

BIOLOGIJA

Srednje splošno izobraževanje

Klasična gimnazija

Ekonomska gimnazija

Ekonomska gimnazija s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri

Tehniška gimnazija

Tehniška gimnazija s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri

Umetniška gimnazija

Umetniška gimnazija s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri



UČNI NAČRT Z DIDAKTIČNIMI PRIPOROČILI

IME PREDMETA: biologija

Izobraževalni program klasične gimnazije:

obvezni predmet (140/70-175/210 ur)

maturitetni standard (315 ur)

Izobraževalni program ekonomske gimnazije, izobraževalni program ekonomske gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri:

obvezni predmet (175 ur)

maturitetni standard (315 ur)

Izobraževalni program tehniške gimnazije, izobraževalni program tehniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri:

obvezni predmet (140/280 ur)

maturitetni standard (315 ur)

Izobraževalni program umetniške gimnazije - glasbena smer; modul A: glasbeni stavek, izobraževalni program umetniške gimnazije - glasbena smer; modul B: petje-instrument, izobraževalni program umetniške gimnazije - glasbena smer; modul C: jazz-zabavna glasba, izobraževalni program umetniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri - glasbena smer; modul A: glasbeni stavek, izobraževalni program umetniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri - glasbena smer; modul B: petje-instrument, izobraževalni program umetniške gimnazije - plesna smer; modul A: balet, izobraževalni program umetniške gimnazije - plesna smer; modul B: sodobni ples, izobraževalni program umetniške gimnazije - smer gledališče in film:

obvezni predmet (140 ur)

maturitetni standard (315 ur)

Izobraževalni program umetniške gimnazije - likovna smer, izobraževalni program umetniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri - likovna smer:

obvezni predmet (140/175 ur)

maturitetni standard (315 ur)

PRIPRAVILA PREDMETNA KURIKULARNA KOMISIJA V SESTAVI:

dr. Jerneja Ambrožič Avguštin, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; dr. Gregor Belušič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; mag. Valerija Danč, OŠ Grad; mag. Anita Danč Ismajlovič, OŠ Janeza Kuharja Razkrižje; dr. Jurij Dolenšek, Univerza v Mariboru, Medicinska fakulteta; dr. Alenka Gorjan, Srednja šola za farmacijo, kozmetiko in zdravstvo Ljubljana; Laura Javoršek, OŠ Ob Rinži Kočevje; Barbara Klun, Zavod RS za šolstvo; mag. Saša Krajšek, Zavod RS za šolstvo; Saša Kregar, Zavod RS za šolstvo; dr. Marija Meznarič, Gimnazija Franca Miklošiča Ljutomer; Zorica Potisk, Gimnazija in srednja šola Kočevje; Simona Slavič Kumer, Zavod RS za šolstvo; mag. Bernardka Sopčič, OŠ Polzela; Vida Šinkovec, Zavod sv. Frančiška Saleškega, Gimnazija Želimlje; dr. Andreja Špernjak, Univerza v Mariboru, Fakulteta za naravoslovje in matematiko; Nevio Tomasin, Zavod RS za šolstvo; dr. Iztok Tomažič, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; dr. Gregor Torkar, Univerza v Ljubljani, Pedagoška fakulteta

STROKOVNI PREGLED: dr. Jure Mravlje, Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta

JEZIKOVNI PREGLED: Mira Turk Škraba

OBLIKOVANJE: neAGENCIJA, digitalne preobrazbe, Katja Pirc, s. p.

IZDALA: Ministrstvo za vzgojo in izobraževanje in Zavod RS za šolstvo

ZA MINISTRSTVO ZA VZGOJO IN IZOBRAŽEVANJE: dr. Vinko Logaj

ZA ZAVOD RS ZA ŠOLSTVO: Jasna Rojc

Ljubljana, 2025

SPLETNA IZDAJA

DOSTOPNO NA POVEZAVI:

https://eportal.mss.edus.si/msswww/datoteke/ucni_nacrti/2026/un-dp-biologija_kl-ek-ek_si-teh-teh_si-um-um_si.pdf



CIP

Kataložni zapis o publikaciji (CIP) pripravili v Narodni in univerzitetni knjižnici v Ljubljani

[COBISS.SI](https://cobiss.si)-ID [247095043](https://cobiss.si)

ISBN 978-961-03-1027-3 (Zavod RS za šolstvo, PDF)



BESEDILO O SEJI SS

Strokovni svet RS za splošno izobraževanje je na svoji 244. seji, dne 22. 5. 2025, določil učni načrt biologija za izobraževalni program klasične gimnazije, izobraževalni program ekonomske gimnazije, izobraževalni program ekonomske gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program tehniške gimnazije, izobraževalni program tehniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program umetniške gimnazije in izobraževalni program umetniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri.

Strokovni svet RS za splošno izobraževanje se je na svoji 244. seji, dne 22. 5. 2025, seznanil z didaktičnimi priporočili k učnemu načrtu biologija za izobraževalni program klasične gimnazije, izobraževalni program

ekonomske gimnazije, izobraževalni program ekonomske gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program tehniške gimnazije, izobraževalni program tehniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri, izobraževalni program umetniške gimnazije in izobraževalni program umetniške gimnazije s slovenskim učnim jezikom na narodno mešanem območju v slovenski Istri.



PRIZNANJE AVTORSTVA – NEKOMERCIALNO – DELJENJE POD ENAKIMI POGOJI

Prenova izobraževalnih programov s prenovo ključnih programskih dokumentov (kurikuluma za vrtce, učnih načrtov ter katalogov znanj)



REPUBLIKA SLOVENIJA
MINISTRSTVO ZA VZGOJO IN IZOBRAŽEVANJE



KAKO SE ZNAJTI?

TIPIČNE STRANI

V dokumentu je za dijakinje in dijake, učiteljice in učitelje ipd. uporabljena moška slovnična oblika, ki velja enakovredno za oba spola.

Tema sporoča vsebinski okvir ali okvir predmetnospecifičnih zmožnosti, povezanih s cilji oz. skupinami ciljev: teme so predmetno specifične in lahko vključujejo vsebinske sklope in dejavnosti ter razvijajo veščine, zmožnosti in koncepte, ki naj bi jih dijaki izgrajevali in razvijali v procesu učenja.

Vrsta teme:
Obvezno
Izbirno
Maturitetno

Opis teme zajema ključne poudarke oz. koncepte kot okvir skupinam ciljev.

Dodatna pojasnila za temo lahko vsebujejo razlago o zasnovi teme, usmeritve in/ali navodila, ki se nanašajo na vsebino, vrsto teme, členitev teme, poimenovanje, trajanje, dejavnosti, izvedbo aktivnosti, učne pripomočke ... oz. karkoli, kar je pomembno za to temo.

IME TEME

OBVEZNO

OPIS TEME

Em fugiaspiduci sitet ut etur, in conest dipsum eosa nonsequam volorum, ommolor aut desequi duciist estrunda volorest, sandeni maximin uscillab il magnam quiam quo con explacc ullaccum alisi quidell igendam, in repta dolupta volor sam, ut hilit laut faccumqui omnim ut doluptur, quam consequ atibus dolo dignate mporehent qui tem nonseque por aliquisimust que volestrum esed quibusdae milla conserf ernate dentiat.

Ma vellaut quatio rporrore voluptae cus et illent harum doluptatur, et quas molorporia doluptatis molum rae nos event, inullit incimaiozem fugiandantis et fugitisque maion ped quo odi beatur, sequi illisqui ipidel escim reprat.

DODATNA POJASNILA ZA TEMO

Ullatur sequo qui ut vellenderio. Re exceseq uiatur aturem eos millandio totaquis alibus iume voluptatia quis aut quamust iosant prestius, ut ommodigendis doluptaes dersped moluptae. Harum a volupta tiatur, ne veles quia voluptatia similic tatesequam, seque ventio. Hendis erum quissequo quist que con nulparum ut quuntemos et repro quod ma nimusa sae vellaut eum ulpari valent voluptu rempor a de omnimax impellu ptataecusa ducipsae aut evelles temolup tincil imporia simped et endes eum et molum que laborerat voluptiurem nempori bustio explabo rionsenet evenimin nis ex eum voluptam consed que volupid eliquibus, tetusda ntusam ellis ut archill uptiore rundiae nimusdam vel enit, optibea quiaspelitem lam alit re, omnis ab il mo dolupti commihi tionsequiam eicia dolo intur accusci musdaecatet faccatur? Sinctet latiam facescipsa

Ceria pa iumquam, exernam quaspis dit equasit, omnis quis aut apitassum coribusda invenih icatia qui aperorum qui ut re perumquaepep quame moditatum ipient veligna tessint iaessum, optamus, testi sediasped moluptatem aperiam aut quodips usciate veribus.

Mi, asit volupta tuscil int aspel illit atur, eum idenist iorrum alit, nim re illitas ma nimi, iusclisita dolorrym volorepedio core, consequam quae. De nossiti officillate

Z oznako **SC** so označeni ključni cilji posameznih področij skupnih ciljev. Številčni zapis pri oznaki skupnih ciljev se navezuje na preglednico s skupnimi cilji.

27. 2. 2025 /// 15:45

IME SKUPINE CILJEV

CILJI

Z oznako **O** so označeni obvezni cilji.

Z ležečim tiskom in oznako **I** so označeni izbirni cilji.

- O:** Et plabo. Nam eum fuga. Et explat. Xerro et aut que nihicia doloribus, velisci tatur
I: *Que ommodic aboribust, tesequae nimaionseni arum audit minusda dolum, si venimil itatat. Estinve litatem ut adit quid qui.* **SC** (2.2.2.1)
I: *Quia voluptatur aut od minverum, quas ilis et mint, eature rehenit magnatur aut exceaquam reiunt et omnis nobit vero excepel in nimagmam quat officiam que plaborpore ne culpa eum dolore aut aspicias sanihil moditam re pelias ne veri reperferes solos dolorum, quidit ad qui dolorerun.*
O: Ibus nis auda vendio venis saperum atem quiant aut pre comniscia num at is quoditi ne estinve litatem venis saperum atem quiant. **SC** (1.3.4.2 | 2.1.1.1 | 2.1.2.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 3.1.3.1 | 5.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak

S krepko označenim besedilom so izpostavljeni **minimalni standardi znanja**.

Z ležečim besedilom so označeni izbirni standardi oz. standardi znanja, ki izhajajo iz izbirnih ciljev.

Dodatne pisave in oznake pri standardih so opredeljene v obvezujočih navodilih za učitelja (npr. podčrtani, M, PTI itd.)

- Obisquamet faccab incium repenam id quist plita nume con nonectem sit volentis etur sanda de velictorrum quasimus mo mi.
- Ilcillabo. Bor as plibusc ipidesequat latia cuptatu repeliam.
- Et ommo commolo ratatur saepedit essunt que parit, expelliquam rem simos con es est volorrum quae. Aximintios et faccae. Inciet, ommolo con commoluptas aut vidusci enient.**
- Ut fuga. Nemperum fuga.**
- Ma vellaut quiatio rporore voluptae cus et illent harum doluptatur, et quas
- Omnim ut doluptur, quam consequi.
- Obisquamet faccab incium repenam id quist plita nume con nonectem sit volentis etur sanda de velictorrum quasimus mo mi.*
- Ilcillabo. Bor as plibusc ipidesequat latia cuptatu repeliam.*
- Et ommo commolo ratatur saepedit essunt que parit, expelliquam rem simos con es est volorrum quae. Aximintios et faccae. Inciet, ommolo con commoluptas aut vidusci enient.
- Ut fuga. Nemperum fuga.*

TERMINI:

- | | | | |
|---|---|---|---------------------------------------|
| ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint | ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint |
| ☐ veligna tessint | ☐ laborerat voluptiurem | ☐ veligna tessint | |



Pojmi, ki jih dijak mora poznati oz. razumeti (in/ali znati smiselno uporabljati), lahko pa so navedeni tudi priporočeni pojmi. Nabor (strokovnih) terminov zaokrožuje in dopolnjuje posamezno temo, predstavlja pa informacijo učitelju pri načrtovanju vzgojno-izobraževalnega dela. Namenjen je navedbi terminologije, ki jo na področju določene teme v določenem obdobju izobraževalne vertikale usvojijo dijaki.

VIRI IN LITERATURA PO POGLAVJIH

Viri in literatura,
ki so vključeni v
posamezno temo.

NASLOV TEME

- » Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Morbi eget ante eget ante hendrerit convallis vitae et purus. Donec euismod dolor sed neque condimentum, at sodales enim interdum. <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>

NASLOV SKUPINE CILJEV

- » Etiam, M. (2019). Eget laoreet ipsum. Nulla facilisi.
- » Parum, V. (2025). Sequi blaboreet quosam. Seque cus.
- » Morbi P. (2007). Sed ac arcu id velit facilisis aliquet. Nec tincidunt.
- » Eget O. (2010). Vestibulum vitae massa eget orci condimentum fringilla a ac turpis. Nulla et tempus nunc, vitae scelerisque tellus. Sed in tempus mi, a aliquet quam. Integer ut euismod eros, vel pretium mi. Maecenas sollicitudin.
- » Nunc N. (2023). Morbi suscipit ante quis viverra sollicitudin. Aenean ultricies.
- » Nunc N., Ante A., Sem S. (2015). Nullam congue eleifend magna in venenatis. Ut consectetur quis magna vitae sodales. Morbi placerat: <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>
- » Sed A. (2024). Ut aliquet aliquam urna eget laoreet. Fusce hendrerit dolor id mauris convallis, at accumsan lectus fermentum. Nunc bibendum quam et nibh elementum consectetur.

NASLOV SKUPINE CILJEV

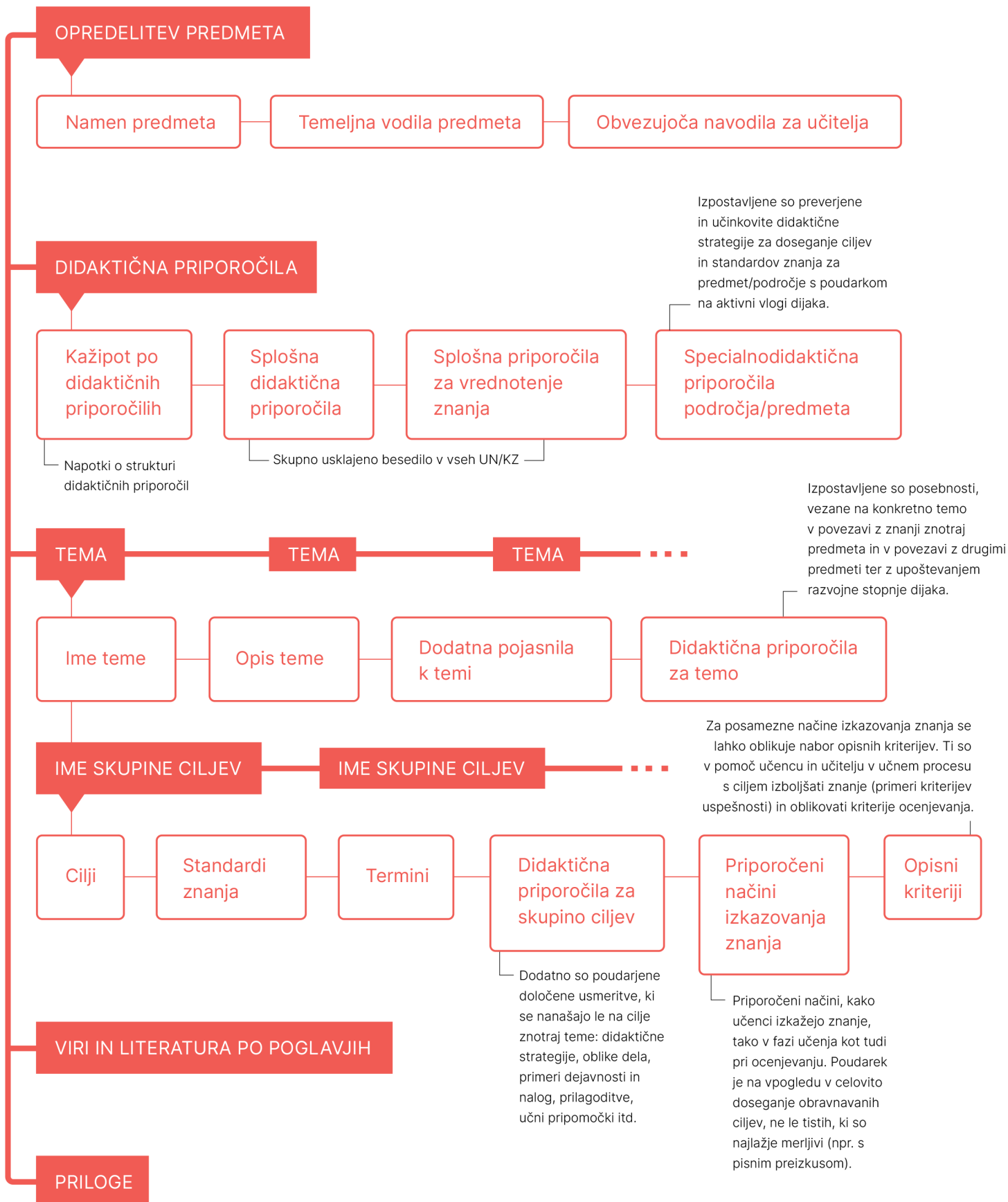
- » Vestibulum vitae massa eget orci condimentum fringilla, <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>
- » Nunc F.: Vivamus quis tortor et ipsum tempor laoreet id quis nunc. Phasellus quis sagittis ligula.
- » Redaktion, 2018. Morbi placerat: <https://lorem.ipsum.com/mubis/link/n0n2c3c>

Viri in literatura, ki so vključeni
v posamezno skupino ciljev.

Hiperpovezava
do zunanjega vira

KAKO SE ZNAJTI?

STRUKTURA UČNEGA NAČRTA Z DIDAKTIČNIMI PRIPOROČILI



KAZALO

OPREDELITEV PREDMETA..... 11

Namen predmeta..... 11

Temeljna vodila predmeta 11

Obvezujoča navodila za učitelje 12

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA 13

Kažipot po didaktičnih priporočilih 13

Splošna didaktična priporočila 13

Splošna priporočila za vrednotenje znanja ... 15

Specialnodidaktična priporočila
področja/predmeta 17

TEME, CILJI, STANDARDI ZNANJA..... 29

BIOLOGIJA JE ZNANSTVENA VEDA 30

Biologija je veda in znanost..... 31

Znanstveno raziskovanje prispeva k vzročnemu
razumevanju delovanja živega sveta 34

DELOVANJE ORGANIZMOV TEMELJI NA

DELOVANJU CELICE..... 37

Organizmi so zgrajeni iz ene ali več celic 38

Organske in anorganske snovi gradijo celico in
omogočajo njeno delovanje 40

Biotska membrana prostorsko in funkcionalno
razmeji celice in organele..... 42

V celici se nahajajo strukture in organeli, ki
omogočajo delovanje celice 45

Celica z encimi uravnava biokemijske reakcije,
na katerih temelji večina celičnih funkcij..... 47

V celici potekajo presnovni procesi 49

GENETSKE INFORMACIJE SE PRENAŠAJO OD

STARŠEV NA POTOMCE..... 52

Genetska informacija je zapisana v molekulah
DNA ali RNA..... 54

Genetska informacija se prenaša na hčerinske
celice 59

Genetska informacija se uporabi za sintezo
beljakovin 61

Genetska informacija se lahko spremeni 64

Genetska informacija se prenaša med
generacijami 67

Znanje genetike uporabljamo v vedah o

življenju in družbi..... 70

V EVOLUCIJI SE SPREMINJAJO DEDNE LASTNOSTI IN PESTROST VRST 74

Skozi evolucijo se živi sistemi spreminjajo 75

Temeljni mehanizem evolucije je naravno
izbiranje 77

ORGANIZMI SO SI PODOBNI V ZGRADBI IN

DELOVANJU 80

Podobnosti v zgradbi in delovanju organizmov
odražajo skupni izvor življenja..... 81

Bakterije/prokarioti so najstarejša skupina
organizmov na Zemlji 83

Glive so heterotrofi s celično steno 84

Rastline so avtotrofi, ki pretvarjajo svetlobno
energijo v kemijsko 85

Rastline se razvijajo, rastejo in razmnožujejo 86

Rastline uravnavajo svoje delovanje 88

Živali so heterotrofi, pridobivajo energijo in
snovi iz drugih organizmov, izmenjujejo in
transportirajo snovi 89

Živali uravnavajo svoje delovanje in se odzivajo
na spremembe 93

Živali imajo zaščito, oporo in se gibljejo 96

Živali se razvijajo, rastejo in razmnožujejo.... 98

EKOSISTEMI TEMELIJO NA SPLETU ODNOSOV

MED ORGANIZMI 100

Biosfera je povezano delujoča celota -
najkompleksnejši sistem na Zemlji 101

Populacije različnih vrst organizmov soodvisno
delujejo v biocenozah 105

Biosfera se skozi evolucijsko zgodovino
spreminja in s svojim delovanjem spreminja
geosfero..... 108

Organizmi s svojim delovanjem vplivajo na
delovanje ostalih ravni organizacije biosfere
..... 110

RAZISKOVANJE RAZLIČNIH BIOLOŠKIH PODROČIJ

..... 113

Raziskovanje bioloških osnov zdravja 113

Raziskovanje delovanja biocenoz 115

Raziskovanje delovanja mikrobiomov	117
VIRI IN LITERATURA PO POGLAVJIH	119
Biologija je znanstvena veda	119
Delovanje organizmov temelji na delovanju celice	119
BIOTSKA MEMBRANA PROSTORSKO IN FUNKCIONALNO RAZMEJI CELICE IN ORGANELE.....	119
CELICA Z ENCIMI URAVNAVA BIOKEMIJSKE REAKCIJE, NA KATERIH TEMELJI VEČINA CELIČNIH FUNKCIJ	120
V CELICI POTEKAJO PRESNOVNI PROCESI	120
Ekosistemi temeljijo na spletu odnosov med organizmi.....	120
BIOSFERA JE POVEZANO DELUJOČA CELOTA - NAJKOMPLEKSNEJŠI SISTEM NA ZEMLJI..	120
PRILOGE	121
Priloge po poglavjih	121
DELOVANJE ORGANIZMOV TEMELJI NA DELOVANJU CELICE	121
V EVOLUCIJI SE SPREMINJAJO DEDNE LASTNOSTI IN PESTROST VRST	121
ORGANIZMI SO SI PODOBNI V ZGRADBI IN DELOVANJU	121
DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO	121

OPREDELITEV PREDMETA

NAMEN PREDMETA

Biologija je splošnoizobraževalni predmet, ki prispeva k celostnemu razumevanju živega sveta. Temelji na spoznavanju delovanja biosfere, ki je zgrajena iz med seboj povezanih nelinearnih živih sistemov na različnih hierarhičnih ravneh. Segi v vsa področja življenja in družbe in je temelj napredka in aplikacij na mnogih pomembnih področjih človekovega udejstvovanja (medicina, farmacija, veterina, agroživilstvo idr.), katerih hitri razvoj vodi v tveganja in nevarnosti, ki jih je nujno prepoznati, razumeti in sistemsko reševati. Namen pouka biologije je doseči pri dijakih celostno razumevanje osnovnih principov delovanja življenja v luči evolucije, poznavanje zgradbe, razumevanje delovanja in razvoja soodvisnih živih sistemov, vključno s človekom kot sestavnim delom biosfere. Zagotavlja osnove za prepoznavanje in razumevanje razvojnega potenciala bioloških ved, ki prispeva k večanju dobrobiti človeštva, ohranjanju zdravja in delovanja biosfere za naše preživetje na Zemlji.

