da se glive lahko razmnožujejo nespolno ali spolno
- 9 razumejo, da so glive heterotrofi s celično steno, zaradi česar so pretežno negibljive in zato pomembni razkrojevalci, nekatere pa so tudi zajedavci in simbionti (lišaji, mikoriza)
- 10 spoznajo, da so nekatere glive neposredno gospodarsko pomembne za človeka (tudi biotehnoška uporaba)

## Zgradba in delovanje rastlin

Dijakinje/dijaki:

- 11 poznajo osnovne značilnosti rastlinske celice
- 12 spoznajo, da so strategija preživetja rastlin in mnogi »življenjski problemi« rastlin (npr. način pridobivanja energije in snovi, obramba pred rastlinojedci, razširjanje peloda in semen, preživetje neugodnih razmer) povezani s fotoavtotrofnostjo in pritrjenim načinom življenja
- 13 na osnovi primerov spoznajo povezavo med značilnostmi celic in lastnostmi cele rastline (npr. kloroplast – avtotrofnost; celična stena – pritrjenost, negibljivost; barvila v vakuoli – privabljanje opraševalcev in raznašalcev semen)
- 14 spoznajo hierarhijo organizacijskih ravni rastlinskega organizma

### Pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi

Dijakinje/dijaki:

- 15 razumejo, da fotosinteza poteka samo v nekaterih rastlinskih celicah in da rastlina z organskimi snovmi, ki nastanejo med fotosintezo, oskrbuje vse druge celice
- 16 razumejo, da v vseh živih rastlinskih celicah ves čas poteka celično dihanje
- 17 razumejo, da se ogljikovi hidrati, ki nastanejo med fotosintezo, porabijo za pridobivanje energije za poganjanje življenjskih procesov (celično dihanje) in za izgradnjo lastnih organskih snovi ter da se del snovi, ki so nastale med fotosintezo, začasno uskladišči (založne snovi)

- 18 razumejo, zakaj rastline poleg svetlobne energije, vode in ogljikovega dioksida za vzdrževanje življenjskih procesov potrebujejo tudi mineralne snovi (npr. kot surovine za izgradnjo nekaterih organskih snovi, za aktiviranje encimov, za vzdrževanje notranjega okolja v celici)
- 19 razumejo, da kopenske rastline sprejemajo ogljikov dioksid za fotosintezo skozi reže in zato s transpiracijo izgubijo velike količine vode
- 20 razumejo pomen in način transporta vode, mineralnih in organskih snovi po rastlini
- 21 povežejo zunanjo in notranjo zgradbo lista, stebela in korenine z nalogami, ki jih ti organi opravljajo
- 22 spoznajo, da imajo rastline bolj optimiziran metabolizem kot živali (manj nerabnih produktov), zaradi česar ne potrebujejo specializiranega sistema za izločanje

### **Razmnoževanje, rast in razvoj**

Dijakinje/dijaki:

- 23 spoznajo, da so pri rastlinah glavna območja celičnih delitev v vršičkih poganjka in korenine, in to povežejo z načinom rasti rastlin (rastline neprestano spreminjajo obliko svojega telesa; kloni rastlin imajo različno telesno podobo)
- 24 razumejo osnove procesa olesenitve (sekundarne rasti) pri lesnih rastlinah ter osnove zgradbe in delovanja lesa in lubja in to povežejo s strategijo preživetja lesnih rastlin
- 25 na primeru kritosemenk spoznajo osnove spolnega razmnoževanja rastlin, zgradbo in pomen semena in potek kalitve
- 26 povežejo načine prenosa peloda (žužkocvetnost, vetrocvetnost) s strukturnimi značilnostmi cvetov
- 27 razumejo pomen razširjanja semen za preživetje vrste in povežejo načine razširjanja semen z značilnostmi semen oz. plodov
- 28 na osnovi primerov spoznajo načine nespolnega (vegetativnega) razmnoževanja rastlin in razumejo prednosti in slabosti spolnega in nespolnega razmnoževanja rastlin
- 29 na osnovi primerov spoznajo evlucijske prilagoditve rastlin na abiotske in biotske dejavnike (npr. suša, rastlinojedci)

### **Urnvananje delovanja organizma in odzivi na spremembe v okolju**

Dijakinje/dijaki:

- 30 spoznajo, da se zaradi pritrjenosti rastline spremembam v okolju ne morejo umakniti, zato se odzivajo s spremembami delovanja na celični ravni (npr. izražanje genov) in s hormonsko regulacijo
- 31 na osnovi primerov razumejo, kako rastline preživijo neugodne življenjske razmere (npr. odmetavanje listov, kopičenje založnih snovi v založnih organih, enoletnice)
- 32 na osnovi primerov spoznajo načine odziva rastlin na spremembe abiotskih in biotskih dejavnikov (npr. svetloba, patogeni)
- 33 na primerih spoznajo interakcije rastlin z drugimi organizmi: zajedavske odnose (rastlinske bolezni, zajedavske rastline), simbiotske odnose (mikoriza, dušikove bakterije), opravevanje in raznašanje semen, odnose z rastlinojedci itd.
- 34 poznajo neposreden in posreden pomen rastlin za človeka

## Zgradba in delovanje človeka in drugih živali

**Didaktično navodilo:** Pri vseh temah tega sklopa je človek modelni organizem za razlago, kako živali rešujejo življenjske probleme. Učiteljica/učitelj po lastni presoji izbere nekatere predstavnike živalskih skupin, ki ji/mu pomagajo dijakinjam in dijakom pojasniti, da med različnimi organizmi obstajajo podobnosti in razlike v reševanju življenjskih problemov.

Dijakinje/dijaki:

- 35 poznajo osnovne značilnosti živalske celice in vedo, da so živali zaradi odsotnosti celične stene gibljive in sposobne lokomocije
- 36 spoznajo hierarhijo organizacijskih ravni živalskega organizma

### Pridobivanje energije, izmenjava in transport snovi

Dijakinje/dijaki:

- 37 razumejo, da živali, za razliko od rastlin, niso sposobne same izdelati organskih snovi (sladkorjev, maščob in aminokislin) iz anorganskih, da pa ravno tako kot rastline potrebujejo vodo in mineralne snovi pa tudi nekatere druge organske snovi (vitamine); te snovi privzemajo s hrano
- 38 razumejo, da se hranilne snovi porabijo za pridobivanje energije za poganjanje življenjskih procesov (celično dihanje) in za izgradnjo lastnih organskih snovi, ki jih celica potrebuje (biomaso) ter da se neporabljene hranilne snovi začasno uskladiščijo (glikogen, maščoba)  

Opomba: Enako vlogo imajo hranilne snovi tudi v rastlinah (primerjaj cilja F4-38 in F4-17).
- 39 razumejo, da so mineralne snovi in vitamini potrebni kot surovine za izgradnjo nekaterih organskih snovi, za aktiviranje encimov, za vzdrževanje notranjega okolja v celici
- 40 na primeru človeka razumejo povezavo med zgradbo in delovanjem prebavne cevi in spoznajo, da različni deli prebavne cevi opravljajo različne naloge in poznajo vlogo prebavnih žlez
- 41 spoznajo pomen uravnotežene prehrane (prehrambena piramida), povežejo motnje hranjenja z načini prehranjevanja in se seznanijo se z najpogostejšimi prebavnimi motnjami in boleznimi
- 42 na osnovi primerov se seznanijo z različnimi rešitvami pri prehranjevanju in prebavi pri nekaterih drugih predstavnikih živalskih skupin (npr. paramecij, trakulje, ožigalkarji, školjke, pajki, prežvekovalci)
- 43 razumejo, da večina živali energijo pridobiva s celičnim dihanjem, za kar sta potrebna dostava kisika do vsake celice in odstranjevanje ogljikovega dioksida; razumejo razliko med ventilacijo, izmenjavo plinov in celičnim dihanjem
- 44 na primeru človeka spoznajo zgradbo dihal in jo povežejo s funkcijo izmenjave plinov
- 45 razumejo, da izmenjava plinov poteka s pomočjo difuzije, kar zahteva kratke razdalje, in to povežejo z zgradbo pljučnih mehurčkov in pljučnih kapilar
- 46 razumejo povezavo med velikostjo površine namenjene izmenjavi plinov in stopnjo porabe kisika celotnega telesa
- 47 spoznajo najpogostejše bolezni dihal (npr. astma), seznanijo se z ukrepi prve pomoči ob zadušitvah in utopitvah ter poznajo nevarnost kajenja
- 48 na osnovi primerov se seznanijo z različnimi načini dihanja pri drugih živalih (npr. parameciji, ploski črvi, ožigalkarji, kopenski členonožci, ribe, dvoživke)
- 49 razumejo, da mnogocelični organizmi zaradi difuzijskih omejitev potrebujejo transportne sisteme, katerih učinkovitost je vezana na stopnjo porabe snovi: visoka stopnja porabe kisika pri živalih s stalno telesno temperaturo zahteva izredno učinkovit sistem za transport kisika
- 50 na primeru človeške krvi spoznajo sestavo krvi ter razumejo funkcije njenih sestavnih delov (plazma, eritrociti, trombociti, levkociti)
- 51 razumejo, da poleg prenosa dihalnih plinov kri opravlja tudi druge funkcije (prenos hranilnih snovi, produktov presnove, hormonov, toplote, ...)
- 52 na primeru človeka spoznajo zgradbo in delovanje srca in žilnega sistema ter jo povežejo s primarno funkcijo prenosa dihalnih plinov

- 53 seznanijo se z nekaterimi boleznimi srca, žilnega sistema in krvi, poznajo preventivo in ukrepe ob poškodbah s krvavitvami
- 54 na osnovi primerov se seznanijo z različnimi rešitvami transporta pri drugih živalskih skupinah in razumejo omejitve velikosti in oblike organizma, ki jih postavljajo različni transportni sistemi (npr. parameciji, ploski črvi, ožigalkaji, polži, členonožci, ribe)
- 55 razumejo, da poleg CO<sub>2</sub> v celicah nastajajo tudi drugi produkti metabolizma, ki so za organizem lahko strupeni (predvsem dušikove spojine)
- 56 razumejo, da se morajo vsi živalski organizmi znebiti nerabnih, presežnih in potencialno strupenih snovi, za kar imajo večji in kompleksnejši organizmi razvite posebne sisteme – izločala
- 57 na primeru človeka spoznajo zgradbo izločal, jo povežejo s funkcijo izločanja dušikovih spojin in razumejo, da poleg izločanja dušikovih spojin izločala opravljajo funkcijo osmoregulacije
- 58 se seznanijo z najpogostejšimi boleznimi izločal in preventivo
- 59 na osnovi primerov spoznajo druge načine izločanja dušikovih spojin pri živalih (npr. škrge pri vodnih nevretenčarjih, malpighijeve cevke); spoznajo vrste dušikovih spojin (amonijak, sečna kislina, sečnina), ki jih živali izločajo in to povežejo z njihovim načinom življenja

### Urnvananje delovanja organizma

Dijakinje/dijaki:

- 60 razumejo, da sta glavna sistema za urnvananje delovanja telesa pri večceličnih živalih hormonski (vključno z lokalnimi mediatorji, npr. rastni faktorji, vnetni mediatorji, dušikov oksid,...) in živčni sistem
- 61 razumejo, da hormoni po telesu do tarčnih tkiv in celic potujejo s pomočjo transportnega sistema; tarčne celice so celice, ki imajo na svoji površini in/ali v jedru receptorje za hormone; njihova aktivacija povzroči spremembo delovanja celice (hitri odzivi – spremembe prevodnosti membrane ipd., počasni odzivi – regulacija izražanja genov)
- 62 na primeru človekove ščitnice in trebušne slinavke spoznajo princip delovanja žlez z notranjim izločanjem in pomen hormonov pri usklajevanju delovanja organizma
- 63 se seznanijo z najpogostejšimi endokrinimi boleznimi in principom hormonske terapije
- 64 razumejo, da predvsem zaradi svojega praviloma gibljivega načina življenja živali potrebujejo sisteme, ki nadzirajo in koordinirajo delovanje različnih organskih sistemov v krajših časovnih razdobjih, kot je to pri rastlinah in glivah; za hitre reakcije je hormonski sistem prepočasen in zato bolj aktivne živali potrebujejo tudi živčni sistem, ki lahko reagira mnogo hitreje
- 65 na primeru motorične živčne celice spoznajo temeljno zgradbo vretenčarske živčne celice
- 66 spoznajo, da so osnovni princip delovanja živčnih celic električni fenomeni, ki so posledica delovanja membranskih beljakovin (ionskih kanalov in ionskih črpalk) in s tem povezane porazdelitve in pretoka ionov skozi celično membrano
- 67 razumejo nastanek mirovnega membranskega potenciala, razumejo princip nastanka vzburjenja in njegovega prevajanja vzdolž živčnega vlakna ter poznajo vpliv mielinizacije na hitrost prevajanja vzburjenja
- 68 na posplošenem modelu spoznajo način delovanja kemične sinapse
- 69 spoznajo, da živčevje človeka sestavljata osrednje in obkrajno živčevje
- 70 spoznajo osnovno zgradbo hrbtenjače in na primeru pogačičnega refleksa razumejo osnovni princip delovanja živčevja
- 71 spoznajo osnovno zgradbo možganov in razumejo, da različni deli možganov opravljajo različne funkcije (veliki, mali možgani, skorja, možgansko deblo)
- 72 razumejo, da psihoaktivne snovi (droge in zdravila) vplivajo na delovanje sinaps; seznanijo se s posledicami zlorabe psihoaktivnih snovi
- 73 na osnovi primerov se seznanijo z različnimi tipi in načini organizacije živčevja pri živalih (npr. ožigalkarji, členonožci, vretenčarji)
- 74 razumejo, da je vedenje živali posledica procesov v centralnem živčevju in da je pomen vedenja živali povečanje verjetnosti prenosa genetske informacije iz generacije v generacijo

- 75 razumejo, da je samozavedanje posledica razvoja kompleksnega centralnega živčnega sistema, ki doseže najvišjo stopnjo pri človeku, v manjši meri pa je prisotno tudi pri drugih sesalcih (najbolj je razvito pri človeku podobnih opicah)
- 76 razumejo, da živali zaradi svojega gibljivega načina življenja nujno potrebujejo hitro in ažurno informacijo o razmerah, ki jim jo posredujejo čutilni sistemi
- 77 razumejo, da čutila zaznavajo spremembe in stanja fizikalnih in kemijskih količin (mehanski, svetlobni, toplotni in kemični dražljaji)
- 78 razumejo, da živali s posebnimi čutili zaznavajo tudi stanje v notranjosti telesa
- 79 vedo, da čutila posredujejo informacijo centralnemu živčevju, kjer se informacija obdela, in da so možgani pri zaznavanju enako pomemben del kot samo čutilo
- 80 na primeru človeškega očesa ali ušesa spoznajo osnovno zgradbo in razumejo princip delovanja čutil ter na primeru očesa razumejo postopen evolucijski razvoj kompleksne strukture
- 81 na osnovi primerov se seznanijo s čutili drugih živalskih skupin (npr. sestavljene oči rakov in žuželk, oči glavonožcev, zaznavanje zvoka pri žuželkah, ...)

### Zaščita, opora in gibanje

Dijakinje/dijaki:

- 82 razumejo, da so vse živali ločene od zunanjega okolja in zaščitene pred njegovimi neugodnimi vplivi, hkrati pa izmenjujejo snovi z okoljem
- 83 spoznajo, da enocelične živali večinoma nimajo le preproste membrane, ki tvori mejo z okoljem, ampak strukturo, ki ščiti notranje okolje celic in jim pogosto daje tudi oporo in obliko
- 84 na primeru človeka spoznajo zgradbo in funkcije kože in jo primerjajo s krovnimi strukturami nekaterih drugih živali
- 85 spoznajo možne škodljive učinke UV sevanja na živa bitja
- 86 razumejo, da morajo vse živali zaradi gibanja in lokomocije hkrati spreminjati in ohranjati svojo osnovno obliko, čemur služita ogrodje in gibalni sistem
- 87 razumejo, da so živali v evoluciji razvile tri tipe opore – zunanje ogrodje (istočasno tudi telesna površina in zaščita), notranje ogrodje in hidrostatska opora
- 88 poznajo različne vloge kostnega in hrustančnega tkiva ter kolagenega veziva
- 89 spoznajo medsebojne povezave med kostmi, ligamenti, kitami in mišicami
- 90 spoznajo druge funkcije kosti (zaščita, zaloga kalcija, ...)
- 91 na primerih se seznanijo s skeletnimi sistemi drugih živali (npr. hidrostatski skelet ožigalkarjev in golih polžev, zunanji skelet členonožcev)
- 92 razumejo, da imajo živali za gibanje in lokomocijo beljakovine, ki spreminjajo svojo obliko ob porabi kemijske energije v obliki ATP
- 93 razumejo, da obstaja veliko znotrajceličnih beljakovin, ki omogočajo transport in gibanje in ki so v nekaterih specializiranih celicah urejene tako, da omogočajo gibanje celih delov telesa
- 94 razumejo, da je za učinkovito gibanje in lokomocijo potrebna povezava skeleta in mišic
- 95 spoznajo zgradbo prečno-progaste skeletne mišice in jo povežejo z njenim delovanjem
- 96 na primerih poznajo različne načine gibanja in lokomocije živali (npr. let, plavanje, lazenje, hoja)
- 97 razumejo, da vse živali branijo svoje notranje okolje pred zajedavskimi organizmi (živali, glive, bakterije) in virusi ter da obstaja več obrambnih linij pred vdorom zajedavcev: fizične oz. mehanske in kemijske pregrade ter imunski sistem
- 98 razumejo, da je za notranjo obrambo pred parazitskimi organizmi in virusi potrebno najprej njihovo prepoznavanje in nato selektivno uničenje in razumejo, da je uničevanje lažje med skupinami, ki so daleč narazen po evolucijski zgodovini (virusi in bakterije) in težje pri sorodnih skupinah (glive in živali)



- 99 na primeru človeka spoznajo princip delovanja imunskega sistema ter se seznanijo z motnjami delovanja imunskega sistema (npr. preobčutljivostne reakcije, avtoimunske bolezni, AIDS,...)
- 100 razumejo delovanje aktivne in pasivne, naravne in umetne imunizacije

### **Razmnoževanje, rast in razvoj**

Dijakinje/dijaki:

- 101 razumejo, da ima razmnoževanje dve funkciji – prenos genetskega materiala iz generacijo v generacijo in omogočanje novih kombinacij genov, ki so lahko bolj primerne za spreminjajoče se okolje
- 102 razumejo, da se živali lahko razmnožujejo tako nespolno kot spolno, da pa pri večini mnogoceličnih živali prevladuje spolno razmnoževanje, kjer je funkcija nastajanja novih kombinacij genov močno poudarjena
- 103 na primeru človeka spoznajo zgradbo in delovanje spolnih organov ter delovanje povežejo z znanjem o hormonski regulaciji
- 104 na primeru človeka spoznajo procese nastajanja in zorenja spolnih celic ter jih povežejo s procesi oploditve; razumejo principe preprečevanja neželenih zanositev ter spoznajo najpogostejše bolezni in motnje razmnoževalnega sistema (tudi neplodnost in probleme umetne oploditve)
- 105 na izbranih primerih spoznajo nekaj tipov razmnoževanja in s tem povezanih pojavov pri živalih (npr. paramecij - delitev, hidra - brstenje, vrtni polž - hermafroditizem, ribe - menjava spola, sesalci - sezonsko parjenje)
- 106 razumejo, da mnogocelični živalski organizem sestavljen iz mnogih specializiranih vrst celic in tkiv, ki nastanejo iz ene same celice
- 107 razumejo, da je ontogenetski razvoj ves čas pod nadzorom genov, ki delujejo koordinirano, kar jim omogoča kompleksna medsebojna znotrajcelična in medcelična regulacija
- 108 razumejo, da je ta proces zelo občutljiv na spremembe v okolju, kar je pri nekaterih organizmih povezano z varovanjem zarodka (jajca – lupine, živorodnost – maternica, ...)
- 109 spoznajo ontogenetski razvoj človeka od oploditve do rojstva, rast in razvoj človeka od rojstva do zaključka pubertete ter spremembe v človeškem telesu povezane s staranjem
- 110 na primerih spoznajo tipe ontogenetskega razvoja pri drugih živalih (npr. ličinke, preobrazba pri žuželkah, razvoj dvoživk, razvoj sesalcev) in primerjajo zgodnje stopnje razvoja vretenčarskih zarodkov (na osnovi primerjave slik)

**Didaktično navodilo:** Učiteljica/učitelj ekološke koncepte predstavi na osnovi primerov iz konkretnih ekosistemov (npr. gozd, travnik, morje, jezero, reka). Kjer je mogoče, učiteljica/učitelj uporablja primere organizmov in ekosistemov z območja Slovenije.