TEMELJNA VODILA PREDMETA

Glavni cilj pouka biologije je **celostno razumevanje delovanja življenja**, torej razumevanje vsebinskih konceptov in povezav med njimi ter razvijanje racionalnega sistemskega načina razmišljanja, ki temelji na znanstvenih spoznanjih. Temeljni biološki koncepti, ki so okvir učnega načrta, so evolucija, povezanost zgradbe in delovanja živih sistemov, pretvarjanje snovi in energije v živih sistemih, pretok, izmenjava in shranjevanje informacij, živi sistemi in ravni organizacije ter biologija kot znanost in metodologija biološkega raziskovalnega dela. Temeljne koncepte je moč prepoznati v opredeljenih temah, konceptualno zapisanih skupinah ciljev, ciljih, standardih in didaktičnih priporočilih. Skozi razumevanje in povezovanje temeljnih konceptov dijaki razvijajo **spoštovanje do žive narave** in lastnega **zdravega načina življenja**. Z razvojem različnih veščin, predvsem kritičnega mišljenja, pa se bodo lahko aktivno vključevali v družbene **razprave in samostojno odločanje**.

Poudarek naj bo na samostojnem eksperimentalnem in terenskem delu dijakov (individualno, delo v dvojicah, skupinsko) s prisotnostjo laboranta, ki naj bo optimalno razporejeno skozi celotno obdobje poučevanja biologije ter smiselno dopolnjeno z demonstracijskim eksperimentalnim delom učitelja.

OBVEZUJOČA NAVODILA ZA UČITELJE

Število ur biologije se razlikuje v predmetnikih izobraževalnih programov klasične in strokovnih gimnazij. V okviru 140-urnega obveznega predmeta se obravnavajo obvezni cilji. Za izobraževalne programe, kjer je s predmetnikom določeno večje število ur, učitelj poleg obveznih ciljev strokovno avtonomno izbere tudi izbirne cilje, ki so v učnem načrtu zapisani v poševni pisavi. Predlagano je zaporedje tem, učitelj pa lahko strokovno avtonomno v svoji letni pripravi in pripravi na pouk določi svoje zaporedje tem in ciljev ter njihovo razporeditev po letnikih.

Cilji in standardi maturitetnega sklopa so v učnem načrtu zapisani kot izbirni (s poševno pisavo) in označeni s črko M. Za pripravo na maturo učitelj upošteva tudi obvezne cilje in standarde iz učnega načrta splošne gimnazije. V okviru priprave na maturo utrdimo, ponovimo in poglobimo obvezne cilje ter jih nadgradimo z maturitetnimi cilji ter pripadajočimi standardi znanja.

Najmanj **dvajset odstotkov** celotnega obsega ur temelji na opazovanju, eksperimentiranju, terenskem in raziskovalnem delu.

Skozi razumevanje in povezovanje temeljnih bioloških konceptov dijaki razvijajo **pozitiven in etičen odnos do žive narave**, lastnega **zdravja in zdravja drugih**.



DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

KAŽIPOT PO DIDAKTIČNIH PRIPOROČILIH

Razdelke *Kažipot po didaktičnih priporočilih*, *Splošna didaktična priporočila* in *Splošna priporočila za vrednotenje znanja* je pripravil Zavod RS za šolstvo.

Didaktična priporočila prinašajo učiteljem napotke za uresničevanje učnega načrta predmeta v pedagoškem procesu. Zastavljena so večplastno, na več ravneh (od splošnega h konkretnemu), ki se medsebojno prepletajo in dopolnjujejo.

- » Razdelka **Splošna didaktična priporočila** in **Splošna priporočila za vrednotenje znanja** vključujeta krovne usmeritve za načrtovanje, poučevanje in vrednotenje znanja, ki veljajo za vse predmete po celotni izobraževalni vertikali. Besedilo v teh dveh razdelkih je nastalo na podlagi *Usmeritev za pripravo didaktičnih priporočil k učnim načrtom za osnovne šole in srednje šole* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/3ladrdr>) ter *Izhodišč za prenovo učnih načrtov v osnovni šoli in gimnaziji* (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/plw0909>) in je v vseh učnih načrtih enako.
- » Razdelek **Specialnodidaktična priporočila področja/predmeta** vključuje tista didaktična priporočila, ki se navezujejo na področje/predmet kot celoto. Zajeti so didaktični pristopi in strategije, ki so posebej priporočeni in značilni za predmet glede na njegovo naravo in specifične.

Učni načrt posameznega predmeta je členjen na *teme*, vsaka tema pa se lahko nadalje členi na *skupine ciljev*.

- » Razdelka **Didaktična priporočila za temo** in **Didaktična priporočila za skupino ciljev** vključujeta konkretne in specifične napotke, ki se nanašajo na poučevanje določene teme oz. skupine ciljev znotraj teme. Na tem mestu so izpostavljene preverjene in učinkovite didaktične strategije za poučevanje posamezne teme ob upoštevanju značilnosti in vidikov znanja, starosti dijakov, predznanja, povezanosti znanja z drugimi predmeti/področji ipd. Na tej ravni so usmeritve lahko konkretizirane tudi s primeri izpeljave oz. učnimi scenariji.

Didaktična priporočila na ravni skupine ciljev zaokrožujeta razdelka **Priporočeni načini izkazovanja znanja** in **Opisni kriteriji**, ki vključujeta napotke za vrednotenje znanja (spremljanje, preverjanje, ocenjevanje) znotraj posamezne teme oz. skupine ciljev.

SPLOŠNA DIDAKTIČNA PRIPOROČILA

Učitelj si za uresničitev ciljev učnega načrta, kakovostno učenje ter optimalni psihofizični razvoj dijakov prizadeva zagotoviti varno in spodbudno učno okolje. V ta namen pri poučevanju uporablja raznolike

didaktične strategije, ki vključujejo učne oblike, metode, tehnike, učna sredstva in gradiva, s katerimi dijakom omogoča aktivno sodelovanje pri pouku, pa tudi samostojno učenje. Izbira jih preišči, glede na namen in naravo učnih ciljev ter glede na učne in druge, za učenje pomembne značilnosti posameznega dijaka, učne skupine ali oddelka.

Varno in spodbudno učno okolje učitelj zagotavlja tako, da:

- » spodbuja medsebojno sprejemanje, sodelovanje, čustveno in socialno podporo;
- » neguje vedoželjnost, spodbuja interes in motivacijo za učenje, podpira razvoj različnih talentov in potencialov;
- » dijake aktivno vključuje v načrtovanje učenja;
- » kakovostno poučuje in organizira samostojno učenje (individualno, v parih, skupinsko) ob različni stopnji vodenja in spodbujanja;
- » dijakom omogoča medsebojno izmenjavo znanja in izkušenj, podporo in sodelovanje;
- » prepozna in pri poučevanju upošteva predznanje, skupne in individualne učne, socialne, čustvene, (med)kulturne, telesne in druge potrebe dijakov;
- » dijakom postavlja ustrezno zahtevne učne izzive in si prizadeva za njihov napredek;
- » pri dijakih stalno preverja razumevanje, spodbuja ozaveščanje in usmerjanje procesa lastnega učenja;
- » proces poučevanja prilagaja ugotovitvam sprotne spremljanja in preverjanja dosežkov dijakov;
- » omogoča povezovanje ter nadgrajevanje znanja znotraj predmeta, med predmeti in predmetnimi področji;
- » poučuje in organizira samostojno učenje v različnih učnih okoljih (tudi virtualnih, zunaj učilnic), ob uporabi avtentičnih učnih virov in reševanju relevantnih življenjskih problemov in situacij;
- » ob doseganju predmetnih uresničuje tudi skupne cilje različnih področij (jezik, državljanstvo, kultura in umetnost; trajnostni razvoj; zdravje in dobrobit; digitalna kompetentnost; podjetnost).

Učitelj pri uresničevanju ciljev in standardov znanja učnega načrta dijakom omogoči prepoznavanje in razumevanje:

- » smisla oz. namena učenja (kaj se bodo učili in čemu);
- » uspešnosti lastnega učenja oz. napredka (kako in na temelju česa bodo vedeli, da so pri učenju uspešni in so dosegli cilj);
- » pomena različnih dokazov o učenju in znanju;
- » vloge povratne informacije za stalno izboljševanje ter krepitev občutka »zmorem«;
- » pomena medvrstniškega učenja in vrstniške povratne informacije.

Za doseganje celostnega in poglobljenega znanja učitelj načrtuje raznolike predmetne ali medpredmetne učne izzive, ki spodbujajo dijake k aktivnemu raziskovanju, preizkušanju, primerjanju, analiziranju, argumentiranju,

reševanju avtentičnih problemov, izmenjavi izkušenj in povratnih informacij. Ob tem nadgrajujejo znanje ter razvijajo ustvarjalnost, inovativnost, kritično mišljenje in druge prečne veščine. Zato učitelj, kadar je mogoče, izvaja projektni, problemski, raziskovalni, eksperimentalni, izkustveni ali praktični pouk in uporablja temu primerne učne metode, pripomočke, gradiva in digitalno tehnologijo.

Učitelj upošteva raznolike zmožnosti in potrebe dijakov v okviru notranje diferenciacije in individualizacije pouka ter personalizacije učenja s prilagoditvami, ki obsegajo:

- » učno okolje z izbiro ustreznih didaktičnih strategij, učnih dejavnosti in oblik;
- » obsežnost, zahtevnost in kompleksnost učnih ciljev;
- » raznovrstnost in tempo učenja;
- » načine izkazovanja znanja, pričakovane rezultate ali dosežke.

Učitelj smiselno upošteva načelo diferenciacije in individualizacije tudi pri načrtovanju domačega dela dijakov, ki naj bo osmišljeno in raznoliko, namenjeno utrjevanju znanja in pripravi na nadaljnje učenje.

Individualizacija pouka in personalizirano učenje sta pomembna za razvijanje talentov in potencialov nadarjenih dijakov. Še posebej pa sta pomembna za razvoj, uspešno učenje ter enakovredno in aktivno vključenost dijakov s posebnimi vzgojno-izobraževalnimi potrebami, z učnimi težavami, dvojno izjemnih, priseljencev ter dijakov iz manj spodbudnega družinskega okolja. Z individualiziranimi pristopi preko inkluzivne poučevalne prakse učitelj odkriva in zmanjšuje ovire, ki dijakom iz teh skupin onemogočajo optimalno učenje, razvoj in izkazovanje znanja, ter uresničuje v individualiziranih programih in v drugih individualiziranih načrtih načrtovane prilagoditve vzgojno-izobraževalnega procesa za dijake iz specifičnih skupin.

SPLOŠNA PRIPOROČILA ZA VREDNOTENJE ZNANJA

Vrednotenje znanja razumemo kot ugotavljanje znanja dijakov skozi celoten učni proces, tako pri spremljanju in preverjanju (ugotavljanje predznanja in znanja dijaka na vseh stopnjah učenja) kot tudi pri ocenjevanju znanja.

V prvi fazi učitelj kontinuirano spremlja in podpira učenje, preverja znanje vsakega dijaka, mu nudi kakovostne povratne informacije in ob tem ustrezno prilagaja lastno poučevanje. Pred začetkom učnega procesa učitelj najprej aktivira in ugotavlja dijakovo predznanje in ugotovitve uporabi pri načrtovanju pouka. Med učnim procesom sproti preverja doseganje ciljev pouka in standardov znanja ter spremlja in ugotavlja napredek dijaka. V tej fazi učitelj znanja ne ocenjuje, pač pa na osnovi ugotovitev sproti prilagaja in izvaja dejavnosti v podporo in spodbudo učenju (npr. dodatne dejavnosti za utrjevanje znanja, prilagoditve načrtovanih dejavnosti in nalog glede na zmožnosti in potrebe posameznih dijakov ali skupine).

Učitelj pripomore k večji kakovosti pouka in učenja, tako da:

- » sistematično, kontinuirano in načrtno pridobiva informacije o tem, kako dijak dosega učne cilje in usvaja standarde znanja;
- » ugotavlja in spodbuja razvoj raznolikega znanja – ne le vsebinskega, temveč tudi procesnega (tj. spretnosti in veščin), spremlja in spodbuja pa tudi razvijanje odnosnega znanja;

- » spodbuja dijaka, da dosega cilje na različnih taksonomskih ravneh oz. izkazuje znanje na različnih ravneh zahtevnosti;
- » spodbuja uporabo znanja za reševanje problemov, sklepanje, analiziranje, vrednotenje, argumentiranje itn.;
- » je naravnani na ugotavljanje napredka in dosežkov, pri čemer razume, da so pomanjkljivosti in napake zlasti priložnosti za nadaljnje učenje;
- » ugotavlja in analizira dijakovo razumevanje ter odpravlja vzroke za nerazumevanje in napačne predstave;
- » dijaka spodbuja in ga vključuje v premisleke o namenih učenja in kriterijih uspešnosti, po katerih vrednoti lastno učno uspešnost (samovrednotenje) in uspešnost vrstnikov (vrstniško vrednotenje);
- » dijaku sproti podaja kakovostne povratne informacije, ki vključujejo usmeritve za nadaljnje učenje.

Ko so dejavnosti prve faze (spremljanje in preverjanje znanja) ustrezno izpeljane, sledi druga faza, ocenjevanje znanja. Pri tem učitelj dijaku omogoči, da lahko v čim večji meri izkaže usvojeno znanje. To doseže tako, da ocenjuje znanje na različne načine, ki jih je dijak spoznal v procesu učenja. Pri tem upošteva potrebe dijaka, ki za uspešno učenje in izkazovanje znanja potrebuje prilagoditve.

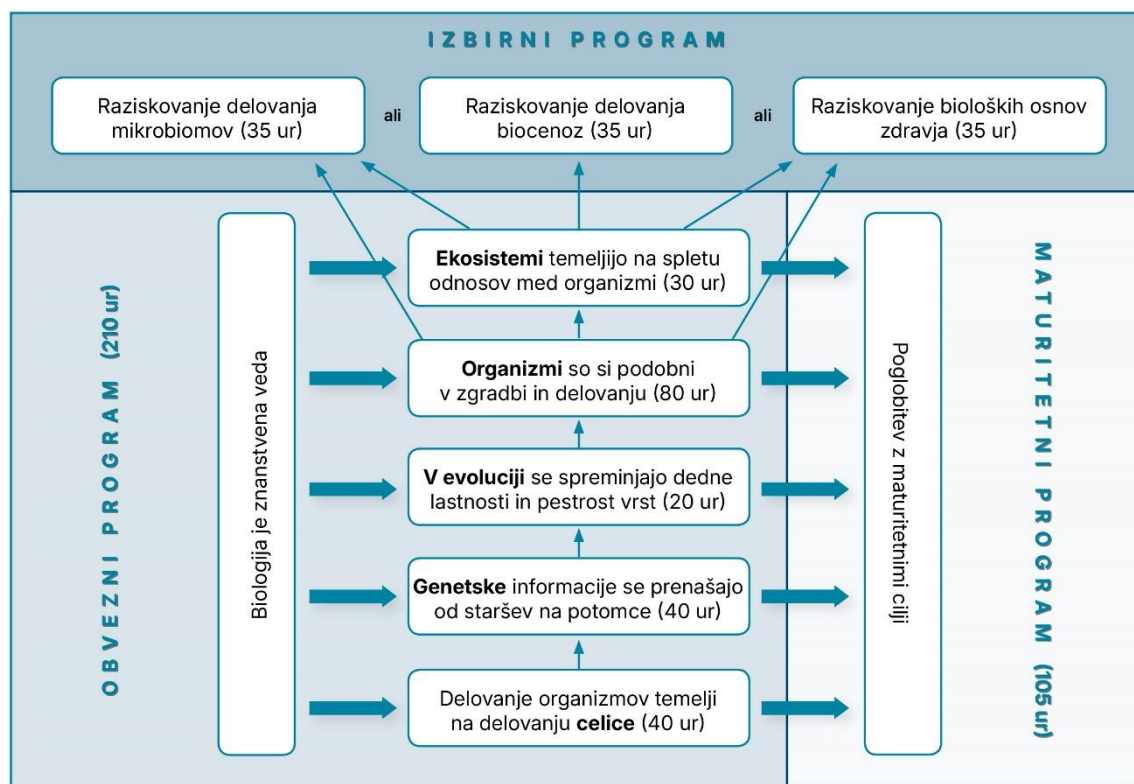
Učitelj lahko ocenjuje samo znanje, ki je v učnem načrtu določeno s standardi znanja. Predmet ocenjevanja znanja niso vsi učni cilji, saj vsak cilj nima z njim povezanega specifičnega standarda znanja. Učitelj ne ocenjuje stališč, vrednot, navad, socialnih in čustvenih veščin ipd., čeprav so te zajete v ciljnih učnega načrta in jih učitelj pri dijaku sistematično spodbuja, razvija in v okviru prve faze tudi spremlja.

Na podlagi standardov znanja in kriterijev uspešnosti učitelj, tudi v sodelovanju z drugimi učitelji, pripravi kriterije ocenjevanja in opisnike ter jih na ustrezen način predstavi dijaku. Če dijak v procesu učenja razume in uporablja kriterije uspešnosti, bo lažje razumel kriterije ocenjevanja. Ugotovitve o doseganju standardov znanja, ki temeljijo na kriterijih ocenjevanja in opisnikih, se izrazijo v obliki ocene.

Učitelj z raznolikimi načini ocenjevanja omogoči izkazovanje raznolikega znanja (védenje, spretnosti, veščine) na različnih ravneh. Zato poleg pisnih preizkusov znanja in ustnih odgovorov ocenjuje izdelke (pisne, likovne, tehnične, praktične in druge za predmet specifične) in izvedbo dejavnosti (govorne, gibalne, umetniške, eksperimentalne, praktične, multimedijske, demonstracije, nastope in druge za predmet specifične), s katerimi dijak izkaže svoje znanje.

SPECIALNODIDAKTIČNA PRIPOROČILA PODROČJA/PREDMETA

Shematski prikaz povezanosti tem učnega načrta in okvirno število ur za posamezne teme



Temelji poučevanja biologije

Poučevanje biologije v gimnaziji mora temeljiti na znanstvenih spoznanjih in razumevanju biologije kot vede o živem. **SC** (2.1.3.1) Ključni cilj je nadaljevanje razvijanja biološke pismenosti, ki se je oblikovala že skozi celotno vertikalno osnovnošolskega izobraževanja, nadaljuje pa se v gimnaziji. Vključuje celotno razumevanje in povezovanje bioloških konceptov. Pri poučevanju biologije izhajamo iz organiziranega zbira znanja ter vključujemo različne oblike in metode dela, s katerimi preverimo predznanje dijakov ter jih usmerimo, da svoje znanje nadgradijo in utrdijo. Pri pouku biologije spodbujamo opazovanje in raziskovanje, vključevanje novih spoznanj sodobne biološke znanosti ter razvijamo prečne veščine, s katerimi dosegamo aktualizacijo znanja in realiziramo izbrane skupne cilje. V pouk smiselno vključujemo znanja drugih naravoslovnih ved (fizike, kemije) in matematike ter elemente naravoslovne pismenosti (več informacij o opredelitvi naravoslovne pismenosti in gradnikih naravoslovne pismenosti je dostopnih na <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/tnp6vrc>).

Laboratorijske in terenske vaje

Dvajset odstotkov ur pouka biologije je namenjenih opazovanju, eksperimentiranju in terenskem delu. Pri laboratorijskih in terenskih vajah dijake razdelimo v skupine. Ker eksperimentalno in terensko raziskovanje zahtevata več časa kot frontalna razlaga, naj za čim bolj optimalno izvedbo šola po možnostih 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 dejavnosti vključen odgovoren odnos do živega, ekosistemov, lastne varnosti in zdravja. Učitelj naj v pouk čim večkrat vključuje spoznavanje nacionalno pomembnih naravnih vrednot in ekosistemov ter razvija ozaveščenost, da je Slovenija del sveta z eno najvišjih stopenj biotske pestrosti, ki pa že več desetletij upada. Posebna pozornost naj bo zato namenjena endemičnim in ogroženim oz. zavarovanim vrstam.

Terensko delo učitelj strokovno avtonomno vključuje v sklope, v katerih je glede na koncept izvajanja pouka najbolj smiselno. Terensko delo lahko izvedemo kot naravoslovni dan ali projektni dan na terenu. Izvedba terenskega dela naj bo časovno in vsebinsko čim bolj usklajena z vsebinami in cilji, ki jih obravnavamo pri pouku. Terensko delo mora biti namenjeno razvijanju razumevanja bioloških konceptov ter uresničevanju vsebinskih in procesnih ciljev.

Vloga učitelja pri poučevanju biologije

Učitelji pri poučevanju avtonomno izbirajo raznolike oblike in metode dela za doseganje ciljev, ki omogočajo razvijanje biološke pismenosti. Učitelji vodijo pouk biologije tako, da usmerjajo dijake pri prepoznavanju, razumevanju in povezovanju kompleksnih bioloških konceptov ter spodbujajo kritično razmišljanje ter uporabo znanja pri iskanju rešitev kompleksnih problemov v vsakdanjem življenju.  (2.3.3.1)

Učitelj naj se pri načrtovanju in izvajanju učnega procesa izogiba antropocentričnemu pogledu na življenje ter v skladu s svojo strokovno avtonomijo premišljeno in ustvarjalno izbira načine, kako dijakom približati posamezne vsebine. Učitelj naj pouk biologije načrtuje tako, da dijake usmerja k usvajanju znanja z lastno miselno aktivnostjo. Učinkovito poučevanje doseže tako, da uravnoteženo izbira med različnimi pristopi ter jih prilagodi predznanju in individualizira glede na zmožnosti dijakov, kar omogoča doseganje standardov znanja tudi na višjih ravneh zahtevnosti in pri dijakih spodbuja razvoj notranje motivacije za učenje.  (3.1.4.1)

Pristopi k poučevanju biologije

Sodobno biološko izobraževanje poudarja premik od faktografskega učenja z opisovanjem zgradbe, razlago pojmov in ponavljanjem definicij življenjskih procesov k učenju z razumevanjem bioloških konceptov in povezav med njimi. Izhajamo iz delovanja življenja (funkcije), ki je tesno povezana z zgradbo (strukturom), ter postopoma gradimo mrežo znanja, ki je podlaga celostnega razumevanja življenja, tudi razumevanja delovanja lastnega telesa.

Pri razvijanju biološke pismenosti smiselno razvijamo elemente naravoslovne pismenosti. Poučevanje biologije naj temelji na aktivnih oblikah poučevanja v razredu ali na terenu ter kombinaciji frontalnega podajanja in samostojnega oziroma skupinskega dela, ki naj vključuje elemente biološkega raziskovanja, demonstracije, eksperimentalnega dela, miselnih eksperimentov in projektnega dela.

Pri razvijanju razumevanja kompleksnosti biološke znanosti in delovanja živih sistemov lahko uporabljamo različne oblike vizualizacije, razlage, argumentacije in zgodbe ter vodimo pouk in usmerjamo dijake glede na njihove zmožnosti z različnimi pristopi, da lahko dosežejo standarde znanja na čim višjih ravneh zahtevnosti. Različne oblike vizualizacije, kot so različni prikazi, 3D modeli, slike, fotografije, stenske slike in plakati, sheme, preglednice, grafi, animacije in simulacije, pojmovni zemljevidi ipd., so lahko v pomoč pri usvajanju osnovnega in poglobljenega znanja. Pri poučevanju biologije je temeljno vodilo učenje z razumevanjem in povezovanjem konceptov ter razvijanju kompetenc za vzročno-posledično predvidevanje in utemeljevanje, zato je pomembno predvideti prednosti in pomanjkljivosti uporabe različnih oblik vizualizacije. V učnem načrtu je v zapisih ciljev

zaradi poenostavitve in poenotenja zapisov večkrat zapisano »ob/na modelu«, kar pomeni, da učitelj avtonomno izbere vsaj eno obliko vizualizacije, ki jo ima na voljo.

Sodobna biologija je interdisciplinarna veda, ki smiselno vključuje znanja drugih naravoslovnih, družboslovnih in humanističnih znanosti, zato je pomembno medpredmetno povezovanje po vertikali in horizontali. Učitelji strokovno avtonomno načrtujejo medpredmetno povezovanje pri uresničevanju posameznih ciljev in doseganju standardov znanja na različnih ravneh zahtevnosti.

Primeri didaktičnih strategij, metod in oblik dela

– **Učenje z raziskovanjem, poskusi in mikroskopiranje:** ob mikroskopiranju dijaki razvijajo konceptualna znanja in naravoslovno pismenost.