- G1** *Ekologija preučuje odnose med organizmi in interakcije organizmov z neživim okoljem. Osnovna funkcionalna enota, v kateri se ti procesi odvijajo, je ekosistem, ki združuje živo in neživo okolje.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 vedo, da je ekologija biološka veda, ki preučuje odnose med organizmi (biotski del) in njihove povezave z neživim okoljem (abiotski del); ekologija združuje in nadgrajuje vsa znanja drugih bioloških ved in jih povezuje v celoto; na drugi strani se povezuje z uporabnimi vedami, npr. z gozdarstvom, agronomijo, krajinsko arhitekturo, biotehnologijo
- 2 razlikujejo med ekologijo kot temeljno biološko vedo in varstvom okolja in narave ter ločijo med ekološkimi temeljnimi problemi in okoljevarstvenimi problemi
- 3 razumejo pojme populacija, življenjska združba, biotop, habitat, ekološka niša, ekosistem, biom, biosfera
- 4 spoznajo ravni preučevanja in opazovanja v ekologiji glede na raven organiziranosti sistemov: (a) odnos vrste oziroma osebkov do abiotskih in biotskih dejavnikov okolja, (b) odnos populacije do živih in neživih dejavnikov okolja, (c) ekologija življenjskih združb, razumevanje zgradbe in delovanja ekosistemov

- G2** *Organizmi v okolju živijo v populacijah in izkoriščajo žive in nežive danosti okolja, ki jih s skupnim izrazom imenujemo ekološka niša vrste.*

Dijakinje/dijaki:

- 1 vedo, kaj je organizem, ločijo njegovo notranje in zunanje okolje ter poznajo delitev organizmov glede na njihove sposobnosti pridobivanja energije iz okolja (avtotrofi, heterotrofi)
- 2 ekološko nišo razumejo kot nabor vseh ekoloških lastnosti vrste (habitat, prehranjevalna niša, časovna niša); poznajo krivuljo strpnosti oz. strpnostno območje vrste v gradientu izbranega ekološkega dejavnika ter ločijo med generalisti, ki izkoriščajo širok nabor naravnih virov, in specialisti, ki izkoriščajo en ali ozek nabor naravnih virov
- 3 spoznajo, da na organizme v različnih ekosistemih vplivajo abiotski dejavniki (svetloba, UV sevanje, toplota, anorganske snovi, pH, osredje oziroma medij, ki obdaja organizem) in razumejo funkcionalno povezavo biocenoz z biotopom
- 4 spoznajo in uporabijo nekatere metode za preučevanje biotskih in abiotskih dejavnikov v ekosistemih
- 5 razumejo, da se ekosistemi neprestano spreminjajo in kako vplivajo naravne ali antropogene motnje v okolju na organizme oziroma vrste (npr. vpliv požara, viharja, poplave, onesnaženja)
- 6 povežejo ekološke prilagoditve organizmov na zunanje okolje z evolucijskim razvojem vrst z naravnim izborom in razumejo, zakaj večja genska pestrost omogoča večjo možnost preživetja vrste
- 7 razumejo lastnosti populacij glede na populacijske procese (rodnost, smrtnost, doseljevanje in odseljevanje) in populacijske parametre (gostota oziroma številčnost, porazdelitev, starostna in spolna sestava)
- 8 spoznajo elemente populacijske dinamike (nihanje, populacijska rast, generacija) in kaj vpliva nanjo (gostota, znotrajvrstno tekmovanje, vpliv vira energije in drugih vrst)

- G3 Vrste, ki živijo skupaj v ekosistemi in tvorijo življenjske združbe, so med seboj povezane z različnimi medsebojnimi odnosi. Ekosistemi so odprti in med seboj povezani. Celoten planet deluje kot povezana celota ekosistemov (biosfera).

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da združbe krojijo odnosi med vrstami, ki sobivajo v združbah; ti odnosi so lahko negativni (npr. plenilstvo, tekmovanje, zajedalstvo), nevtralni ali pozitivni (npr. mutualizem)
- 2 razumejo, da so lahko plenilci rastlinojedci, mesojedci ali vsejedci, in da sta populaciji plena in plenilca soodvisni ter razumejo, kako se odzove plenilec ob pomanjkanju njegovega glavnega plena v okolju (generalist se preusmeri na druge vrste plena, specialist zmanjša svojo populacijo oziroma zmanjša raven razmnoževanja)
- 3 razumejo, da sobivajoče vrste v združbi tekmujejo za različne vire v okolju in da lahko močnejša vrsta drugo, s katero tekmuje, izloči iz združbe oz. ekosistema
- 4 razumejo povezavo med ekološko nišo in velikostjo tekmovanja (bolj sta si ekološki niši dveh vrst podobni, močnejše je tekmovanje med njima) ter posledice tekmovanja; ekološka posledica je zoženje ekološke niše (fenotipska prilagoditev osebkov), evolucijska posledica pa razmik znakov (genotipska prilagoditev populacije), ki vodi v ločevanje niš in sobivanje vrst v združbi
- 5 spoznajo, kaj je zajedavec in kako ta vpliva na gostitelja (rodnost, umrljivost, rast) ter na osnovi primerov razumejo, da lahko zajedavec v različnih fazah razvoja zajeda različne gostitelje, kar povezuje gostiteljske vrste v posredne medsebojne odnose; zajedavec je lahko prenašalec drugega zajedavca (npr. klop in borelija)
- 6 vedo, da se lahko skrajne oblike zajedavstva razvijejo v pozitivni odnos med vrstama ali mutualizem, pri čemer je obvezni mutualizem skrajna oblika simbioze, kjer ena vrsta brez druge ne more preživeti (npr. prebavni mutualizem - vamp prežvekovalcev, črevesna flora; mikoriza; lišaji; rastline in opraševalci; rak samotar in morska vetrnica)
- 7 razumejo, da se del sončnega sevanja, ki prispe do Zemlje, odbije, del absorbira v ozračju ali na površju Zemlje, del pa porabi za fotosintezo in nato za poganjanje skoraj vsega življenja na planetu, in spoznajo, kaj je primarna proizvodnja, kako je ta razporejena po Zemlji in kaj vpliva nanjo
- 8 razumejo, da so organizmi v biocenozi med seboj povezani v prehranjevalne verige in splete, da lahko posamezne organizme umestimo v trofične ravni in da pretok energije lahko prikažemo z energijsko piramido oz. piramido biomase, na vrhu katere je končni plenilec
- 9 razumejo pretok energije in kroženje snovi v ekosistemi ter da se energija enosmerno pretaka skozi ekosisteme, od Sonca do proizvajalcev - fotosinteznih organizmov in preko njih do potrošnikov, kot so rastlinojedci, mesojedci in razkrojevalci, pri čemer se pri vsakem členu prehranjevalnega spleta nekaj energije shrani v novo nastalih strukturah, veliko pa izgubi v okolje kot toplota
- 10 spoznajo, da razkrojevalci kot vir energije uporabljajo organski odpad (npr. drobne ali raztopljene organske delce, mrtve dele rastlin in živali, iztrebke) in razumejo njihov pomen za kroženje snovi
- 11 na primeru ogljika razumejo princip kroženja snovi v biosferi in spoznajo, da se elementi na Zemlji prenašajo med zbiralniki v Zemljini skorji, oceanih, ozračju in organizmi (biogeokemijsko kroženje snovi)
- 12 razumejo globalno kroženje vode na Zemlji in vlogo biosfere pri tem
- 13 spoznajo, da je zgradba ekosistema njegova vrstna sestava, delovanje ekosistema pa so interakcije organizmov z abiotskimi in biotskimi dejavniki okolja
- 14 spoznajo, da življenjske združbe opisujemo na osnovi prevladujočih in značilnih vrst rastlin, živali in drugih organizmov
- 15 razumejo, da se ekosistem razvija (sukcesija) in da klimaksna združba pomeni največjo izkoriščenost naravnih virov v danih abiotskih razmerah
- 16 razumejo, da je biotska pestrost (biodiverziteteta) različnost med organizmi, ki vključuje znotrajvrstno pestrost (genetsko in populacijsko), vrstno pestrost in pestrost biomov
- 17 razumejo, da ima biotska pestrost pomembno vlogo pri delovanju ekosistema, pri čemer so poleg skupnega števila vrst pomembne predvsem dominantne in ključne vrste
- 18 razumejo, da je ves živi svet na Zemlji povezan v enotno biosfero, da so vsi ekosistemi povezani med seboj in da vplivajo drug na drugega

- G4 Človek živi v različnih ekosistemih, ki jih zaradi povečevanja števila prebivalstva, tehnologije in potrošnje vse bolj spreminja. Človek lahko povzroči velike spremembe ekosistemov in propadanje biotske pestrosti. Velike spremembe ekosistemov lahko presegajo sposobnost organizmov, da se na spremembe naravno prilagodijo, oz. sposobnost človeka, da se na spremembe tehnološko prilagodi.

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo razliko med varstvom okolja, ki se ukvarja s problemi onesnaževanja in kakovosti življenjskega okolja človeka, in varstvom narave, ki se ukvarja s problemom propadanja in ohranjanja biotske pestrosti, od katere je odvisen dolgoročni obstoj človeške vrste na Zemlji
- 2 spoznajo, da vse večja človekova potrošnja vedno bolj vpliva na naravne procese, ki obnavljajo nekatere vire, in izčrpava vire, ki se ne obnavljajo, ter da se je občutljivost človekove družbe na spremembe podnebja in ekosistemov povečala z rastjo človeških populacij in poselitvijo skoraj celega planeta
- 3 spoznajo, da ima človeštvo velik vpliv na druge vrste in na celotne ekosisteme (npr. uničevanje in drobljenje habitatov, spreminjanje kemijske sestave zraka, voda in prsti) ter da snovi, ki jih proizvaja človeška družba, vplivajo na kroženje snovi na Zemlji (npr. vnašanje dušika v kopenske in vodne ekosisteme - gnojenje v kmetijstvu, vnašanje fosforja v vodne ekosisteme z odplakami)
- 4 spoznajo pomen kroženja vode za samoočiševalno sposobnost voda (ohranjanje podtalnice), razumejo probleme onesnaženja vode in pomen gospodarjenja z vodo ter spoznajo osnovne principe delovanja čistilnih naprav
- 5 razumejo principe ravnanja z odpadki in spoznajo, kaj so to nevarni odpadki
- 6 razumejo, da se nekatere strupene snovi kopičijo v organizmih v prehranjevalnih spletih (bioakumulacija) in na osnovi primera spoznajo možne posledice tega procesa
- 7 spoznajo probleme, povezane z emisijo žvepovega dioksida, dušikovih oksidov in drugih onesnažil v ozračje zaradi človekove dejavnosti
- 8 razumejo pomen ozonske plasti za absorpcijo ultravijoličnega sevanja in s tem za življenje na Zemlji in razumejo mehanizme, ki povzročajo naravno spreminjanje ozonske plasti in njeno spreminjanje zaradi človekovih dejavnosti (ozonska luknja)
- 9 razumejo, kako nastane učinek tople grede in da učinek tople grede omogoča življenje na Zemlji, povečan učinek tople grede, ki je tudi posledica človekove dejavnosti, pa vodi v velike podnebne spremembe
- 10 spoznajo glavne ugotovitve nekaterih mednarodnih raziskav o globalnih spremembah podnebja in ekosistemov
- 11 ovrednotijo nujnost načrtovanja trajnostnega razvoja, rabe obnovljivih naravnih virov in sonaravnega ter trajnostnega gospodarjenja z ekosistemi
- 12 znajo opredeliti povezanost človeka in okolja prek pitne vode in hrane ter s tem povezane okoljske probleme (npr. DDT, pesticidi, težke kovine, bolezen norih krav, ptičja gripa) ter vedo, kaj je zdrava prehrana
- 13 spoznajo pomen mejnih oziroma dovoljenih koncentracij nevarnih in škodljivih snovi v ozračju, vodi in prsti in pomen obravnavanja nevarnih in škodljivih snovi v zakonodaji
- 14 razumejo možne posledice vnosa gensko spremenjenih organizmov v ekosistem
- 15 razumejo, da odstranitev ključnih vrst iz ekosistema ali vnos novih invazivnih vrst v ekosistem lahko povzroči velike spremembe v zgradbi in delovanju ekosistema ter spoznajo primere takšnih sprememb
- 16 na osnovi primerov spoznajo fenomen izumiranja vrst in razumejo, da je za preživetje vrste pomembno kritično število spolno zrelih osebkov v populaciji; ohranjanje biotske pestrosti pomeni ohranjanje dovolj velikih populacij vrst, ki so sposobne uspešnega razmnoževanja in nadaljevanja vrste
- 17 razumejo razliko med naravnim izumiranjem in izumiranjem, ki ga povzroča človek, ter vzroke za slednjega (uničevanje habitatov, onesnaževanje, globalne klimatske spremembe, vnos tujerodnih vrst, netrajnostna raba populacij) ter spoznajo pojem množičnega izumiranja vrst in kako se je to pojavljalo v zemeljski zgodovini vse do danes
- 18 razumejo, da kakovost človekovega življenjskega okolja in razpoložljivost naravnih virov temelji na zgradbi in delovanju ekosistemov, zato je pomembno varovanje ekosistemov v celoti
- 19 razumejo pojem ogroženosti, kaj je rdeči seznam in spoznajo nekaj primerov ogroženih vrst v Sloveniji

- 20 spoznajo, da moramo vrste ohranjati predvsem v okolju, kjer živijo (ohranjanje celotnih ekosistemov); ohranjanje v umetnih vzrejevališčih le redko omogoča uspešen ponovni vnos vrst v naravno okolje, kjer so nekoč živele
- 21 spoznajo, kaj je rezervat in njegov pomen, spoznajo tipe rezervatov (npr. naravni rezervat, krajinski park, narodni park) in nekaj rezervatov v Sloveniji
- 22 spoznajo, da varstvo okolja in narave ureja zakonodaja in spoznajo nekaj primerov iz slovenske in mednarodne zakonodaje (npr. zavarovane vrste in območja, Natura 2000, CITES, Konvencija o ohranjanju biodiverzitete, Kyotski sporazum)
- 23 spoznajo, da bi človeštvo z uporabo sedanjega znanja in tehnologije lahko bistveno zmanjšalo svoj vpliv na ekosisteme; za uvedbo ustreznih ukrepov ekosistemov ne bomo smeli več obravnavati kot brezplačne in neizčrpne vire, ampak bomo morali polno upoštevati dejanske vrednosti procesov v ekosistemih

## 3.2 Izbirni program (sklopi po 35 ur)

Učni načrt za biologijo v izbirnem programu z dodatnimi znanji omogoča poglobitev razumevanja in uporabo nekaterih bistvenih konceptov biologije ter nadaljnji razvoj procesnih ciljev oz. kompetenc. Dijakinje in dijaki, ki bodo opravljali maturo iz biologije, pa morajo poleg obveznega programa (210 ur) in maturitetnega programa (105 ur) obvezno opraviti tudi enega od sklopov izbirnega programa (35 ur).

### H Biotehnologija in mikrobiologija

(35 ur)

**Didaktično navodilo:** Laboratorijsko in terensko delo obsega najmanj 25 % ur tega sklopa (9 ur). Pri teh aktivnostih se dijakinje in dijaki delijo v skupine. Aktivnosti se vsebinsko navezujejo na sklop *B-Raziskovanje in poskusi* na strani 12. Glej tudi poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66.

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov C1-C4, D1-D3 in F1-F4 (navezava na sklope Zgradba in delovanje celice, Geni in dedovanje in Zgradba in delovanje organizmov v obveznem programu).*


Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo, da med mikroorganizme uvrščamo arheje, evbakterije in nekatere evkarionte
- 2 razumejo, da so bakterije med seboj zelo raznolike, kar je posledica njihovega dolgega evolucijskega razvoja, in da pri klasifikaciji bakterij kot merilo za razvrščanje v sistem uporabljamo predvsem zaporedje nukleotidov, metabolne lastnosti ter zgradbo celične stene (Gram pozitivne in Gram negativne evbakterije) in celične membrane
- 3 spoznajo, da arheje živijo v različnih ekstremnih habitatih, npr. v močvirjih, v toplih vrelcih in v slanih habitatih
- 4 poznajo glavne razlike med kvasovko, amebo, plazmodijem, paramecijem, evgleno in klorela
- 5 na primeru znajo razložiti raznolikost v zgradbi virusov z ovojnico in virusov samo s kapsido, razliko med DNA in RNA virusi, razliko med virusi z dvojno in enojno molekulo DNA ali RNA
- 6 spoznajo raznolikost metabolizma mikroorganizmov (npr. fotoavtotrofi, ftoheterotrofi, kemoavtotrofi, kemoheterotrofi)
- 7 razumejo pomen mikroorganizmov v ekosistemu (proizvajalci, razkrojevalci) in pomen bakterij pri kroženju dušika
- 8 spoznajo, da nekateri mikroorganizmi povzročajo bolezni in na primerih spoznajo nekatere mehanizme delovanja patogenih mikroorganizmov na gostitelja (npr. sproščanje toksinov, liza celic)
- 9 spoznajo, da virusi povzročajo bolezni in razumejo lizogeni cikl virusa, ki povzroča prehlad
- 10 razumejo, da so antibiotiki snovi, s katerimi lahko ubijemo bakterije in glive, in da lahko bakterije in glive postanejo odporne na antibiotike (naključne mutacije v genomu teh mikroorganizmov včasih vodijo do sevov, ki so manj občutljivi na antibiotike)
- 11 spoznajo nekatere mehanizme delovanja antibiotikov (npr. uničenje celične stene ali preprečitev njene izgradnje, inhibicija sinteze DNA, RNA ali beljakovin) in razumejo, zakaj antibiotiki ne učinkujejo na viruse
- 12 razumejo, da lahko z odgovorno uporabo antibiotikov (le v nujnih primerih, v predpisanih dozah in vedno do konca predpisanega časa) omejimo možnosti pojava rezistence na antibiotike
- 13 poznajo metode sterilizacije in dezinfekcije
- 14 spoznajo nekatere načine širjenja bolezni, ki jih povzročajo mikroorganizmi in virusi, in razumejo razliko med epidemijo in pandemijo
- 15 spoznajo, da malarija sodi med bolezni, ki povzročajo izjemno veliko število smrtnih primerov v določenih delih sveta, spoznajo povzročitelja malarije (plazmodij), način njegovega prenosa,

posledice okužbe z njim za človeka, možnosti za zdravljenje in možnosti za omejevanje širjenja malarije

- 16 spoznajo pomen mikroorganizmov pri tradicionalnih biotehnoških metodah ( npr. vlogo kvasovk pri proizvodnji piva, vina in kruha, kisanje mleka ali zelja)
- 17 razumejo pomen kislin, soli in sladkorjev pri konzerviranju hrane
- 18 spoznajo, da trajnost živil lahko povečamo s pasterizacijo in sterilizacijo, in razumejo princip obeh procesov
- 19 spoznajo, da nekateri mikroorganizmi v živila sproščajo toksine, kar lahko povzroči zastrupitve s hrano (npr. botulizem)
- 20 spoznajo, da bakterije in glive lahko gojimo v velikih fermentorjih, kar uporabljamo za proizvodnjo uporabnih snovi biotskega izvora (npr. antibiotikov, encimov za živilsko industrijo - renin)
- 21 spoznajo pomen mikroorganizmov pri pridobivanju metana in etanola iz rastlinske biomase (obnovljivi vir energije) in poznajo najpomembnejše stopnje pretvorbe organske snovi v organske kisline in alkohol
- 22 poznajo, da je bakterijska DNA v krožnem kromosomu in v krožnih plazmidih
- 23 spoznajo, da sta glavna koraka genskega inženirstva izolacija in pomnožitev želenega gena ter njegov prenos v novo celico z uporaba vektorja - virusa ali plazmida
- 24 spoznajo, da reverzna transkriptaza omogoča prepis informacije z RNA v DNA in da restrikcijski encimi režejo molekulo DNA na specifičnih mestih ter razumejo, kako lahko te mehanizme uporabimo pri genskem inženiringu
- 25 spoznajo možne prednosti uporabe gensko spremenjenih organizmov ter gospodarske, naravovarstvene, družbene in etične vidike njihovega sproščanja v naravo
- 26 razumejo nekatere možnosti za gensko terapijo in možna tveganja pri njeni uporabi

**Didaktično navodilo:** Pri poskusih, za katere je potrebna zahtevnejša laboratorijska oprema, se učiteljica/učitelj lahko poveže z zunanjimi ustanovami, ki so pripravljene nuditi pomoč pri izvedbi (npr. zdravstveni domovi, raziskovalne ustanove).



**Didaktično navodilo:** Laboratorijsko in terensko delo obsega najmanj 25 % ur tega sklopa (9 ur). Pri teh aktivnostih se dijakinje in dijaki delijo v skupine. Te aktivnosti se vsebinsko navezujejo na sklop *B-Raziskovanje in poskusi* na strani 12. Glej tudi poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66.