– **Učenje s poenostavljenimi modeli in ob modelih:** dijaki lahko izdelajo različne modele (npr. celice, organa, ekosistema). Učitelj naj poskrbi, da dijaki materiale izberejo premišljeno in ob modelu predstavijo zgradbo in funkcijo biološkega sistema. Ob izdelavi modelov dijaki razvijajo ustvarjalnost.

– **Učenje z grafičnimi organizatorji:** omogoča dijakom, da si s pomočjo pojmovnih mrež, miselnih vzorcev, shem in drugih grafičnih organizatorjev zapomnijo zgradbo in funkcijo različnih bioloških sistemov ter razumejo njuno povezanost.

– **Uporaba interaktivnih modelov in tehnologije:** v pouk lahko vključujemo simulacije, videoposnetke, animacije, spletne kvize idr.

Učna diferenciacija in individualizacija

Uporaba predlaganih didaktičnih strategij, metod in oblik dela omogoča učno diferenciacijo in individualizacijo, saj lahko dijaki glede na svoj interes in predznanje izdelajo različne modele, uporabljajo različne simulacije itd.

Podlaga za diferenciacijo in individualizacijo so lahko tudi izbirni cilji posameznih skupin ciljev. Učitelj diferencira in individualizira glede na predznanje dijakov, njihov interes, izbirnost dokazov o učenju.

Učno vsebino lahko na različne načine prilagodimo glede na sposobnosti in interese učencev.

Učno diferenciacijo in individualizacijo lahko vključujemo tudi na druge načine:

- » z izvajanjem dela v skupinah, dvojicah – medvrstniška pomoč s sodelovanjem;
- » pri navodilih za načrtovanje in izvajanje poskusov (spreminjanje zahtevnosti izvedbe poskusa z različno prilagojenimi navodili);
- » z vključevanjem različnih načinov spremljanja napredka posameznika, spodbud in povratnih informacij učitelja;
- » s spodbujanjem samoevalvacije in samoregulacije učenja (formativno spremljanje znanja po lastnem načrtu znanja, npr. kaj vem, razumem, znam razložiti, kaj se bom še naučil; semafor; načrtovanje svoje učne poti; oblikovanje kriterijev uspešnosti;
- » ločevanje zahtevnosti nalog in usmerjanje učencev k prepoznavi lastnih zmožnosti opravljanja in reševanja nalog na različnih stopnjah zahtevnosti, npr. učitelj pripravi naloge, označene z barvami glede na stopnjo zahtevnosti.

Biologija kot del splošne izobrazbe

Razumevanje biologije je bistveni del splošne izobrazbe, saj predstavlja eno temeljnih znanj, ki jih potrebujejo dijaki pri samostojnem odločanju, aktivnem sodelovanju in strokovnem argumentiranju v družbenih razpravah. Sodobni pouk biologije omogoča ustvarjanje mreže znanja, ki je temelj vseživljenjskega učenja in aktivnega državljanstva.

Zaradi hitrega napredka biološke znanosti in njenega vse večjega pomena v družbi je nujno, da učitelji sledijo novim spoznanjem v biologiji in jih vključujejo v pouk. Pri poučevanju dajemo poudarek na delovanje bioloških sistemov, ki je povezano z zgradbo, povezovanjem in prenosom informacij. Z razvojem novih tehnologij (digitalna revolucija, novi merilni instrumenti, sateliti, rekombinantna DNA) se biologija iz opisne vse bolj spreminja v kvantitativno znanost. Pojave merimo, podatke o različnih oblikah biotske pestrosti zbiramo v svetovnih bazah podatkov in analiziramo povezave med njimi (npr. zaporedja nukleotidov v genomih). Pouk biologije v gimnaziji naj zato vključuje tudi spoznavanje teh sodobnih pristopov k raziskovanju življenja, npr. z vključevanjem analize podatkov, izdelavami in opazovanjem modelov in drugimi sodobnimi pristopi.

Pri načrtovanju poučevanja upoštevamo aktualizacijo, vključujemo avtentične primere ter spodbujamo uporabo znanja pri iskanju rešitev aktualnih vprašanj, kar prispeva k vzgoji kritično mislečih, proaktivnih in odgovorno delujočih posameznikov v družbi.  (1.2.5.1)

Biologija in družba

Biološko znanje je čedalje pomembnejše za razumevanje in reševanje različnih problemov, ki se navezujejo tudi na naše osebno in družbeno življenje. Dijaki naj pri kritičnemu vrednotenju in reševanju tovrstnih problemov uporabijo kompleksni pristop, ki temelji na celostnem razumevanju biologije (mreža znanja) in sposobnosti za uporabo mreže znanja pri razpravi o problemu z različnih vidikov. V razpravah o različnih pogledih na družbeni problem, ki se dotika bioloških tem, naj učitelj v argumentih dijakov objektivno popravi morebitne strokovne napake oziroma napačna razumevanja bioloških konceptov in podatkov. Pri nasprotno mnenjih dijakov naj čim bolj nevtravno usmerja razpravo z objektivnimi pojasnili o manjkajočih strokovnih argumentih; tako ob soočenju različnih prepričanj razpravo uravnovesi in poudari pomen upoštevanja in vrednotenja strokovnih argumentov. Učitelj naj dijake opozarja na pomen jasnega in nedvoumnega izražanja pri predstavljanju stališč in mnenj. Pri obravnavi tovrstnih tem naj dijaki raziščejo različne vidike problemov. Pri tem lahko razpravljajo med seboj, z učiteljem in celim razredom ali celo z občinstvom zunaj razreda (npr. razprava v skupinah, raziskava in ustna oziroma pisna predstavitev ugotovitev). Pred uporabo internetnih in drugih virov za razpravo naj učitelj preveri njihovo strokovno korektnost ter ustreznost jezika in načina predstavitve (npr. izogibanje virom, ki problem neutemeljeno predstavljajo na ekstremističen način). Učitelj naj dijake spodbuja, da poleg učbenikov, ki pogosto ne obravnavajo trenutno aktualnih tem, uporabljajo tudi druge vire informacij, vendar vedno na podlagi kritične presoje verodostojnosti vira oziroma informacije. Posebej je pomembno, da se dijaki naučijo kritično presojati informacije, ki so objavljene na internetu ali podane z velikimi jezikovnimi modeli (velik razpon v kakovosti in verodostojnosti).

Prepoznavanje in odpravljanje napačnih predstav

Učitelj naj pri preverjanju (pred)znanja prepozna napačne predstave dijakov ter v nadaljnjem poučevanju biologije izbere smiselne pristope tako, da dijakom pomagajo preseči napačne predstave in doseči smiselno povezano celostno znanje in razumevanje bioloških konceptov.

S preverjanjem predznanja na različne načine (z različnimi nalogami, razpravo z dijaki) naj učitelj pridobi informacije o morebitnih napačnih predstavah dijakov. Učinkovit način preverjanja predznanja so tudi naloge esejskega tipa.

Pri uporabi modelov je pomembno, da učitelji dijake spodbudijo k razmisleku o prednostih in slabostih izbranih modelov, ki jih uporabljamo pri poučevanju kompleksnih bioloških sistemov.

Vpeljevanje novih pristopov v pouk biologije in stalno strokovno izpopolnjevanje učiteljev in laborantov je pomembno tudi zaradi izjemno hitrega napredka sodobne biološke znanosti in pomembne vloge znanja biologije v sodobni družbi.

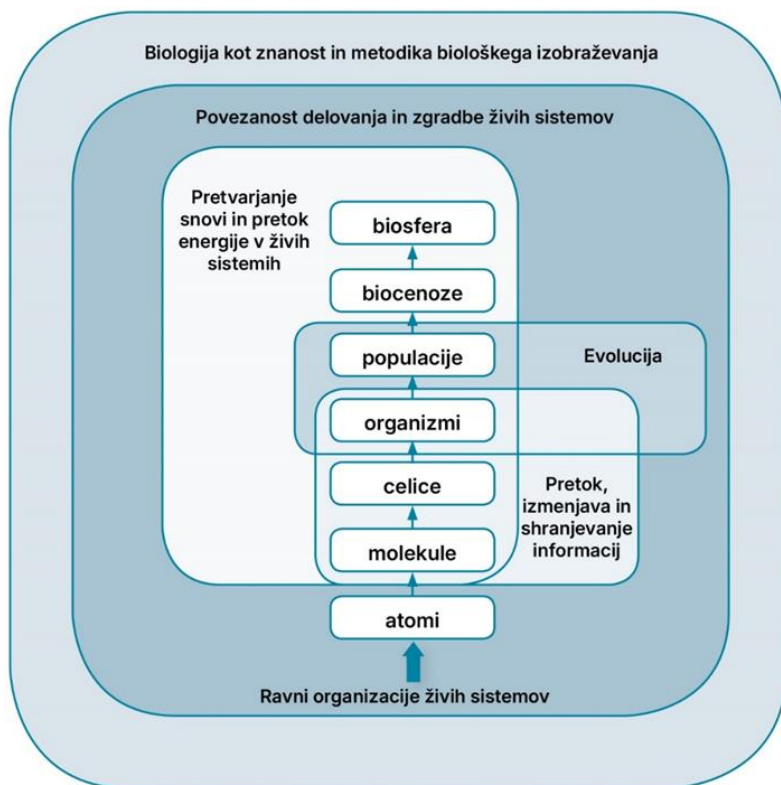
Usmeritve za vrednotenje znanja

Vrednotenje in ocenjevanje znanja pri biologiji naj bo usmerjeno v **razumevanje** snovi v okviru postavljenih standardov. Pomembno je kontinuirano preverjanje razumevanja bioloških konceptov ter odpravljanje napačnih predstav, zato priporočamo, da učitelj v pouk biologije vključuje načela formativnega spremljanja. Preverjanje in ocenjevanje znanja naj temelji na raznolikih načinih, s katerimi bo dijak lahko prikazal globino razumevanja temeljnih bioloških znanj.

Razvijanje bioloških konceptov pri pouku biologije v gimnaziji

Dijaki postopno razvijajo razumevanje temeljnih konceptov biologije skozi celotno osnovno šolo, v gimnaziji pa razumevanje in povezave konceptov nadgradijo.

Shematski prikaz povezanosti konceptov biologije



Temeljni koncepti so:

- » evolucija,
- » povezanost zgradbe in delovanja živih sistemov,
- » pretvarjanje snovi in pretok energije v živih sistemih,
- » pretok, izmenjava in shranjevanje informacij,
- » ravni organizacije živih sistemov,
- » biologija kot znanost in metodologija biološkega raziskovalnega dela.

EVOLUCIJA

Opis koncepta: *Raznolikost življenja se postopoma razvija z evolucijskim spreminjanjem vrst tako, da mutiranje, spolno izbiranje in drugi pomembni mehanizmi vnašajo nove različice fenotipskih lastnosti, naravno izbiranje uspešnih fenotipov pa vrste prilagaja na nežive in žive dejavnike v ekosistemih. Vrste ves čas nastajajo in izumirajo. Organizmi so v stalni interakciji z drugimi organizmi znotraj lastne vrste ali z organizmi drugih vrst v ekosistemu. Evolucija ni usmerjena h končnemu cilju, evolucijskega prilagajanja ne smemo razumeti kot namensko izpopolnjevanje.*

Postopno razvijanje koncepta evolucije omogoča, da dijaki postopoma razvijajo razumevanje, da je osnovna značilnost življenja nenehna evolucija, v kateri naravno izbiranje (selekcija) spreminja frekvence alelov v populacijah v smeri fenotipskih lastnosti, ki povečujejo možnost preživetja in razmnoževanja v danem okolju. Dijaki postopoma povezujejo vlogo naravnega izbiranja pri spreminjanju raznolikosti življenja na Zemlji.

Dijaki spoznavajo enotnost in raznolikost življenja, pomembne evolucijske prehode, kako razvoj biosfere vpliva na planet in kako nam znanje evolucije pomaga pri reševanju problemov sodobne družbe (npr. razvoj rezistence na antibiotike, varstvo narave, sinteza funkcionalnih biomolekul).

POVEZANOST ZGRADBE IN DELOVANJA ŽIVIH SISTEMOV

Opis koncepta: *Osnovne strukturne enote v živih sistemih določajo funkcijo živih sistemov. Povezava med strukturo in funkcijo je pomembna na različnih ravneh organizacije, od celic (z biomolekulami) do življenjskih združb in globalnega ekosistema in velja za živa bitja in življenjske procese. Z združevanjem osnovnih organizacijskih enot narašča kompleksnost, kar postopno vodi v specializacijo tkiv, nastanek organov in organskih sistemov. Strukture lahko zaradi naravnega izbiranja ohranjajo svojo funkcijo ali dobivajo nove vloge. Struktura in funkcija sta tako v koevoluciji. Živi sistemi nenehno vzpostavljajo razmere, ki omogočajo njihovo delovanje, četudi se zunanji dejavniki spreminjajo. Stabilne razmere v organizmih se vzdržujejo z mehanizmi homeostaze, stabilne razmere v ekosistemih pa zagotavlja vzajemno delovanje organizmov.*

Vsebina koncepta se povezuje z ostalimi koncepti in vsebinami. Koncept povezanosti zgradbe in delovanja in živih sistemov vključuje evolucijski razvoj, enotnost in raznolikost struktur ter funkcije. Iz strukture lahko napovemo in razumemo funkcijo in obratno. S postopnim razvijanjem koncepta dijaki razvijajo razumevanje, da zapletenost zgradbe in funkcije temelji na zgradbi in delovanju osnovnih živih enot, celic, njihovo povezovanje, kombinacije in prenos informacij pa so osnova raznolikih in dinamičnih fizioloških odzivov na vseh ravneh



organizacije (celica/tkivo/organ/organski sistem/organizem/populacija/biocenoza/ekosistem/biom in tudi mikrobiota).

PRETVARJANJE SNOVI IN PRETOK ENERGIJE V ŽIVIH SISTEMIH

Opis koncepta: *Življenje temelji na neprestanem pretoku energije in izmenjavi snovi med ekosistemom in organizmi. Organizmi in ekosistemi so odprti, raznoliki, dinamični, sposobni samoorganizacije in vzdrževanja stabilnih razmer. Celice za celično delo potrebujejo energijo kemijskih vezi, ki jo lahko dobijo iz organskih molekul iz okolja, nekatere pa si te molekule lahko izdelajo same s kemosintezo ali fotosintezo. Večina energije, ki poganja življenje, izvira iz sončne svetlobe, ki jo avtotrofne celice v procesu fotosinteze sprejmejo in pretvarjajo v energijo kemijskih vezi organskih molekul za pogon procesov in izgradnjo organskih snovi, iz katerih so sestavljeni organizmi in ekosistemi. Pojav fotosinteze zgodaj v evoluciji življenja je omogočil preobrazbo celotne Zemljine površine, voda in atmosfere, pojav kompleksnih oblik življenja in naselitev vseh razpoložljivih habitatov na kopnem in v morjih.*

Postopno razvijanje koncepta o pretvarjanju snovi in pretoku energije v živih sistemih temelji na razvijanju razumevanja o zgradbi in delovanju živih sistemov, kako ohranjajo urejeno strukturo, razumevanju življenjskih procesov, presnovnih poti, delovanju bioloških membran, homeostazi, kroženju snovi v ekosistemi in pretoku energije skozi žive sisteme. Dijaki postopoma razvijajo razumevanje, da biološki sistemi ohranjajo dinamično notranje okolje in se samovzdržujejo s pomočjo samoizgradnje, za kar potrebujejo nepretrgan dostop do proste energije ter snovi iz ekosistema. Biološke procese samodejno vzdržujejo na osnovi informacij iz dednega zapisa in procesnih povratnih zank. Energija v žive sisteme vstopa iz energije sončeve svetlobe in energije kemijskih vezi, se pretaka med organizmi po prehranjevalnem spletu, snovi pa krožijo med organizmi ter organizmi in ekosistemom. Človek iz ekosistemov pridobiva hrano, vodo in surovine, zato je njegovo preživetje odvisno od delovanja ekosistemov.

PRETOK, IZMENJAVA IN SHRANJEVANJE INFORMACIJ

Opis koncepta: *Organizmi vsebujejo molekularno zapisano informacijo o izgradnji molekul RNA in proteinov. Ta informacija se prepisuje iz roda v rod, a pri prepisu nastajajo napake, kar imenujemo mutacije. Mutacije in razvojni mehanizmi, ki v organizmih porajajo naključne rezultate, porajajo raznolikost osebkov. Raznolikost osebkov je temelj za razlike v njihovem reproduktivnem uspehu, kar omogoča naravno izbiranje uspešnih osebkov. Izbiranje je temelj za evolucijo. Spolno razmnoževanje, pri katerem starševska organizma prispevata dve kopiji dednega zapisa, prispeva k stabilnosti dedne informacije, hkrati pa z rekombinacijo zagotavlja raznolikost osebkov v populaciji in s tem prispeva k višji sposobnosti preživetja populacije v spremenljivih razmerah. Obenem organizmi zaznavajo spremembe v ekosistemi in signale, ki jih proizvajajo sami, ter glede na tako sprejete informacije uravnavajo svoje vedenje, rast in razvoj.*

Razvijanje koncepta vključuje razumevanje, da biološki sistemi prevzemajo za življenjske procese pomembne informacije iz ekosistema, jih analizirajo in odgovarjajo nanje, kar omogoča samoregulacijo delovanja, rasti in razvoja. DNA kot nosilka dednih informacij s prenosom na nove generacije omogoča nadaljevanje vrst in je vir raznolikosti. Rast in vedenje organizmov sta aktivirana preko izražanja genetskih informacij v odvisnosti od ekosistema ter uravnavanja procesov na podlagi informacij iz ekosistema. Pretok informacij, odločanje in odzivanje živih sistemov se dogaja na vseh ravneh (od celice pa vse do organizmov in življenjskih združb).

RAVNI ORGANIZACIJE ŽIVIH SISTEMOV

Opis koncepta: *Življenje poteka na različnih organizacijskih ravneh z naraščajočo kompleksnostjo od posameznih celic do organizmov s specializiranimi organskimi sistemi ter tudi na ravni ekosistemov, pri čemer vzajemno delujoče mreže organizmov vzdržujejo pogoje za kroženje snovi, pretok energije in odnose med vrstami. Nižje ravni organizacije živih sistemov so sestavni deli višjih ravni organizacije, na katerih lahko opazimo nove lastnosti, ki jih ne moremo napovedati iz lastnosti posameznih sestavnih delov. Kompleksne mreže interakcij omogočajo specializacijo funkcij (tako tkiv in organov v organizmih kot tudi organizmov in vrst v ekosistemih) ter zagotavljajo pogoje za nastanek novih oblik življenja v procesih evolucije, raznolikost življenja (biodiverziteto) in s tem stabilnost ekosistemov. V ekosistemih, ki so kompleksni sistemi z značilno interakcijo živega in neživega dela ekosistema, potekajo kroženje snovi in energijske pretvorbe. Življenjske združbe v ekosistemih so povezane z nastajanjem prsti, kroženjem vode in drugih snovi ter posredno ali neposredno vplivajo na življenje na Zemlji ter ustvarjajo pogoje za lastni obstoj.*

V okviru tega koncepta dijaki postopno razvijajo razumevanje, da je življenje najbolj kompleksna znana oblika organizacije snovi ter da so različne organizacijske ravni življenja medsebojno povezane in se prepletajo med seboj. Koncept vključuje razumevanje, da so nekatere skupne značilnosti življenja na Zemlji posledica skupnega evolucijskega izvora ter dinamičnih interakcij med organizmi in interakcij organizmov z neživim delom ekosistemov.

BIOLOGIJA KOT ZNANOST IN METODOLOGIJA BIOLOŠKEGA RAZISKOVALNEGA DELA

Opis koncepta: *Biologija je temeljna naravoslovna in znanstvena veda. Proučuje vse oblike življenja na Zemlji, izogiba se antropocentričnemu pristopu. Zato organizmov ne deli na koristne in škodljive, človeka pa obravnava kot vrsto, ki je življenjsko odvisna od vseh ekosistemov. Biološko raziskovanje temelji na sistematičnem opazovanju, postavljanju raziskovalnih vprašanj, oblikovanju preverljivih hipotez, ki jih testiramo s poskusi. Pri bioloških poskusih ima poseben pomen kontroliran poskus, saj v živih sistemih potekajo kompleksni procesi, nad katerimi nimamo neposrednega nadzora. Zaradi variabilnosti organizmov raziskave načeloma potekajo na primerno velikih vzorcih, rezultati pa so predmet statistične analize. Biologija uporablja številne merilne tehnike, ki si jih deli z ostalimi naravoslovnimi znanostmi (npr. mikroskopija, spektrometrija, elektroforeza), ter številne tehnike, ki so lastne le njej sami (npr. genske tehnike). Tehnološki razvoj je v biologiji izjemno hiter, nove tehnike omogočajo spoznavanje vidikov življenja. Omogočajo tudi manipulacijo z življenjskimi procesi, kar predstavlja številne moralne in etične izzive. Raziskovalci so zavezani k etičnemu odnosu do proučevanih organizmov in življenja nasploh.*

Koncept obravnavamo v povezavi z vsemi drugimi koncepti. Pri postopnem razvijanju vseh konceptov je ključno, da vedno izhajamo iz biologije kot znanstvene vede. Dijaki postopoma razvijajo biološko pismenost, ki vključuje postavljanje smiselnih (raziskovalnih) vprašanj, in se uri v načrtovanju in izvajanju raziskav ter beleženju in analiziranju rezultatov. Razvijajo razumevanje, da je raziskovalno delo povezano z napredkom v znanosti, katere nova dognanja in rešitve vplivajo tudi na življenje človeka.

Razvijanje skupnih ciljev pri pouku biologije v gimnaziji

V okviru prizadevanj, da bi dijakom zagotovili pridobivanje kakovostnega znanja in različnih veščin, je pomembno, da jim omogočimo tudi možnost ohranjanja in razvoja radovednosti, ustvarjalnosti, samostojnosti, zdravega načina življenja in sodelovanja z drugimi, ker bodo le tako postopoma razvijali svoje lastne potenciale, ohranili motivacijo za nadaljnje izobraževanje in delo ter se razvili v kritično razmišljujoče in družbeno aktivne



posameznike, ki so sposobni poiskati inovativne in ustvarjalne rešitve za izzive v kompleksni in hitro spreminjajoči se družbi.

V podporo pridobivanju kvalitetne splošne izobrazbe so med predmetnimi cilji in standardi ter v didaktičnih priporočilih umeščeni **skupni cilji** iz petih različnih področij, ki jih lahko med seboj tudi povezujemo. Vsako od področij vključuje različne kompetence in temeljne cilje, ki so v učnem načrtu in didaktičnih priporočilih označeni s simbolom SC in števkami. Skupni cilji omogočajo interdisciplinarno medpredmetno povezovanje, vključevanje avtentičnih nalog in problemskega pristopa. Spodbujajo razvoj spretnosti, vrednot in stališč, ki so podlaga za razvoj kritičnega mišljenja, etičnih in moralnih presoj ter odgovornosti in skrbi za sebe in druge. Vključujejo tudi razvoj spretnosti sporazumevanja, ustreznega izražanja in sodelovanja z drugimi.