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov F1, F2, F3 in F4 (navezava na sklop Zgradba in delovanje organizmov v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo pomen uravnotežene prehrane za normalno delovanje človekovega telesa
- 2 spoznajo esencialne snovi v prehrani človeka (nekatero aminokislino, maščobne kisline, minerali, vitamini in voda), razumejo njihovo vlogo pri delovanju človekovega telesa in poznajo nekatera živila, ki vsebujejo večje količine teh snovi
- 3 spoznajo, da človekovo telo ne sintetizira esencialnih aminokislin, in razumejo, zakaj pomanjkanje esencialnih aminokislin v prehrani povzroči motnje v delovanju človekovega telesa (podhranjenost zaradi pomanjkanja beljakovin)
- 4 spoznajo pomen uživanja zadostnih količin maščobnih kislin in holesterola za normalno delovanje človekovega telesa, to povežejo z vplivom prekomernega uživanja določenih vrst maščob na razvoj bolezni srca in ožilja in s koristnimi učinki uživanja omega-3-maščobnih kislin
- 5 na primerih vitamina C in D razumejo, da človeško telo potrebuje zadostne količine različnih vitaminov, njihovo vlogo pri delovanju človekovega telesa ter posledice njihovega pomanjkanja in presežka
- 6 razumejo pomen nekaterih dodatkov v prehrani za preprečevanje motenj v delovanju organizma in bolezni (npr. jod kot sestavina hormona tiroksina)
- 7 na osnovi oznak na prehrabeni izdelkih primerjajo energijsko vrednost ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin in to povežejo z možnimi načini uporabe teh snovi v organizmu (vir energije za pogon življenjskih procesov, gradniki za izgradnjo telesu lastnih snovi ali skladiščenje)
- 8 znajo izračunati indeks telesne mase in razumejo kriterije, kdaj je nekdo predebel, normalno hranjen in podhranjen
- 9 spoznajo posledice prekomernega uživanja hrane z veliko ogljikovih hidratov, maščob in beljakovin
- 10 spoznajo fiziološki izvor občutka lakote in sitosti
- 11 spoznajo vzroke za pojav sladkorne bolezni II in razumejo, na kakšen način lahko posebna prehrana omili posledice in napredovanje te bolezni; nastanek te oblike sladkorne bolezni primerjajo z vzroki za sladkorno bolezen I
- 12 razumejo svetovnonazorske in etične probleme, povezane z uživanjem določenih vrst hrane (npr. hrane živalskega izvora), in jih znajo ločiti od fizioloških problemov, povezanih z odtegotvijo ali odrekanjem določenih vrst hrane, posebej pri otrocih
- 13 spoznajo nekatere nevarnosti, povezane z uživanjem okužene ali naravno strupene hrane (npr. BSE, zastrupitve z gobami, botulizem, paraziti v mesu, bioakumulacija strupenih snovi, onesnažena voda) ter možnost alergijskih reakcij na nekatere sestavine hrane
- 14 na osnovi raziskave spoznajo oznake na različnih živilih (npr. E-številke, GM, eko, srcu prijazno) in razumejo, zakaj je poznavanje teh oznak pomembno pri osebni odločitvi o izbiri živil
- 15 kritično ovrednotijo novice in reklame o zdravem življenju v medijih (npr. zdrava prehrana, prehranski dodatki, zdravila, kozmetika, estetska kirurgija) in se zavedajo, da je kritičen odnos do tovrstnih sporočil nujen za ohranjanje zdravja
- 16 poznajo pomen telesne aktivnosti za delovanje organskih sistemov in celotnega organizma
- 17 razumejo razliko med maščobami in ogljikovimi hidrati kot viri energije za celice in to povežejo s preskrbo tkiv s kisikom (povezava med intenzivnostjo telesne aktivnosti, prostornino porabljenega kisika in deležem oksidacije maščob in ogljikovih hidratov)



- 18 spoznajo, da je laktat, ki se s krvjo prenese v jetra, produkt anaerobnega dihanja in vzrok za nastanek kisikovega dolga, in razumejo nadaljnjo presnovo laktata (Corijev cikel - glukoneogeneza)
- 19 znajo razložiti pojem telesna pripravljenost (»fitness«), poznajo merila zanjo in pomen različnih fizičnih sposobnosti pri različnih aktivnostih
- 20 spoznajo, da glede deleža počasnih in hitrih mišičnih vlaken obstajajo genetske razlike med ljudmi in spoznajo vpliv normalne in ekstremne vadbe na razvoj počasnih in hitrih mišičnih vlaken v okviru genetskih predispozicij
- 21 spoznajo, da telesna vadba krepi mišice in kosti, kit in ligamentov pa ne, in to povežejo z nevarnostjo poškodb pri določenih telesnih aktivnostih
- 22 razumejo vpliv nadmorske višine (zmanjšanje parcialnega tlaka kisika v zraku) na delovanje organizma in to povežejo z vplivi višinskega treninga in z višinsko boleznijo
- 23 spoznajo vpliv nekaterih oblik dopinga na fiziologijo človeka (npr. krvni doping, eritropoetin, anabolični steroidi), to povežejo z možnimi posledicami za zdravje in z etičnimi problemi
- 24 spoznajo vplive nekaterih psihoaktivnih snovi (legalne in prepovedane droge in zdravila) na živčni sistem, možne posledice njihove uporabe za človeka in njegovo socialno okolje
- 25 spoznajo vzroke za pojav stresa, fiziološke spremembe ob tem ter možnosti za omejevanje vzrokov in posledic stresa
- 26 razumejo vzroke za nekatere velike svetovne zdravstvene probleme v nerazvitem in razvitem svetu ter možnosti za njihovo reševanje (npr. podhranjenost, malarija, AIDS, pomanjkanje vitamina A, paraziti, aktualne bolezni)
- 27 razumejo pomen zbiranja medicinskih podatkov o posamezniku, možnosti za uporabo tako zbranih podatkov o celotni populaciji (npr. organizacija zdravstva, zdravstvena zakonodaja, epidemiološke raziskave) in se zavedajo možnosti zlorab teh podatkov (npr. pri zaposlovanju, v zavarovalništvu)

**Didaktično navodilo:** Laboratorijsko in terensko delo obsega najmanj 25 % ur tega sklopa (9 ur). Pri teh aktivnostih se dijakinje in dijaki delijo v skupine. Te aktivnosti se vsebinsko navezujejo na sklop *B-Raziskovanje in poskusi* na strani 12. Glej tudi poglavje **Laboratorijsko in terensko delo** na strani 66.

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov F2, F3 in F4 (navezava na sklop Zgradba in delovanje organizmov v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo etologijo kot temeljno naravoslovno disciplino, ki proučuje mehanizme vedenja živali; razumejo osnovne etološke pojme in načela ter poznajo njihove utemeljitelje (Lorenz, Tinbergen, von Frisch)
- 2 razumejo živčne mehanizme, ki vodijo reflekse, raztezni (pogačični) refleks in kožne reflekse; razumejo ustaljene vzorce vedenja, ki imajo v osrednjem živčevju svojevrstne programe, ki omogočajo izvedbo prirojenih vedenj (npr. svatbeni plesi ptic)
- 3 razumejo vlogo prirojenih prožilnih mehanizmov, ključnih dražljajev in prožilcev
- 4 spoznajo sestavljena vedenja in njihovo razdelitev v orientacijski odziv, apetitno in konzumacijsko vedenje
- 5 razumejo hierarhično organiziranost vedenja, tako v okviru ustaljenih vzorcev vedenja kot tudi pri sestavljenih vedenjih, kot sta prehranjevalno in razmnoževalno vedenje
- 6 razumejo, kaj so nagoni, kaj je motivacija ter kaj je osrednje vzburjeno stanje
- 7 spoznajo preproste vedenjske odzive na dražljaje v okolju (npr. kineze in taksije)
- 8 spoznajo ritmovnike v živčevju živali, ki omogočajo delovanje živčnih mrež brez dražljajev iz okolja
- 9 razumejo vplive hormonov na vedenje
- 10 spoznajo ontogenetski razvoj vedenja in vedenjske spremembe med odraščanjem živali, ki so pogosto posledica učenja (npr. ptičje petje)
- 11 razumejo problem konfliktnih dražljajev v okolju, ki živali silijo v odločitve, na katere dražljaje reagirati; spoznajo prirojena (praskanje) in naučena (kajenje) nadomestna vedenja
- 12 spoznajo vedenjske vzroke in vzroke, ki so skriti v delovanju živčnih mrež, ki vodijo v kronično kajenje, uživanje alkohola in drog ter pojav odvisnosti
- 13 razumejo izvor agresivnega vedenja in spoznajo možnosti za obvladovanje izražanja agresije
- 14 razumejo izražanje spolnega vedenja predvsem na primerih ptičev in sesalcev
- 15 spoznajo socialno vedenje in primere socialne organizacije od žuželk do rib, ptičev in sesalcev
- 16 razumejo evolucijo altruističnega vedenja med organizmi v skupini
- 17 razumejo učenje kot nadgradnjo prirojenih mehanizmov, ki omogoča prilagoditev na spreminjajoče okolje
- 18 razumejo preproste oblike učenja, kot sta habituacija in senzitivizacija
- 19 razumejo pogojevanje in operantno (instrumentalno) učenje
- 20 razumejo pomen iger in pomen motoričnega in spoznavnega učenja
- 21 razumejo problem shranjevanja in ponovnega najdenja podatkov v možganih
- 22 spoznajo problem spominskih zapisov in mehanizme kratkotrajnega (20 sekund), srednje trajnega (nekaj ur) in dolgotrajnega spomina
- 23 spoznajo pojem zavesti, ki s pomočjo čutil nadzoruje sedanost, vleče s pomočjo spominskih zapisov iz preteklosti in pripravlja prihodnost
- 24 razumejo nastanek govora in jezika in sposobnosti opic in nekaterih ptic za jezik in govor
- 25 spoznajo primere migracij metuljev, rib, ptičev in sesalcev
- 26 znajo razložiti delovanje naravne selekcije preko odzivov živali na okolje

- 27 spoznajo pomen opazovanja živali in izdelavo etograma – kataloga vseh vedenj posamezne živalske vrste (npr. na osnovi opazovanja domače živali doma, v trgovini ali v živalskem vrtu).
- 28 spoznajo pomen poskusov na živalih, obenem pa spoznajo etične zadržke in družbene norme, ki vplivajo na raziskovalno delo z živimi živalmi
- 29 razumejo, da je človek znanje o vedenju živali izkoriščal in ga še uporablja za pridobivanje hrane živalskega izvora, za pridobivanje hrane s pomočjo živali, za varovanje sebe in svoje kulture pred drugimi živalmi in za varstvo narave
- 30 poznajo zgradbo in delovanje delov človeških možganov, kot so podaljšana hrbtenjača, mali možgani, hipotalamus, hipofiza in veliki možgani
- 31 znajo razložiti pomen eksperimentov na možganih, poškodb in slikanja delov možganov z nuklearno magnetno resonanco
- 32 znajo razložiti zaznavanje bolečine z receptorji za bolečino (v koži ali na ostalih delih telesa) in prenos impulzov v centre za bolečino v skorji velikih možganov ter vlogo endorfinov kot inhibitorjev prenosa impulzov preko sinaps do možganov

**Didaktično navodilo:** Laboratorijsko in terensko delo obsega najmanj 25 % ur tega sklopa (9 ur). Pri teh aktivnostih se dijakinje in dijaki delijo v skupine. Te aktivnosti se vsebinsko navezujejo na sklop *B-Raziskovanje in poskusi* na strani 12. Glej tudi poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66.

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov G1, G2, G3 in G4 (navezava na sklop Ekologija v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da človek za poganjanje življenjskih procesov v svojem telesu potrebuje energijo, ki jo privzema s hrano, poleg tega pa sodobni človek potrebuje tudi vire tehnološke energije (npr. za transport, ogrevanje prostorov, poganjanje električnih naprav)
- 2 razumejo, da človek za izgradnjo snovi v svojem telesu potrebuje organske in anorganske snovi, ki jih privzema s hrano in vodo, poleg tega pa sodobni človek iz narave pridobiva tudi surovine za proizvodnjo uporabnih izdelkov
- 3 razumejo, da je človek glede oskrbe s hrano kot potrošnik v ekosistemu povsem odvisen od rastlin in živali ter da energija in organske snovi, ki jih sprejema s hrano, izvirajo iz sončne energije in anorganskih snovi, ki so jih rastline privzele v procesu fotosinteze
- 4 na primerih spoznajo izvor nekaterih gojenih rastlin in živali in razumejo pomen udomačitve rastlin in živali z umetnim izborom za razvoj človeške družbe in za sodobnega človeka
- 5 spoznajo pomen rastlin, surovin rastlinskega izvora in izdelkov iz rastlin v vsakdanjem življenju (npr. hrana, pijača, les, premog, bombaž, zdravilne učinkovine) in primerjajo pomen izdelkov rastlinskega in živalskega izvora v vsakdanjem življenju (npr. na osnovi seznama izdelkov rastlinskega in živalskega izvora, ki jih popišejo v svoji kuhinji)
- 6 razumejo, da je človeštvo v svoji zgodovini z umetnim izborom vzgojilo veliko število različnih vrst in sort kulturnih rastlin in živalskih pasem, ki so prilagojene na življenje v različnih razmerah; te sorte in pasme predstavljajo kulturno dediščino človeštva, njihova raznolikost pa je pomembna za nadaljnje preživetje človeštva (npr. ob spreminjanju podnebnih razmer, širjenju novih boleznih)
- 7 spoznajo, da zaradi vse bolj intenzivnega poljedelstva in velikega vpliva monopolov v globaliziranem svetu mnogih sort danes ne gojimo več, kar predstavlja izgubo biotske pestrosti kulturnih rastlin in razumejo pomen ohranjanja različnih sort v semenskih bankah
- 8 kritično ovrednotijo vpliv sodobnega poljedelstva in živinoreje na okolje (npr. uporaba pesticidov in gnojil, namakanje, nastajanje metana kot toplogrednega plina zaradi živinoreje)
- 9 spoznajo nekatere primere gensko spremenjenih kulturnih rastlin, možne prednosti njihove uporabe in možne probleme, povezane z njihovo uporabo ter spoznajo nekatere etične probleme, povezane s patentiranjem organizmov, izdelkov iz njih (npr. zdravila) in genov
- 10 spoznajo, da vire tehnološke energije delimo na obnovljive in neobnovljive in da se ti viri med drugim razlikujejo po času, ki je potreben, da ti viri nastanejo
- 11 spoznajo, da večina energije, ki jo porablja človeštvo po celem svetu, prihaja iz neobnovljivih fosilnih goriv (nafta, premog, zemeljski plin) in da človeštvo te vire porablja mnogo hitreje, kot je hitrost njihovega počasnega nastajanja z geološkimi procesi
- 12 razumejo, da so za nastanek fosilnih goriv potrebna dolga geološka obdobja (zato fosilna goriva uvrščamo med neobnovljive vire), da je izvor energije v fosilnih gorivih sončna energija, ki se je bila vezala v snovi s fotosintezo ter da izkoriščanje fosilnih goriv sprošča v ozračje dodaten ogljikov dioksid, ki povzroča segrevanje planeta (ojačan učinek tople grede)
- 13 spoznajo, da je sončna energija dolgoročen vir energije, ki mu pravimo obnovljiv, in da so sončna energija in drugi tehnološke energije, ki jih napaja sončna energija (potencialna energija vode, energija vetra, biomasa) dokaj slabo izkoriščani
- 14 spoznajo, da je izkoriščanje biomase (npr. lesa) obnovljiv vir energije, vendar hitrost odstranjevanja biomase ne sme presežati hitrosti njenega nastajanja in izkoriščanje biomase ne sme povzročiti, da zemljišča postanejo neuporabna za rast nove biomase
- 15 spoznajo možnosti za pridobivanje biodizla, alkoholov in drugih obnovljivih goriv

- 16 spoznajo naravni izvor različnih surovin (anorganskih in biotskih), ki jih uporabljamo v industrijski proizvodnji, razumejo, da viri surovin za proizvodnjo uporabnih izdelkov niso neomejeni, ter spoznajo, da mnoge sintetične materiale (npr. plastične mase) pridobivamo iz nafte, ki je omejen vir
- 17 razumejo, da pridobivanje in predelava energetskih in drugih naravnih virov vplivata na okolje (npr. rudniki, topilnice rud, kamnolomi, akumulacijska jezera, naftna polja, rafinerije nafte, predelovalna industrija)
- 18 razumejo, da je zagotavljanje zadostne količine sladke vode za pitje, namakanje, industrijo in gospodinjstvo eden od največjih problemov sodobnega človeštva
- 19 spoznajo posledice prekomernega namakanja in probleme, povezane z zaježitvami
- 20 spoznajo, da moramo pri vrednotenju učinkovitosti in posledic izkoriščanja naravnih virov upoštevati tudi okoljske kriterije, čeprav bi povečevali finančne stroške in zmanjševali dobiček (npr. onesnaževanje ozračja, toplotno onesnaževanje voda zaradi jedrskih elektrarn, posledice zaježitev)
- 21 spoznajo, da je pri družbenih odločitvah o uporabi naravnih virov pomembno znanje o možnostih za izkoriščanje (tehnologija) in o vplivih izkoriščanja na okolje (npr. degradacija ekosistemov, onesnaževanje, ravnanje z nastalimi odpadki)
- 22 s pomočjo različnih literaturnih virov raziščejo in ovrednotijo posledice izkoriščanja naravnih virov in poročajo o svojih spoznanjih (razvijanje odnosa do varstva okolja in narave)
- 23 razumejo, da je človeštvo povsem odvisno od delovanja ekosistemov
- 24 razumejo, da ekosistemi poleg temeljnih funkcij (proizvodnja organskih snovi in kisika, kroženje snovi) opravljajo tudi druge za človeštvo pomembne ekosistemske storitve: preskrbovalne storitve (npr. oskrba s hrano, lesom, vlakni, zdravilnimi učinkovinami in drugimi surovinami, genetski viri), regulacijske storitve (npr. regulacija podnebnih razmer, erozije, škodljivcev in bolezni; čiščenje voda; opraševanje; omilitev naravnih katastrof) in kulturne storitve (npr. izobraževalne in estetske vrednote, rekreacija in ekoturizem)
- 25 razumejo, da je človeštvo skozi celo svojo zgodovino posegalo v ekosisteme, pri čemer so ljudje predvsem v času od sredine dvajsetega stoletja radikalno spremenili ekosisteme v svetovnem merilu; te spremembe so za človeštvo prinesle mnoge koristi, vendar na račun škode v ekosistemih, ki ogroža nadaljnji obstoj človeštva
- 26 razumejo, da je revno prebivalstvo najbolj neposredno odvisno od ekosistemskih storitev in najbolj ogroženo zaradi velikih sprememb ekosistemov, ki jih povzroča človek
- 27 spoznajo nekatere primere svetovnega izkoriščanja ekosistemov in posledice (npr. hitro širjenje kmetijskih površin, izsekovanje gozdov, degradacija sušnih območij, namakanje kmetijskih površin, vnos dušikovih in fosforjevih spojin v ekosisteme, prekomerni izlov morskih rib, rast koncentracije toplogrednih plinov v ozračju zaradi človekove dejavnosti)
- 28 razumejo, da človek s svojo dejavnostjo močno in večinoma ireverzibilno spreminja biotsko pestrost na planetu (predvsem v smislu zmanjšanja biotske pestrosti) in spoznajo nekatere primere (npr. vnos tujerodnih vrst v ekosisteme, spreminjanje ekosistemov v kmetijske in urbane površine, degradacija koralnih grebenov)
- 29 s pomočjo preproste metode ocenijo vrstno pestrost v izbranem ekosistemu (npr. štetje števila vrst v kvadratih na travniku, transekt); pred raziskavo postavijo ustrezno vprašanje, načrtujejo raziskavo, analizirajo rezultate in o njih poročajo
- 30 razumejo, da se degradacija ekosistemov v prihodnosti lahko še poslabša, vendar jo je mogoče tudi omiliti, pri čemer ustrezne rešitve zahtevajo bistvene družbene in gospodarske spremembe, ki bodo morale biti ustrezno podprte s političnimi odločitvami

### 3.3 Maturitetni program (105 ur)

Učni načrt za maturitetni program z dodatnimi znanji omogoča poglobitev razumevanja konceptov biologije in nadaljnji razvoj procesnih ciljev oz. kompetenc. Dijakinje in dijaki, ki opravljajo maturo iz biologije, morajo poleg obveznega programa (210 ur) in maturitetnega programa (105 ur) obvezno opraviti tudi enega od sklopov izbirnega programa (35 ur).

#### L Kako deluje znanost

(30 ur)

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje koncepta B1 (navezava na sklop Raziskovanje in poskusi v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, kako se negotovosti v znanstvenem znanju in znanstvene ideje spreminjajo skozi čas in vlogo, ki jo ima znanstvena skupnost pri vrednotenju teh sprememb (primeri: Harvey; spregledanje Mendla; evolucijske teorije – Lamarck, Darwin in Wallace, Gould; zgradba biotske membrane; McClintock)
- 2 razumejo, da so znanstvene razlage zbirka provizoričnih interpretacij do sedaj znanih dejstev in da so vsa znanstvena spoznanja ves čas podvržena dvomu in preverjanju;
- 3 razumejo, da nova znanstvena razlaga lahko nadomesti staro šele, ko je podprta z zadostnimi dokazi
- 4 spoznajo, da morajo znanstvena spoznanja postati javno dostopna v postopku, ki vključuje strokovni nadzor strokovnjakov istega ožjega področja; po objavi v znanstvenih revijah pa so znanstvene objave izpostavljene kritiki in preverjanju svetovne znanstvene javnosti
- 5 razumejo, da je statistika orodje za objektivni prikaz in analizo podatkov
- 6 razumejo, da objave z znanstveno vsebino v javnih občilih niso znanstvene objave in znajo ovrednotiti verodostojnost novic, ki se sklicujejo na znanost; razlikujejo med znanstveno, strokovno, poljudnoznanstveno in novinarsko objavo (znajo slediti znanstveni informaciji in ugotoviti njeno izvirnost - internet, baze podatkov)
- 7 znajo zbirati, urediti in analizirati biološke podatke iz različnih virov (npr. iz znanstvenih revij, poročil okoljevarstvenih organizacij, poročil znanstvenih institucij, poročil industrije, vladnih poročil)
- 8 razlikujejo med opazovanjem in poskusom kot načinoma zbiranja podatkov ter med opisnimi (kvalitativnimi) in količinskimi (kvantitativnimi) podatki
- 9 znajo zastaviti preverljivo biološko vprašanje ter načrtujejo in izvedejo preprosto laboratorijsko ali terensko raziskavo
- 10 poznajo osnovne statistične metode/ srednje vrednosti, standardna deviacija, standardna napaka, korelacijski koeficient, t-test, test hi kvadrat
- 11 za obdelavo podatkov in njihov grafični prikaz uporabijo ustrezna računalniška orodja
- 12 razumejo prednosti in omejitve uporabe modelov za prikaz naravoslovnih pojavov

**Didaktično navodilo:** Učiteljica/učitelj strokovno avtonomno izbere različne teme za raziskovalno delo skupaj z dijakinjami in dijaki (cilji L-7 do L-11). Raziskovalno delo naj se izvaja v obliki projektnega dela ali raziskovalne naloge, individualno ali skupinsko, na koncu naj sledi predstavitev rezultatov in ovrednotenje dela. Za te aktivnosti učiteljica/učitelj načrtuje najmanj 20 % vseh ur maturitetnega programa (21 ur), pri katerih se dijakinje in dijaki delijo v skupine. Te aktivnosti se vsebinsko navezujejo tudi na sklop *B- Raziskovanje in poskusi* na strani 12. Glej tudi poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66 in poglavje *Raziskovanje in poskusi pri pouku biologije* na strani 58.