UPORABA STROKOVNE TERMINOLOGIJE

Razvijanje jezikovnih kompetenc pri biologiji vključuje tako zavedanje o pomembnosti strokovne terminologije kot tudi natančno izražanje z uporabo ustreznega jezika. Pri dijaki razvijamo razumevanje, da je učenje biologije hkrati tudi spoznavanje strokovnega jezika, kar vključuje poimenovanja za biološke pojme in logične povezave med njimi. **SC** (1.1.2.1) To zavedanje lahko spodbujamo z dejavnostmi, pri katerih se ključni termini uporabljajo v različnih kontekstih, kot so razprave, branje strokovnih besedil ali obravnavo konkretnih primerov. Učitelj terminologijo uvaja postopno, jo večkrat ponovi in poveže s praktičnimi vsebinami, kar dijakom omogoča lažje razumevanje in uporabo izrazov v različnih okoliščinah. **SC** (1.1.2.2)

Uporaba ustrezne terminologije in skrb za kakovost izražanja se razvijata prek nalog, pri katerih dijaki razlagajo pojave, pišejo poročila ali predstavijo svoja spoznanja. Pri tem je ključno, da jih spodbujamo k natančni rabi strokovnih izrazov, logični zgradbi besedila in jasnosti komunikacije. Pisanje bioloških poročil, povzetkov člankov ali oblikovanje digitalnih izdelkov omogoča dijakom, da vadijo ustrezno rabo jezika v različnih oblikah. Ustno izražanje lahko krepimo z razpravami, predstavitvami ali skupinskimi projekti, pri katerih dijaki uporabljajo strokovni jezik za razlago bioloških konceptov. **SC** (1.1.1.1)

Razvijanje obeh kompetenc zahteva redno povratno informacijo učitelja, ki dijake usmerja v izboljšave in poudarja pomen natančnosti pri uporabi jezika. S tem dijaki razvijajo veščine, ki so pomembne ne le za uspešno razumevanje biologije, temveč jih spodbuja tudi k aktivnemu državljanstvu.

RAZVIJANJE DIGITALNIH KOMPETENC

Vključevanje digitalnih kompetenc v pouk biologije lahko prispeva k pridobivanju znanja, saj omogočajo dostop do različnih virov, v procesu učenja lahko olajšajo sodelovanje in podajanje sprotnih povratnih informacij. Digitalna pismenost je tudi ena ključnih kompetenc vseživljenjskega učenja, ki vključuje razumevanje medijev, spretnosti iskanja informacij, kritične presoje najdenih informacij ter komunikacije z drugimi z uporabo različnih digitalnih orodij in aplikacij. Je tudi del splošne izobrazbe, ki predstavlja pomemben del kompetenc, ki jih bodo pričakovali bodoči delodajalci, ter temelj aktivnega državljanstva. Osnova skupnih ciljev razvoja digitalne kompetentnosti je Okvir digitalnih kompetenc za državljane (DigComp 2.2, 2022; dostopno na <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n0n2c3c> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/n0n2c3c>)).

Učitelj spodbuja dijake k pridobivanju informacij iz različnih tiskanih (iskanje virov s pomočjo virtualne knjižnice COBISS.SI) in digitalnih virov. Pri iskanju in uporabi digitalnih virov je pomembno, da se učenci naučijo kritično presojati in primerjati informacije ter jih smiselno uporabljati pri učenju ali poglobljanju razumevanja bioloških vsebin.

Učitelj naj smiselno vključuje digitalne kompetence, kadar želi pri dijaki doseči nadgradnjo vsebin in pri realizaciji učnih ciljev, pri čemer lahko dijaki samostojno pridobijo informacije in dopolnijo svoje znanje. Dijaki uporabijo različne digitalne vire, orodja ali aplikacije pri raziskovanju različnih bioloških tem ali pri zbiranju, analizi in prikazu podatkov, pridobljenih s poskusi ali raziskovalnim delom, ter pripravi na predstavitev svojih ugotovitev in razpravo. Učitelj lahko v pouk biologije in izvajanje raziskovalnega dela vključi različne pripomočke, ki olajšajo zbiranje podatkov (npr. Vernierjevi senzorji, digitalne vremenske postaje, žive kamere v naravi), in orodja za primerjavo in vizualizacijo zbranih podatkov (npr. Excel, vizualizacija podatkov programa GLOBE).

Za sodelovanje pri skupinskih projektih je smiselno, da dijaki uporabljajo digitalne platforme, ki omogočajo deljenje vsebin in skupno urejanje dokumentov. Dijaki uporabljajo digitalna orodja in tehnologije za sodelovalne procese ter skupno graditev in soustvarjanje podatkov, virov in znanja. Tako lahko ustvarjajo in delijo vsebine, predstavitve ali videoposnetke, pri čemer predstavijo svoje raziskave in ugotovitve. Z uporabo spletnih učilnic, v katere učenci oddajo dokaze o procesu učenja ali rezultatih aktivnosti oz. raziskave, lahko učitelj da povratno informacijo in omogoči medvrstniško vrednotenje. **SC** (4.2.4.1)

Dijaki lahko ustvarjajo digitalne vsebine, ki predstavljajo izbrane teme ali potek reševanja problemskih nalog, iskanje rešitev za aktualne probleme ali dokazila o procesu timskega oz. skupinskega dela. Pri iskanju in uporabi digitalno dostopnih virov je pomembno, da učitelj dijake opozarja na varnost na spletu, varstvo osebnih podatkov, spoštovanje avtorskih pravic, pravilno navajanje virov in spletni bonton. **SC** (4.3.1.1)

Čeprav je uporaba digitalnih virov in orodij pomemben doprinos pri učenju in poučevanju, pa je pomembno, da dijake opozorimo na posledice pretirane rabe zaslonov – tudi z vidika možnosti razvoja odvisnosti, negativnih učinkov zaslonske svetlobe na spalni ritem in negativne učinke pretiranega sedenja.

Digitalna orodja so tudi velik vir porabe energije in surovin, zato zaradi njihove povečane uporabe vplivamo na ohranjanje narave. Dijaki pri pouku biologije razmišljajo o teh vplivih in možnih rešitvah za varstvo okolja pred vplivi digitalnih tehnologij in njihove uporabe. **SC** (4.4.4.1)

RAZVIJANJE KOMPETENC ZA TRAJNOSTNOST

Učitelj naj pri dijaki spodbuja razvijanje kompetenc trajnostnega razvoja, ki dijake opolnomočijo za poosebljanje vrednot trajnostnega razvoja in sprejemanje kompleksnih sistemov z namenom ukrepanja ali zahtevanja ukrepov, s katerimi bi obnovili in ohranili zdravje ekosistema, izboljšali pravičnost ter tako ustvarili vizije trajnostnih prihodnosti. Cilj učenja za okoljsko trajnostnost je krepiti trajnostni način mišljenja od otroštva do odraslosti ob razumevanju, da smo ljudje del narave in odvisni od nje. Trajnostnost pri biologiji obravnavamo predvsem pri temi *ekosistemi temeljijo na spletu odnosov med organizmi* in pri skupini ciljev *organizmi s svojim delovanjem vplivajo na delovanje ostalih ravni organizacije biosfere*. Naravovarstveni in okoljevarstveni problemi so večinoma izjemno kompleksni in zahtevajo interdisciplinarno obravnavo, kar je pri pouku možnost za medpredmetno povezovanje. Tovrstne probleme obravnava več ciljev, pomembnejša področja za obravnavo pri pouku biologije 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 dijaki razvija sposobnost za znanstveno in kritično mišljenje in reševanje kompleksnih problemov ter pogloblja razumevanje naravnih procesov. **SC** (2.1.1.1) Dijaki tudi razvijajo zavedanje o osebni odgovornosti in možnostih za ukrepanje v prid ohranjanja ekosistemov in biotske pestrosti ter zagotavljanja kakovosti okolja. **SC** (2.4.3.1) S

tem dijaki pridobijo znanja, spretnosti in odnose, ki jim pomagajo postati nosilci sprememb ter prispevati individualno in kolektivno k oblikovanju prihodnosti v okviru omejenih zmogljivosti planeta. ^{SC}

(2.3.1.1) Pomembno je, da pri dijaki razvijamo zavedanje o pomembnosti upoštevanja interesov vseh vrst živih bitij in celovitosti ekosistemov. Z zagotavljanjem možnosti za spoštljiv odnos do vseh živih bitij ter tudi neživega okolja naj učitelj pri dijaki spodbuja razvoj biocentrizma in ozavešča problematizacijo človeško središčne oz. antropocentrične perspektive. (GreenComp, 2022) Vir: <https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf> (<https://www.zrss.si/pdf/greencomp.pdf>)

RAZVIJANJE KOMPETENCE ZDRAVJE IN DOBROBIT

Kompetenco zdravja in dobrobiti naj učitelj razvija predvsem v okviru učnih ciljev, ki so povezani z zgradbo in delovanjem človeškega telesa ter preventivi in skrbi za telesno in duševno zdravje, pri čemer naj razvija predvsem kompetenco telesne dobrobiti, ker se ta tesno navezuje na obravnavano temo. Ob tem pri dijaki razvija razumevanje pomena vsakodnevnega gibanja za zdravje in dobro počutje in pozitiven odnos do gibanja ter zavedanje o škodljivosti dolgotrajnega sedenja. ^{SC} (3.2.1.2) ^{SC} (3.2.1.1) Prav tako lahko razvija razumevanje pomena varne in uravnotežene prehrane ter lokalno pridelane hrane ^{SC} (3.2.2.1) ^{SC} (3.2.2.2) (povezovanje s cilji trajnosti) ter zdravih prehranjevalnih navad. ^{SC} (3.2.2.3) Razvija zavedanje o škodljivih posledicah različnih odvisnosti, predvsem zlorabe psihoaktivnih snovi.

V okviru biologije dijaki spoznavajo pomen higiene, preventivo pred nalezljivimi in nenalezljivimi boleznimi ter pomen cepljenja za posameznika in družbo.

Znotraj biologije lahko učitelj navaja dijake tudi k zdravim spalnim navadam za učinkovito telesno in miselno delovanje in ravnanje ter spodbuja razumevanje pomena počitka in sprostitve po miselnem ali telesnem naporu. ^{SC} (3.2.3.3)

Pri praktičnem delu v razredu ali na terenu je pomembno tudi upoštevanje biološke varnosti, zato dijaki spoznajo določene zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja in pri dejavnostih upoštevajo navodila varnosti pri delu ter prevzemajo odgovornost za ohranjanje svojega zdravja in zdravja drugih. ^{SC} (3.2.4.2)

RAZVIJANJE KOMPETENCE PODJETNOSTI

Kompetenco podjetnosti lahko učitelj pri dijaki razvija v okviru laboratorijskih in terenskih vaj, s projektnim delom in različnimi didaktičnimi pristopi znotraj obravnave posameznih tem.

Delo lahko poteka v skupinah, v katerih si dijaki razdelijo vloge in se učijo sodelovanja, komunikacije ter mreženja. Učitelj naj spodbuja dijake k učenju na podlagi izkušenj, refleksiji svojih odločitev in evalvaciji rezultatov. Ob tem dijaki razvijajo spretnosti za sodelovanje in učinkovito sporazumevanje z drugimi, ustvarjalnost, zmožnost iskanja novih rešitev, zmožnost razmišljanja o lastnih prednostih, interesih in željah, zaupanje vase, da lahko ustvarjajo vrednost za druge, zmožnost spreminjanja lastnih idej v dejanja ali sposobnost tvornega sodelovanja pri razvoju idej drugih. ^{SC} (5.1.1.1)

Pomembno je vključevanje dejavnosti, ki temeljijo na reševanju avtentičnih problemov, sodelovanju in ustvarjalnem razmišljanju. ^{SC} (5.1.2.1) ^{SC} (5.1.2.2) Dijaki naj bodo čim bolj vključeni v proces prepoznavanja problema, priprave nabora možnih rešitev, izbire najbolj optimalne rešitve na podlagi vnaprej določenih kriterijev ter razvijanja izbrane rešitve. Ob tem naj dijaki tudi načrtujejo in upravljajo različne vire (materialne, finančne, digitalne). ^{SC} (5.2.3.1)

Učitelj lahko v učni proces vključi sodelovanje s strokovnjaki, ki učencem nudijo dodatno znanje in vpogled v realne situacije, kar je dodana vrednost procesa učenja in njihovega osebnega razvoja.

Skupni cilji kompetence podjetnosti so povzeti po modelu EntreComp in so uporabne v različnih življenjskih okoliščinah. (EntreComp: Okvir podjetnostne kompetence, 2019; dostopne na

<https://www.zrss.si/pdf/entrecomp.pdf> (<https://www.zrss.si/pdf/entrecomp.pdf>))



TEME, CILJI, STANDARDI ZNANJA

BIOLOGIJA JE ZNANSTVENA VEDA

OBVEZNO

OPIS TEME

Biologija je temeljna veda o življenju. Znanstveno raziskovanje evolucije in delovanja biosfere prispeva k napredku razumevanja temeljnih bioloških konceptov. Razvoj znanosti in tehnologije omogoča uporabo naprednih metodologij za raziskovanje delovanja kompleksnega biotskega omrežja soodvisnih procesov in interakcij v biosferi, ki povezuje vse ravni njene organizacije (od povezanega delovanja omrežij procesov in interakcij biomolekul, makromolekularnih kompleksov in organelov na ravni celice, povezanosti delovanja celic v omrežju na višjih ravneh hierarhične organizacije organizma, populacij v biocenozah do povezanega delovanja biocenoz v biomih in biosferi). Biologija v splošno izobrazbo prispeva znanje, ki je osnova za življenje, sistemsko reševanje temeljnih problemov (npr. na področju zdravja, prehrane, biološke varnosti, ohranjanja biodiverzitete in delovanja biosfere za obstoj civilizacije), suvereno sprejemanje odgovornih osebnih in družbenih odločitev, napredek, nadaljevanje izobraževanja in delovanje v bodočih poklicih.

DODATNA POJASNILA ZA TEMO

Skupine ciljev *znanstveno raziskovanje prispeva k razumevanju temeljnih bioloških konceptov* ne obravnavamo v celoti samostojno, ampak cilje smiselno vključujemo v druge teme učnega načrta. Raziskovanje zajema najmanj dvajset odstotkov skupnega obsega ur obveznega in maturitetnega programa v gimnazijskem programu biologije. Pri laboratorijskih in terenskih vajah se dijaki delijo v skupine. Pri pripravi in izvajanju bioloških raziskav v obliki laboratorijskega in terenskega dela sodeluje laborant. Vsaj del raziskovalnega dela naj bo izveden kot terensko delo.  (3.2.1.4)

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

1 DIDAKTIČNE STRATEGIJE IN METODE

Učenje z raziskovanjem

Dijaki ob reševanju problemov, razvijajo spretnosti/veščine znanstvenoraziskovalnega dela s poudarkom na eksperimentalnih spretnostih/veščinah. Pri tem postavljajo raziskovalna vprašanja in hipoteze; načrtujejo eksperimente in postopke; opredelijo vzorce, opremo in ostale vire; opredelijo odvisne in neodvisne spremenljivke in njihove vrednosti, izvajajo eksperimente; opazujejo, zbirajo, merijo oz. zajemajo podatke; skrbijo za varnost; podatke analizirajo in pridobijo rezultate, na podlagi katerih oblikujejo zaključke; kritično

vrednotijo veljavnost in smiselnost rezultatov; ocenijo napake in omejitve raziskav ter predlagajo izboljšave, izdelajo poročila, v katerih predstavijo ugotovitve lastnega eksperimentalnega dela. ^{SC} (1.1.1.1)

Pri izvajanju laboratorijskih del naj bodo dijaki čim bolj samostojni in – kadar je mogoče – tudi sami predlagajo pripravo raziskave. Pri tem na ustvarjalen način uporabljajo znanje in izkušnje za ustvarjanje boljših rešitev pri reševanju izzivov in tako razvijajo kompetenco podjetnosti. ^{SC} (5.1.5.1) S sodelovanjem v skupinah razvijajo spretnosti timskega dela. ^{SC} (3.3.2.1) Ob tem prepoznajo in vrednotijo vpliv svojih odločitev in ravnanj na skupnost in okolje. ^{SC} (5.1.2.1)

Pri izvajanju laboratorijskih del naj učitelj pri dijakih razvija tudi različne digitalne kompetence, tako da pri pripravi na raziskovalno delo ali pri pisanju poročila išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja. Prav tako lahko deli podatke, informacije in digitalne vsebine z drugimi z uporabo ustreznih digitalnih tehnologij. Deluje v vlogi posrednika in se seznanja s praksami navajanja virov in avtorstva ter upošteva pravice intelektualne lastnine.

Učitelj je pri izbiri laboratorijskih vaj avtonomen in jih izbere glede na znanje in zanimanja dijakov ter prostorske možnosti in opremo. Večkrat naj uporablja tudi tehnike mikroskopiranja. Dijaki naj, če je le mogoče, sami pripravljajo mikroskopske preparate (sveži preparati z barvanjem ali brez barvanja, infuzumi). Predvsem pri obravnavi tkiv in organov lahko uporabljajo tudi trajne preparate.

2. VERTIKALNE IN HORIZONTALNE POVEZAVE

Dijaki nadgrajujejo pridobljeno znanje, spretnosti in veščine, ki so jih razvili pri raziskovanju v osnovni šoli. Kot temeljni koncept se raziskovanje razvija skozi vsa leta osnovnošolskega šolanja pri pouku naravoslovja in biologije.

Horizontalno se tema povezuje z drugimi naravoslovnimi predmeti (fiziko in kemijo).

Primeri gradiv:

- » Biologija; izzivi vrednotenja znanja v gimnazijski praksi (Minka Vičar idr.)
- » Biologija; posodobitve pouka v gimnazijski praksi (Minka Vičar idr.)
- » Okolijska vzgoja; posodobitve pouka v gimnazijski praksi (Barica Marentič Požarnik idr.)

BIOLOGIJA JE VEDA IN ZNANOST

CILJI

Dijak:

○: spoznava razvejanost biologije kot vede o življenju, ki proučuje evolucijo, zgradbo in delovanje živih sistemov,

○: spoznava, da so znanstveni izsledki kontinuirano preverjani v znanstveni skupnosti oz. znanje vedno odprto za izboljšanje in ne more biti nikoli pojmovano kot absolutno,

I: razvija razumevanje hierarhične organizacije in delovanja biosfere,

○: razvija razumevanje, da višje hierarhične ravni (npr. srce) niso le skupek enot nižje ravni (npr. mišičnih celic) in da ima vsaka višja raven nove lastnosti,

○: razvija zavedanje, da so živi sistemi preko omrežja interakcij na vseh ravneh organizacije biosfere soodvisno povezani in ni razločnih meja med njimi,

SC (2.1.3.1)

I: M: razvija razumevanje pretoka in pretvorb energije v sistemih na vseh ravneh od celice do ekosistema,

SC (2.1.3.1)

I: razvija zmožnosti povezovanja bioloških konceptov, systemskega mišljenja pri iskanju rešitev za probleme (npr. s področja ekologije, zdravja, prehrane, poseganja v žive sisteme, ohranjanja biodiverzitete), pri odločanju in odgovornem ravnanju.

SC (1.2.5.1 | 2.1.1.1 | 2.2.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » pojasni hierarhično organizacijo in delovanje biosfere kot najkompleksnejšega sistema na Zemlji,
- » na primeru razloži združevanje enot nižje ravni organizacije v višjo in na podlagi interakcij med enotami pojasni na novo nastalo lastnost višje organizacijske ravni,
- » pojasni soodvisne interakcije med ravnmi organizacije.

TERMINI

- hierarhične ravni organizacije življenja ◦ biogeni elementi ◦ molekule ◦ organeli ◦ celice ◦ tkiva ◦ organi
- organski sistemi ◦ organizmi ◦ populacije ◦ biocenoze ◦ ekosistemi ◦ biomi ◦ biosfera ◦ ekosfera

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » standard »na primeru razloži združevanje enot nižje ravni organizacije v višjo in na podlagi interakcij med enotami pojasni na novo nastalo lastnost višje organizacijske ravni«: nove lastnosti, ki so značilne za višje ravni (npr. poganjanje krvi po krvnožilnem sistemu) izvirajo iz interakcij med nižjimi enotami (npr. električna povezanost mišičnih celic v srcu, vse skupaj usklajujejo ritmovniki); nižja/višja organizacijska raven – celica / večcelični organizem, celica/tkivo, organizem/biocenoza;

- » standard »pojasni soodvisne interakcije med ravnmi organizacije«: npr. kako so celice odvisne od biosfere in kako je biosfera odvisna od celice – celice z metabolnimi produkti spreminjajo biosfero; ta cilj se razvija skozi vsa leta učenja biologije;
- » cilj »razvija zmožnosti povezovanja bioloških konceptov, systemskega mišljenja pri iskanju rešitev za probleme (npr. s področja ekologije, zdravja, prehrane, poseganja v žive sisteme, ohranjanja biodiverzitete), pri odločanju in odgovornem ravnanju«: cilj se razvija skozi vsa leta učenja biologije.



ZNANSTVENO RAZISKOVANJE PRISPEVA K VZROČNEMU RAZUMEVANJU DELOVANJA ŽIVEGA SVETA

CILJI

Dijak:

○: spoznava in uporablja raziskovalne postopke v biologiji, se uri v načrtovanju in izvajanju preproste raziskave,

SC (2.3.3.1)

○: razvija razumevanje, zakaj je pri načrtovanju bioloških raziskav treba upoštevati lastnosti živih sistemov, etiko ravnanja z njimi, varno uporabo raziskovalne opreme in biološko varnost,

SC (3.2.4.2 | 5.1.5.1)

I: *M: uporablja znanstveno, strokovno literaturo in podatkovne zbirke in se uri v povzemanju,*

○: poišče informacije iz različnih virov in kritično vrednoti njihovo zanesljivost oz. verodostojnost,

○: se uri v zastavljanju raziskovalnega vprašanja in oblikovanju preverljivih hipotez,

○: razvija razumevanje pomena kontrolnega poskusa in učinka placeba ter ju upošteva pri načrtovanju raziskave,

○: načrtuje ustrezen način zbiranja podatkov,

I: *M: razlikuje med različnimi tipi bioloških podatkov,*

○: razvija razumevanje o pomenu ponovljivosti raziskav,

○: varno uporablja izbrane metodologije, pripomočke in materiale,

SC (3.2.4.2)

○: se uri v izdelavi ustreznega prikaza rezultatov tudi z uporabo različnih programskih orodij ter njihovi analizi,

SC (4.3.1.1)

○: uporablja digitalna orodja in tehnologije za sodelovalne procese ter skupno graditev in soustvarjanje podatkov, virov in znanja,

SC (4.2.4.1)

○: kritično vrednoti, kdaj ugotovitve raziskave lahko posploši,

SC (2.2.2.1)

○: v slovenskem oziroma maternem strokovnem jeziku predstavi rezultate,

SC (1.1.1.1 | 1.1.2.2)

○: z uporabo biološkega znanja aktivno sodeluje v razpravah o družbenih problemih in izzivih,

SC (1.2.5.1 | 2.4.1.1 | 2.4.2.1 | 2.4.3.1)

- : z enostavnimi modeli pojasnjuje dinamične procese in povezave v živih sistemih in kritično presodi njihove omejitve,
- : razvija ustrezen odnos do biološkega raziskovanja.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » v raziskavi uporabi ustrezne metode znanstvenoraziskovalnega dela ali jih analizira npr. na primeru izbrane objavljene raziskave,
- » **oblikuje raziskovalno vprašanje in preverljive hipoteze,**
- » pozna različne biološke spremenljivke in za njih izbere ustrezne meritve,
- » iz strokovnega besedila povzame za raziskavo bistvene informacije,
- » prepozna znanstvene in neznanstvene informacije,
- » **izdela načrt enostavne raziskave za preverjanje hipotez,**
- » v načrtu raziskave in interpretaciji rezultatov upošteva lastnosti živih sistemov,
- » *pojasni značilnosti reprezentativnega biološkega vzorca in pomen izbora ustreznega načina vzorčenja ter števila ponovitev poskusa (opazovanj) (M),*
- » **v raziskavo vključi kontrolni poskus in utemelji njegov pomen,**
- » **razloži možne vire napak v raziskovanju in pristranskosti,**
- » **analizira zbrane podatke, prepozna soodvisnost med njimi in oblikuje zaključke,**
- » *predstavi primerjavo rezultatov poskusa s podobnimi raziskavami in pojasni/presodi, kdaj rezultat ustreza merilom za posplošitev interpretacije (M),*
- » utemelji pomen ponovljivosti raziskav,
- » predstavi potek raziskave, načine zbiranja in analize podatkov ter kritično ovrednoti raziskavo.