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov C1, C2, C3, C4, D1, D2 in D3 (navsezava na sklopa Zgradba in delovanje celice in Geni in dedovanje v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da so beljakovine nosilci delovanja in zgradbe celice ter da oblika beljakovin omogoča njihovo delovanje (encimi, motorične beljakovine, črpalke, strukturne beljakovine)
- 2 razumejo, da so aminokisljine v beljakovini med seboj zaporedno povezane v verigo s peptidnimi vezmi in da tridimenzionalno obliko beljakovine določa medsebojni položaj aminokisljin
- 3 razumejo, da so nekatere povezave med aminokisljinami fleksibilne in omogočajo beljakovinom razna gibanja (konformacijske spremembe) ter da je glavni način za spreminjanje oblike beljakovin vezava različnih molekul (ligandov) nanje
- 4 razumejo, da je najpogostejši način za spreminjanje oblike in s tem povezanega delovanja beljakovin vezava fosfatne skupine (fosforilacija), ki jo katalizirajo encimi, imenovani kinaze
- 5 razumejo, da je v celici veliko število encimov, ki se fosforilirajo in defosforilirajo ter fosforilirajo in defosforilirajo druge encime (jih aktivirajo in deaktivirajo) in s tem tvorijo funkcionalna omrežja, ki opravljajo različne celične funkcije; fosforilacije in defosforilacije omogočajo nadzor delovanja celičnih funkcij
- 6 razumejo, da je večina sporočevalnih snovi, ki prenaša informacije med celicami, vodotopna in zato ne more preko celične membrane; za prenos informacije v celico so zato potrebne posebne integralne membranske beljakovine – receptorji
- 7 razumejo, da obstaja več skupin receptorjev, ki delujejo na nekoliko različne načine, vsem pa je skupno, da povzročijo nastanek sekundarnih sporočevalnih molekul v celici
- 8 na primeru receptorja, ki deluje preko G-beljakovine, se spoznajo s principom prenosa signala v celico (zaporedje receptor - G-beljakovina - adenilat ciklaza - ciklični AMP - A-kinaza; npr. adrenalinski receptor)
- 9 spoznajo, da tudi kalcij v celicah lahko deluje kot sekundarni prenašalec, predvsem zato, ker je njegova koncentracija v celici izredno nizka (majhna absolutna sprememba njegove koncentracije pomeni veliko relativno spremembo v celici); kalcijev ion v celico lahko pride skozi ionske kanale, celica pa ga ima shranjenega tudi v endoplazemskem retiklu
- 10 spoznajo, da vezava kalcijevega iona lahko spremeni konformacijo beljakovine in s tem vpliva na delovanje funkcionalnih omrežij celičnih beljakovin
- 11 razumejo, da transport in gibanje v celicah omogoča kombinacija strukturnih beljakovin (npr. aktin) in motoričnih beljakovin (miozini), ki so posebej specializirane za velike konformacijske spremembe
- 12 primerjajo zgradbo mitohondrija in kloroplasta in ju povežejo njunim delovanjem
- 13 razumejo podobnosti in razlike med membranskimi procesi, ki potekajo na tilakoidni membrani kloroplasta med fotosintezo in na notranji membrani mitohondrija med celičnim dihanjem (prenos elektronov, črpanje protonov, sinteza ATP)
- 14 spoznajo mehanizem delovanja ATP sintaze v kloroplastih in mitohondrijih (uporaba protonskega gradienta za konformacijske spremembe beljakovine, ki omogočajo sintezo ATP iz ADP in fosfata)
- 15 razumejo, da je vir energije za sintezo ATP pri celičnem dihanju kemijsko vezana energija v organskih snoveh in da se energija v nastalih molekulah ATP porabi za pogon različnih procesov v celici
- 16 razumejo, da je vir energije za sintezo ATP in NADPH pri fotosintezi svetlobna energija in da se tako vezana energija porabi za vezavo ogljikovega dioksida v sladkor
- 17 razumejo povezavo med absorpcijskim spektrom fotosinteznih barvil in akcijskim spektrom fotosinteze
- 18 spoznajo omejujoče dejavnike fotosinteze (temperatura, jakost in barva svetlobe, koncentracija CO<sub>2</sub>) in to povežejo s kompenzacijsko točko (razmere, v katerih je neto izmenjava CO<sub>2</sub> v listu enaka nič)

- 19 spoznajo osnovne podobnosti in razlike med C3 in CAM fotosintezo in to povežejo s prilagoditvijo CAM rastlin na sušne razmere
  - 20 razumejo, da celice praviloma večje molekule sprejemajo z endocitozo, v okolico pa jih izločajo z eksocitozo; oba procesa imata več funkcij, poleg izločanja in sprejemanja večjih molekul tudi vzdrževanje sestave celične membrane
  - 21 razumejo, da morata biti procesa eksocitoze in endocitoze uravnovešena, ker bi se sicer celica večala ali manjšala v neskončnost; procesa sta povezana na ravni endomembranskih procesov in organelov (endoplazemski retikel, Golgijev aparat, lizosom, izločalni vezikli)
  - 22 seznanijo se s primeri specializiranih oblik eksocitoze (npr. sinapsa, izločanje hormonov, prebavnih encimov)
  - 23 razumejo, da je primarna struktura beljakovine posledica prevoda zaporedja kodonov v zaporedje aminokislin in da lahko mutacije spremenijo zgradbo in s tem delovanje beljakovine
  - 24 spoznajo, da je genetski kod univerzalen in degeneriran ter razumejo povezavo med DNA, različnimi tipi RNA (rRNA, tRNA, mRNA) in beljakovino (prepis in prevod DNA)
  - 25 poznajo zgradbo in razumejo proces podvojevanja DNA (podvojevalne vilice)
  - 26 primerjajo organiziranost dedne snovi pri virusih (DNA ali RNA), prokariontih (ena krožna molekula DNA) in evkariontih (DNA in histoni, več linearnih kromosomov)
  - 27 razumejo mehanizem za uravnavanje izražanja genov pri prokariontih (operon) in poznajo osnove genske regulacije pri evkariontih (signal vpliva na povezan sistem regulatornih beljakovin v jedru, ki povzročijo spremembe v izražanju mnogih genov hkrati)
-



*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov F1, F2, F3 in F4 (navezava na sklop Zgradba in delovanje organizmov v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 razumejo, da je človek del živalskega kraljestva, z živalmi ima skupno evolucijsko zgodovino, veliko podobnosti v temeljnih procesih in organskih sistemih, vendar se od drugih živali razlikuje predvsem v razvoju možganov
- 2 razumejo delovanje skeletnih mišic, vključno z vlogo aktina, miozina,  $\text{Ca}^{2+}$  in ATP, ki nastaja med celičnim dihanjem in glikolizo
- 3 razumejo, da med povečano telesno aktivnostjo mišične celice potrebujejo večji dotok kisika in hranilnih snovi ter hitrejšo odstranjevanje  $\text{CO}_2$  (povečan srčni utrip in hitrost dihanja)
- 4 razumejo, da v primeru pomanjkanja kisika (kadar pretok krvi ne zadosti potrebe po kisiku) v mišičnih celicah poteka anaerobni metabolizem in razumejo, da je v teh okoliščinah anaerobni metabolizem lahko prednost za njihovo delovanje
- 5 razumejo, da kljub spremembam v zunanjem okolju človeški organizem vzdržuje relativno stabilno notranje okolje, kar je posledica usklajenega in reguliranega delovanja organskih sistemov
- 6 razumejo, da imajo tehnični in naravni regulacijski sistemi receptorje oz. senzorje za zaznavanje stanj in njihovih sprememb, procesne centre, ki sprejemajo informacije in koordinirajo odzive ter efektorje, ki avtomatično izvedejo odziv
- 7 razumejo, da negativna povratna zanka med efektorjem in receptorjem v regulacijskem sistemu omogoča, da se sistem ob odmikih od ravnovesnega stanja vrne nazaj v ravnovesno stanje
- 8 razumejo, da je regulacija pogosto antagonistična, kar omogoča večjo in hitrejšo odzivnost, posledica česar je tudi njena večja natančnost
- 9 na primerih uravnavanja telesne temperature in uravnavanja količine vode v telesu spoznajo princip uravnavanja notranjega okolja ter to povežejo s hiper- in hipotermijo ter z učinki alkohola in drog
- 10 razumejo, da obstajajo pomembne razlike med različnimi patogeni (večceličarji in enoceličarji, bakterijami in virusi), razumejo človekove obrambne mehanizme proti tem infekcijam
- 11 spoznajo vlogo celic imunskega sistema
- 12 razumejo, da sistem krvnih skupin ABO opisuje antigene na površini eritrocitov in protitelesa v krvni plazmi ter da morata biti pri krvnih transfuzijah darovalec in prejemnik usklajena po krvnih skupinah, da preprečimo aglutinacijo eritrocitov v prejemniku
- 13 razumejo, da krvno skupino določa en gen s tremi aleli ( $I^A$ ,  $I^B$  in  $i$ ) ter da sta  $I^A$  in  $I^B$  kodominantna,  $i$  pa je proti obema recesiven
- 14 spoznajo, da je transfuzija krvi ena od oblik transplantacije in to povežejo z možnimi problemi pri transplantaciji organov (kompatibilnost darovalca in prejemnika)
- 15 spoznajo, da spol človeškega zarodka določajo geni na kromosomu Y ter razumejo njihovo povezavo z razvojem jajčnikov ali mod
- 16 razumejo pomen kompleksne regulacije izražanja genov v ontogenetskem razvoju (diferenciacija celic) in spoznajo bolezni, ki so posledica motenj v regulaciji genov (npr. rak)
- 17 razumejo, da so zarodne celice nespecializirane celice, ki se lahko diferencirajo v katerikoli celični tip, in da obstajajo možnosti, da bi zarodne celice uporabili za zdravljenje nekaterih bolezni
- 18 razumejo, da pri človeku in živalih kloni nastajajo naravno, kadar se celice zarodka ločijo (enojajčni dvojčki) ali umetno

- 19 spoznajo nekatere primere genske diagnostike in razumejo osnovni princip razlikovanja posameznikov na osnovi zaporedij nukleotidov v DNA (DNA fingerprinting)
  - 20 razumejo, da je zbiranje genetskih podatkov o posameznikih povezano etičnimi problemi (npr. pravica tretjih oseb do teh podatkov – zavarovalnice, delodajalci)
-

*Dijakinje in dijaki nadgradijo razumevanje konceptov E1, E2, E3, G1, G2, G3 in G4 (navezava na sklopa Evolucija in Ekologija v obveznem programu).*

Dijakinje/dijaki:

- 1 spoznajo procese, ki so najverjetneje omogočili nastanek življenja na Zemlji: abiogeni nastanek organskih snovi, povezava biomonomerov v polimere, nastanek samopodvojevalnih molekul, ki so predhodnice zapisa dednih informacij, ločitev teh molekul od okolja s pomočjo membran in razvoj biokemijskih procesov, ki so značilni za novo nastalo notranje okolje
- 2 spoznajo hipotezo o razmerah v prvotni Zemljini atmosferi, ki so omogočale nastanek organskih snovi (Millerjev in Ureyev poskus) in hipotezo o tem, da so samopodvojevalne in katalitične lastnosti molekuli RNA omogočile, da je odigrala pomembno vlogo pri nastanku življenja na Zemlji
- 3 na osnovi praktičnega dela spoznajo fenotipsko raznolikost osebkov znotraj vrste in to povežejo z možnimi vplivi genotipa in okolja na fenotip
- 4 razumejo, da z uporabo Hardy-Weinbergove enačbe lahko relativno dobro ocenimo pogostost alelov v genskem skladu ter genotipov in fenotipov za omejeno število generacij v relativno veliki populaciji osebkov, ki se med seboj naključno spolno razmnožujejo
- 5 spoznajo pogoje za Hardy-Weinbergovo ravnovesje v populaciji (dovolj velika populacija na katero ne delujejo evolucijski dejavniki: selekcija, mutacije, izbirno parjenje, selitve osebkov med populacijami in naključja) in razumejo, zakaj takšni pogoji v naravnih populacijah niso izpolnjeni
- 6 razumejo, da je evolucija lastnosti posledica spreminjanja pogostosti alelov pod vplivom evolucijskih dejavnikov; da spremembam v alelni sestavi lahko sledijo fenotipske spremembe; da je večina tega spreminjanja postopna, v majhnih korakih; da so velike evolucijske spremembe v dolgih obdobjih (npr. prehod vretenčarjev na kopno, evolucija ptičjega leta) rezultat istega postopnega spreminjanja
- 7 razlikujejo med prilagajanjem posameznega osebkov na njegovo trenutno okolje (akomodacija) in postopnim prilagajanjem evolucijske linije (populacije) organizmov (adaptacija)
- 8 evolucijo razumejo kot soigro dveh skupin procesov: porajanje pestrosti s cepitvijo na nove vrste (populacije), spreminjanje lastnosti znotraj vrst (populacij)
- 9 razumejo, da geografska ali ekološka izolacija populacij iste vrste lahko vodi do nastajanja novih vrst; izolacija populacije se navadno zgodi z geografsko ločitvijo manjše populacije od starševske populacije ali izjemoma znotraj istega območja
- 10 spoznajo, da reproduktivna izolacija populacije lahko temelji na izolaciji pred oploditvijo (npr. prostorska izolacija, razlike v razmnoževalni sezoni ali paritvenem vedenju, nekompatibilnost spolnih organov ali gamet) ali po oploditvi (npr. genska nekompatibilnost, sterilnost križancev)
- 11 razumejo, da spolno razmnoževanje povečuje variabilnost med organizmi iste vrste, ki sicer nastaja zaradi mutacij, ter temeljne podobnosti med spolnim razmnoževanjem živali (vključno s človekom) in rastlin
- 12 razumejo, zakaj v evolucijskem razvoju rastlin (mahovi, praprotnice, semenke) obstaja trend vse večjega prevladovanja diploidne faze in to povežejo tudi s prednostmi prevladovanja diploidne faze pri živalih
 

**Didaktično navodilo:** Dijakinjam in dijakom ni treba znati strokovnih izrazov za posamezne razvojne faze in strukture pri različnih skupinah rastlin. Razlaga naj temelji na uporabi splošnih strokovnih izrazov, kot so haploid, diploid, mejoza, mitoza, enoceličen, večceličen, spolna celica, oploditev.
- 13 seznanjeni so s hipotezo, da ima življenje na Zemlji enovit izvor; razumejo, da so posledično vsa kdaj koli živeča bitja med sabo povezana prek razmnoževanja; da je ta povezava v veliki meri hierarhična (skupni prednik ima potomce, ti so predniki novih potomcev itn., podobnost z drevesom); da je prednik z vsemi svojimi potomci naravna enota v sistemu življenja (npr. praprtič in vse druge ptice); da je take enote mogoče prepoznati na podlagi samo njim lastnih značilnosti (npr. kril z letalnimi peresi, skupne značilnosti v dednem zapisu)

- 14 razumejo, da bi v primeru, da bi bile razmere na Zemlji v katerem koli obdobju drugačne, kot so dejansko bile, evolucija z naravnim izborom vodila do drugačnih rezultatov od današnjih
- 15 razumejo, da lahko na osnovi primerjalne embriologije, primerjave zaporedij DNA in aminokislin ter drugih virov podatkov zgradimo razvejan diagram (kladogram), ki prikazuje možne evolucijske odnose med skupinami organizmov
- 16 razumejo, kako lahko s pomočjo več neodvisnih molekulskih ur, ki jih medsebojno umerimo in primerjamo s starostjo fosilov, ocenimo, pred koliko časa so se različne skupine organizmov evolucijsko ločile
- 17 poznajo delitev organizmov v tri skupine (arheje, evbakterije in evkarionti) in razumejo pomen meril za delitev, kot so zaporedje ribosomske RNA, velikost ribosomov, zgradba celičnih membran in celičnih sten, zgradba histonov, prisotnost jedra
- 18 vedo, da obstajajo tudi umetne, a praktično uporabne delitve živega sveta, kot je na primer razvrščanje v šest kraljestev (arheje, evbakterije, protoktisti, glive, rastline, živali); poznajo glavne značilnosti teh skupin
- 19 vedo, da arheje lahko tolerirajo ekstremne življenjske razmere, kot so visoka temperatura in slanost ter nizek pH
- 20 vedo, da so evbakterije pomembni razkrojevalci in proizvajalci (npr. cianobakterije) v ekosistemih; mednje sodijo tudi mnoge človeku koristne vrste in patogene bakterije
- 21 razumejo, da so arheje genetsko bolj podobne evkariontom kot evbakterijam
- 22 vedo, da kraljestvo protoktisti vključuje različne skupine evkariontov, med njimi tudi praživali, alge in glive sluzavke
- 23 kot primer členitve na naravne skupine poznajo osnovno razdelitev pravih večceličnih živali: radiati – bilateriji, protostomiji – devterostomiji
- 24 vedo, da je evolucija človeka droben del skupne evolucijske zgodovine življenja na Zemlji, podvržena enakim zakonitostim in vzorcem; na osnovi sodobnih odkritij razumejo evolucijo človeka v smislu skupnega prednika, divergence različnih vrst hominidov in izumrtja vseh razen ene izmed teh vrst
- 25 razumejo pomen razvoja večjih možganov za evolucijsko uspešnost človeka
- 26 razumejo pomen kulturne evolucije za razvoj človeka in vlogo človeka kot usmerjevalca umetne selekcije (gojene rastline, udomačene živali)
- 27 spoznajo možne vplive sodobnega načina življenja na biotsko evolucijo človeka (npr. biomedicinski pripomočki, kontrola in zdravljenje bolezni, kontracepcija, razmnoževanje z biomedicinsko pomočjo, genska manipulacija, zmanjšanje izolacije populacij zaradi procesov globalizacije, tehnološko zviševanje nosilnosti okolja, pomen kulturnih vplivov pri izbiri partnerja)
- 28 na osnovi primerjave površinske in jamske (podzemne) reke razumejo, da so ekosistemi med seboj povezani in da je delovanje vsakega ekosistema odvisno od vira energije in organskih snovi
- 29 na osnovi primerjave jamskih živali in njihovih sorodnikov, ki živijo v drugih okoljih, razložijo nekatere evolucijske prilagoditve na razmere v jamah
- 30 spoznajo, da so postopne podnebne spremembe, ki se dogajajo na primer ob začetku in koncu ledene dobe (širjenje in umik ledenikov na celinah), povezane s postopnim širjenjem ali umikanjem vrst; spoznajo, da so se v Zemljini zgodovini podnebne razmere pogosto spreminjale, in da je s tem povezano postopno spreminjanje ekosistemov na posameznih območjih
- 31 spoznajo, da na različno razširjenost vrst vplivajo različni abiotski in biotski dejavniki (npr. tektonika plošč, relief, nihanja morske gladine, podnebje, različna mobilnost vrst, tekmovanje med vrstami)
- 32 spoznajo, da ob podnebnih spremembah in nekaterih naravnih katastrofah (npr. umik ledenikov, vulkanski izbruhi, poplave) in/ali človekovem delovanju lahko nastanejo območja na kopnem, ki niso poseljena z življenjem, in to povežejo s sukcesijo (pionirske vrste, nastanek prsti)
- 33 razumejo medsebojne povezave med organizmi v ekosistemu in tudi medsebojno povezanost med populacijami, med katerimi ni neposrednih interakcij (npr. dve populaciji plenilcev, ki imata isti plen)

- 34 na osnovi preprostega primera razumejo medsebojno odvisnost med številčnostjo populacije plena in plenilca (populacijska nihanja)
- 35 na osnovi primerov razumejo, da lahko vnos nove vrste v ekosistem povzroči zelo velike in nepovratne spremembe v zgradbi in delovanju ekosistema (npr. nameren ali nenameren vnos novih vrst v otoške ekosisteme, ki ga je povzročil človek)
- 36 razumejo probleme, povezane s širjenjem invazivnih tujerodnih vrst v ekosistemu
- 37 na osnovi pridobljenega razumevanja kritično ovrednotijo primere človekovega vpliva na ekosisteme in okolje ter predlagajo reševanje problemov po načelih trajnostnega razvoja

**Didaktično navodilo:** Kjer je to mogoče, učiteljica/učitelj pri uresničevanju ciljev O-28 do O-37 uporablja konkretne primere z območja Slovenije.

### 3.4 Procesni cilji

Učiteljica/učitelj strokovno avtonomno vključuje uresničevanje procesnih ciljev v izvajanje obveznega, izbirnega in maturitetnega programa.

Pouk biologije naj pri dijakinjah in dijakih razvija:

- P-1 sposobnost kompleksnega razmišljanja in povezovanja znanja (izgradnja mreže znanja),
- P-2 zmožnost načrtovanja in izvajanja enostavnih bioloških poskusov in raziskav ter interpretacije rezultatov
- P-3 zmožnost iskanja bioloških informacij in kritične presoje strokovne korektnosti bioloških informacij iz različnih virov,
- P-4 sposobnost za samostojno in skupinsko delo ter ustrezno komunikacijo v različnih situacijah,
- P-5 zavedanje o uporabi izsledkov sodobne biološke znanosti v različnih poklicih oz. na različnih področjih človekovega udejstvovanja (npr. kmetijstvo, živilstvo, medicina, biotehnologija)
- P-6 razumevanje pomena dednosti in okolja za ohranjanje zdravja posameznika in človeštva,
- P-7 sposobnost za kritično presojo o posegih v življenje in naravo ter o uporabi biološkega znanja v različnih tehnologijah (odgovorno ravnanje in ohranjanje zdravja) in sposobnost za samostojno odločanje in aktivno vključevanje v razprave o etičnih dilemah, povezanih z uporabo biološkega znanja
- P-8 razumevanje osnovnega delovanja ekosistema in sistemskih posledic človekovih posegov v žive sisteme,
- P-9 zavedanje o pomenu biotske pestrosti, prepoznavanje biotske pestrosti na različnih organizacijskih ravneh živih sistemov ter odgovoren odnos do njenega ohranjanja,
- P-10 ozaveščenost o nujnosti trajnostnega razvoja in o tem, da biološka znanost lahko prispeva k blaginji človeštva, trajnostni rabi naravnih virov, ohranjanju narave in k zagotavljanju ustreznih razmer za preživetje in nadaljnji razvoj človeške družbe na lokalni, nacionalni in globalni ravni

Pouk biologije naj skozi razvijanje kompetenc (sporazumevanje v maternem jeziku, sporazumevanje v tujih jezikih, matematična kompetenca ter osnovne kompetence v znanosti in tehnologiji, digitalna pismenost, učenje učenja, socialne in državljanske kompetence, samoiniciativnost in podjetnost,

kulturna zavest in izražanje) spodbuja:

- P-11 zbiranje, analiza in organizacija informacij,
- P-12 posredovanje idej in informacij,
- P-13 načrtovanje in organizacija aktivnosti,
- P-14 samostojno in skupinsko delo,
- P-15 uporaba matematičnih idej in tehnik,
- P-16 razreševanje problemov,
- P-17 uporaba tehnologij.

## 4 PRIČAKOVANI DOSEŽKI

Pričakovani dosežki izhajajo iz vsebinskih konceptov in ciljev, procesnih ciljev in kompetenc. Za to da dijakinja/dijak doseže pričakovani dosežek, poskrbi učiteljica/učitelj z načrtovanjem in izvedbo pouka, dijakinja/dijak pa s svojim delom in odgovornostjo v skladu s svojimi sposobnostmi. Pričakovani dosežki so zapisani splošno, kar pomeni, da jih bodo dijakinje/dijaki dosegli v različnem obsegu in na različnih taksonomskih stopnjah.

V obveznem programu dijakinje in dijaki dosežejo razumevanje bistvenih konceptov biologije in njihove povezanosti. V primeru, da dijakinje/dijaki želijo opravljati maturo iz biologije jim šola mora omogočiti dodatnih 70 ur pouka za doseganje ciljev osnovnega programa do 210 ur, potrebnih za opravljanje maturitetnega programa. Ti cilji osnovnega programa so označeni s sivo barvo. Diakinje in dijaki, ki izberejo maturitetni program in/ali izbirni program, poglobijo razumevanje nekaterih konceptov obveznega programa in jih razširijo z dodatnimi znanji sodobne biologije, vezanimi tudi na aktualne teme in probleme v ožjem ali širšem okolju.

Učiteljica/učitelj področja pričakovanih dosežkov preverja in vrednoti glede na zmožnosti dijakinj in dijakov ter načine svojega poučevanja in s tem povezano izbrano taksonomijo znanj.

### 4.1 Vsebinska znanja

#### 4.1.1 Obvezni program

Dijakinja/dijak ob zaključku biološkega izobraževanja razume naslednje biološke koncepte, jih zna med seboj povezati in znanje uporabiti v različnih situacijah:

#### Življenje na Zemlji

**A1** *Življenje je najbolj kompleksna znana oblika organizacije snovi (materije). Kompleksnost življenja povečuje predvsem veliko število ravni organizacije in interakcije med temi ravnmi. Vsemu življenju na Zemlji so lastne nekatere skupne značilnosti, ki so posledica skupnega evolucijskega izvora. Evolucija z naravnim izborom je proces, ki ločuje živo naravo od nežive.*

#### Raziskovanje in poskusi

**B1** *Znanstveni napredek temelji na zastavljanju smiselnih vprašanj in izvajanju dobro načrtovanih raziskav.*

#### Zgradba in delovanje celice

**c1** *Osnovna gradbena in funkcionalna enota vseh organizmov je celica. Delovanje celice je povezano z njeno notranjo zgradbo. Celica je obdana z izbirno prepustno biotsko membrano, ki regulira njeno interakcijo z okoljem. V celici množica različnih vrst molekul sestavlja posebne strukture, ki opravljajo celične funkcije, kot so pretvorba energije, transport molekul, razgradnja in sinteza novih molekul, odstranjevanje odpadnih snovi ter shranjevanje in izražanje genetske informacije.*

**c2** *Celica je odprt dinamičen sistem. Večina celičnih funkcij temelji na biokemijskih reakcijah. Snovi, ki jih celica sprejme iz okolja, se lahko uporabijo za sintezo celici lastnih snovi. Potek reakcij razgradnje in sinteze omogočajo beljakovinski katalizatorji – encimi. V celicah obstajajo*

molekule, ki so univerzalni posredniki energije med biokemijskimi procesi sinteze in razgradnje organskih snovi.

- c3** Celice neprestano uravnavajo svoje delovanje. Uravnavanje procesov temelji na spremembah v delovanju beljakovin in na selektivnem izražanju posameznih genov. To celicam omogoča, da se stalno odzivajo na spremembe v svojem okolju in da kontrolirajo in koordinirajo celično rast in delitev.
- c4** Predniki vseh celic so celice. Celice rastejo in se delijo in s tem proizvajajo nove celice. Celična delitev omogoča rast in razmnoževanje organizmov in s tem nadaljevanje življenja skozi generacije.

## **Geni in dedovanje**

- D1** Pri vseh znanih organizmih so molekule DNA nosilec dednih informacij, ki določajo značilnosti organizma. Beljakovine, ki nastajajo z izražanjem genske informacije, so nosilci lastnosti organizma. Mutacije so spremembe DNA. Mnoge mutacije ne vplivajo na zgradbo in delovanje beljakovin in s tem organizma, nekatere pa povzročijo spremembe beljakovin, celic in organizmov.
- D2** Pri spolnem razmnoževanju nastajajo nove genske kombinacije s kombiniranjem genov staršev. Spolno razmnoževanje povečuje raznolikost med organizmi znotraj vrste in s tem poveča verjetnost, da bodo vsaj nekateri osebki te vrste preživeli v spremenjenih okoljskih razmerah. Samo mutacije v spolnih celicah imajo za posledico spremembe, ki jih lahko dedujejo potomci.
- D3** Celice vsebujejo gene, ki se lahko različno dedujejo in izražajo. Človek z biotehnologijo (z umetnim izborom in genskim inženirstvom) spreminja genome organizmov za zadovoljevanje svojih potreb.

## **Evolucija**

- E1** Sonce, Zemlja in drugi deli Sončevega sistema so nastali pred 4,6 milijardami let, življenje na Zemlji pa pred več kot 3,5 milijardami let. Velika raznolikost organizmov je rezultat evolucije, ki je zapolnila vse razpoložljive ekološke niše z različnimi oblikami življenja. Posledica interakcij med geosfero in biosfero (organizmi) je razvoj Zemlje kot sistema, katerega razvoj se še danes nadaljuje.
- E2** Evolucija je posledica (1) potenciala vrste za povečanje številčnosti osebkov, (2) genske variabilnosti potomcev zaradi mutacij in rekombinacij genov, (3) končne razpoložljivosti naravnih virov, potrebnih za preživetje, (4) selekcijskih mehanizmov okolja, ki omogočajo preživetje in uspešno razmnoževanje organizmov, ki so v trenutnih razmerah v prednosti.
- E3** Biološko razvrščanje organizmov v sistem temelji na sorodnosti med organizmi. Organizme razvrščamo v hierarhično urejene skupine in podskupine na osnovi podobnosti, ki odražajo njihovo evolucijsko zgodovino.

## **Zgradba in delovanje organizmov**

- F1** Kljub temu da so organizmi zelo raznoliki, obstajajo temeljne podobnosti v njihovi zgradbi in delovanju, ki so posledica skupnega evolucijskega izvora. Obenem vsi organizmi rešujejo podobne temeljne življenjske probleme – vzdrževanje notranje organizacije ter zagotavljanje energije, snovi, prostora in potomstva.
- F2** Vsi organizmi so sestavljeni iz celic. Pri enoceličarjih vsi življenjski procesi in nadzor delovanja organizma potekajo na ravni ene celice, pri mnogoceličarjih pa v organizmu obstaja usklajeno delovanje mnogih celic, ki so organizirane v tkiva, organe in organske sisteme.



- F3** *Notranje okolje organizma je drugačno od zunanjega. Relativna stabilnost notranjega okolja je rezultat dinamičnega ravnovesja, za vzdrževanje katerega je potrebna energija. Vsi organizmi privzemajo energijo iz okolja in izmenjujejo snovi z okoljem.*
- F4** *Zgradba in delovanje organizmov sta neposredno povezana z načinom reševanja življenjskih problemov, ki se je izoblikoval v procesu evolucije in interakcije organizmov z okoljem.*

## **Ekologija**

- G1** *Ekologija preučuje odnose med organizmi in interakcije organizmov z neživim okoljem. Osnovna funkcionalna enota, v kateri se ti procesi odvijajo, je ekosistem, ki združuje živo in neživo okolje.*
- G2** *Organizmi v okolju živijo v populacijah in izkoriščajo žive in nežive danosti okolja, ki jih s skupnim izrazom imenujemo ekološka niša vrste.*
- G3** *Vrste, ki živijo skupaj v ekosistemih in tvorijo življenjske združbe, so med seboj povezane z različnimi medsebojnimi odnosi. Ekosistemi so odprti in med seboj povezani. Celoten planet deluje kot povezana celota ekosistemov (biosfera).*
- G4** *Človek živi v različnih ekosistemih, ki jih zaradi povečevanja števila prebivalstva, tehnologije in potrošnje vse bolj spreminja. Človek lahko povzroči velike spremembe ekosistemov in propadanje biotske pestrosti. Velike spremembe ekosistemov lahko presegajo sposobnost organizmov, da se na spremembe naravno prilagodijo, oz. sposobnost človeka, da se na spremembe tehnološko prilagodi.*

Opomba: Navedeni koncepti so istovetni konceptom v posameznih vsebinskih sklopih v poglavju *Vsebine in cilji*.

### **4.1.2 Izbirni in maturitetni program**

Ob zaključku izbirnega oz. maturitetnega programa dijakinje in dijaki izkažejo poglobljeno razumevanje in sposobnost uporabe bioloških konceptov iz obveznega programa.

Djakinje in dijaki, ki opravljajo maturo iz biologije, morajo izkazati poglobljeno razumevanje in sposobnost uporabe bioloških konceptov in ciljev iz obveznega programa, enega izbirnega sklopa in maturitetnega programa.

## 4.2 Procesna znanja

Dijakinje in dijaki pri pouku biologije obveznega, izbirnega in maturitetnega programa ter v povezavi z ostalimi predmeti razvijajo in uporabijo različne kompetence, kompleksno mišljenje, zmožnosti znanstvenega raziskovanja in kritične refleksije, oblikovanja in uporabe modelov, samostojnega in skupinskega dela, komuniciranja, uporabe sodobnih tehnologij (IKT) in različnih virov informacij ter razvijajo odgovoren odnos do družbe in narave.

Dijakinje in dijaki so ob zaključku biološkega izobraževanja zmožni:

- načrtovati in samostojno ali v skupini izvesti enostavne biološke raziskave, analizirati in v slovenskem oz. maternem strokovnem jeziku predstaviti rezultate ter kritično ovrednotiti raziskavo in rezultate (kritično ovrednotijo lastne raziskave in raziskave, ki so jih izvedli in opisali drugi),
- varno uporabiti ustrezne osnovne znanstvene raziskovalne metode, razlikovati med opazovanjem in poskusom kot načinoma zbiranja podatkov ter med opisnimi (kvalitativnimi) in količinskimi (kvantitativnimi) podatki,
- kritično ovrednotiti, kdaj ugotovitve raziskave lahko posplošijo (npr. glede na izbor, velikost in število vzorcev, število ponovitev poskusa oz. opazovanja, možne vire napak, rezultat analize podatkov),
- uporabiti enostavne modele za pojasnjevanje dinamičnih procesov in povezav v živih sistemih in kritično presoditi omejitve uporabe modelov pri prikazih celotne kompleksnosti živih sistemov,
- poiskati relevantne informacije iz različnih virov in kritično ovrednotiti njihovo zanesljivost oz. verodostojnost (ločiti znanstveno oz. strokovno besedilo od poljudnega oz. laičnega)
- razlikovati med strokovnimi naravoslovnimi in normativnimi oz. etičnimi izjavami v strokovni literaturi, različnih medijih in javnih razpravah,
- v različnih socialnih situacijah komunicirati na ustrezne načine (v strokovnem jeziku primerno predstaviti in pojasniti biološke pojave v matematični ali slikovni obliki), argumentirati in ustrezno navajati vire ter uporabiti ustrezne sheme, diagrame in simbolni jezik,
- aktivno brati strokovna besedila in izluščiti relevantne informacije iz pisnih virov (npr. izdelava izpiskov in/ali miselnih vzorcev, podčrtovanje, pisanje zaznamkov ob rob besedila, izdelava kratkega pisnega ali ustnega povzetka besedila),
- znanje biologije uporabiti v različnih kontekstih za vrednotenje lastnega ravnanja in ravnanja drugih ter kritično presoditi preventivne ukrepe za ohranjanje lastnega zdravja in zdravja drugih,
- prepoznati in kritično ovrednotiti spremembe v živih sistemih zaradi človekovih vplivov (npr. spremembe v zgradbi in delovanju živih sistemov, spreminjanje podnebnih razmer, povečanje učinka tople grede), sklepati o možnih posledicah teh sprememb za naravo, človeško družbo in kakovost življenja posameznika ter predlagati in kritično ovrednotiti ukrepe za omilitev človekovega vpliva na ekosisteme in zagotavljanje trajnostnega razvoja,
- z vidika dobrobiti družbe in posameznika/-ce presoditi znanstvena spoznanja in njihovo uporabo v medicini, biotehnologiji, genskem inženirstvu in podobnih področjih (npr. oceniti možnosti ustrezne uporabe in zlorabe biometričnih in genetskih podatkov, prednosti in omejitve pri poseganju v genome organizmov),

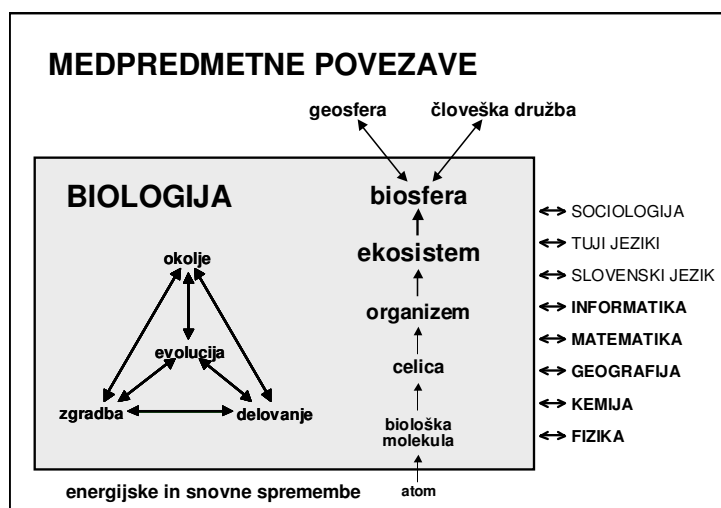
- z vidika odgovornega odnosa do organizmov primerjati potrebe in presoditi vedenje gojenih organizmov (npr. farmskih) in njihovih bližnjih sorodnikov v naravi ter predlagati izboljšave za gojenje organizmov,
- se samostojno odločati in aktivno sodelovati v razpravah o družbenih problemih, ki so povezani z biološkim znanjem in z vplivom bioloških raziskav in njihovih aplikacij na družbo in naravo (npr. problemi v zvezi s trajnostnim razvojem, varstvom narave in okolja, možnostih za uporabo in zlorabo genetskih informacij o posameznikih, genskim inženirstvom)

Opomba: Nekatera procesna znanja in medpredmetne povezave so opredeljeni v poglavju *Pouk biologije v gimnaziji* na strani 55.

## 5 MEDPREDMETNE POVEZAVE

Sodobna biologija kot integrativna veda za celostno razlago zgradbe in delovanja živih sistemov uporablja tudi znanja drugih naravoslovnih, družboslovnih in humanističnih znanosti, zato je na izvedbeni ravni nujno medpredmetno povezovanje z naravoslovnimi in drugimi predmeti (vertikalno in horizontalno). Učiteljica/učitelj strokovno avtonomno načrtuje medpredmetne povezave pri uresničevanju posameznih ciljev.

Medpredmetne povezave so opredeljene tudi v poglavju *Pouk biologije v gimnaziji* na strani 55.



### Priporočene medpredmetne povezave

Predmet	Vsebinski sklop predmeta <b>Biologija</b> , ki se povezuje s posameznim predmetom
<b>matematika</b>	obvezni program: B Raziskovanje in poskusi, D Geni in dedovanje, G Ekologija maturitetni program: L Kako deluje znanost, O Ekologija, biotska pestrost in evolucija
<b>kemija in fizika</b>	vsi sklopi
<b>sociologija</b>	obvezni program: A Življenje na Zemlji, F Zgradba in delovanje organizmov, G Ekologija izbirni program: I Biološke osnove zdravega življenja, K Človek in naravni viri maturitetni program: L Kako deluje znanost, N Fiziologija človeka, O Ekologija, biotska pestrost in evolucija
<b>psihologija</b>	obvezni program: F Zgradba in delovanje organizmov izbirni program: I Biološke osnove zdravega življenja, J Vedenje živali maturitetni program: N Fiziologija človeka
<b>geografija</b>	obvezni program: E Evolucija, G Ekologija izbirni program: K Človek in naravni viri maturitetni program: O Ekologija, biotska pestrost in evolucija
<b>zgodovina</b>	obvezni program: A Življenje na Zemlji, E Evolucija, G Ekologija izbirni program: K Človek in naravni viri maturitetni program: L Kako deluje znanost, O Ekologija, biotska pestrost in evolucija
<b>filozofija</b>	maturitetni program: L Kako deluje znanost
<b>informatika</b>	obvezni program: B Raziskovanje in poskusi maturitetni program: L Kako deluje znanost (uporaba IKT pri doseganju vsebinskih in procesnih ciljev oz. razvijanju kompetenc)
<b>slovenski jezik in tuji jeziki</b>	vsi sklopi (razvijanje izražanja v strokovnem jeziku, uporaba virov informacij v tujih jezikih)

Medpredmetno povezovanje naj bo usmerjeno na uporabo predznanja drugih predmetov pri raziskovanju in razumevanju bioloških konceptov ter reševanju izbranih kompleksnih problemov. Ravno tako naj bo v okviru povezovanja z drugimi predmeti vključena uporaba in razvijanje različnih spretnosti in veščin (procesnih ciljev) ter obravnava kroskurikularnih tem (npr. okoljska vzgoja, vzgoja za zdravje). Medpredmetno povezovanje lahko omogoča tudi povezano obravnavo integrativnih naravoslovnih vsebin.

Naravoslovni in projektni dnevi so ena od ustreznih oblik dela za povezovanje konceptov znotraj predmeta in povezovanje z drugimi predmeti, vključevanje in izvedbo kroskurikularnih področij ter razvijanje in uporabo različnih kompetenc. Izvedba naravoslovnega oz. projektne dneva naj bo časovno in vsebinsko čim bolj usklajena z vsebinami in cilji, ki se obravnavajo pri pouku. Program dela dijakinj in dijakov na naravoslovnem oz. projektne dnevu mora biti namenjen razvijanju razumevanja bioloških konceptov ter uresničevanju vsebinskih in procesnih ciljev.

## 6 DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Opomba: Didaktična navodila, ki se nanašajo na posamezne vsebinske sklope ali cilje, so navedena na ustreznih mestih v poglavju *Vsebine in cilji*.

### 6.1 Opis vsebinske vertikale

Učni načrt za biologijo v gimnaziji nadgrajuje koncepte in cilje pouka biologije v osnovni šoli. Učiteljica/učitelj naj pri izvedbi pouka v gimnaziji ustrezno upošteva predznanje dijakinj in dijakov o posameznih vsebinskih sklopih in tako nadaljuje izgradnjo mreže znanja o bioloških konceptih, ki se je začela že v osnovni šoli. V nadaljevanju je prikazan povzetek bioloških vsebin v osnovni šoli in v gimnaziji.

#### 6.1.1 Osnovna šola

V prvem in drugem triletju osnovne šole se nekateri biološki cilji in vsebine postopno udejanjajo skozi različne predmete (glej učni načrt za predmete Spoznavanje okolja, Naravoslovje in tehnika ter Naravoslovje). V okviru predmeta Naravoslovje (6. in 7. razred) se cilji biologije začnejo nadgrajevati in povezovati v biologijo kot naravoslovno vedo. V 6. razredu osnovne šole je glavna tema rastlina kot model za prikaz zgradbe in delovanja organizma in organizacijskih ravni v živem svetu. Učenke in učenci se na primeru rastlinske celice začnejo seznanjati s konceptom celice kot osnovne gradbene in funkcionalne enote organizmov. Spoznajo povezavo med zgradbo in delovanjem rastlin in njihove interakcije z neživimi in živimi dejavniki okolja. Razred se zaključi z osnovami delovanja ekosistema na primeru gozda (rastlina kot proizvajalec).