TERMINI

- raziskava ○ raziskovalno vprašanje ○ hipoteza ○ neodvisna spremenljivka ○ odvisna spremenljivka
- nadzorovana spremenljivka ○ kvantitativni podatki ○ kvalitativni podatki ○ kontrolni poskus ○ vzorec
- učinek placeba

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj »**spoznava in uporablja raziskovalne postopke v biologiji, se uri v načrtovanju in izvajanju preproste raziskave**«: spoznavanje in uporaba preprostih raziskovalnih postopkov ter načrtovanje in izvajanje raziskave začne ob preprostih primerih, ki jih nato postopoma nadgrajuje;
- » cilj »**poišče informacije iz različnih virov in kritično vrednoti njihovo zanesljivost oz. verodostojnost**«: družbena omrežja, javna občila, blogi – primerja pristranskost objav zaradi financiranja oz. interesov raziskav naročnika z neodvisnim raziskovanjem; na posameznih primerih že najdene informacije kritično ovrednoti njihovo zanesljivost in verodostojnost; **SC** (2.2.2.1)
- » cilj »**se uri v zastavljanju raziskovalnega vprašanja in oblikovanju preverljivih hipotez**«: poskus naj bo načrtovan na podlagi ustreznega vprašanja (oziroma hipoteze) in naj vključuje ustrezno kontrolo; zasnovan naj bo tako, da so viri napak čim manjši, rezultati pa ponovljivi; učitelj naj izbere dobro preizkušene poskuse, ki so v skladu s cilji in koncepti učnega načrta;
- » cilj »**razlikuje med različnimi tipi bioloških podatkov**«: biološki podatki se delijo na genetske in fenotipske – genetske obravnava bioinformatika; fenotip lahko merimo (zvezno, števno) ali opisujemo (kvalitativno); med fenotipske spadajo tudi biokemijski podatki;
- » cilj »**varno uporablja izbrane metodologije, pripomočke in materiale**«: npr. mikroskope, lupe, različne termometre in druge pripomočke za merjenje;
- » cilj »**uporablja digitalna orodja in tehnologije za sodelovalne procese ter skupno graditev in soustvarjanje podatkov, virov in znanja**«: dijaki razvijajo kompetenco sodelovanja z uporabo digitalnih vsebin. V učne procese naj učitelj vključi tudi deljenje in ustvarjanje skupnih dokumentov, v katerih dijaki predstavijo svoje rezultate ali raziskave pri obravnavi določene teme. Uporabljajo lahko različne platforme za deljenje, npr. Google drive, Padlet; **SC** (4.2.4.1)
- » cilj »**kritično ovrednoti, kdaj ugotovitve raziskave lahko posploši**«: npr. glede na izbor in velikost vzorcev, števila ponovitev poskusa oz. opazovanja odkrivajo možne vire napak;
- » cilj »**v slovenskem oziroma maternem strokovnem jeziku predstavi rezultate**«: dijaki naj rezultate različnih laboratorijskih vaj predstavljajo v različnih oblikah (grafikoni, tabele, sheme);
- » cilj »**z uporabo biološkega znanja aktivno sodeluje v razpravah o družbenih problemih in izzivih**«: npr. problemih v zvezi s trajnostnim razvojem, varstvom narave in okolja, možnostih za uporabo in zlorabo genskih informacij o posameznikih ter prednostih in slabostih genskega inženirstva;
- » cilj »**z enostavnimi modeli pojasnjuje dinamične procese in povezave v živih sistemih in kritično presodi njihove omejitve**«: na podlagi razlike med modelom za prikaz delovanja obravnavanega biotskega mehanizma in realnim stanjem v živem sistemu.

DELOVANJE ORGANIZMOV TEMELJI NA DELOVANJU CELICE

OBVEZNO

OPIS TEME

Vsi organizmi so zgrajeni iz celic. Vsaka celica ima informacije o zgradbi in delovanju, ki jo podeduje od starševske generacije. Z izbirno prepustno membrano so ločene od okolice, regulirajo izmenjavo snovi in preko nje komunicirajo z okolico. Najpreprostejši organizmi so enocelični, mnogocelične organizme pa tvorijo povezane kolonije/skupine posameznih vrst celic, ki so se specializirale in delujejo usklajeno. Gradnike celic (beljakovine, ogljikove hidrate, lipide in nukleinske kisline) izdelujejo celice same. Homeostaza na ravni celic in organizmov je posledica aktivnih procesov v celicah. Organizmi v celicah kontrolirano in usklajeno opravljajo presnovne procese (pretvorba energije, transport molekul, razgradnja in izgradnja novih molekul), ki temeljijo na encimsko kataliziranih procesih v njihovi notranjosti ali v z membrano ločenih celičnih razdelkih. Za proučevanje celic lahko uporabljamo različne mikroskope.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

1 DIDAKTIČNE STRATEGIJE IN METODE

Za razvijanje razumevanja povezanosti strukture, funkcije in delovanja celice učitelj povezuje temeljne biološke koncepte in pri tem izhaja iz predznanja dijakov o zgradbi in delovanju celice iz osnovne šole. Ob razvijanju razumevanja naj učitelj vpeljuje le za razumevanje bistvene pojme in razvija strokovni jezik ^{SC} (1.1.2.2) ter omogoča učencem, da na različne načine izkažejo usvojeno znanje, npr. z različnimi predstavitvami, plakati. ^{SC} (1.1.2.1) Učitelj smiselno vključuje tudi druge skupne cilje in gradnike naravoslovne pismenosti.

1. Mikroskopiranje: ob mikroskopiranju celic dijaki spoznavajo razlike med različnimi tipi celic, dobijo občutek za velikostna razmerja organelov, spoznavajo različne tehnike priprave in barvanja preparatov. Ob tem razvijajo konceptualna znanja in naravoslovno pismenost.

2. Učenje z modeli: dijaki lahko izdelajo različne modele celic. Učitelj naj poskrbi, da dijaki materiale izberejo premišljeno in ob modelu predstavijo zgradbo celic in funkcijo posameznih organelov/razdelkov.

3. Učenje z grafičnimi organizatorji: dijaki si s pomočjo shem, pojmovnih map, miselnih zemljevidov, miselnih vzorcev zapomnijo zgradbo in funkcijo posameznih razdelkov v celici.

4. Uporaba interaktivnih modelov in tehnologije: pri proučevanju procesov v celici lahko uporabljamo različne simulacije in interaktivne predstavitve.

5. Sodelovalno učenje: učitelj naj vključuje sodelovalno učenje, npr. pri raziskovanju in izdelavi modelov. Ob tem dijaki razvijajo komunikacijske spretnosti, ^{SC} (3.3.2.1) uporabljajo tiskane in spletne vire, ^{SC} (4.1.1.1) ^{SC} (4.1.2.1) krepijo sodelovalne veščine. ^{SC} (3.3.3.1) ^{SC} (3.3.3.2)

Primeri pogostih napačnih predstav: celice so prazni prostori, v katerih plavajo organeli; vse celice so enake in imajo enako funkcijo; celice so barvne; DNA v jedru narekuje vse, kar poteka v celicah; mitohondriji ustvarjajo energijo; velikost celic je ekvivalentna kompleksnosti celic; virusi so celice; celice lahko nastanejo iz nič; organeli delujejo tudi izven celice; človeško telo je sestavljeno le iz človeških celic; membrane niso prepustne; organeli in strukture v celici mirujejo – kot »zamrznjeni« ... (Conceptual Academy Biology, b. d.)

2 VERTIKALNE IN HORIZONTALNE POVEZAVE

Zgradbo in delovanje celic so dijaki spoznavali od 6. razreda osnovne šole naprej. V osnovni šoli spoznajo celične strukture, ki so vidne s svetlobnim mikroskopom, in osnovni princip celičnega dihanja in fotosinteze, v 8. in 9. razredu to znanje ponovijo in ga nadgradijo z razumevanjem funkcij celične membrane. Vertikalno in horizontalno se vsebina povezuje s predmetom kemija, pri katerem dijaki spoznajo osnovno zgradbo molekule, ki gradijo celice (organske spojine).

3 USMERITVE ZA VREDNOTENJE ZNANJA

Učitelj spremlja, kako dijaki napredujejo v doseganju ciljev in standardov, in jim daje sprotne povratne informacije. Takojšnje sprotne povratne informacije so pomembne pri razvijanju in nadgradnji veščin mikroskopiranja, izvajanja poskusov in načrtovanju raziskav, ker učitelj z njimi takoj usmerja dijake in jim omogoča uspešnejše delo. Primeri kriterijev za vrednotenje eksperimentalnega dela so na povezavi (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/pyd7a22>).

4 PRIMERI TUJIH GRADIV

Platynereis cells in action ([EMBL/ELLS, 2022](#))

ORGANIZMI SO ZGRAJENI IZ ENE ALI VEČ CELIC

CILJI

Dijak:

O: celico prepozna kot osnovno hierarhično raven živih sistemov in sklepa na skupni evolucijski izvor življenja,

I: ob različnih virih opredeljuje bistvene mejnike v zgodovini raziskovanja celic in prepozna pomen izsledkov za nadaljnji razvoj biološke znanosti,

^{SC} (5.1.1.1)

I: se seznanja s celično teorijo,

- : spoznava razlike med celicami in virusi,
- : spoznava in uporablja raziskovalne metode za proučevanje celic.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » celico predstavi kot osnovno gradbeno in funkcionalno enoto vseh organizmov,
- » opredeli razlike med celicami in virusi in jih poveže z značilnostmi življenja,
- » uporabi različne raziskovalne metode za proučevanje zgradbe in delovanja celic,
- » predvidi velikost in velikostna razmerja gradnikov živih sistemov.

TERMINI

○ celična teorija ○ virus ○ mikroskopiranje ○ celica

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učitelj izbere metodo raziskovanja (npr. proučevanje delovanja kvasovk), pri čemer vključi mikroskopiranje.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj »**ob različnih virih opredeli bistvene mejnike v zgodovini raziskovanja celic in prepoznavo pomen izsledkov za nadaljnji razvoj biološke znanosti**«: za realizacijo cilja priporočamo, da dijak v skupini ali individualno s pomočjo virov prouči bistvena odkritja, ki so prispevala k razvoju biologije (izdelavo in uporabo prvih mikroskopov, oblikovanje celične teorije, odkritje DNA, evolucijska teorija); pregleda primere sodobnih raziskav (temeljnih in uporabnih), predlaga primere novih raziskav, ki bi lahko koristile družbi; s tem razvija kompetence podjetnosti;  (5.3.5.3)
- » cilj »**spoznava razlike med celicami in virusi**«: viruse pri tej temi predstavimo samo kot posebno obliko življenja, posebna obravnava virusov pa je vključena v temo *organizmi so si podobni v zgradbi in delovanju*;
- » standard »**predvidi velikost in velikostna razmerja gradnikov živih sistemov**«: pri predstavitvi velikostnih razmerij naj si učitelj pomaga z mikroskopiranjem in uporabo meril pri mikroskopiranju, branju različnih mikrofotografij in modeli.

ORGANSKE IN ANORGANSKE SNOVI GRADIJO CELICO IN OMOGOČAJO NJENO DELOVANJE

CILJI

Dijak:

○: povezuje zgradbo, funkcijo in pomen vode ter drugih anorganskih snovi za delovanje celice,

! M: povezuje lastnosti vode s procesi v organizmih (npr. transpiracija),

○: razvija razumevanje, da si celice večino organskih snovi sintetizirajo same in da si makromolekule celice sintetizirajo iz majhnega nabora preprostih osnovnih enot,

○: uporablja znanje o osnovni zgradbi in funkciji organskih molekul, ki gradijo celico in omogočajo njeno delovanje,

! M: na primerih spozna pomen tridimenzionalne oblike beljakovin za njihovo delovanje,

! z uporabo virov spozna pomen mineralnih snovi in vitaminov za delovanje organizma.

SC (3.2.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» poveže fizikalne in kemijske lastnosti vode s pomenom vode za žive sisteme,

» prepozna osnovne skupine organskih molekul (ogljikovi hidrati, lipidi, beljakovine in nukleinske kisline) in njihove osnovne enote,

» razloži, kako so preproste osnovne enote organskih molekul povezane v makromolekule,

» na podlagi primerov pozna funkcijo različnih skupin organskih molekul in pojasni, kako zgradba omogoča funkcijo,

» na primerih opiše funkcije različnih beljakovin in specifičnost vezave substrata (encimi, motorične beljakovine, črpalke, ionski kanali, strukturne beljakovine) (M).

TERMINI

◦ vodikova vez ◦ polarnost ◦ kohezija ◦ adhezija ◦ specifična toplota ◦ gostota ◦ monomer ◦ polimerizacija
 ◦ kondenzacija ◦ ogljikovi hidrati ◦ glikozidna vez ◦ monosaharid ◦ riboza ◦ deoksiriboza ◦ heksoza
 ◦ glukoza ◦ fruktoza ◦ galaktoza ◦ disaharid ◦ saharoza ◦ maltoza ◦ laktoza ◦ polisaharid ◦ škrob
 ◦ celuloza ◦ glikogen ◦ hitin ◦ lipidi ◦ maščobe ◦ estri ◦ glicerol ◦ proste maščobne kisline ◦ masti ◦ olja
 ◦ fosfolipidi ◦ steroidi ◦ holesterol ◦ voski ◦ nukleinske kisline ◦ nukleotid ◦ DNA ◦ RNA ◦ beljakovine

◦ aminokislina ◦ dipeptid ◦ polipeptid ◦ peptidna vez ◦ denaturacija ◦ koagulacija ◦ encim ◦ motorične beljakovine (M) ◦ strukturne beljakovine (M) ◦ pentoza ◦ črpalka (M) ◦ ionski kanal

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učitelj naj preveri predznanje in ga uporabi pri obravnavi, npr. pojem peptidna vez in ostale vezi spoznajo že v osnovni šoli.

Primeri poskusov: dokazovanje organskih molekul, denaturacija beljakovin, površinska napetost vode in ugotavljanje drugih lastnosti vode.

Primeri dejavnosti: izdelava 3D modela inzulina (navodila v datotekah).

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilja »**povezuje zgradbo, funkcijo in pomen vode ter drugih anorganskih snovi za delovanje celice**« in »**razvija razumevanje, da si celice večino organskih snovi sintetizirajo same in da si makromolekule celice sintetizirajo iz majhnega nabora preprostih osnovnih enot**«: pri obravnavi zgradbe organskih snovi naj učitelj upošteva, da so te teme že obravnavali pri kemiji v osnovni šoli, in izhaja iz njihovega predznanja; pri razlagi zgradbe beljakovin in tudi drugih organskih molekul lahko uporablja različne modele; poudarek naj ne bo zgolj v zgradbi organskih molekul, ampak predvsem na njihovi funkciji, npr. pri pomenu lipidov naj izpostavi široki nabor njihovih funkcij (rezervna energija, topnost vitaminov, gradniki membran, hormoni);
- » cilj »**z uporabo virov spoznava pomen mineralnih snovi in vitaminov za delovanje organizma**«: dijak loči vitamine glede na topnost v vodi oz. maščobah in njihov pomen spoznava na izbranih primerih (npr. vitamin D za absorpcijo kalcija, vitamin A kot sestavni del vidnega pigmenta); pri iskanju podatkov in informacij o pomenu mineralnih snovi in vitaminov ter njihovem vrednotenju lahko dijak razvija digitalne kompetence in kritično razmišljanje ter ozavešča pomen uravnotežene prehrane;  (3.2.2.1)
- » cilj »**spoznava pomen tridimenzionalne oblike beljakovin za njihovo delovanje**«: v cilju je zajeta tudi zgradba; pojem peptidna vez in ostale vezi dijaki spoznajo že v osnovni šoli, nato v 3. letniku gimnazije pri predmetu kemija, zato naj učitelj preveri njihovo predznanje in v obveznem programu izhaja iz znanja iz osnovne šole;
- » standard »**na podlagi primerov pozna funkcijo različnih skupin organskih molekul in razume, kako zgradba omogoča funkcijo**«: v standardu so zajeti tudi beljakovinski kompleksi.

BIOTSKA MEMBRANA PROSTORSKO IN FUNKCIONALNO RAZMEJI CELICE IN ORGANELE

CILJI

Dijak:

- : spoznava zgradbo biotske membrane,
- : spoznava plazmalemo kot biotsko membrano, ki loči notranjost celice od zunanosti in omogoča interakcijo celice z okolico,
- : opredeli biotsko membrano tudi kot mejo med različnimi razdelki v celici,
- : razvija razumevanje o izbirni prepustnosti biotske membrane in osnovnih načinih prehajanja snovi skozi,
- : raziskuje vplive koncentracijskega gradienta na prehajanje snovi skozi biotsko membrano in to poveže z delovanjem celice,
- : ob različnih modelih in poskusih razvija razumevanje o difuziji in osmozi ter razume nastanek in vpliv koncentracijskih gradientov,
- I: M: razvija razumevanje o pomenu prehajanja ionov skozi beljakovinske kanalčke,
- : opazuje in primerja osmotske pojave pri rastlinskih in živalskih celicah ter jih povezuje z uporabo v vsakdanjem življenju,
- SC (5.1.1.1 | 5.1.2.1 | 5.1.2.2)
- I: razvija razumevanje o procesu in pomenu endo- in eksocitoze na ravni celične membrane in drugih biotskih membran,
- I: M: spoznava, da celice izločajo tudi snovi, s katerimi komunicirajo med seboj.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » z modelom tekočega mozaika **razloži zgradbo in naloge biotskih membran,**
- » pojasni funkcijo biotskih membran za vzpostavljanje koncentracijskih gradientov,
- » **razlikuje med potekom in pomenom aktivnega in pasivnega transporta,**
- » **razloži difuzijo in njen pomen za delovanje celic,**
- » opredeli pomen vzdrževanja osmotskih razmer v celici,
- » navede načine in primere prenosa različnih snovi skozi biotske membrane (npr. CO₂, O₂, glukoza, steroidni hormoni, voda),

- » *pojasni, zakaj celice pri prenosu ionov skozi membrano s pomočjo ionskih črpalk porabljajo energijo (M),*
- » *pojasni, da tokovi ionov skozi beljakovinske kanalčke povzročajo električne spremembe, ki predstavljajo informacijske signale za organizacijo delovanja celic, tkiv in organizmov (M),*
- » *opiše potek in pojasni pomen endocitoze in eksocitoze za sprejemanje in izločanje hidrofilnih molekul in delcev ter obnavljanje celične membrane,*
- » *na primeru hormonov, nevrottransmitterjev in lokalnih mediatorjev (npr. histamina) pojasni osnovni način komunikacije med celicami (M).*

TERMINI

- plazmalema ◦ fosfolipidi ◦ hidrofilnost ◦ hidrofobnost ◦ transportne beljakovine ◦ receptorske beljakovine
- holesterol ◦ koncentracijski gradient ◦ izbirna prepustnost ◦ aktivni transport ◦ pasivni transport ◦ prosta difuzija
- olajšana difuzija ◦ osmoza ◦ plazmoliza ◦ deplazmoliza ◦ turgor ◦ hipertoničnost ◦ hipotoničnost
- izotoničnost ◦ endocitoza ◦ eksocitoza ◦ membranske črpalke ◦ vezikel ◦ beljakovinski kanalčki (M)

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učitelj pri obravnavi izhaja iz eksperimentalnega dela.

Primeri poskusov: opazovanje plazmolize in deplazmolize, razmerje med difuzijo in velikostjo celico, opazovanje osmotskih pojavov z različnimi modeli (npr. difuzijske cevke, koščki jabolka, krompirja, korenja).

Primeri dejavnosti

Simulacija gibanja delcev: nekateri imajo papirnate kapice, drugi ne (eni predstavljajo molekule topila, drugi topljenca); razred ali drug prostor pregradimo s klopmi, pustimo pa npr. dve odprtini (akvaporina); dijaki se po ritmu ploskanja učitelja premikajo premočrtno (pred tem se zavrtijo okoli svoje osi, da je začetna smer gibanja naključna); ko se zaletijo v sošolca, steno ali klop, se po principu popolnega odboja premaknejo v smer odboja; po npr. dveh minutah ogledamo stanje razpršenosti topljenca in topila v obeh kompartmentih – predelkih; gibanje delcev pospešimo z dvigom temperature oz. hitrejšim ritmičnim ploskanjem.

Primer gradiva: Osmoza v različnih rastlinskih tkivih (Devetak, 2013)

Za prikaz procesov difuzije in osmoze lahko uporabljamo različne računalniške simulacije, npr.

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/que8n9s> <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/w0rwm8w>

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj »**opredeli biotsko membrano tudi kot mejo med različnimi razdelki v celici**«: pri obravnavi je pomembno, da poleg celične membrane poudarimo pomen membran organelov in na ravni organizma;



- » cilj »**razvija razumevanje o procesu in pomenu endo- in eksocitoze na ravni celične membrane in drugih biotskih membran**«: izpostaviti je treba, da procesa potekata enako kljub različni zgradbi in nalogi celic (npr. izločanje nevrottransmitterjev, hormonov in prebavnih encimov);
- » cilj »**opazuje in primerja osmotske pojave pri rastlinskih in živalskih celicah ter jih povezuje z uporabo v vsakdanjem življenju**«: ob tem cilju lahko dijak razvija kompetence podjetnosti tako, da odkriva priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja o prehajanju snovi skozi membrano, npr. vpliv soljenja cest na ekosisteme, konzerviranje hrane, izotonični napitki, ustrezní način mineralnega dognójevanja, da rastline po nepotrebnem ne izgubljajo vode, učinek raztopine NaCl na glivična obolenja na koži.  (5.1.1.1)  (5.3.5.1)  (5.3.5.3)



V CELICI SE NAHAJAJO STRUKTURE IN ORGANELI, KI OMOGOČAJO DELOVANJE CELICE

CILJI

Dijak:

○: proučuje in primerja osnovne razlike in podobnosti v zgradbi in delovanju prokariotske in evkariotske celice (rastlinske, živalske, glivne),

SC (4.3.1.1)

○: razvija razumevanje, da je evkariotska celica zgrajena iz celičnih organelov in drugih struktur, in spoznava evolucijski razvoj organelov,

I: M: spoznava funkcije aktinskih filamentov in mikrotubulov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži razlike in podobnosti v zgradbi in delovanju prokariotske in evkariotske celice,
- » prepozna obliko in zgradbo ter pojasni osnovno funkcijo celičnih organelov in struktur,
- » na podlagi zgradbe mitohondrija in kloroplasta razloži njun evolucijski izvor,
- » aktinske filamente in mikrotubule celice poveže z nalogami, ki jih opravljajo (npr. vloga pri krčenju mišic, premikanju bičkov, delitev celice, transport veziklov) (M).

TERMINI

- prokarioti ◦ evkarioti ◦ citosol ◦ citoskelet ◦ organel ◦ ribosom ◦ jedro ◦ kromosom ◦ kromatin
- Golgijev aparat ◦ lizosom ◦ vezikel ◦ vakuola ◦ mitohondrij ◦ matriks ◦ notranja mitohondrijska membrana ◦ zrnati endoplazemski retikulum ◦ plastid ◦ amiloplast ◦ kloroplast ◦ stroma ◦ tilakoida
- centriol ◦ endosimbiontska hipoteza ◦ mikrotubul (M) ◦ citoplazma ◦ gladki endoplazemski retikul
- aktinski filament (M)

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Dijaki spoznajo osnovno funkcijo celičnih organelov, podrobneje naj jih spoznajo pri obravnavi procesov, pri katerih ti sodelujejo, npr. centriol, delitveno vreteno – pri mitotizi.

Primeri dejavnosti:

Igra vlog: dijaki lahko s svojimi telesi ponazorijo odcepljanje veziklov z GER in njihov transport do GA (v sredini kroga imajo lahko sošolca ali dva, ki ju »z zlivanjem membran« prenesejo iz enega organela v drugega).