V 7. razredu osnovne šole učenke in učenci koncept celice nadgradijo z osnovami zgradbe in delovanja celice pri drugih organizmih in spoznajo, da sta zgradba in delovanje celice temelj za razvrščanje organizmov v kraljestva. Spoznajo osnove zgradbe in delovanja bakterij in gliv, podrobneje pa živali. Novo znanje uporabijo za nadgradnjo razumevanja delovanja ekosistema na primeru gozda. Zgradbo in delovanje gozda primerjajo z nekaterimi drugimi naravnimi ekosistemi, spoznajo pa tudi antropogene ekosisteme kot poseben primer ekosistemov, iz katerih človek odnaša biomaso, zato je treba odnesene snovi neprestano nadomeščati (gnojenje).

Na začetku 8. razreda osnovne šole učenke in učenci spoznajo, da je v celici dedni material, in osnove dedovanja. Preostanek leta se učijo o zgradbi in delovanju človeka, pri čemer uporabljajo pridobljeno znanje o celici in dedovanju.

9. razred osnovne šole je namenjen povezovanju bioloških konceptov. Učenke in učenci nadgradijo znanje o dedovanju, ki ga povežejo z osnovnimi koncepti evolucije. Spoznajo, da je osnova za razvrščanje organizmov v sistem njihova evolucijska sorodnost. Znanje o ekosistemih nadgradijo s koncepti biotske pestrosti, biomov in biosfere. Spoznajo posledice človekovih posegov v ekosisteme in vpliv biologije na sodobno družbo (glej učni načrt Biologija - osnovna šola).

### **6.1.2 Gimnazija (obvezni program)**

Opomba: Glej tudi shemo povezav med vsebinskimi sklopi in koncepti na strani 8.

Celica je osnovna gradbena in funkcionalna enota organizmov, v kateri beljakovine opravljajo različne naloge, povezane z življenjskimi procesi. Delovanje beljakovin je odvisno od njihove zgradbe. Informacija o zgradbi beljakovin je zapisana v genih v molekuli DNA in se deduje. Različnost beljakovin v današnjih organizmih je posledica dolge evolucijske zgodovine, v kateri so nove beljakovine nastajale z mutacijami genov. Različne kombinacije beljakovin v različnih osebkih iste vrste nastajajo s spolnim razmnoževanjem. Posledica različnih kombinacij beljakovin so različne fenotipske lastnosti osebka. Zbir fenotipskih lastnosti osebka je podvržen naravnemu izboru. Nova vrsta lahko nastane, kadar se del populacije reproduktivno loči od ostale populacije, tako da se med obema populacijama geni ne morejo več mešati.

Vsi danes živeči organizmi imajo skupnega evolucijskega prednika, zato so si vsi organizmi med seboj temeljno podobni. Vsi so zgrajeni iz celic in imajo dedno informacijo zapisano v DNA. Vsi potrebujejo vir energije in snovi za poganjanje življenjskih procesov in ohranjanje visoke stopnje organiziranosti (strukture). Te temeljne potrebe organizmi zadovoljujejo na različne načine. Raznolikost organizmov je nastala z dolgim evolucijskim razvojem iz skupnega prednika, med katerim se je okolje spreminjalo in so bili osebki podvrženi naravnemu izboru. Z evolucijskim razvojem so nastale različne velike skupine organizmov (bakterije, glive, rastline, živali) in različne vrste znotraj teh skupin. Bolj sorodni organizmi so si po zgradbi in delovanju med seboj bolj podobni kot manj sorodni organizmi.

Različni organizmi so med seboj soodvisni in povezani v prehranjevalne spletke in ekosisteme. Soodvisnost organizmov je posledica njihovega evolucijskega razvoja. Rastline kot vir energije za poganjanje življenjskih procesov uporabljajo sončno energijo, s pomočjo katere iz energetsko revnih anorganskih surovin izgradijo energetsko bogate organske snovi. Organske snovi v telesih rastlin so vir energije in snovi za druge organizme, ki privzete organske snovi pretvorijo v druge organske snovi ali pa porabijo v njih vezano energijo za poganjanje lastnih življenjskih procesov. Ob vsaki pretvorbi snovi se del kemijsko vezane energije sprosti v okolje kot toplota. Vse organske snovi, ki potujejo po prehranjevalnih spleteh, organizmi v ekosistemu na koncu razgradijo nazaj v anorganske, ki jih lahko ponovno uporabijo rastline za rast. Ravno tako kot vrste so se tudi ekosistemi skozi evolucijsko zgodovino neprestano spreminjali in se še vedno spreminjajo. Človek je povsem odvisen od delovanja ekosistemov. S svojo dejavnostjo lahko hote ali nehote ekosisteme bistveno in ireverzibilno spremeni.

## 6.2. Pouk biologije v gimnaziji

Glavni cilj pouka biologije je **celostno razumevanje biologije**, torej razumevanje vsebinskih konceptov in povezav med njimi. Pri pouku naj dijakinje in dijaki poglobijo razumevanje bioloških konceptov skozi čim več laboratorijskega in terenskega raziskovanja ter drugih, za uresničevanje ciljev smiselno uporabljenih aktivnosti (npr. delo z različnimi viri informacij, uporaba IKT, projektno delo, raziskovalne naloge, samostojno in skupinsko delo). V pouku naj bo razvidna raziskovalna naravnost, celostni pristop in aktualnost biologije kot dinamične sodobne znanosti, ki pomembno vpliva tudi na naše vsakdanje osebno in družbeno življenje.

### 6.2.1 Celostno razumevanje bioloških konceptov

Izjemno hiter napredek sodobne biološke znanosti in vse večji družbeni pomen biologije se odražata tudi v novih pristopih k biološkemu izobraževanju. Tako je pri poučevanju biologije nujen *premik od deskriptivnosti oz. faktografskega učenja proti razumevanju bioloških konceptov in povezav med njimi*. Sodobni pouk biologije dijakinjam in dijakom omogoča **izgradnjo mreže znanja** (glej shemo na strani 8). Pri tem je pomembno, da ima dijakinja/dijak ob zaključku izobraževanja pri predmetu Biologija *celostni pregled čez vse ravni organizacije živih sistemov* – nobeno poglavje oz. vsebinski sklop ne smeta biti izpuščena.

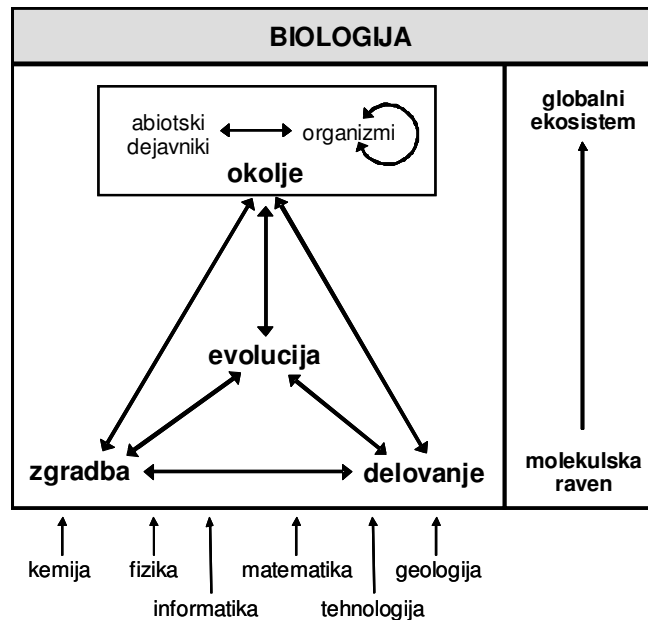
Učiteljici/učitelju naj bo glavno vodilo pri pouku mreža povezav med biološkimi koncepti, ki je prikazana na strani 8. Pri tem velja opozoriti, da je dijakinje in dijake mnogo lažje osveščati o medsebojni povezanosti in soodvisnosti živih sistemov ter kompleksnosti procesov v naravi pri pouku kot pa v učbeniku. Učbenik mora namreč pregledno in sistematično podati snov, pri čemer lahko pretirano pogosto sklicevanje na povezave z drugimi vsebinami zmanjša preglednost in jasnost osnovnega sporočila besedila. Po drugi strani pa lahko učiteljica/učitelj z ustrežno razlago pri pouku dijakinjam in dijakom pomaga dojeti celovitost delovanja žive narave in navzkrižne povezave med biološkimi koncepti. Celostno razumevanje žive narave tudi bistveno pripomore k sposobnosti za uporabo biološkega znanja pri vrednotenju in reševanju kompleksnih problemov.

Poleg uporabe glavnih povezav med koncepti, ki so prikazane na shemi na strani 8, naj učiteljica/učitelj pri podajanju konkretne snovi smiselno povezuje različne vidike obravnavane biološke teme. V bioloških sistemih obstaja tesna povezava med njihovo zgradbo (strukturo) in delovanjem (funkcijo). Ne glede na to, ali obravnavamo biomolekulo ali organizem ali ekosistem, v vsakem primeru te stvari obstajajo nekje »v naravi« oz. okolju, kjer se udejanjajo zapleteni odnosi med organizmi in interakcije organizmov z okoljem. Tako posamezno strukturo kot posamezno funkcijo organizma lahko pogosto povežemo z njegovo prilagoditvijo na okolje. Osrednji koncept, ki razloži povezave med zgradbo, delovanjem in okoljem, je evolucija z naravnim izborom. Evolucija z naravnim izborom je hkrati tisti koncept, ki razlikuje biologijo od drugih naravoslovnih ved. Pri tem je posebnost biologije tudi to, da obravnava velik razpon ravni organizacije živih sistemov, od molekule do celice, tkiva, organa, organizma, ekosistema in biosfere.

S povezovanjem zgradbe, delovanja, okolja in evolucije lahko učiteljica/učitelj marsikatero biološko temo razloži bolj logično, pregledno in razumljivo, torej tudi zanimivo. Tak celosten pristop k obravnavanju posameznih bioloških tem je prikazan na shemi *Prikaz celostnega pristopa k poučevanju biologije* na strani 56 in v cilju A1-1, ki mora biti rdeča nit vsega poučevanja pri predmetu Biologija. Ob tem naj učiteljica/učitelj s konkretnimi primeri pojasni dijakinjam in dijakom, da sodobna biologija postaja vse bolj interdisciplinarna znanost - za razlago bioloških pojavov uporabljamo orodja in znanja

različnih drugih znanosti, na hiter napredek sodobne biologije pa močno vpliva tudi razvoj tehnologije. Uporaba interdisciplinarnega pristopa pri celostni razlagi delovanja živih sistemov dijakinjam in dijakom omogoča strukturiranje znanj, usvojenih pri različnih naravoslovnih predmetih, v povezano celoto temeljnega naravoslovnega znanja.

### Prikaz celostnega pristopa k poučevanju biologije



Za dobro razumevanje nekaterih bioloških konceptov in ciljev je najbolje, da o njih dijakinje in dijaki slišijo od učiteljice/učitelja v frontalni obliki obravnavanja snovi, o drugih pa lahko pridobijo znanje z lastnim raziskovalnim delom in drugimi aktivnostmi. Učinkovito poučevanje biologije temelji na ustreznem ravnovesju med neposrednim podajanjem snovi in samostojnim raziskovanjem oz. učenjem.

Konkretni primeri iz žive narave, ki jih učiteljica/učitelj uporabi za ilustracijo posameznih konceptov in ciljev, morajo biti skrbno izbrani. Ti primeri naj poleg posplošenih konceptov prikazujejo tudi izjemno raznolikost konkretnih primerov (variabilnost živih sistemov).

Učiteljica/učitelj naj v pouk biologije čim več vključuje aktualne teme iz ožjega in širšega okolja, nova spoznanja biološke znanosti in primere uporabe biološkega znanja v vsakdanjem življenju. To pouk popestri in biologijo približa dijakinjam in dijakom. Učiteljica/učitelj naj dijakinje in dijake vzpodbuja k uporabi znanja biologije za razlago ustreznih konkretnih primerov.

Celostno razumevanje biologije, ki ga dijakinje in dijaki izgradijo v okviru obveznega programa, je osnova za poglobljeno obravnavo bioloških konceptov v izbirnem in maturitetnem programu. Celostno razumevanje biologije je del splošne izobrazbe in dijakinje in dijake usposobi za samostojno odločanje in aktivno sodelovanje v družbenih razpravah, ki vključujejo biološko znanje in strokovne argumente. Izgradnja mreže znanja je tudi temelj za vseživljenjsko učenje.

**Medpredmetna povezava:** Celostno razumevanje bioloških vsebinskih konceptov zahteva uporabo znanj z različnih področij. Pri izgradnji celostnega znanja se lahko biologija povezuje predvsem s



predmeti Fizika, Kemija, Geografija in Matematika, pri obravnavanju družbeno aktualnih tem pa tudi z družboslovnimi predmeti.

## 6.2.2 Biologija kot naravoslovna znanost

Poučevanje biologije mora temeljiti na *znanstvenih spoznanjih*, torej na ovrgljivih teorijah in hipotezah. Znanstveno dejstvo je razumevanje pojava, ki temelji na preverljivih opazovanjih, in je podvrženo preverjanju in ovržbi. Učiteljica/učitelj ne sme nobenih bioloških oz. naravoslovnih vsebin učiti dogmatično. Dogma je sistem prepričanj, ki ni podvržen znanstvenemu preverjanju in ovržbi. Dogmatično prepričanje je v nasprotju z glavnim ciljem izobraževanja – vzpodbujanjem razumevanja. Dijakinje in dijaki morajo doumeti razliko med razumevanjem in nekritičnim sprejemanjem ideje.

Znanost je organiziran zbir znanja in metoda za nadgradnjo tega znanja na osnovi hipoteze in eksperimenta oz. opazovanja. Poučevanje biologije naj obsega tako podajanje v učnem načrtu navedenega zbira *bioloških znanstvenih spoznanj* kot tudi pojasnjevanje *znanstvenih metod*, na osnovi katerih so znanstveniki prišli do teh spoznanj. Tako bodo dijakinje in dijaki pridobili razumevanje temeljnih bioloških konceptov in analitični način mišljenja, ki jim bo v nadaljnjem življenju omogočil nadgradnjo znanja z novimi znanstvenimi spoznanji, ki jih danes ne moremo predvideti.

Učiteljica/učitelj naj v skladu z avtonomno strokovno presojo pri obravnavi posameznih ciljev izhaja iz *znanstvenih vprašanj*. Posameznih konceptov in ciljev naj ne predstavi zgolj kot znanstvena dejstva, ampak naj razloži, *kako* so znanstveniki prišli do posameznih spoznanj o delovanju živih sistemov (glej cilje A1-9, A1-10, B1-10, L-1 do L-6). Učiteljica/učitelj naj jasno predstavi, da za vsakim stavkom v biološkem učbeniku, ki predstavlja znanstveno dejstvo, stoji delo mnogih znanstvenikov in več stoletij znanstvenega raziskovanja (postopno nadgrajevanje znanstvenih spoznanj).

Biološko oz. naravoslovno izobraževanje uri intelektualno moč duha. Zato mora pouk biologije v gimnaziji potekati na ravni in globini razumevanja, ki daleč presega tisto, kar ve povprečen odrasli državljan. Koristi tako naravnane intelektualnega urjenja v mladosti se ohranijo daleč v obdobje odraslosti, ko so posamezna znanstvena dejstva in pridobljene veščine že davno pozabljeni. Biologija kot naravoslovna znanost mora biti poučevana predvsem zaradi same znanosti (naravoslovja).

Učiteljica/učitelj naj biologijo poučuje tako, da so podane vsebine znanstveno pravilne, pa vendar čim bolj privlačne. Pri tem mora ohraniti ravnovesje med zabavno in resno platjo biologije kot znanosti. Uporaba zanimivih demonstracij, zgodb in podobnih pristopov k poučevanju naj vedno vodi v poglobljanje razumevanja vsebinskih ciljev. Zabavna stran znanosti dijakinjam in dijakom sicer pomaga, da si zapomnijo nekatere ideje, ne more pa nadomestiti učinkovitega vsebinskega poučevanja in nenehnega truda, ki ga morajo dijakinje in dijaki vlagati v razumevanje biologije.

Učiteljica/učitelj mora za naravne pojave vedno podati racionalno znanstveno razlago, ne okultne ali magične. Biti mora iskren/-a glede stvari, ki jih ne ve, in naj pokaže navdušenje nad učenjem novih stvari skupaj z dijakinjami in dijaki. V primeru, da ne pozna odgovora na zastavljeno vprašanje, naj skupaj z dijakinjami in dijaki ugotovi, kako je možno poiskati odgovor na to vprašanje. Dijakinjam in dijakom mora pojasniti, da v živem svetu obstaja veliko pojavov, ki jih danes še ne razumemo povsem, jih pa bomo verjetno bolje razumeli v prihodnosti - znanost napreduje postopno, iz generacije v generacijo.

Učiteljica/učitelj naj posamezne dejavnosti načrtuje tako, da bodo dijakinje in dijake vodile do spoznanja, da:

- različne znanstvene raziskave temeljijo na opazovanju in opisovanju, izvedbi poskusov, iskanju in povezovanju informacij ali na postavljanju modelov (npr. matematičnih modelov in računalniških simulacij),
- trenutno znanstveno znanje in razumevanje pojavov usmerja nadaljnje znanstvene raziskave,
- je matematika pomembno orodje pri bioloških in drugih naravoslovnih raziskavah,
- uporaba tehnologije pri znanstvenih raziskavah znanstvenikom pomaga pri zbiranju podatkov in omogoča večjo natančnost meritev,
- znanstvene razlage temeljijo na dokazih, logično doslednem argumentiranju in uporabi znanstvenih konceptov, modelov in teorij,
- znanstvena skupnost sprejema neko razlago, dokler je na osnovi dokazov ne nadomesti ustrežnejša razlaga; znanost napreduje z nadomeščanjem obstoječih razlag z novimi,
- znanost napreduje na osnovi upravičenega dvoma; postavljanje vprašanj o razlagah drugih znanstvenikov in preverjanje rezultatov njihovih raziskav je del znanosti,
- znanstveniki vrednotijo predlagane nove razlage na osnovi dokazov, primerjav dokazov s prejšnjimi raziskavami, prepoznavanja nepravilnega sklepanja in prepoznavanja trditev, ki niso podprte z dokazi,
- na osnovi obstoječih dokazov lahko oblikujejo več alternativnih razlag, med katerimi izberejo najustreznejšo na osnovi zbiranja novih dokazov,
- znanstvene raziskave včasih vodijo do povsem novih idej in odkritja prej neopisanih pojavov, uvedbe novih metod in postopkov za raziskovanje, razvoja novih tehnologij za izboljšanje merjenja in zbiranja podatkov; takšne novosti so temelj za nadaljnje raziskave in napredek znanosti.

**Medpredmetna povezava:** Obravnavanje biologije kot naravoslovne znanosti predstavlja možnost za medpredmetne povezave z drugima naravoslovnima predmetoma, Fiziko in Kemijo. Ker naravoslovna znanost uporablja matematična orodja za razlago delovanja sveta, kar vse bolj velja tudi za sodobno biologijo, se lahko tu biologija poveže tudi s predmetoma Matematika in Informatika in računalništvo. Zgodovina znanosti se navezuje na predmet Zgodovina, znanost kot način razumevanja sveta pa na predmet Filozofija.

### 6.2.3 Raziskovanje in poskusi pri pouku biologije

Opomba: Glej vsebinska sklopa *Raziskovanje in poskusi* (za obvezni in izbirni program, stran 12) in *Kako deluje znanost* (za maturitetni program, stran 38) ter poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* (stran 66).

Nova znanstvena spoznanja temeljijo na zastavljanju znanstveno preverljivih vprašanj ter zbiranju podatkov z opazovanji in poskusi. Učiteljica/učitelj naj dijakinjam in dijakom pomaga pridobiti spretnosti in znanje, potrebno za izvedbo raziskav in poskusov v skladu z načeli znanstvenega dela in mišljenja. Čeprav dijakinje in dijaki pri šolskih raziskavah praviloma ne pridejo do spoznanj, ki so nova za znanstveno skupnost, jih lahko navduši odkrivanje stvari, ki so nove zanje, ali praktičen prikaz konceptov iz učbenikov. Za dobro načrtovane, samostojno izvedene eksperimente in predstavitve rezultatov naj dobijo ustrezno priznanje in spodbudo za razvijanje veselja do raziskovanja in učenja.

Učiteljica/učitelj naj usmerja dijakinje in dijake v razumevanje načel znanstvenega pristopa k raziskovanju. Poskus naj bo načrtovan na osnovi ustreznega vprašanja (oz. hipoteze) in naj vključuje ustrezno kontrolo. Poskus mora biti zasnovan tako, da so viri napak čim manjši, rezultati pa ponovljivi. Učiteljica/učitelj naj izbere dobro preizkušene poskuse, ki so v skladu s cilji in koncepti učnega načrta. Pri nekaterih konceptih in ciljih učnega načrta je ustrezna vnaprejšnja teoretična obravnava, ki ji sledi praktična demonstracija, s katero dijakinje in dijaki utrdijo usvojeno znanje. V drugih primerih naj bo dijakinjam in dijakom omogočeno, da lahko sami odkrivajo naravoslovne principe. *Raziskovalne aktivnosti ne smejo biti same sebi namen, ampak naj vse vodijo v utrjevanje razumevanja naravoslovnih konceptov in razvijanje znanstvenega načina razmišljanja.*

Učiteljica/učitelj naj dijakinje in dijake čim več vzpodbuja, da sami zastavijo znanstveno preverljivo vprašanje in/ali načrtujejo poskus oz. opazovanje. Znanstveno raziskovanje pri pouku ne sme biti predstavljeno kot zbirka »receptov«, po katerih izvedemo poskus in dobimo »pravilen« rezultat. Posebej velja opozoriti, da rezultat poskusa ali druge raziskave nikoli ni »pravilen« ali »nepravilen«, ampak kvečjemu pričakovan ali nepričakovan. Pričakovan izid poskusa je v skladu z razlago (oz. hipotezo), ki jo na osnovi predhodnega znanja postavimo pred izvedbo poskusa. Nepričakovan rezultat poskusa moramo poskušati razložiti – poiskati vzroke za takšen izid (npr. napaka pri izvedbi poskusa, iskanje dodatnih znanih znanstvenih dejstev, ki lahko pojasnijo izid).