Iskanje primernih videoprikazov organelov na spletu: učitelj ustvari dokument Padlet ali uporabi drugo primerno digitalno okolje za deljenje, kamor dijaki naložijo njim najboljši video z razlago o posameznem organelu, ki so jo našli na spletu; o naloženih videih lahko dajo dijaki povratno informacijo in tako izberejo najboljši videoposnetek za posamezni organel.  (4.2.4.1)

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

cilj »**proučuje in primerja osnovne razlike in podobnosti v zgradbi in delovanju prokariotske in evkariotske celice (rastlinske, živalske, glivne)**,«: dijak lahko pri proučevanju celic in oblikovanju ugotovitev ustvarja digitalne vsebine in s tem razvija digitalne kompetence.  (4.3.1.1)

CELICA Z ENCIMI URAVNAVA BIOKEMIJSKE REAKCIJE, NA KATERIH TEMELJI VEČINA CELIČNIH FUNKCIJ

CILJI

Dijak:

O: razvija razumevanje, da v presnovnih procesih v celici prihaja do razgradnje in izgradnje snovi ter pretvarjanja energije,

O: opiše in proučuje zgradbo in delovanje encimov,

I: M: načrtuje poskus, s katerim prouči vpliv kemijskih in fizikalnih dejavnikov na zgradbo in delovanje encimov,

SC (5.1.2.1)

O: razlaga pomen in delovanje encimov kot biokatalizatorjev v presnovnih procesih,

I: M: spoznava kako encimi omogočajo celične funkcije,

O: proučuje uporabo encimov v vsakdanjem življenju.

SC (5.3.4.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » pojasni osnovni princip pretvarjanja snovi in energije v procesih anabolizma in katabolizma celice,
- » razloži specifično delovanje encimov kot biokatalizatorjev v presnovnih procesih,
- » pojasni zgradbo in delovanje encimov ter njihov pomen za delovanje celic,
- » pojasni vpliv kemijskih in fizikalnih dejavnikov na zgradbo in delovanje encimov,
- » na primeru razloži, kako celica zagotavlja pogoje za delovanje encimov (M).

TERMINI

- presnova ◦ katabolizem ◦ anabolizem ◦ encim ◦ koencim ◦ aktivacijska energija ◦ substrat
- biokatalizator ◦ aktivno mesto encima ◦ pH optimum ◦ temperaturni optimum

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učitelj ob razlagi specifičnosti encimov lahko uporabi razlago z modelom »ključ in ključavnica« in za predstavitev delovanja uporabi različne animacije.

Pri razvijanju koncepta naj bo pozoren na to, da encimi delujejo v celicah, kjer določajo funkcijo celic, in izven celic, npr. v lumnu prebavil, kjer pomagajo pri razgradnji hrane (prebava). Delovanje encimov učitelj poveže z znanjem o katalizatorjih kemijskih reakcij, obravnavanih pri kemiji.

Primeri poskusov: delovanje katalaze pri glivah kvasovkah, jetrih in krompirju; vpliv različnih dejavnikov na delovanje encimov (T, pH, količina substrata), učinek laktaze na razgradnjo sladkorjev v mleku (okušanje mleka pred dodatkom laktaze in po njem).

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

cilj »**proučuje uporabo encimov v vsakdanjem življenju**«: dijak lahko ob tem razvija digitalno kompetentnost, ob tem ko išče in vrednoti različne vire, in kompetenco podjetnosti, s tem ko išče nove ideje za uporabo encimov, npr. v obliki projektnega dela.  (5.1.2.1)  (5.1.2.2)  (5.3.5.3)

Primeri gradiv:

- » Delovanje katalizatorjev (Marušič, Česnik Vončina, 2011)
- » Vpliv temperature in koncentracije substrata na delovanje encima katalaze (Devetak, 2011)
- » Vpliv koncentracije substrata na hitrost encimatske reakcije (Holnthaner Zorec, 2011)

V CELICI POTEKAJO PRESNOVNI PROCESI

CILJI

Dijak:

- : spoznava, da celice energijo, ki se sprošča v presnovnih procesih, večinoma začasno shranjujejo v energetsko bogatih molekulah – ATP, dolgoročno pa v založnih snoveh, ki se nahajajo v založnih tkivih,
- : razvija razumevanje, da vse celice stalno obnavljajo ATP,
- : spoznava glikolizo kot začetni proces razgradnje glukoze in mesto poteka glikolize poveže s skupnim evolucijskim izvorom organizmov,
- I: *raziskuje vrenje in ga opredeli kot anaerobni proces,*
- I: *raziskuje uporabo vrenja v biotehnoloških procesih,*
- SC (5.1.2.1 | 5.3.5.3)
- : spoznava pomen Krebsovega cikla,
- : spoznava osnovni princip nastajanja ATP-ja v dihalni verigi in funkcijo mitohondrijskih membran pri tem,
- I: *M: spoznava, da prenašalci elektronov omogočajo postopno sproščanje energije v procesu celičnega dihanja,*
- : spoznava, da si avtotrofi v celicah z uporabo svetlobne ali druge oblike energije izdelujejo molekule sladkorja, in se zaveda pomena fotosinteze za delovanje biosfere,
- : proces fotosinteze spoznava kot niz soodvisnih biokemijskih reakcij v kloroplastu,
- : razvija razumevanje, da se pri fotosintezi kot stranski produkt iz vode sprošča kisik,
- I: *spoznava princip nastajanja ATP-ja v od svetlobe odvisnih reakcijah fotosinteze in funkcijo membran kloroplasta,*
- : spoznava, kako v Calvinovem ciklu nastajajo molekule sladkorja,
- : s poskusi proučuje proces fotosinteze in celičnega dihanja,
- SC (5.1.2.1 | 5.1.4.1)
- I: *M: primerja procese, ki potekajo na tilakoidni membrani in na notranji membrani mitohondrija,*
- I: *M: spoznava mehanizem delovanja ATP sintaze v mitohondrijih in kloroplastih,*
- I: *M: spoznava omejujoče dejavnike fotosinteze in to poveže s svetlobno kompenzacijsko točko.*

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razloži pomen ATP kot univerzalnega neposrednega vira energije za delovanje celice,



- » **razloži potek in pomen obnavljanja ATP s celičnim dihanjem ali vrenjem,**
- » navede, kje v celici poteka glikoliza, našteje končne produkte in jih poveže z energijskim izkoristkom,
- » opiše mlečnokislinsko in alkoholno vrenje, navede, kje v celici poteka in našteje končne produkte,
- » **opiše funkcijo in potek celičnega dihanja** in navede, v katerih organizmih in kje v celici potekajo posamezne faze,
- » *pozna funkcijo prenašalcev elektronov pri celičnem dihanju in zna razložiti, kako se v dihalni verigi obnavlja ATP (M),*
- » *primerja energijsko bilanco glikolize, vrenja in celičnega dihanja (M),*
- » *pojasni, da celica iz organskih molekul pridobi vodik za nadaljnjo oksidacijo v celičnem dihanju (M),*
- » **razloži potek in pomen fotosinteze ter navede, kje v celici poteka posamezna faza,**
- » *navede najpogostejša fotosintezna barvila, opiše njihov pomen in razloži, zakaj njihove absorpcijske lastnosti povzročijo, da so rastline zelene barve,*
- » opiše, kako se energija fotonov pretvori v kemijsko vezano energijo, ki omogoča vezavo ogljikovega dioksida v organske molekule,
- » *opiše procese, ki potekajo na tilakoidni membrani in na notranji membrani mitohondrija (M),*
- » *primerja fotosintezo in celično dihanje in zna poiskati podobne principe delovanja pri obnavljanju molekul ATP (M).*

TERMINI

- avtotrofi ◦ heterotrofi ◦ ATP ◦ glikoliza ◦ piruvat ◦ mlečnokislinsko vrenje ◦ alkoholno vrenje
- fermentacija ◦ celično dihanje ◦ acetilkoencim A ◦ Krebsov cikel ◦ NADH ◦ dihalna veriga ◦ fotosinteza
- kloroplast ◦ NADPH ◦ ATP sintaza ◦ fotosintezna barvila

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učitelj naj bo pozoren na razliko med izrazi presnova, prebava in absorpcija (prevzem hranil iz lumna prebavil) in na pojem vrenje/fermentacija.

Pri obravnavi celičnih procesov dijakom ni treba poznati natančnega poteka reakcij in imen vmesnih produktov. Kljub temu pa lahko učitelj uporabi prikaz celotnega procesa za boljše razumevanje, saj si brez tega dijaki težko predstavljajo, kaj se v procesih v resnici dogaja.

Primeri dejavnosti

Igra vlog: dijaki pripravijo različne uprizoritve celičnih procesov ali njihovih delov.  (5.3.5.1)

Primeri poskusov: meritve kisika in ogljikovega dioksida pri različnih delih rastlin (v semenih ne poteka fotosinteza, zeleni listi vršijo fotosintezo). Izvedba kromatografije in določitev rastlinskih barvil (digitalno in/ali kromatografski papir).

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

cilja »**raziskuje vrenje in ga opredeli kot anaerobni proces**« in »**raziskuje uporabo vrenja v biotehnoloških procesih**«: ob ciljih dijak razvija digitalne kompetence, ob tem ko išče in vrednoti različne vire ter oblikuje različna digitalna gradiva, ob tem ko npr. v obliki projektnega dela raziskuje uporabo vrenja v biotehnoloških procesih in išče nove ideje, razvija tudi podjetnost.  (5.1.2.1)  (5.1.4.1)  (5.3.1.1)  (5.3.4.1)  (5.3.5.3)

cilj »**razvija razumevanje, da se pri fotosintezi kot stranski produkt iz vode sprošča kisik**«: dijak lahko ob tem razvija digitalne kompetence, ob tem ko išče in vrednoti različne vire ter oblikuje različna digitalna gradiva.  (4.3.1.1)

Primeri gradiv:

- » Vpliv svetlobe na rastline (Meznarič, 2011)
- » Usposabljanje dijakov za samostojno načrtovanje raziskave na primeru alkoholnega vrenja (Podobnik, 2011)

GENETSKE INFORMACIJE SE PRENAŠAJO OD STARŠEV NA POTOMCE

OBVEZNO

OPIS TEME

Genetika proučuje zgradbo, izražanje in dedovanje molekul DNA in RNA ter z njima povezanih lastnosti. Pri vseh znanih organizmih so nosilke genetske informacije molekule DNA, genetski zapis virusov pa je v molekuli DNA ali RNA. Celokupno genetsko informacijo celice ali organizma imenujemo genom. Genomi virusov so iz DNA ali RNA, prokariotov pa iz enega ali nekaj nehomolognih kromosomov, ki se jim lahko pridružijo plazmidi in bakteriofagi. Genomi evkariontov so iz jedrnega dela, z različnim številom linearnih kromosomov, ter krožne citoplazemske DNA, ki je v mitohondrijih (mtDNA) in kloroplastih (cpDNA). Osnovne informacijske enote so geni. Geni se z zapisom za beljakovine prepisejo v informacijsko RNA (mRNA), v kateri je informacija o zaporedju aminokislin zapisana v obliki kodonov. Informacijska RNA se na ribosomih prevede v beljakovino. Genetski kod definira prevod kodonov v aminokislino in je univerzalen in degeneriran. Nekatere prepisane molekule RNA sodelujejo pri uravnavanju prepisovanja genov, kar omogoča bakterijam hiter odziv na spremembe v ekosistemu, večceličnim evkariontskim organizmom pa diferenciacijo celic. Pri prokariotih so funkcionalno povezani geni običajno združeni v operone s skupno uravnavo, pri evkariontih pa ima vsak gen svojo lastno uravnavo. Pri evkariontih vplivajo na izražanje genov tudi drugi dejavniki, kot so modifikacija nukleotidov in tesnost zvijanja DNA, kar obravnava področje epigenetike. Genetska informacija se lahko spremeni kot posledica mutacij in rekombinacij. Raznolikost potomcev pri spolnem razmnoževanju omogočajo dogodki v mejozi. Z dedovanjem opišemo načine prenosa genetske informacije med generacijami organizmov. Medtem ko lahko opišemo dedovanje nekaterih monogenskih lastnosti, ki sledijo Mendlovim zakonitostim, z izdelavo rodovnikov, je dedovanje poligenskih lastnosti kompleksnejše. Z metodami in uporabo genetskega znanja se državljan danes srečujemo na številnih področjih v vsakdanjem življenju.

DODATNA POJASNILA ZA TEMO

Za razvijanje razumevanja načina delovanja genetske informacije za rast in razvoj organizmov, spreminjanja kot posledice mutacij in rekombinacij pri nastanku spolnih celic ter prenosom informacij na potomce je treba abstraktne vsebine čim bolj povezati s primeri, ki jih lahko vidimo, opazujemo ali spremljamo v medijih in v vsakdanjem življenju. Genetika naj ne bo zgolj še ena (težka) vsebina, ki jo je treba predelati, temveč zbir informacij in pogledov, ki omogočajo razumevanje kontinuitete in spreminjanja življenja na Zemlji ter razvoj razmišljajočega državljana, starša in potrošnika. Glede na to, da je vsebina te teme zahtevna tako za dijaka kot za učitelja, je priporočeno, da je na urniku jeseni, ko se dijaki vrnejo v šole in so še neobremenjeni z vsebinami drugih predmetov.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

1 DIDAKTIČNE STRATEGIJE IN METODE

1. Predtest: na podlagi rezultatov prilagodimo poučevanje. Popravljenega vrnemo dijakom, ki tekom podajanja snovi dopolnjujejo in popravljajo svoje odgovore.

2. Umestitev genetike v resnični svet/vsakdanjost: pri vseh tematikah na začetku predstavimo odgovor na vprašanje »Zakaj bi to moral vedeti/zakaj bi me to lahko zanimalo?«:

- » dokazovanje DNA v različnih organizmih s poskusom izolacije DNA,
- » povezava genetike z boleznimi,
- » povezava genetike z gensko spremenjenimi organizmi in produkti teh organizmov.

3. Usmerjenost v razumevanje in ne v poznavanje podrobnosti.

4. Razjasnitev različnih ravni opazovanja:

- » makroskopska raven: fenotip (znaki npr. pri Downovem sindromu),
- » mikroskopska raven: opazovanje mitoze in mejoze na mikroskopskih preparatih (kariogram, en kromosom številka 21 več),
- » submikroskopska raven: več kopij genov in posledično beljakovin, povezanih z znaki Downovega sindroma zaradi večjega števila kromosomov, na katerih ti geni ležijo).

5. Vizualizacije in modeli

Uporaba modelov, diagramov in animacij za pojasnitev zgradbe/antiparalelnega poteka verig DNA in povezovanja baz, podvojevanja DNA, prepisovanja v mRNA in prevajanja v beljakovine. Mnogokrat so animacije ključne in boljše kot 2D slike, predvsem za prostorsko dojetje procesov, povezanih s podvojevanjem, prepisovanjem in prevajanjem DNA.

6. Projektno učenje

Spodbujanje projektnega učenja o npr. odkritju, spoznavanju in možnem zdravljenju genetske bolezni, možnostih spreminjanja izbranih rastlinskih sort s križanjem ali mutacijami.  (2.2.1.2)

7. Interdisciplinarni pristop

Poudariti je treba, da so geni in s tem genetika vpeti v izgradnjo in delovanje vseh bioloških sistemov in s tem v vse ostale tematike. Poleg tega je treba poudariti, da novodobne analize nukleotidnih zaporedij zahtevajo znanje s področja računalništva in bioinformatike, biotehnološki procesi vključujejo znanje kemije, za razumevanje razvoja bolezni kot posledice mutacij ali spremenjenega izražanja genov pa potrebujemo znanje o delovanju človeškega telesa.

8. Uporabo genetskega znanja v vsakdanjem življenju

Izpostavimo v vsaki predstavljeni skupini ciljev. Sama tehnologija rekombinantnega DNA je pomembna z ekonomskega in družbenega vidika, razpon njene uporabe pa se bo v prihodnjih letih verjetno še povečal in še bolj umestil v naš vsakdanjik. Dobro razumevanje osnovnih principov te tehnologije je zato pomembno za razvoj kompetenc državljanov pri skupnih družbenih odločitvah in s stališča državljana kot odgovornega in razumnega potrošnika. **SC** (1.2.5.1) Ker bodo lahko razprave čustvene in ideološko obremenjene, je ključna naloga učitelja posredovati znanstveno dokazana dejstva.

9. Etični vidik

Dijaki naj poiščejo v literaturi različne vidike razvoja novodobnih tehnologij in povezane etične izzive. **SC** (1.2.2.2)

10. Primeri pogostih napačnih predstav

Težave pri razlikovanju lastnosti in gena za lastnost, še posebej pri poligenskih lastnostih, težave s predstavo, da imajo vse celice (razen izjem, npr. eritrociti, ki nimajo jedra) enako genetsko informacijo, čeprav se po zgradbi in delovanju med seboj razlikujejo, mnenje, da je DNA samo v jedru; predstava, da fenotip predstavljajo samo na zunaj vidne lastnosti; razumevanje, da s hrano zaužijemo tudi DNA in da se nukleinske kisline v procesu prebave razgradijo.

2. VERTIKALNE IN HORIZONTALNE POVEZAVE

Osnovno zgradbo in funkcijo DNA dijaki spoznajo že v osnovni šoli, prav tako način in pomen podvojevanja DNA, ki je del celičnega cikla, vključno z mitozo in mejozo. V osnovni šoli so že spoznali povezavo med geni in beljakovinami ter dedovanje monogenskih lastnosti. Seznanjeni so tudi že z osnovami uporabe genetskega znanja v vsakdanjem življenju. V gimnaziji se vsebine nadgradijo in v posameznih segmentih poglobijo. Tako dijaki spoznajo bolj podrobno, kako se DNA prepíše v informacijski RNA, ta pa na ribosomih prevede v beljakovine. Prav tako so seznanjeni, da naš način življenja lahko vpliva na to, kateri geni se prepíšejo in prevedejo. Poglobijo se v mehanizme, ki omogočajo spremembe v DNA, ter podrobneje obravnavajo povezave med temeljnim znanjem in njegovo uporabo (npr. številčne kromosomske mutacije in njihov prikaz s kariogramom za ugotavljanje nepravilnosti ploda). Horizontalno se vsebine povezujejo s predmeti kemija (npr. kemijske vezi v DNA), fizika (npr. gibanje molekul DNA v električnem toku med elektroforezo), računalništvo (npr. uporaba bioinformatičnih analiz zaporedij DNA).

GENETSKA INFORMACIJA JE ZAPISANA V MOLEKULAH DNA ALI RNA

CILJI

Dijak:

O: spoznava, kako zgradba DNA omogoča semikonzervativno podvojevanje,

I: M: spoznava vpliv različnih vezi na stabilnost in podvojevanje molekule DNA ,

I: M: spoznava, da celica s popravilnimi mehanizmi popravi večino napak, ki nastanejo pri podvojevanju,

- : razvija razumevanje, da je gen osnovna informacijska enota,
- : razvija razumevanje, zakaj se mora DNA zviti, da se lahko umesti v celično jedro pri evkariontih oziroma v prokariotsko celico in da pri tem sodelujejo beljakovine,
- ! M: spoznava, da imajo evkariontski kromosomi na koncih specifična zaporedja (telomere), ki ščitijo kromosome pred razgradnjo in medsebojnim povezovanjem,
- : spoznava, da se vrste lahko razlikujejo po številu kromosomov in da imajo diploidni organizmi dvojno garnituro kromosomov, od katerih je vsaka podedovana od enega starša,
- : proučuje različne kariograme in razvija razumevanje, kaj so homologni kromosomi,
- : razvija razumevanje, da je genom celokupna genetska informacija celice, organizma ali virusa in razlikuje med genomom prokariotov in evkariontov,
- ! M: se seznaja, da se le približno 2 % dednega zapisa pri človeku prevede v beljakovine, nekaj odstotkov se prepiše v molekule RNA, ostali DNA pa danes še ne znamo pripisati funkcije.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opiše zgradbo DNA in razloži pomen parjenja baz pri semikonzervativnem podvojevanju,
- » pojasni vpliv različnih vezi na stabilnost molekule DNA (M),
- » pojasni, da so za podvojevanje DNA potrebni encimi (M),
- » pojasni, da celica s popravljivimi mehanizmi popravi določene napake (M),
- » pojasni, da se kompleksnost organizmov ne odraža v številu genov, ki zapisujejo lastnosti tega organizma,
- » razloži, kaj so aleli in kaj je genski lokus,
- » pojasni, da pri zvijanju DNA v kromosom sodelujejo beljakovine,
- » pojasni, da je krajšanje telomer v telesnih celicah povezano s številom delitev (M),
- » pojasni, da lahko pri posamezni vrsti s kariotipizacijo prikažemo število in velikost kromosomov,
- » iz kariograma človeka razbere število kromosomov in določi spol,
- » pojasni, da imajo diploidni organizmi pare homolognih kromosomov, ki so po zgradbi in zaporedju istovrstnih genov enaki,
- » razloži, da genom prokariotov sestavlja en ali izjemoma več kromosomov ter izven kromosomskih genetskih elementov, kot so plazmidi in bakterijski virusi (bakteriofagi),
- » razloži, da je genom evkariontov iz jedrnih kromosomov in mitohondrijske DNA, pri rastlinah pa tudi iz kloroplastne DNA,

» *pojasni, zakaj je mitohondrijski genom pomemben za delovanje celic in s tem tudi za zdravje človeka (M).*

TERMINI

- DNA ◦ nukleotid ◦ adenin ◦ citozin ◦ timin ◦ gvanin ◦ uracil ◦ dvojna vijačnica ◦ podvojevanje DNA
- vodikova vez ◦ komplementarne baze ◦ gen ◦ kromatin ◦ histoni ◦ kromosom ◦ kariotipizacija
- kariogram ◦ homologni kromosom ◦ genom

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri predstavitvi procesov lahko uporabljamo prikaze s shemami, modeli in animacijami.