Pri naravoslovnih znanstvenih raziskavah moramo *vsak poskus oz. opazovanje večkrat ponoviti v enakih razmerah*. Tako ugotovimo, ali prihaja v enakih razmerah do razlik (variabilnosti) med rezultati. Z večkratno ponovitvijo poskusa oz. opazovanja se izognemo prehitrim sklepom na osnovi le ene meritve, pri kateri je lahko vrednost merjenega parametra naključno ravno na meji pričakovanih vrednosti (torej izjemno nizka ali izjemno visoka). Če dijaki delajo v več skupinah, ki vse izvedejo poskus ali opazovanje po enakem postopku, lahko v *nekaterih primerih* podatke, ki so jih pridobile različne skupine, upoštevamo kot ponovitev poskusa oz. opazovanja (to ne velja npr. v primeru, da moramo zaradi utemeljenih razlogov meritev večkrat izvesti na *istem osebku*).

Dijakinje in dijaki se morajo naučiti kritično ovrednotiti možne vire variabilnosti podatkov, pridobljenih pri bioloških poskusih in opazovanjih (merska napaka, biotska variabilnost, napaka vzorčenja, drugi dejavniki). V primerjavi z drugimi naravoslovnimi področji je posebnost bioloških poskusov in opazovanj izjemna *naravna variabilnost živih sistemov*, ki jih obravnavamo v raziskavah. Tudi pri dobro kontroliranem biološkem poskusu praviloma k variabilnosti rezultatov meritev ali opazovanja *bistveno več prispeva biotska variabilnost kot pa merska napaka*. Biotska variabilnost osebkov je lahko posledica genetske variabilnosti (evolucije) ali fiziološkega stanja osebkov (npr. razlike med sestradanimi in nahranjenimi osebki). V nekaterih primerih lahko del variabilnosti med osebki povežemo s posameznimi dejavniki, kot so spol ali starost, v mnogih primerih pa dejanskih vzrokov za biotsko variabilnost s preprostimi metodami ne moremo razložiti. Dodaten problem pri bioloških raziskavah predstavlja *napaka vzorčenja*. Za biološke meritve ali opazovanja običajno izberemo le določeno število organizmov (vzorec) iz celotne populacije, pri čemer lahko naključno izberemo npr. samo nahranjene ali samo sestradane osebkove. K variabilnosti rezultatov bioloških meritev in opazovanj pa prispevajo tudi drugi dejavniki (npr. vpliv trenutnih vremenskih razmer pri terenskih opazovanjih). *Velika variabilnost rezultatov meritev in opazovanj je še posebej značilna za terenske raziskave.*

Podobno zasnovano in izvedbo, kot je zgoraj opisano za laboratorijsko delo, mora imeti tudi terenska raziskava; terenska raziskava mora potekati v skladu z znanstvenimi načeli raziskovanja.

Vsaj pri nekaterih raziskovalnih aktivnostih naj dijakinja in dijaki samostojno opravijo vse osnovne faze znanstvene raziskave:

- opredelitev problema in postavitev znanstvenega vprašanja (oz. hipoteze),
- načrtovanje poskusa ali opazovanja in izvedba te aktivnosti z uporabo ustrezne raziskovalne metode (npr. mikroskopiranje, določanje ali preštevanje organizmov, meritve različnih dejavnikov),
- analiza pridobljenih podatkov in interpretacija rezultatov glede na vprašanje (oz. hipotezo),
- kritično ovrednotenje opravljene raziskave in predlogi za nadgradnjo oz. izboljšanje raziskave

Poročilo o laboratorijski ali terenski raziskavi, ki ga pripravi dijakinja/dijak, naj raziskavo predstavi na takšen način, da je na osnovi opisa v poročilu možna ponovitev raziskave.

Pri izvedbi demonstracij, laboratorijskih poskusov, terenskega dela in podobnih aktivnosti mora biti učiteljica/učitelj posebno pozorna/-en na varnost pri delu.

**Medpredmetna povezava:** Izvajanje bioloških raziskav predstavlja možnost za medpredmetne povezave predvsem s predmeti Matematika, Informatika in računalništvo, Fizika in Kemija, pri nekaterih terenskih raziskavah pa tudi s predmetom Geografija.

#### 6.2.4 Pomen statistične analize pri razlagi bioloških pojavov

Dijakinje in dijaki naj pri pouku biologije v povezavi z veliko variabilnostjo podatkov, pridobljenih iz bioloških raziskav, spoznavajo statistiko kot orodje za objektivni prikaz in analizo podatkov ter se naučiti uporabljati osnove statistične analize (npr. povprečje, standardna napaka, mediana, prikaz frekvenčne porazdelitve s histogramom). Naučijo naj se *razlikovati med korelacijo* (splošno povezanostjo med dvema pojavoma) *in vzročno povezavo* (prvi pojav je vzrok, drugi posledica). Ker so biološki sistemi zelo kompleksni, lahko večinoma na osnovi rezultatov preprostega biološkega poskusa ali opazovanja zaključimo le, da obstaja splošna povezava med dvema pojavoma (korelacija), o vzročnih povezavah pa ne moremo sklepati.

Osnove statistike dijakinja in dijaki usvajajo predvsem pri lastnem raziskovalnem delu. Učiteljica/učitelj naj čim večkrat statistično analizo vključuje tudi v teoretično podajanje snovi (npr. ilustracija biološkega pojava z grafom, ki prikazuje rezultat znanstvenih meritev ali opazovanj).

**Medpredmetna povezava:** Statistična analiza predstavlja možnost za medpredmetno povezovanje s predmetom Matematika (teoretične osnove statistike), prikaz rezultatov poskusov in opazovanj pa s predmetom Informatika in računalništvo (uporaba računalniških orodij za statistično analizo in grafično predstavitev rezultatov).

#### 6.2.5 Uporaba modelov in modeliranja

Model je poenostavljena imitacija dejanskega naravnega pojava. Tradicionalni modeli so fizični (npr. model zgradbe celice – kot slika ali tridimenzionalna »škatlica«). Sodobna biološka znanost pa uporablja predvsem konceptualne, matematične (računalniške) modele, ki posnemajo različne strukture in dinamične procese (npr. tridimenzionalna zgradba beljakovin in drugih biomolekul, transport molekul skozi membrano, populacijska dinamika v ekosistemih, globalno kroženje ogljika, napovedi hitrosti izumiranja vrst, raziskovanje možnih filogenetskih povezav med vrstami na osnovi zaporedij nukleotidov). Znanstveniki namenjajo veliko pozornosti testiranju modelov – napovedi modelov primerjajo z dejanskimi izmerjenimi podatki v naravi; v primeru velikih razhajanj med

napovedmi modela in dejanskimi dogodki poskušajo model izboljšati. Dober model lahko dokaj natančno napove (posnema) dejanske dogodke in procese v naravi. Modeli so uporabni za vizualizacijo pojava, v znanosti pa jih uporabljamo tudi za napovedovanje dogodkov ali poteka procesov in za izvedbo raziskav, ki sicer ne bi bile mogoče.

Učiteljica/učitelj naj pri pouku ustrezno predstavi uporabo modelov v biologiji. Dijakinje in dijaki si modela ne smejo predstavljati kot natančni posnetek dejanskega pojava, ampak se morajo zavedati njegovih prednosti in omejitev.

Ko dijakinje in dijaki že razumejo kompleksnost naravnih sistemov, lahko poskušajo sami razviti preprost model. Model je lahko fizičen ali matematičen (preprost matematičen model je npr. enačba premice na grafu, ki dobro ustreza izmerjenim podatkom in tako opisuje linearni odnos med dvema parametroma). Dijakinje in dijaki naj pri delu z modeli upoštevajo tiste lastnosti realnega objekta, ki so bistvene za odgovor na zastavljeno raziskovalno vprašanje. Pomemben del pridobivanja naravoslovnih spoznanj je tudi kritično ovrednotenje takega modela.

**Medpredmetna povezava:** Modeliranje se povezuje predvsem s predmetoma Matematika in Informatika in računalništvo.

### 6.2.6 Uporaba sodobne tehnologije (IKT)

Sodobna naravoslovna znanost uporablja tehnologijo za beleženje opazovanj, meritve, analizo podatkov, shranjevanje podatkov v podatkovnih zbirkah ipd. Uporaba sodobne tehnologije (npr. IKT) pri pouku biologije je zato pomembna, saj ilustrira uporabo tehnologije v znanosti, hkrati pa vzpodbuja *razvijanje naravoslovne, digitalne in tehnološke pismenosti* pri dijakinjah in dijakih.

Pri tem naj bo tehnologija uporabljena ustrezno in naj ne nadomesti povsem drugih pristopov k poučevanju (npr. za razvijanje zmožnosti za ustrezen grafični prikaz podatkov morajo dijakinje in dijaki nekaj grafov tudi lastnoročno narisati; uporaba IKT za risanje grafov je ustrezna, ko dijakinje in dijaki že dobro obvladajo osnove prikaza podatkov). Središče poučevanja naj bodo biološki koncepti; tehnologija naj bo uporabljena kot orodje in ne sme biti sama sebi namen.

Učiteljica/učitelj lahko uporabi IKT za simulacijo poskusov, ki bi bili sicer preveč dragi, nevarni ali drugače težko izvedljivi pri pouku. Obstaja tudi veliko računalniških animacij in simulacij (modelov), ki prikazujejo glavne principe delovanja živih sistemov in njihovo dinamičnost, od molekulske ravni do biosfere. Ravno za prikaz dinamičnosti živih sistemov je IKT lahko odličen pripomoček, ki bistveno izboljša predstave dijakinj in dijakov o živi naravi.

### 6.2.7 Uporaba strokovnega jezika

V učnem načrtu niso predpisani strokovni izrazi (pojmi), ki jih mora dijak poznati. Učiteljica/učitelj naj pri pouku po avtonomni strokovni presoji uporablja *osnovne strokovne pojme*, ki so nujni za razumevanje konceptov. Učiteljica/učitelj naj nove strokovne izraze uvaja postopno in pri tem posveti dovolj pozornosti preverjanju, ali dijakinje in dijaki razumejo, kaj uporabljeni pojmi pomenijo. Nove pojme naj razloži preprosto in z uporabo besed in primerov, ki so jasni in natančni. Pri uporabi tujk naj pojasni pomen predpon, ki se v biologiji oz. naravoslovju pogosto uporabljajo (npr. hipo-/hiper-; intra-/inter-; endo-/ekso-). Smiselna in jasna uporaba strokovnih izrazov je pomembna za izgradnjo konceptualnega razumevanja biologije.

Dijakinje in dijaki naj pri pouku biologije razvijajo sposobnost za sporazumevanje v strokovnem jeziku in na znanstven način (jasen in jedrnat stil, pravilna uporaba strokovnih izrazov, konsistentno zaporedje argumentov, pravilno opisovanje vzročnih povezav, razvijanje sposobnosti za razumevanje strokovnih besedil ipd.).

**Medpredmetna povezava:** Razvoj sposobnosti za sporazumevanje v strokovnem jeziku predstavlja možnost za medpredmetne povezave s predmetom Slovenski jezik in s tujimi jeziki (npr. iskanje in razumevanje ustreznih informacij na internetu in v tujih virih).

## 6.2.8 Napačne predstave

Učiteljica/učitelj mora biti pri podajanju nove snovi posebej pozorna/-en na napačne predstave, ki jih dijakinje in dijaki pridobijo bodisi v domačem okolju bodisi v nižjih stopnjah izobraževanja. Za doseganje celostnega razumevanja biologije je nujno, da učiteljica/učitelj napačne predstave identificira in dijakinjam in dijakom pomaga, da jih presežejo. Le tako lahko dijakinje in dijaki novo znanje tudi ponotranjijo in sprejmejo za svojega.

Med pogosto napačno predstavo moramo uvrstiti tudi dejstvo, da nekateri dijaki izberejo študij biologije in sorodnih znanosti med drugim zato, ker »ne marajo« matematike in/ali fizike in/ali kemije in/ali računalništva. *Biologija je namreč v šoli pogosto predstavljena kot »mehka« znanost*, kar je več desetletij stara predstava. Sodobna biologija je vse bolj kvantitativna, pri analizi podatkov uporablja izjemno zapletena matematična in računalniška orodja (dejansko je napredek celotnih področij sodobne biologije omejen predvsem z razvojem novih matematičnih orodij, npr. genomika, proteomika, molekulska sistematika, ekološko modeliranje), koncepti in orodja fizike in kemije pa so bistven *integralni* del sodobne biologije. Učiteljica/učitelj mora sodobno biologijo pri pouku predstaviti takšno, kot dejansko je – biologija vse bolj postaja »trda« znanost.

Druga pogosta napačna predstava je, da biolog v vseh okoliščinah predvsem varuje naravo in življenje organizmov. Čeprav je ta predstava na zelo načelni celo pravilna, pa nikakor ne velja za konkretnega znanstvenika ali strokovnjaka za biologijo, torej za nekoga, ki si je izbral poklic biologa. Biolog ne more v vseh okoliščinah varovati vsakega življenja, saj preučevanje živih sistemov in življenjskih procesov v mnogih primerih zahteva invaziven poseg v žive organizme (oz. njihovo žrtvovanje, kar v vsakdanjem jeziku pomeni smrt ali ubijanje). Pri tem je biolog dolžan upoštevati etične omejitve in zakonodajo družbe, v kateri živi, in pogosto je biolog pri poseganju v življenje celo bolj strog kot so veljavna družbena pravila. Vsekakor pa je vsak stavek v gimnazijskem učbeniku za biologijo »tlakovan s trupli«. Učiteljica/učitelj biologije mora dijakinjam in dijakom pojasniti, da *preučevanje živih sistemov pogosto zahteva invaziven (smrten) poseg vanje*.

**Medpredmetna povezava:** Nekatere napačne predstave, ki se navezujejo na biološke koncepte, so skupne vsem naravoslovnim področjem (npr. v zvezi s termičnim gibanjem molekul in energijo). Takšne splošne naravoslovne napačne predstave naj učiteljica/učitelj biologije odpravlja v sodelovanju z drugima dvema naravoslovnima predmetoma, Fiziko in Kemijo.

## 6.2.9 Slovenija kot vroča točka biotske pestrosti

Učiteljica/učitelj naj v pouk po avtonomni strokovni presoji čim večkrat vključuje spoznavanje nacionalno pomembnih naravnih vrednot in ekosistemov. Pri dijakinjah in dijakih naj razvija ozaveščanje, da je Slovenija (s stičiščem Dinaridov, Alp in Peripanonije) del Evrope in sveta z eno najvišjih stopenj biotske pestrosti (vroča točka biotske pestrosti). Posebno pozornost naj namenja

endemičnim in ogroženim oz. zavarovanim vrstam in podvrstam ter slovenskim pasmam živali in sortam gojenih rastlin. Pri dijakinjah in dijakih naj razvija zavedanje, da so naravne vrednote del naše nacionalne identitete in da moramo te vrednote varovati.

**Medpredmetna povezava:** Razumevanje Slovenije kot vroče točke biotske pestrosti na stičišču biogeografskih območij je tesno povezano z znanji, ki jih dijakinje in dijaki pridobijo pri predmetu Geografija.

## 6.2.10 Biologija in družba

Biološko znanje je vse pomembnejše za razumevanje in reševanje različnih problemov, ki se navezujejo tudi na naše osebno in družbeno življenje. Dijakinje in dijaki naj pri kritičnemu vrednotenju in reševanju tovrstnih problemov uporabijo kompleksen pristop, ki temelji na celostnem razumevanju biologije (mreža znanja) in sposobnosti za uporabo mreže znanja pri razpravi o problemu z različnih vidikov.

*Naravovarstvene in okoljevarstvene teme*, s katerimi se še pred kratkim skorajda nismo ukvarjali, so danes postale pomembni problemi (npr. drobljenje habitatov, izguba biotske pestrosti, invazivne vrste). Ti problemi so večinoma izjemno kompleksni in zahtevajo interdisciplinarno obravnavo, kar je pri pouku možnost za medpredmetno povezovanje. Tovrstne probleme naslavlja več ciljev, pomembnejše teme za obravnavo pri pouku pa so: varstvo narave in okolja (npr. v povezavi s kmetijstvom, gozdarstvom, industrijsko dejavnostjo, urbanizacijo), ravnanje z odpadki, varčevanje z energijo, onesnaževanje zraka, vode in zemljišč, strupene snovi. Ukvarjanje z naravovarstvenimi in okoljevarstvenimi problemi pri dijakinjah in dijakih razvija sposobnost za znanstveno in kritično mišljenje in za reševanje kompleksnih problemov ter pogloblja razumevanje naravnih procesov. Dijakinje in dijaki tudi razvijajo zavedanje o osebni odgovornosti in možnostih za ukrepanje v prid ohranjanja ekosistemov in biotske pestrosti ter zagotavljanja kakovosti okolja. Dijakinje in dijaki naj spoznajo naravovarstvene in okoljevarstvene probleme na lokalni, nacionalni in globalni ravni, seznanijo pa naj se tudi s primeri zakonodaje s tega področja.

Obravnava *biomedicinskih tem* (npr. AIDS, genska terapija) od učiteljice/učitelja zahteva veliko temeljnega strokovnega znanja. Pri obravnavi etičnih in moralnih vidikov teh tem naj se medpredmetno povezuje z družboslovjem in v pouk vključi tudi primere odnosa med znanostjo in družbo.

Biološke teme, ki se nanašajo na ravnanje človeka proti sebi, drugim in okolju, so povezane tako s strokovnimi biološkimi vprašanji kot tudi z *etičnimi dilemami*. Takšni primeri so npr. raziskave na zarodkih, gensko spremenjeni organizmi, množična (farmska) reja organizmov in posegi v ekosisteme. Pri postavljanju kriterijev za vrednotenje in oblikovanje odnosa do življenja in narave je treba upoštevati tudi načela trajnostnega razvoja. Na vrednote in odnos do tovrstnih tem vplivajo kulturne, etične in miselne tradicije, ki jih dijakinje in dijaki delno oblikujejo v domačem okolju, delno pa v izobraževalnem procesu. Etično vrednotenje dopolnjuje in nadgrajuje naravoslovni vidik problema, kar prispeva k kompleksnemu mišljenju in sodobnemu celostnemu pristopu k pouku biologije.

Biološki problemi so povezani tudi z vrednotami. V razpravah o različnih pogledih in vrednotah naj učiteljica/učitelj ne vsiljuje s stališča strokovne avtoritete svojega osebnega prepričanja o problemu (npr. o testiranju zdravil na živalih, uporaba gensko spremenjenih organizmov). Med razpravo naj v argumentih dijakinj in dijakov objektivno popravi morebitne strokovne napake oz. napačna razumevanja bioloških konceptov in podatkov. Pri nasprotujočih si mnenjih dijakinj in dijakov naj čim

bolj nevtrarno usmerja razpravo z objektivnimi pojasnili o manjkajočih strokovnih argumentih; tako ob soočenju različnih prepričanj razpravo uravnovesi in poudari pomen upoštevanja in vrednotenja strokovnih argumentov. Učiteljica/učitelj naj dijakinje in dijake opozarja na pomen jasnega in nedvoumnega izražanja pri predstavljanju stališč in mnenj.

Pri obravnavi tovrstnih tem naj dijakinje in dijaki raziščejo različne vidike problemov. Pri tem dijakinje in dijaki lahko razpravljajo med seboj, z učiteljico/učiteljem in s celim razredom ali celo z občinstvom izven razreda (npr. razprava v skupinah, raziskava in ustna oz. pisna predstavitev ugotovitev). Pred uporabo internetnih in ostalih virov za razpravo naj učiteljica/učitelj preveri njihovo strokovno korektnost ter ustreznost jezika in načina predstavitve (npr. izogibanje virom, ki problem neutemeljeno predstavljajo na ekstremističen način). Učiteljica/učitelj naj dijakinje in dijake vzpodbuja, da poleg učbenikov, ki pogosto ne obravnavajo trenutno aktualnih tem, uporabljajo tudi druge vire informacij, vendar vedno na osnovi kritične presoje verodostojnosti vira oz. informacije. *Posebej je pomembno, da se dijakinje in dijaki naučijo kritično presojati informacije, ki so objavljene na internetu (velik razpon v kakovosti in verodostojnosti informacij).*

Predstavitev bioloških tem, ki so aktualne tudi s stališča družbene pomembnosti, dijakinjam in dijakom omogoča dodaten vpogled v delovna področja biologije in poklice, ki temeljijo na biologiji (*poklicno usmerjanje*). Dejansko se v zvezi z družbeno pomembnimi temami v zadnjem času odpirajo cela nova področja (interdisciplinarne) bioznanosti oz. področja, ki vključujejo tudi biološko znanje, in s tem možnosti za izbiro poklicne poti (npr. varstvena biologija, sistemske znanosti o Zemlji, nova področja biotehnologije in biomedicine).

**Medpredmetna povezava:** Obravnavanje tem, ki biološko znanje povezujejo z družbeno problematiko, je priložnost za medpredmetne povezave z družboslovnimi predmeti (Sociologija, Psihologija), nekatere teme pa tudi za kroskurikularne povezave (npr. skrb za zdravje).