Pri razlagi o genomih je treba jasno poudariti, da je razpon velikosti genomov pri evkariontih zelo velik in da vloge večjega dela genomov še ne poznamo ter da poznavanje zaporedij nukleotidov še ne pomeni, da poznamo število in vlogo genov.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj **»spoznava, kako zgradba DNA omogoča semikonzervativno podvojevanje«**: priporočamo, da spoznajo proces na osnovni ravni, brez poimenovanja encimov in primerjave poteka podvajanja na vodilni in zastajajoči verigi. Za ponovitev zgradbe DNA lahko sicer predstavimo zgradbo posameznih baz oziroma nukleotidov, vendar moramo opozoriti, da dijakom tega ni treba znati zapisati/narisati. Morda lahko pri adeninu omenimo, da je del molekul ATP, NAD in NADP;
- » cilj **»spoznava vpliv različnih vezi na stabilnost in podvojevanje molekule DNA«**: za lažje razumevanje lahko predstavimo kakšno preprosto paleogenetsko študijo z vprašanjem, kako lahko DNA toliko časa obstane v naravi, v kakšnih razmerah in zakaj ne moremo pričakovati nerazgrajene DNA celih kromosomov v sedimentih; druga možnost je, da dijakom predstavimo denaturacijo DNA, kar pomeni prekinitev vodikovih vezi, kovalentna vez obstane;
- » cilj **»spoznava, da celica s popravljivimi mehanizmi popravi večino napak, ki nastanejo pri podvojevanju«**: dijakom razložimo, da nastanejo napake oz. mutacije ne samo pod vplivom zunanjih dejavnikov, ampak tudi kot posledica delovanja celice, tudi pri podvojevanju DNA, ki jih celica običajno z ustreznimi encimi/mehanizmi, deli popravljivih mehanizmov, popravi. Če pa so geni, vključeni v te mehanizme (mehaniki / na primeru avtomobilov), pokvarjeni, je frekvenca mutacij višja, kar mnogokrat pripomore k razvoju bolezni. Primer mutacije gena BRCA1, katerega produkt sodeluje pri popravljanju poškodb DNA pri igralki Angelini Jolie (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/bwzuaxi>), (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/bwzuaxi>), (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/glyl3o1>) (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/3e7m3yh>));
- » cilj **»razvija razumevanje, da je gen osnovna informacijska enota«**: dijaku je treba razložiti, zakaj je DNA lahko informacijska molekula, npr. z vprašanjem, ali bi bila lahko informacijska molekula, če bi bile vse molekule DNA samo iz ponavljajočega zaporedja ACGT. Kot zanimivost povemo, da je pri človeku protein

kodirajočih genov le okoli dva odstotka genetske informacije, ostalo je medgenski DNA, ki ima lahko regulatorno vlogo, za večino zaporedij pa vloge še ne poznamo;

- » cilj »**razvija razumevanje, zakaj se mora DNA zviti, da se lahko umesti v celično jedro pri evkariontih oziroma v prokariotsko celico, in da pri tem sodelujejo beljakovine**«: dijak naj sam poišče podatke o tem, kako dolg bi bil DNA vseh kromosomov izbrane celice/organizma in kakšne so mere izbrane celice. Učitelj na pozove k razmisleku, zakaj mora biti DNA »urejeno« različno tesno zviti med celičnim ciklom in zakaj je smiselno, da je najbolj tesno zviti med mejozo in mitozo. Opomni naj, da pri tem sodelujejo beljakovine, ki so zato poleg DNA vedno del kromatina (primer zanimive animacije: <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/m5h4cgy> (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/onu1xa2>))
- » cilj »**spoznava, da imajo evkariontski kromosomi na koncih specifična zaporedja (telomere), ki ščitijo kromosome pred razgradnjo in medsebojnim povezovanjem**«: dijaki naj med spoznavanjem mitoze in mejoze na modelih povežejo posamezne kromosome in ugotovijo, kaj se potem z njimi zgodi oz. kakšne so posledice pri/po segregaciji v hčerinski celici. Za razlago telomer najprej predstavimo povzetke poljudne ali strokovne objave in snov povežemo z vsakdanjim življenjem (npr. dejavniki z vplivom na upočasnevanje krajšanja telomer med staranjem – <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/q2267ui>), (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/q2267ui>), (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/clit9ow>) (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/clit9ow>).
- » cilj »**spoznava, da se vrste lahko razlikujejo po številu kromosomov in da imajo diploidni organizmi dvojno garnituro kromosomov, od katerih je vsaka podedovana od enega starša**«: dijake vpeljemo v snov s primerom, npr. z domačo nalogo, pri kateri preberejo zapis o razliki med kuncem in zajcem (primer vira: <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/5w4v334> (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/5w4v334>)). Ko ugotovijo razliko v številu kromosomov, jih vprašamo, ali ima morda še katera druga žival enako število kromosomov kot zajec (npr. človeku podobne / višje opice – 48 kromosomov). Iz tega sledi razprava o različnem številu kromosomov pri fenotipsko relativno podobnih vrstah (kunec/zajec) in fenotipski razliki pri vrstah z enakim številom kromosomov (šimpanz/zajec). Koncept razumevanja diploidnosti prikažemo s shemami oziroma naj dijaki sami narišejo preproste skice in iz tega izpeljejo tudi pojem homologije – enakega zaporedja istovrstnih (ne enakih!) genov na homolognih kromosomih. Primer zajca lahko razvijemo še na raven primerjave števila genov (opica/zajec) in velikost genoma, 48 kromosomov namreč ne pomeni tudi enakega števila nukleotidov;
- » cilj »**proučuje različne kariograme in razvija razumevanje, kaj so homologni kromosomi**«: dijaki naj natisnejo/kopirajo list s kromosomi in jim poiščejo homologne kromosome oziroma dodajo posamezne kromosome in to povežejo z mitozo, mejozo, nepravilno segregacijo na hčerinski celici in posledično mutacijo (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/a1i3qmq>) (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/a1i3qmq>), (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/06u9vxi>) (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/06u9vxi>)).
- » cilj »**razvija razumevanje, da je genom celokupna genetska informacija celice, organizma ali virusa, in razlikuje med genomom prokariotov in evkariontov**«: dijaku predstavimo, da pojem kromosom ni enak pojmu genom, da pa so lahko pri nekaterih organizmih kromosomi edini DNA genoma (npr. bakterija brez plazmidov in fagov). Pri evkariontskih genomih moramo opozoriti na mitohondrijski in kloroplastni DNA. Dijakom predstavimo, da so zapisi v kloroplastnem in mitohondrijskem DNA tudi pomembni za celice (del ključnega encima za fotosintezo RuBisCo je zapisan v kloroplastnem DNA, del v jedrnem, v

mitohondrijskem pa so delni zapisi za encime, ki sodelujejo pri pridobivanju energije). To omenimo izključno samo kot zanimivost, da dijaki ne bodo mislili, da ta DN nima funkcije. Omenimo tudi, da je pri virusih genetska informacija lahko samo RNA (npr. korona virus).

» cilj »**se seznanja, da se le približno 2 % dednega zapisa pri človeku prevede v beljakovine, nekaj odstotkov se prepíše v molekule RNA, ostalemu DNA pa danes še ne znamo pripisati funkcije**«: dijakom predstavimo, da se poleg 2 % protein kodirajočih genov (ki se prepíšejo v mRNA) lahko DNA prepíše tudi v molekule RNA, ki imajo raznovrstne vloge v celici, npr. regulatorne. Omemba je smiselna, da dijaki ne bodo mislili, da ostalih 98 % DNA dejansko nima vloge v celici. Vedno je treba poudariti, da zadev še ne poznamo dovolj;

Dijaki med poukom ali doma poiščejo na svetovnem spletu ali s pomočjo umetne inteligence podatke o največjih in najmanjših genomih in v razpravi ugotavljajo, ali lahko velikost genoma korelirajo s kompleksnostjo fenotipov.  (5.3.5.3) Učitelj lahko kot zanimivost pove, da so del genoma, ki ga še ne poznamo, včasih imenovali junk DNA in se moramo takim trditvam izogniti, ker se v bistvu tudi število protein kodirajoči genov s časom menja, zaradi drugačne analize ni spremembe genoma. Kot informacijo učiteljem predlagamo članek "<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7v2oqt3>" <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7v2oqt3>. Vse te informacije so motivacijske narave in jih ne preverjamo.

GENETSKA INFORMACIJA SE PRENAŠA NA HČERINSKE CELICE

CILJI

Dijak:

○: razvija razumevanje, kako se pri prokariotih genetska informacija prenese v hčerinski celici,

○: spozna vlogo in pomen celičnega cikla pri evkariontih,

SC (3.2.4.1)

○: spozna ključna dogajanja v celičnem ciklu,

I: M: razvija razumevanje, da je celični cikel uravnavan proces.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» opiše prenos genetske informacije pri delitvi prokariotske celice,

» pojasni, da se med celičnim ciklom podvojena DNA razdeli med dve hčerinski celici, tako da vsaka hčerinska celica prejme enako kopijo celotne genetske informacije,

» pojasni, kdaj v celičnem ciklu se pojavlja enokromatidni in dvokromatidni kromosomom,

» utemelji pomen celične delitve za rast in obnovo tkiv,

» pojasni, da napake pri uravnavi celičnega cikla lahko vodijo v razvoj rakavih obolenj (M).

TERMINI

○ cepitev ○ celični cikel ○ interfaza ○ mitozo ○ kromatin ○ enokromatidni kromosomi ○ dvokromatidni kromosomi ○ rakava obolenja

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Ponazoritev z modelom: predlagamo, da učitelj mitozo ponazori z modeli (npr. iz plastelina, z nogavicami, vrvicami); poseben poudarek naj bo na razumevanju pojmov dvokromatidni kromosom in homologna kromosoma, saj se pri dijakih pogosto pojavlja napačna predstava, da dvokromatidni kromosomi pomenijo diploidnost. Tudi prekrivanje pogosto napačno razumejo, zato tudi tukaj pri razumevanju pomagajo modeli.

Oblikovanje kriterijev uspešnosti: predlagamo, da z dijaki v razredu skupaj pripravite kriterije uspešnosti za posamezne cilje ali skupino ciljev. Predlog kriterijev uspešnosti za mitozo:

Uspešen sem, ko:

- » ločim med pojmi gen, kromosom, kromatida,
- » razumem, kaj pomeni enokromatidni in dvokromatidni kromosom (enojna in dvojna garnitura genov),
- » znam skicirati proces delitve jedra – mitoze,
- » znam razložiti, kaj se med mitozo dogaja s kromosomi,
- » poznam razliko med citokinezo živalske in rastlinske celice,
- » iz mikrofotografije ali skice znam presoditi, kaj se trenutno dogaja v celici,
- » na podlagi skice znam napovedati, kaj se bo s kromosomi zgodilo v nadaljevanju procesa jedrne delitve.

Primeri dejavnosti: opazovanje mitoze v celicah koreninskega vršička, izolacija DNA npr. iz sadja.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj **»spoznava ključna dogajanja v celičnem ciklu«**: priporočamo, da učitelj ne uporablja poimenovanja posameznih faz mitoze, ampak samo razloži ključno dogajanje znotraj interfaze in mitoze – kaj se dogaja s kromosomi, centriolom, jedrnim ovojem, pozicijo kromosomov ipd.;
- » cilj **»razvija razumevanje, kako se pri prokariotih genetska informacija prenese v hčerinski celici«**: dijaku na primeru delitve bakterijske celice predstavimo podvojitve kromosoma ter temu sledečo delitev celice; prikaz kratkega posnetka (npr. <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/rvxfnjs> (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/rvxfnjs>)). Hkrati je treba opozoriti, da se v hčerinski celici prenesejo tudi drugi deli genoma, kot so plazmidi in fagi. Ob tem spodbudimo razpravo, ali so potomci enaki starševski bakterijski celici – primerjava z mejozo – in zakaj kljub temu da ni rekombinacij kromosomov, nastaja raznolikost, ki je ne moremo pripisati zgolj mutacijam – horizontalni prenos;
- » cilja **»spoznava vlogo in pomen celičnega cikla pri evkariontih in »spoznava ključna dogajanja v celičnem ciklu«**: predlagamo prikaz animacij; motivacijska vprašanja: zakaj se npr. ustna sluznica hitro obnovi, živčne celice pa ne; kako je to povezano s celičnim ciklom; v kateri fazi obstanejo celice, ki se ne delijo hitro/pogosto; razložimo, da so do podvojitve DNA kromosomi enokromatidni – nepodvojeni, podvojeni pa so dvokromatidni; razlaga naj bo vedno ob slikah;
- » cilj **»razvija razumevanje, da je celični cikel uravnavan proces«**: tematika se lahko začne z vprašanjem, kakšne so lahko posledice neuravnane delitve celic (rakava obolenja) z vidika frekvence podvojevanja (rak dojk zaradi povečane receptorske aktivnosti – zdravljenje – blokada receptorja) in prehitrega prehoda med fazami (prehod iz S v G2, preden so napake, nastale med podvajanjem, popravljene). Zato na maturitetni ravni lahko omenimo posamezne faze celičnega cikla in da prehod med fazami uravnava posebne beljakovine.

GENETSKA INFORMACIJA SE UPORABI ZA SINTEZO BELJAKOVIN

CILJI

Dijak:

- : spozna, da so geni posamezni odseki DNA, ki se prepisejo v molekule RNA in da so v informacijski RNA prepisana navodila za sintezo beljakovin,
 - : razvija razumevanje osnovnega principa prepisa DNA v mRNA ali druge molekule RNA (rRNA, tRNA),
 - I: *M: spozna, da je pri evkariontih v enem genu lahko zapisanih več različnih beljakovin,*
 - : razvija razumevanje osnovnega principa prevajanja informacijske RNA v beljakovine,
 - I: *razvija razumevanje, zakaj se vsi geni ne prepisujejo stalno in da se pri večceličnih organizmih v različno diferenciranih celicah izražajo različni geni,*
 - I: *razvija razumevanje, da so pri prokariontih funkcionalno povezani geni običajno združeni v operone s skupno uravnavo, pri evkariontih pa ima vsak gen svojo lastno uravnavo,*
 - I: *spozna, da epigenetski mehanizmi vplivajo na izražanje genov, vpliv pa se lahko prenese na hčerinski celici ali transgeneracijsko.*
- SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » opredeli razlike med DNA in RNA,
- » razloži princip prepisovanja informacij iz DNA v RNA,
- » pojasni, kaj so introni in eksoni (M),
- » razloži, zakaj iz enega gena po prepisu in preoblikovanju mRNA lahko dobimo različne beljakovine (M),
- » opiše vlogo ribosomov pri sintezi beljakovin,
- » pojasni, kaj sta kodon in antikodon ter da je genetski kod univerzalen in degeneriran,
- » pojasni, zakaj se celice v organizmih razlikujejo in opravljajo različne naloge kljub temu, da imajo enak genom,
- » razloži, zakaj večja zgoščenost kromatina onemogoča prepisovanje genov iz DNA (M),
- » razume, da okolje in naš način življenja vplivata na delovanje encimov, ki sodelujejo pri zgoščevanju kromatina (M). SC (3.2.4.2)

TERMINI

- mRNA ◦ tRNA ◦ rRNA ◦ kodon ◦ antikodon ◦ genetski kod ◦ degeneriranost genetskega koda
- univerzalnost genetskega koda ◦ epigenetika

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri obravnavi sinteze beljakovin si lahko učitelj pomaga z animacijami in simulacijami. Primer:

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/yvjzob> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/yvjzob>)

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilja »spoznava, da so geni posamezni odseki DNA, ki se prepisejo v molekule RNA in da so v informacijskem RNA prepisana navodila za sintezo beljakovin« in »razvija razumevanje osnovnega principa prepisa DNA v mRNA ali druge molekule RNA (rRNA, tRNA)«: tematiko, zajeto v obeh ciljnih, predstavimo ob slikah in animacijah. Ponovno izpostavimo, da je beljakovine kodirajočih genov pri človeku samo 2 %, da pa poznamo še druge gene, ki se samo prepisejo v RNA. Nekateri sodelujejo pri sintezi beljakovin (tRNA, rRNA), veliko drugih pa ima v celici regulatorno vlogo (tudi pri regulaciji, kateri geni se bodo prepisali in kateri bodo utišani). Zanimiva in kratka animacija je na naslovu <https://www.youtube.com/watch?v=5MfSYnltYvg> (<https://www.youtube.com/watch?v=5MfSYnltYvg>). Ob gledanju animacije postane jasno, kako dinamični so procesi v celici. Posebne regulatorne beljakovine, ki določajo, kateri gen se bo prepisal, preprosto poimenujemo regulatorne beljakovine, ki omogočajo encimu (RNA-polimeraza, poimenovanje lahko izpustimo), da začne prepisovanje;
- » cilj »spoznava, da je pri evkariontih v enem genu lahko zapisanih več različnih beljakovin«: uvod v tematiko lahko začnemo z vprašanjem, kako je možno, da imata človek in glista *Caenorhabditis elegans*, skoraj enako število genov. Razliko ponazorimo s slikama. Postopoma skušamo dijaka pripeljati do spoznanja, da lahko človek na različne načine iz enega gena pridobi različne beljakovine, ki so nosilke lastnosti. Vpeljemo termin intron kot nekodirajoči del gena, ki se izreže pred prevajanjem. Omenimo, da se kodirajoči deli istih genov (eksoni) lahko včasih tudi deloma izrežejo, tako lahko dobimo v različnih celicah organizma iz enakega gena različne beljakovine. Če je potrebno, zadevo ponazorimo z lego kockami, pri čemer so eksoni podolgovati raznobarvni odseki, dolgi osem zarez, vedno sestavljeni iz dveh enakobarvnih kock s štirimi zarezi; ti deli pa so ločeni z enakimi, manjšimi kockami enakih barv. Izrezovanje intronov simuliramo z odstranitvijo teh enakih kock, nastanek različnih mRNA pa z odstranitvijo ene ali nekaj raznobarvnih kock s štirimi zarezi (eksoni). Podobno lahko ponazorimo tudi z raznobarvnim plastelinom. Tako lahko dobimo različne mRNA in posledično različne beljakovine. 
- (3.1.4.1)
- » cilj »razvija razumevanje osnovnega principa prevajanja informacijskega RNA v beljakovine«: tematiko najprej razložimo ob statičnih slikah in nato ponovimo ob animacijah s sprotnim ustavljanjem; uvesti in definirati moramo genetski kod, ostalo je lahko podano opisno;

- » cilj **»razvija razumevanje, zakaj se vsi geni ne prepisujejo stalno in da se pri večceličnih organizmih v različno diferenciranih celicah izražajo različni geni«**: uvodno vprašanje je lahko: zakaj se jetrna celica, živčna celica in celica sluznice pri istem človeku razlikujejo po zgradbi in delovanju, če imajo vse tri enak genski zapis. Dijake je treba pripeljati do ugotovitve, da se očitno v različnih celicah izraža različna informacija/geni in da je to povezano tudi z diferenciacijo celic. Določeni geni v določenih celicah se vedno prepisujejo, drugi so utišani – od tod lastnosti posameznih celic;
- » cilj **»razvija razumevanje, da so pri prokariotih funkcionalno povezani geni običajno združeni v operone s skupno uravnavo, pri evkariotih pa ima vsak gen svojo lastno uravnavo«**: predstaviti je treba prednosti in slabosti obeh načinov. Prednost združenih genov v operone je skupna uravnavo v operonu prisotnih genov. Na preprostem primeru, npr. razgradnje laktoze, razložimo, kako so geni funkcionalno povezani (vstop laktoze v celico, ki ji sledi razgradnja), ali pa primer triptofanskega operona, ki združuje gene za encime, ki sodelujejo pri biosintezi triptofana. Ker so potrebni vsi encimi, če triptofana ni, je smiselno, da se naenkrat prepišejo vsi geni za sodelujoče encime. Ko je prisoten »signal« za prepisovanje in ustrezne beljakovine, to omogoči prepis nekaj genov. Če pa ima vsak gen lastno uravnavo, kar je značilno za evkarionte, pa je omogočen odziv različnih genov na en signal oziroma se lahko vsak gen »odzove/prepiše« na različne signale;
- » cilj **»spoznava, da epigenetski mehanizmi vplivajo na izražanje genov, vpliv pa se lahko prenese na hčerinski celici ali transgeneracijsko«**: za uvod v temo je primerna razprava o objavah v javnih medijih. Dijaki naj poiščejo članke v slovenskih dnevnikih, tednikih in mesečnikih ter izpostavijo kontekst, v katerem je bila omenjena epigenetika (primeri: <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/vmy9od3> ; <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/h3q3zka> (<https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/h3q3zka>)). Ko pride razprava do točke, ko dijaki ugotovijo, da lahko zunanji vplivi uravnavajo izražanje genov, učitelj pove enega od mehanizmov – bolj ali manj tesno zlaganje DNA, ki prepreči ali omogoči beljakovnam (encim RNA-polimeraza in regulatorne molekule) dostop do mesta prepisovanja. Lahko pa gre tudi za kemijske spremembe baz (metilacija citozina), ki se pri nekaterih genih prenesejo v sledečo generacijo. Ob tem opravimo še povezavo z diferenciacijo celic med razvojem, saj sodelujejo enaki/podobni mehanizmi. Tematika je primerna tudi za razpravo o tem, kje je meja med znanostjo, med tem, česar še ne poznamo, in psevdoznanostjo.  (3.1.4.2)

GENETSKA INFORMACIJA SE LAHKO SPREMENI

CILJI

Dijak:

- : spozna, da se dedni material lahko spremeni kot posledica mutacij in rekombinacij,
- : spozna, da so tako spontane kot inducirane mutacije spremembe v genomu, ki jih popravljalni mehanizmi ne morejo popraviti,
SC (3.2.4.1)
- : spozna vrste mutacij,
- I: razvija razumevanje, da spremembe v zaporedju nukleotidov omogočajo nastanek novih različic genov - alelov,
- : razvija razumevanje posledic mutacij v telesnih in zarodnih celicah za osebek ali njegove potomce,
- I: M: spozna pomembnost horizontalnega prenosa genov v ekosistemih,
SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 2.3.1.2)
- : spozna mejozo kot del procesa nastanka spolnih celic (prehod iz diploidnega v haploidno stanje),
- : spozna, kako prekrivanje kromatid in naključna razporeditev homolognih kromosomov omogočata genetsko pestrost.
- I: razvija razumevanje prednosti rekombinacij genetskih informacij, ki nastanejo pri spolnem razmnoževanju,
- I: razvija razumevanje, da je pri prokariontih cepitev oblika nespolnega razmnoževanja in da horizontalni prenos genov omogoča rekombinacijo genetskih informacij,
SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 2.3.1.1)
- I: primerja nespolno in spolno razmnoževanje organizmov.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » pojasni razliko med mutacijami in rekombinacijami,
- » navede pogoste mutagene dejavnike, ki povzročijo inducirane mutacije,
- » razlikuje med mutacijami, pri katerih prihaja do zamenjav, sprememb zaporedja in števila enega ali nekaj nukleotidov DNA, zgradbe ali števila enega ali več kromosomov oziroma kromosomskih garnitur v genomu,
- » razlikuje med različnimi geni in med aleli istovrstnega gena,
- » razloži, zakaj so mutacije v telesnih celicah lahko povezane z razvojem bolezni,

- » utemelji, zakaj mutacije v zarodnih celicah vplivajo na razvoj in zdravje potomcev,
- » razloži, zakaj so horizontalni prenosi genov pri bakterijah pomembni za razvoj odpornosti proti antibiotikom (M),
- » pojasni, zakaj so spolne celice diploidnih organizmov haploidne,
- » opiše ključna dogajanja v mejozi (prekrižanje, naključna razporeditev kromosomov v gamete),
- » razloži pomen mitoze in mejoze ter primerja njun potek,
- » pojasni, zakaj pri spolnem razmnoževanju nastanejo genetsko različni pri nespolnem pa genetsko enaki potomci,
- » razloži, zakaj pri večini mnogoceličnih organizmov prevladuje spolno razmnoževanje,
- » primerja rekombinacijo genov pri bakterijah z rekombinacijo genov pri evkariontih.

TERMINI

- kromosomska garnitura ◦ haploidnost ◦ diploidnost ◦ spontane mutacije ◦ inducirane mutacije
- mutageni dejavniki ◦ genske mutacije ◦ kromosomske mutacije ◦ genomske mutacije ◦ gen ◦ alel
- trisomija ◦ interfaza ◦ mitoza ◦ mejoza ◦ prekrižanje ◦ transdukcija (M) ◦ konjugacija (M)
- transformacija (M)

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri razlagi mejoze je za pravo predstavbo zelo pomemben poudarek na razumevanju razlike med enokromatidnimi in dvokromatidnimi kromosomi in homolognima kromosomoma. Zelo pogosta napačna predstava je, da dijaki menijo, da je celica z dvokromatidnimi kromosomi diploidna, z enokromatidnimi pa haploidna. Za odpravljanje napačne predstave pomaga predstavitev mejoze z modelom (npr. iz plastelina, s pomočjo nogavic). Odpravljanje napačnih predstav omogočajo tudi simulacije in videopredstavitve mejoze.