### **6.2.11 Vzpodbujanje zanimanja za učenje biologije in naravoslovja**

Učiteljica/učitelj naj pri pouku pokaže lastno navdušenje nad biologijo in pri dijakinjah in dijakih vzpodbuja zanimanje do učenja biologije in drugih naravoslovnih predmetov. Biologijo naj prikaže kot dinamično, sodobno znanost. V pouk naj vključuje čim več primerov novih bioloških znanstvenih spoznanj in njihovega vpliva na življenje posameznika in družbe. Učno snov naj povezuje s primeri iz vsakdanjega življenja, ki so dijakinjam in dijakom blizu. Nadarjene dijakinje in dijake naj vzpodbuja, da poglobijo svoje biološko znanje.

### **6.2.12 Učbeniki, delovni zvezki in drugo gradivo za dijakinje in dijake**

Učbeniki, delovni zvezki in drugo gradivo, ki se uporablja pri pouku biologije, morajo biti znanstveno pravilni in v skladu z učnim načrtom.

Priporočeno je, da učbeniki vsebujejo shemo mreže znanja (glej shemo na strani 8) za celoten predmet oz. ustrezne sheme za posamezne vsebinske sklope. Učbeniki naj poleg razlage posameznih vsebinskih konceptov ustrezno predstavijo tudi *povezave* med koncepti biologije.

Učiteljica/učitelj naj dijakinje in dijake vzpodbuja k branju in samostojnemu učenju iz učbenika, saj je sposobnost za razumevanje in izluščanje relevantnih informacij iz strokovnega besedila pomembna za nadaljnji študij na kateremkoli področju.



### 6.2.13 Razvijanje kompetenc

Pouk biologije naj pri dijakinjah in dijakih *razvija in uporablja materni strokovni jezik* pri obravnavi in predstavitvi bioloških konceptov, branju strokovne literature in sporočanju. Zmožnosti komuniciranja se pri pouku biologije razvijajo pri uporabi raznolikih besedil in drugih virov informacij, kot so slike, fotografije, grafi, tabele, strokovni simboli, formule, enačbe, grafi, animacije in simulacije. Pri tem naj bo poudarek na prepričljivi, logično strukturirani samostojni pisni ali ustni predstavitvi.

Dijakinje in dijaki naj *ovrednotijo svoja nova biološka spoznanja in razmišljajo o njih na osnovi celotne mreže znanja, pridobljene skozi izobraževalni proces*. Za uresničitev tega cilja potrebujejo praktične izkušnje s pridobivanjem informacij iz različnih virov, kot so »uradni« šolski učbeniki za biologijo in druge predmete, poleg tega pa tudi časopisni, filmski, internetni in drugi viri strokovnih in aktualnih informacij, programi za obdelavo podatkov, animacije, simulacije, igre, anketiranje ipd. Z ustrezno ciljno usmerjeno uporabo posameznih virov informacij dijakinje in dijaki *razvijajo komunikacijske zmožnosti in spretnosti uporabe IKT*. Spretnosti sporazumevanja v različnih socialnih situacijah, kritična presoja virov informacij in uporaba IKT dajejo tudi *osnovo za sporazumevanje izven šole in vseživljenjsko učenje*.

Na podlagi temeljnega mrežnega znanja o bioloških konceptih dijakinje in dijaki usvojijo spoznanja o organizaciji in strukturi življenjskih procesov v živih sistemih, vključno s procesi v lastnem telesu. Skozi to razumevanje razvijajo odgovoren odnos in spoštovanje do narave ter lastnega zdravega načina življenja. Z razvojem sposobnosti vrednotenja se jim *odpirajo nova vprašanja na področju uporabe sodobne biologije, v zvezi s katerimi se lahko samostojno odločajo in aktivno vključujejo v družbene razprave*.

## 6.3 Predvidena organizacija in časovni obseg

**Pouk biologije obsega 140 ur ali 175 ur.** V okviru 140-urnega programa se obravnava tiste cilje obveznega programa, ki niso označeni s sivo barvo. Za 175-urni program šola poleg obveznega 140-urnega programa ponudi enega izmed 35-urnih sklopov iz izbirnega programa. V primeru, da dijakinja/dijaki želijo opravljati **maturu iz biologije**, jim mora šola omogočiti **dodatnih 70 ur pouka za doseganje ciljev obveznega programa do 210 ur** (cilji, ki so označeni s sivo barvo). Za opravljanje mature mora dijakinja/dijak poleg 210-urnega obveznega programa opraviti tudi 105-urni maturitetni program in enega izmed 35-urnih sklopov izbirnega programa (ta izbirni sklop se lahko opravi v okviru 175-urnega programa).

### 6.3.1 Obvezni program

Obvezni program obsega 140 ur (od tega 70 ur v prvem, 70 ur v drugem letniku). Laboratorijsko in terensko delo mora obsegati najmanj 20% obsega ur (skupaj najmanj 28 ur v obveznem programu; glej poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66).

### 6.3.2 Izbirni in maturitetni program

Šola lahko poleg obveznega 140 urnega programa ponudi tudi izbirni program predmeta Biologija (enega od 35 urnih sklopov izbirnega programa).

**Izbirni program** vsebuje vsebinske sklope, ki obsegajo vsak po 35 ur. Izbirni program šola ponudi za doseganje 175-urnega obsega programa (140 ur obvezni program + 35 ur izbirni program). Laboratorijsko in terensko delo v izbirnem programu mora obsegati najmanj 25% ur (skupaj najmanj 9 ur v izbranem sklopu; glej poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66).

**Maturitetni program** obsega 105 ur in se izvaja v 4. letniku. Na tem programu dijakinja in dijaki usvojijo dodatna znanja, potrebna za opravljanje mature iz biologije. Laboratorijsko in terensko delo mora obsegati najmanj 20% ur (skupaj najmanj 21 ur; glej poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66). V primeru, da dijakinja/dijaki želijo opravljati maturu iz biologije, jim šola mora omogočiti dodatnih 70 ur pouka za doseganje ciljev osnovnega programa do 210 ur, potrebnih za opravljanje maturitetnega programa. Ti cilji osnovnega programa so označeni s sivo barvo. Za opravljanje mature mora dijak/djakinja, ki je opravila/opravil 210 urni obvezni program in 105 urni maturitetni program opraviti enega izmed 35 urnih sklopov izbirnega programa, razen če so ga opravili sklopu 175 urnega obveznega programa.

**Za opravljanje mature iz biologije mora dijakinja/dijak opraviti obvezni program (210 ur), vsaj en sklop izbirnega programa (35 ur) in maturitetni program (105 ur).**

## 6.4 Laboratorijsko in terensko delo

Laboratorijsko in terensko delo je izhodišče za uresničevanje ciljev in razvijanje naravoslovno-matematične kompetence pri pouku biologije in je zato *obvezni* del programa. Učiteljica/učitelj naj glede na možnosti vključuje laboratorijsko in terensko delo v pouk v čim večjem obsegu.

V *obveznem programu* je **najmanj 20 % celotnega obsega ur** namenjeno laboratorijskemu in terenskemu delu. V okviru obveznega programa dijakinja/dijak odda najmanj tri poročila o laboratorijskem oz. terenskem delu.

V vsakem sklopu *izbirnega programa* te aktivnosti obsegajo *najmanj 25 % ur* (vsaj 9 ur v vsakem sklopu). Na izbirnem programu učiteljica/učitelj glede na izvedene praktične aktivnosti strokovno avtonomno odloči, v kakšni obliki dijakinja/dijak poroča o izvedenem delu.

V *maturitetnem programu* laboratorijsko in terensko delo zavzema najmanj 20 % skupnega obsega programa (najmanj 21 ur). Na maturitetnem programu dijakinja/dijak odda poročilo oz. poročila o opravljenem delu v skladu z izvedenimi praktičnimi aktivnostmi (npr. poročilo o opravljeni raziskovalni nalogi in/ali več poročil o posameznih laboratorijskih in terenskih raziskavah).

Laboratorijsko in terensko delo se nanaša predvsem na uresničevanje ciljev iz vsebinskega sklopa *B-Raziskovanje in poskusi* (za obvezni in izbirni program; glej stran 12) oz. vsebinskega sklopa *K-Kako deluje znanost* (za maturitetni program; glej stran 38), vendar vedno v povezavi z vsebinskimi cilji drugih sklopov. Za uspešno doseganje ciljev morajo biti zagotovljeni ustrezni kadrovski, materialni in prostorski pogoji.

Pri izvedbi laboratorijskega in terenskega dela se dijakinje in dijaki delijo v skupine.

Za pojasnila o izvedbi laboratorijskih in terenskih raziskav glej tudi poglavje *Raziskovanje in poskusi pri pouku biologije* na strani 58.

#### Minimalni obseg laboratorijskega in terenskega dela

Program	Obseg programa (ure)	Minimalni obseg laboratorijskega in terenskega dela (ure)
obvezni	140	28
izbirni	35	9
dodatni*	70	14
maturitetni	105	21

\* za dijakinje/dijake, ki opravljajo maturo iz biologije: dopolnitev obveznega programa s 140 ur na 210 ur

#### 6.4.1 Laboratorijsko delo

Laboratorijsko delo mora biti zasnovano tako, da so vanj vključene vse faze raziskovanja in izvajanja eksperimentalnega dela, ki vodijo v razumevanje bioloških konceptov in razvijanje procesnih ciljev ter v razumevanje znanstvene metode dela. Posamezna laboratorijska dela naj se načrtujejo v sklopih, ki obsegajo vsaj po dve šolski uri ali več, v skladu z možnostmi za organizacijo dela na šoli. Dijakinje in dijaki izdelajo pisna poročila in predstavijo rezultate ter ovrednotijo potek dela.

Učiteljica/učitelj strokovno avtonomno glede na svoj koncept pouka vključuje laboratorijska dela v sklope, kamor se ta dela najbolje vključujejo oz. vodijo v usvajanje bioloških ciljev in konceptov. Ne sme jih izvajati povsem ločeno od pouka (na primer v kurzu), ker se s tem izgubi povezanost z doseganjem razumevanja bioloških konceptov in ciljev.

## 6.4.2 Terensko delo

Učiteljica/učitelj mora v obveznem programu izpeljati terensko delo v minimalnem skupnem obsegu 7 % obsega obveznega programa in uresničiti nanj vezane cilje in biološke koncepte. Terenska dela strokovno avtonomno vključuje v sklope, kamor se ta dela glede na koncept izvajanja pouka najbolje vključujejo. Terensko delo se lahko izvede kot naravoslovni dan ali projektni dan na terenu. Izvedba terenskega dela naj bo časovno in vsebinsko čim bolj usklajena z vsebinami in cilji, ki se obravnavajo pri pouku. Terensko delo mora biti namenjeno razvijanju razumevanja bioloških konceptov ter uresničevanju vsebinskih in procesnih ciljev.

Pouk na terenu se izvede v skladu z določili veljavne zakonodaje (npr. razmerje med številom dijakov in njihovih spremljevalcev).

## 6.5 Načrtovanje izvedbe učnega načrta

Učiteljica/učitelj naj pouk celostno načrtuje skozi vse tri oz. štiri letnike gimnazije. Le tako bodo dijakinje in dijaki lahko postopno nadgrajevali svoje razumevanje bioloških konceptov in gradili mrežo biološkega znanja ter dodajali in nadgrajevali svoje veščine in zmožnosti. Razlaga konceptov in ciljev mora biti jasna in *znanstveno pravilna*, globina razumevanja pa prilagojena predhodnemu znanju in zmožnostim dijakin in dijakov.

Učiteljica/učitelj strokovno avtonomno izbere in v pouku izvaja različne pristope in aktivnosti, ki naj se med seboj dopolnjujejo. Uporaba različnih strategij poučevanja naj omogoča različne možnosti za usvajanje znanja in spodbujanje zanimanja pri dijakinjah in dijakih. Učiteljica/učitelj naj zagotovi, da so dijakinje in dijaki aktivni udeleženci učnega procesa. Če učna aktivnost poteka prepočasi ali prehitro, dijakinje in dijaki izgubijo zanimanje ali ne morejo slediti pouku.

Pri načrtovanju in izboru pristopov naj bo omogočeno postopno prehajanje od enostavnega na kompleksno ter povezovanje bioloških konceptov na različnih organizacijskih ravneh živih sistemov, skupaj z uporabo znanja v različnih situacijah. V okviru načrtovanja pouka naj bodo poleg ostalih elementov jasno razvidni cilji, pričakovani dosežki (razumevanje konceptov in razvijanje procesnih ciljev), predvideni načini preverjanja predznanja in stopnje doseganja ciljev ter ocenjevanja izkazanega znanja glede na pristope v pouku, izbrano taksonomijo ter zmožnosti dijakin in dijakov.

Pri načrtovanju izvedbe naj učiteljica/učitelj upošteva didaktična navodila v posameznih vsebinskih sklopih in ciljnih ter navedbe v poglavju *Didaktična priporočila* na strani 53.

### 6.5.1 Vključevanje vsebinskih konceptov in ciljev

V zadnjih štirih letih osnovne šole dijakinje in dijaki spoznavajo različne ravni organizacije živih sistemov po horizontali, tako da npr. v vsakem razredu k predznanju dodajo še nekaj novih spoznanj o celici in o ekosistemih. Na osnovi predznanja iz osnovne šole je priporočeno, da pouk v gimnaziji predstavlja kompleksnost živih sistemov po vertikali, torej od molekule oz. celice do biosfere v zaporednih letnikih, kakor je to predvideno tudi v vsebinskih ciljnih in konceptih učnega načrta. V okviru predpisanih ur učiteljica/učitelj strokovno avtonomno določi časovni potek uresničevanja konceptov in ciljev ter načine pouka.

Glavni cilj pouka biologije je celostno razumevanje biologije, torej razumevanje vsebinskih konceptov in povezav med njimi na osnovi *izgradnje mreže znanja*. Učiteljica/učitelj naj že ob začetku pouka v prvem letniku dijakinjam in dijakom jasno predstavi te povezave za celotno vsebino predmeta v obliki

sheme na strani 8, lahko pa jim pri obravnavi posameznih sklopov predstavi tudi podrobnejše sheme za posamezne vsebinske sklope. V primeru, da učiteljica/učitelj obravnava učne vsebine po drugačnem vrstnem redu, kot je to priporočeno v učnem načrtu, naj dijakinjam in dijaku prikaže in razloži ustrezno prilagojeno shemo vsebinske vertikale po letnikih. Priporočeno je, da učiteljica/učitelj na začetku prvega letnika vsaki dijakinji/dijaku izroči osebno kopijo sheme mreže znanja za celoten predmet.

### **6.5.2 Vključevanje laboratorijskega in terenskega dela**

**Laboratorijsko in terensko delo mora na obveznem, izbirnem in maturitetnem programu obsegati najmanj predpisani obseg ur** (glej poglavje *Laboratorijsko in terensko delo* na strani 66), **ostali pouk pa učiteljica/učitelj izvede s kar največjim vključevanjem dijakinj in dijakov v aktivne metode dela** (npr. problemsko zasnovan pouk, demonstracije, reševanje teoretičnih problemov).

V okviru predpisanih ur učiteljica/učitelj strokovno avtonomno določi, katere cilje bo uresničeval/-a preko raziskovalnih aktivnosti in v kakšnem vrstnem redu bo v svoji letni pripravi in pripravi na pouk razporedil/-a cilje vsebinskega sklopa *B-Raziskovanje in poskusi* (za obvezni in izbirni program; glej stran 12) oz. vsebinskega sklopa *K-Kako deluje znanost* (za maturitetni program; glej stran 38).

Ker eksperimentalno in terensko raziskovanje terjata več časa kot frontalna razlaga, naj za čim bolj optimalno izvedbo šola v skladu z možnostmi načrtuje urnik z »blok urami« ali drugo ustrezno obliko organizacije pouka, ki bo omogočala ustrezno in varno izvedbo laboratorijskih in terenskih dejavnosti. Pri laboratorijskem in terenskem raziskovanju ter drugih dejavnostih, ki vključujejo delo z organizmi ali delo v ekosistemih, naj bo v načrtovanje, izvedbo, spremljanje in vrednotenje aktivnosti vključen odgovoren odnos do živega, ekosistemov, lastne varnosti in zdravja.

### **6.5.4 Vključevanje procesnih ciljev**

Učiteljice/učitelji biologije strokovno avtonomno v svoji letni pripravi in pripravi na pouk razporejajo zaporedje procesnih ciljev biologije, ki se uresničujejo skozi celotno biološko izobraževanje, ter zaporedje vključevanja razvijanja različnih kompetenc in ciljev medpredmetnih področij (npr. razvijanje strokovnega jezika, komuniciranja, uporabe IKT, odgovornega odnosa do življenja, ohranjanja zdravja in narave ter razvijanje vrednot).

### **6.5.5 Vključevanje medpredmetnih in kroskurikularnih povezav**

Med kroskurikularne povezave sodijo: državljanska kultura/etika, IKT (razvijanje digitalnih zmožnosti), knjižnična informacijska znanja, okoljska vzgoja, vzgoja za zdravje, poklicna orientacija, kemijska varnost in vzgoja potrošnika.

Medpredmetno povezovanje naj bo načrtovano tako, da razvija znanje na višjih taksonomskih ravneh ter razumevanje medsebojne povezanosti bioloških in drugih znanj, potrebnih za celostno reševanje problemov (npr. pri trajnostnem razvoju in zagotavljanju enakopravnosti dostopa do naravnih virov, etičnih problemih povezanih z uporabo genetike in biotehnologije). Učiteljica/učitelj biologije strokovno avtonomno v svojih pripravah na pouk natančneje načrtuje medpredmetne povezave pri obravnavi kompleksnih aktualnih tem in sodobnih problemov v ožjem ali širšem okolju. Možne horizontalne in vertikalne povezave so nakazane v poglavju *Medpredmetne povezave* na strani 47, v poglavju *Pouk biologije v gimnaziji* na strani 55 in tudi v nekaterih vsebinskih konceptih in ciljih.

V načrtovanje izvedbe pouka naj bosta v sodelovanju z ostalimi predmeti smiselno vključena tudi razvijanje in uporaba ostalih kompetenc (matematična kompetenca, sporazumevanje v maternem jeziku, sporazumevanje v tujih jezikih, digitalna pismenost, učenje učenja, socialne in državljanske kompetence, samoiniciativnost in podjetnost, kulturna zavest in izražanje) ter razvijanje odgovornega odnosa do življenja in narave, ohranjanja zdravja in trajnostnega razvoja.

Pri obravnavi kompleksnih aktualnih tem in sodobnih kompleksnih problemov v ožjem ali širšem okolju se v sodelovanju z drugimi predmeti v pripravo na pouk vključijo cilji okoljske vzgoje, vzgoje za zdravje, knjižnično informacijska znanja, poklicna orientacija, digitalna pismenost in ostala medpredmetna področja.

### **6.5.6 Dijakinje in dijaki s posebnimi potrebami**

Za dijakinje in dijake s posebnimi potrebami se v skladu z veljavno zakonodajo načrtujejo ustrezni pristopi poučevanja glede na njihove zmožnosti.

## **6.6 Profesionalni razvoj izvajalcev predmeta**

Ustrezna strokovna usposobljenost učiteljice/učitelja je nujen pogoj za kakovosten pouk biologije, ki je v skladu s koncepti in cilji v učnem načrtu. Učiteljica/učitelj mora imeti predvsem dovolj široko in globoko strokovno znanje iz matičnega področja, torej biologije. Pri tem je poseben problem izjemno hiter napredek sodobne biologije. Zato se mora učiteljica/učitelj stalno in v čim večjem obsegu strokovno izobraževati o sodobnih bioloških vsebinah, o celostnem pristopu k podajanju bioloških konceptov in povezav med njimi ter o podajanju strokovnih vsebin preko raziskovalnih dejavnosti in drugih aktivnih oblik pouka. Učiteljica/učitelj mora imeti omogočen dostop do rednega strokovnega izobraževanja.

Učiteljica/učitelj mora imeti zagotovljen dostop do strokovnih priročnikov oz. univerzitetnih učbenikov, ki podajajo sodobno biološko znanje, učnih gradiv in gradiv za učitelje, ki so v skladu z veljavnim učnim načrtom, ter interneta.

Za uspešno izvedbo raziskovalnih aktivnosti pri pouku biologije se mora stalno strokovno izobraževati tudi laborant, ki le tako lahko nudi učiteljici/učitelju ustrezno podporo pri izvedbi pouka.

## **7 VREDNOTENJE DOSEŽKOV**

V skladu z razvojem sodobne biologije, pedagoške stroke, metodike in didaktike biološkega izobraževanja učiteljica/učitelj strokovno avtonomno spremlja napredek dijakinj in dijakov pri razumevanju vsebinskih konceptov, doseganju spretnosti in veščin ter razvoju vrednot. Stopnjo doseganja pričakovanih dosežkov preverja in ocenjuje v skladu z izbranimi načini izvajanja pouka. Ocena izkazanih dosežkov naj bo čim bolj celostna, zato je priporočeno, da učiteljica/učitelj po lastni strokovno avtonomni presoji uporablja različne načine preverjanja in ocenjevanja izkazanega znanja, pri čemer naj upošteva tudi zmožnosti in individualne posebnosti dijakinje/dijaka.

Preverjanje naj bo usmerjeno predvsem v izkazano razumevanje in povezovanje ključnih bioloških konceptov in v uporabo biološkega znanja v različnih situacijah. Poudarek naj bo na razumevanju živih sistemov na različnih organizacijskih ravneh in njihove soodvisnosti.

Spremljanje procesnih ciljev naj bo usmerjeno na razvijanje zmožnosti za znanstveno raziskovanje, varno uporabo sodobnih tehnologij, sporazumevanje v strokovnem jeziku, uporabo različnih virov za iskanje bioloških informacij ter kritično presojo njihove strokovne korektnosti ipd.