Primer simulacije:

<https://www.youtube.com/watch?v=kQu6Yfrr6j0> (<https://www.youtube.com/watch?v=kQu6Yfrr6j0>)

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » standard »navede pogoste mutagene dejavnike, ki povzročijo inducirane mutacije«: npr. UV in radioaktivna sevanja, mutagene snovi, virusi;...
- » cilj »spoznava, da se dedni material lahko spremeni kot posledica mutacij in rekombinacij«: z nekaj vprašanji je treba ugotoviti, ali se dijaki spomnijo pomena rekombinacij med mejozo, ponoviti, zakaj potomci pri spolnem razmnoževanju niso enaki nobenemu od staršev. Tematiko razširimo na prokariote z vprašanjem, ali se spreminjajo samo z mutacijami. Kljub kratkemu generacijskemu času si nekaterih hitrih

sprememb ne moremo razložiti, če ne vključimo horizontalnih prenosov genov med mikroorganizmi v populacijah (primer so igralne karte: nova karta je nov alel, nova delitev kart na začetku igre – nove kombinacije – rekombinacije kart);

- » cilj **»spoznava, da so tako spontane kot inducirane mutacije spremembe v genomu, ki jih popravljalni mehanizmi ne morejo popraviti«**: dijake moramo opozoriti, da v bistvu težko ugotavljamo, kaj se dogaja z DNA tekom celičnega cikla; lahko pride do spremembe – okvare, ki jo popravijo posebni popravljalni mehanizmi, tako da ob začetku mitoze okvare ni več. Kot mutacije pa opredelimo vse spremembe, ki se prenesejo v naslednjo generacijo (celic/potomcev). Ker mutacije običajno povezujemo z mutagenimi dejavniki, je treba opozoriti, da lahko nastanejo spontano – kot posledica metabolizma celice;
- » cilj **»spoznava vrste mutacij«**: izpostaviti je treba razlike in posledice med točkovnimi in kromosomskimi/genomskimi mutacijami. Med kromosomskimi je praktični primer npr. trisomija 21; povezava z genetskimi testi pri nosečnicah. Dijaki naj pregledajo možnosti, ki jih imajo nosečnice v Sloveniji: katere trisomije testiramo. Morda razprava o tem, zakaj samo te in zakaj še niso bile opisane osebe z npr. trisomijo 1,11; praktično lahko dijaki s pomočjo tabele z genetskim kodom prevedejo osnovno in spremenjena zaporedja nukleotidov v aminokislino ter analizirajo pomen sprememb;
- » cilj **»razvija razumevanje, da spremembe v zaporedju nukleotidov omogočajo nastanek novih različic genov – alelov«**: omeniti je treba, da obstajajo v populaciji različni aleli, in v tem primeru ne govorimo o mutacijah, ampak o polimorfizmih;
- » cilj **»razvija razumevanje posledic mutacij v telesnih in zarodnih celicah za osebek ali njegove potomce«**: uvod v tematiko z vprašanjem, kako si razlagajo, da ima nekdo »genetsko predispozicijo za razvoj bolezni«, ali pa: ali mutacija, povezana z neko boleznijo, v telesnih celicah vpliva na genetsko predispozicijo za razvoj te bolezni pri potomcu;
- » cilj **»razvija razumevanje, da je pri prokariotih cepitev oblika nespolnega razmnoževanja in da horizontalni prenos genov omogoča rekombinacijo genetskih informacij«** in maturitetni cilj **»spoznava pomembnost horizontalnega prenosa genov v ekosistemih«**: izpostavimo lahko primere prilagoditve bakterij na življenjski prostor s pomočjo genov, dobljenih s transdukcijo. Izbor primerne animacije za prikaz horizontalnega prenosa – večina je predolgih in vsebuje preveč informacij, nekatere so preveč poenostavljene. Morda domača naloga, da dijaki najdejo primerno, njim všečno animacijo, ali pa spodbuda, da sami izdelajo preprosto animacijo.  (4.3.1.1) (primer: <https://www.youtube.com/watch?v=7tLV20dk-FM> (<https://www.youtube.com/watch?v=7tLV20dk-FM>); <https://www.youtube.com/watch?v=08Q-MVeNeTU> (<https://www.youtube.com/watch?v=08Q-MVeNeTU>))
- » cilj **»razvija razumevanje prednosti rekombinacij genskih informacij, ki nastanejo pri spolnem razmnoževanju«**: omenimo lahko že pri rekombinaciji;
- » cilja **»primerja nespolno in spolno razmnoževanje organizmov«** in **»spoznava mejozo kot del procesa nastanka spolnih celic (prehod iz diploidnega stanja v haploidno)«**: dijaki narišejo celice s številom kromosomskih garnitur in navedejo posledice, če ni mejoze.

GENETSKA INFORMACIJA SE PRENAŠA MED GENERACIJAMI

CILJI

Dijak:

- I: spoznava začetke eksperimentalnega pristopa pri ugotavljanju zakonitosti dedovanja (Gregor Mendel) in nova spoznanja o dedovanju,*
- O: razvija razumevanje, da je Mendel prišel do svojih spoznanj s proučevanjem monogenских lastnosti, na katere okolje ni imelo vpliva,*
- O: ugotavlja pričakovane deleže genotipov in fenotipov potomcev za nekatere monogenске lastnosti,*
- I: M: spoznava, da lahko v določenih primerih dedovanje monogenских lastnosti ne sledi Mendlovim zakonitostim,*
- O: razvija razumevanje, da je večina lastnosti poligenских in da lahko na njihovo izražanje vpliva tudi okolje,*
- I: razvija razumevanje, da imajo današnja genetska testiranja dobro napovedno vrednost samo za monogenске lastnosti,*
- I: M: razvija razumevanje dedovanja mitohondrijske DNA,*
- I: proučuje rodovnike, v katerih lahko spremlja različne načine dedovanja monogenских lastnosti.*

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » **na izbranih primerih razloži pričakovane deleže genotipov in fenotipov potomcev,**
- » *navede ključno ugotovitev, ki je Mendla privedla do predvidevanja, da ima vsak osebek dva izvoda (alela) istovrstnega gena,*
- » *ve, da se v nekaterih primerih dominantni aleli ne izrazijo v fenotipu (M),*
- » **navede primere monogenских in poligenских lastnosti,**
- » *iz rodovnika zna razbrati način dedovanja prikazane lastnosti,*
- » *prepozna rodovnik, ki prikazuje dedovanje mitohondrijskih lastnosti (M).*

TERMINI

◦ monogenske lastnosti ◦ poligenske lastnosti ◦ monohibridno križanje ◦ dihibridno križanje ◦ testno križanje ◦ multipli aleli ◦ dominanca ◦ nepopolna dominanca ◦ kodominanca ◦ vpliv okolja na fenotip
◦ dominantno dedovanje ◦ recesivno dedovanje ◦ rekombinacijski (Punnetov) kvadrat ◦ na spolne kromosome vezano dedovanje

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Dijake moramo opozoriti, da je večina lastnosti pri človeku poligenskih in da rodovniki opisujejo samo dominantno recesivno na spolne kromosome ali avtosome vezano dedovanje monogenskih lastnosti.

Pojem nepopolna dominanca so včasih imenovali tudi intermediarno dedovanje.

Primeri dejavnosti: raziskovanje modela genov, izdelava rodovnikov, iskanje monogenskih bolezni ali lastnosti, ki niso podane v okviru pouka, za katere je poznano dedovanje; razprava o tem, kaj sploh prikazujejo rodovniki, saj jih dijaki pogosto izdelajo, pa ne vedo, kaj pomenijo.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj »**spoznava začetke eksperimentalnega pristopa pri ugotavljanju zakonitosti dedovanja (Gregor Mendel) in nova spoznanja o dedovanju**«: ker je bila tematika obravnavana že v osnovni šoli, za uvod v tematiko lahko povemo kakšno zanimivo zgodba o Mendlu;
- » cilja »**razvija razumevanje, da je Mendel prišel do svojih spoznanj s proučevanjem monogenskih lastnosti, na katere okolje ni imelo vpliva**« in »**spoznava, da lahko v določenih primerih dedovanje monogenskih lastnosti ne sledi Mendlovim zakonitostim**«: uvod v tematiko zgodba o tem, da je po ponovnem odkritju Mendlovih zakonitosti ob koncu 19. stoletja mnogo raziskovalcev želelo ugotoviti, ali dedovanje njihovih raziskovalnih organizmov sledi tem zakonitostim; in ker so nekateri ugotovili, da ne, so sčasoma raziskali, zakaj ne, in postavili razširitve in modifikacije; konkretni primeri: na spol vezano dedovanje hemofilije, včasih se geni ne izrazijo v fenotipu;
- » cilj »**razvija razumevanje, da je večina lastnosti poligenskih in da lahko na njihovo izražanje vpliva tudi okolje**«: tematika je zanimiva predvsem za razpravo o vplivu škodljivih in koristnih navad oziroma življenjskega sloga na človekovo zdravje;
- » cilja »**razvija razumevanje, da imajo današnja genetska testiranja dobro napovedno vrednost samo za monogenske lastnosti**« in »**razvija razumevanje dedovanja mitohondrijskega DNK**«: ker so mitohondriji v zadnjem času zelo izpostavljeni v povezavi s staranjem, naj dijaki poiščejo tovrstne omembe v časopisih in jih poskušajo kritično ovrednotiti (primer: <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/9t9rpw0> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/9t9rpw0>); <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/sqtbbws> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/sqtbbws>). Sem vključimo/ponovimo endosimbiontsko teorijo in izrazito redukcijo genoma – prenos genov v jedrni DNA. Prikaže se primer bolezni, ki je posledica mutacij v mitohondrijskem genomu. Ker se napake v mitohondrijskem genomu ne popravljajo, dedujejo pa se po

materi iz roda v rod, analizo tega genoma uporabljamo za ugotavljanje sorodstva – prednikov. Dijaki naj poiščejo po spletu ponudnike genetskih testov in najdejo omembo mitohondrijskega DNA.



ZNANJE GENETIKE UPORABLJAMO V VEDAH O ŽIVLJENJU IN DRUŽBI

CILJI

Dijak:

I: spoznava uporabnost podatkov o nukleotidnih zaporedjih DNA (sekvencah),

I: spoznava, da posameznikov genom vpliva tudi na njegovo presnovo,

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

I: spoznava, da s kariotipizacijo odkrivamo spremembe v zgradbi in številu kromosomov,

I: raziskuje, kako na podlagi analize mitohondrijske DNA dokažemo sorodstvena razmerja in bolezni, ki se dedujejo samo po materini strani,

I: spoznava osnovne razlike med križanjem in umetnim spreminjanjem genomov z genskim inženirstvom in se seznani s primeri uporabe križanja v kmetijstvu (npr. tradicionalno žlahtnenje),

SC (5.3.5.3)

I: spoznava osnovne metode tehnologije rekombinantne DNA ter njihove prednosti in zadržke glede uporabe,

SC (3.3.4.1)

I: razvija razumevanje osnovnih razlik med reproduktivnim in terapevtskim kloniranjem ter kloniranjem genov,

I: razvija razumevanje, da lahko uporabimo matične celice za regeneracijo tkiv,

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

I: spoznava potencialne možnosti spreminjanja genoma z metodo CRISPR-Cas,

SC (5.3.5.3)

I: spoznava pomen razvoja cepiv,

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 1.2.1.4)

I: razpravlja o pomenu biološke varnosti in uporabi genetskih testiranj v komercialne namene.

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 1.2.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» razloži uporabnost metod ugotavljanja nukleotidnih zaporedij (npr. pri diagnostiki dednih bolezni, v forenzičnih preiskavah ali varstveni biologiji),

» na primeru laktozne intolerance in celiakije razloži vpliv genov na presnovo,

» na podlagi kariograma prepozna pogoste trisomije pri človeku,

beljakovin, zato so mutacije, ki jih lahko zasledujemo, ker v mitohondrijih ni popravljalnih mehanizmov, brez posledic za posameznika, obenem pa se po njih posamezniki razlikujemo, kar se uporablja pri filogenetskih študijah (dokazi o izvoru *H. sapiensa*);

- » cilj »**spoznava osnovne razlike med križanjem in umetnim spreminjanjem genomov z genskim inženirstvom in se seznani s primeri uporabe križanja v kmetijstvu (npr. tradicionalno žlahtnjenje)**«: za uvod lahko dijaki poiščejo ali preberejo poljubni prispevek v časopisju (npr. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/05bygdq> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/05bygdq>)), kar je izhodišče za razpravo. Pri križanju morda izpostavimo, da lahko nastanejo hibridi, ki se ne morejo razmnoževati spolno (različni kromosomi – povezava z mejozo); pri gensko spremenjenih organizmih GSO/GMO je morda treba izpostaviti razlike med GSO, ki je npr. za prehrano, ali produkti GSO, pri katerih sam GSO načeloma v končnem produktu za potrošnjo ni več prisoten; poudarimo razlike med dovoljenjem za gojenje gensko spremenjenih rastlin v EU (ima koruza 'Monsanto 810') ter dovoljenjem za promet in uporabo (uvožena krma in hrana, npr. soja);
- » cilj »**spoznava osnovne metode tehnologije rekombinantne DNA ter njihove prednosti in zadržke glede uporabe**«: dijakom predstavimo osnovne metode o prednostih in zadržkih, v razredu pa lahko pripravijo skupni seznam v spletni učilnici, ki ga nato razčlenijo; povzamejo lahko prednosti in zadržke poljudnega prispevka, npr. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/049dsvw> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/049dsvw>)) na svetovnem spletu, pripravijo anketo in jo v razredu izvedejo (se strinjajo z navedbami ali ne);
- » cilj »**razvija razumevanje osnovnih razlik med reproduktivnim in terapevtskim kloniranjem ter kloniranjem genov**«: kratek in jedrnat pregled možnosti terapevtskega kloniranja je za učitelje npr. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/yd1j0fd> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/yd1j0fd>). Izpostavimo, da se terapevtsko kloniranje začne kot reproduktivno kloniranje s prenosom somatskega jedra in da se žrtvuje zarodek, kar je problematično z etičnega vidika. ^{SC}(1.2.2.1) ^{SC}(1.2.2.2) Pri kloniranju genov načeloma ni teh pomislekov. Morda kloniranje genov in njih izražanje na tem mestu poveže z univerzalnostjo genetskega koda; pri kloniranju s prenosom somatskega jedra izpostavimo mitohondrije (čigavi so?);
- » cilja »**razvija razumevanje, da lahko uporabimo matične celice za regeneracijo tkiv**« in »**spoznava potencialne možnosti spreminjanja genoma z metodo CRISPR-Cas**«: dijaki se morajo zavedati, da se ta tehnologija še razvija, predvsem pa, da bi jo lahko uporabili samo za zamenjavo genov/odsekov DNA, za katere vemo, da so povezana z lastnostmi/boleznijo, kar pa ne velja za večino večgenskih bolezni. Zanimive animacije za učitelje npr. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/co8m8fu> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/co8m8fu>) in <https://www.youtube.com/watch?v=EPTeaXMVcyY> (<https://www.youtube.com/watch?v=EPTeaXMVcyY>)
- » cilj »**spoznava pomen razvoja cepiv**«: poudariti razliko med klasičnimi (1. in 2. generacija cepiv) ter genskimi konstrukti – 3. generacija cepiv; čeprav so med cepivi 2. generacije tudi rekombinantna, je v cepivu produkt GSO in ne genetski material, kot pri 3. generaciji; ^{SC}(1.2.1.4)
- » cilj »**razpravlja o pomenu biovarnosti in uporabi genetskih testiranj v komercialne namene**«: zanimive povezave – definicija GSO/GMO, Kartagenski protokol <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/pblq0c7> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/pblq0c7>); <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/e8c0jtl>

(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/e8c0jtI>); <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/992u6mh>
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/992u6mh>) ; nekaj splošnega o genetskih testiranjih-pomisleki:
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/de6dwq6> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/de6dwq6>);
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/hcyaI91> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/hcyaI91>);
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/onb949q>
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/onb949q>); <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/oqI4o9I>
(<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/oqI4o9I>);





V EVOLUCIJI SE SPREMINJAJO DEDNE LASTNOSTI IN PESTROST VRST

OBVEZNO

OPIS TEME

Tema evolucija pokriva vzorce in procese, ki pojasnjujejo nastanek življenja, njegovo zgodovinsko spreminjanje in sedanjo pestrost vključno s človekom in celoto njegovih bioloških lastnosti. Skozi štiri milijarde let evolucije so se oblike življenja spreminjale in se še vedno razvijajo v razvejanem vzorcu od enoceličnih prednikov do raznolikosti življenja na Zemlji danes. Prvi organizmi na Zemlji so bili enocelični prokarionti, podobni današnjim bakterijam. Sčasoma so postali tako pogosti, da so spreminjali sestavo atmosfere in površje planeta. Pri enoceličnih evkariontih, ki imajo bolj pestro celično zgradbo, je prišlo do pojava spolnosti in diploidnosti, iz njih so nastali mnogocelični organizmi. Skozi evolucijsko zgodovino lahko pokažemo, da evolucija ni usmerjena k določenemu cilju, temveč je njen rezultat veliko število različnih oblik življenja. V populaciji kot osnovni enoti evolucije potekajo procesi naravnega izbiranja, mutiranja, naključnega drsenja in preseljevanja. Te procese razložimo s spreminjanjem pogostosti alelov kot dednih osnov fenotipskih lastnosti. Naravna selekcija je pomembna kot edini proces, ki populacije ali vrste prilagaja, mutiranje pa kot edini proces, ki dolgoročno zagotavlja nove alele in s tem sploh omogoča evolucijo. V času, daljšem od nekaj generacij, nastajajo novi vzorci in zakonitosti, ki jih na ravni populacijskih procesov ne zaznamo. V tem sklopu obravnavamo nastajanje novih vrst ali speciacijo in evolucijo biodiverzitete kot skupno dinamiko speciacije in izumiranja. Poleg velikih zgodovinskih izumiranj je pomembno trenutno antropogeno izumiranje, ki bistveno in nepovratno vpliva na sedanost in prihodnost življenja. Dolgoročnejši vidik evolucije je težje sprejemljiv kot razlage populacijskih procesov. Zato predstavimo argumente v podporo evolucijski teoriji, kot so fosilni zapisi, vzorci podobnosti in sorodnosti itd.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

1 DIDAKTIČNE STRATEGIJE IN METODE

Dodatna pojasnila za lažje podajanje snovi o evoluciji, ker se pojavlja veliko napačnih interpretacij in jo dijaki težko razumejo:

Charles Darwin in Alfred Russel Wallace sta neodvisno razvila idejo o evoluciji z naravnim izbiranjem. Njune ideje so bile predstavljene na znanstvenem srečanju v Londonu leta 1858. Od takrat je naravno izbiranje oziroma naravna selekcija postal zelo pomemben koncept v biologiji. Dejansko velja za eno najpomembnejših razlagalnih teorij v znanosti. Teorijo gradijo tri ključna spoznanja.

1. **Populacije so raznolike in spremenljive.** Z drugimi besedami, obstajajo razlike med posamezniki v populaciji določene vrste. To očitno velja za človeško populacijo; opazne so razlike v polti kože, med obrazi in telesi, slišimo razlike med glasovi, opazujemo razlike med vedenjem itd. Variabilnost verjetno lahko najdemo v vsaki človeški lastnosti, ki jo proučujemo. To velja seveda tudi za druge vrste.
2. **Razlike med posamezniki v populaciji so lahko dedne.** Obstajajo genetski razlogi za razlike med posamezniki. Ni nujno, da so razlike določene samo z geni. Zadostuje dejstvo, da je genetika vsaj delno odgovorna. Na lastnost, kot je človeška višina, delno vpliva tudi življenjsko okolje (npr. prehrana). Danes torej vemo, da so spremenljive lastnosti v rastlinskih in živalskih populacijah pogosto pod genetskim nadzorom.
3. **Opisane razlike med osebki v populaciji lahko povzročijo razlike v njihovem preživetju in razmnoževanju.** Na primer žival, katere obarvanost izstopa v okolju, bo verjetno plenilec hitreje opazil in pojedel kot druge osebkke v populaciji, ki so bolj skladni z barvami okolja. Kot posledica zgodnejšega in pogostejšega umiranja bodo taki osebki zapustili manj potomcev kot drugi, ki se bolje prikrivajo v okolju. Organizem, ki preživi in proizvaja več potomcev, je evolucijsko uspešnejši (fitnes oziroma reproduktivni rezultat osebkov z danim fenotipom v primerjavi z reproduktivnim rezultatom osebkov z alternativnimi fenotipi). Drugače povedano, okolje je selektivno, če različno vpliva na osebkke v populaciji. Mnogi dejavniki okolja se razlikujejo od kraja do kraja in v času, zato se izbiranje osebkov spreminja v prostoru in času.

2 VERTIKALNE IN HORIZONTALNE POVEZAVE

Z evolucijo se dijaki seznanijo že v osnovni šoli. V gimnaziji nadgrajujejo razumevanje evolucije, ki je temeljni koncept biologije in tako povezuje vse teme.

SKOZI EVOLUCIJO SE ŽIVI SISTEMI SPREMINJAJO

CILJI

Dijak:

- : se seznani z različnimi hipotezami o nastanku življenja na Zemlji,
- : spoznava, da se živi sistemi iz generacije v generacijo spreminjajo in izumirajo,
- SC (2.1.3.1)
- : ob časovnem traku evolucije življenja spoznava pomen mejnikov v zgodovini razvoja življenja na Zemlji,
- : enotnost živega v zgradbi in delovanju povezuje s skupnim evolucijskim izvorom.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » predstavi hipoteze o poteku predbiotske evolucije,
- » **pojasni skupni evolucijski izvor in opredeli pomen mejnikov v zgodovini razvoja življenja na Zemlji,**
- » **razloži razvoj presnovnih procesov,**
- » pojasni nastanek evkariontske celice,
- » pojasni hipotezo o nastanku mnogoceličnosti in pomen mnogoceličnosti za nadaljno evolucijo,
- » **pojasni pogoje, ki so omogočili prehod organizmov na kopno (nastanek ozona, opora, zaščita pred izgubo vode, razmnoževanje in razvoj).**

TERMINI

◦ reducirajoča atmosfera ◦ kolonijska hipoteza ◦ nastanek prokariontske celice ◦ nastanek evkariontske celice
 ◦ mnogoceličnost ◦ prehod na kopno ◦ ozon ◦ krovna tkiva ◦ oporna tkiva ◦ pojav vrenja ◦ pojav
 fotosinteze ◦ pojav celičnega dihanja ◦ endosimbiontska teorija

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učitelj lahko spodbudi dijake, da si sami izberejo svojo časovno obdobje ali poznano razdaljo (npr. en dan, razdalja med šolo in domom) in na tak način predstavijo relativne razdalje med pomembnimi mejniki razvoja življenja.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj »**se seznani z različnimi hipotezami o nastanku življenja na Zemlji**«: priporočamo, da učitelj predstavi hipoteze o nastanku življenja po svoji presoji in jih ne poimenuje;
- » cilj »**enotnost živega v zgradbi in delovanju povezuje s skupnim evolucijskim izvorom**«: ni predvidena ponovna razlaga o enotnosti živega v zgradbi in delovanju, kot npr. celična membrana, citoplazma, nukleinske kisline, ATP, podobni kemijski procesi, razvoj, ker je to obravnavano pri temi *organizmi*. Poudarek naj bo na povezovanju enotnosti s skupnim evolucijskim izvorom;
- » standard »predstavi hipoteze o poteku predbiotske evolucije«: razpravljajo o Millerjevem poskusu in raziščejo druga dejstva o kemoevoluciji, razpravljajo o poskusih v laboratoriju in razmišljajo, ali so rezultati teh poskusov prenosljivi tudi neposredno v naravo.

TEMELJNI MEHANIZEM EVOLUCIJE JE NARAVNO IZBIRANJE

CILJI

Dijak:

I: M: primerja različne znanstvene razlage razvoja živih bitij in razume razvoj hipotez v teorijo evolucije

SC (1.1.1.1)

O: razvija razumevanje o populaciji kot osnovni enoti evolucije,

O: spozna osnovne pogoje, ki so potrebni za evolucijo,

O: razvija razumevanje mehanizmov nastanka novih vrst in naravnega izumiranja,

O: spozna ključna dejstva, ki podpirajo teorijo evolucije,

I: M: s pomočjo virov raziskuje nova dejstva o evoluciji,

SC (1.1.1.1)

O: spozna naravno in umetno izbiranje v populacijah nekaterih udomačenih vrst in razvija razumevanje razlik med njima,

I: prepoznava izbiranje partnerja za spolno razmnoževanje kot enega od evlucijskih mehanizmov,

O: ob virih proučuje mejnike v evoluciji človeške vrste,

SC (1.1.1.1)

I: M: se seznani z uporabo molekulskih ur pri ugotavljanju sorodnosti organizmov in časa ločitve skupin organizmov,

I: M: razmišlja o možnih vplivih sodobnega načina življenja na spreminjanje lastnosti človeške vrste,

SC (2.2.2.1)

I: M: razvija razumevanje, da evolucija poteka v ekosistemih in kako soodvisne interakcije med organizmi v biocenozah (npr. kooperativne ali tekmovalne) vplivajo na evolucijo lastnosti vrst,

O: spozna, da je evolucija spreminjanje genskega sklada populacije,

I: M: razvija razumevanje, da lahko z uporabo matematičnih modelov relativno dobro ocenimo pogostost alelov v genskem skladu ter delež genotipov in fenotipov v prihodnjih generacijah,

I: M: spozna pogoje za Hardy-Weinbergovo ravnovesje v populaciji,

I: M: spozna, kako spremembam v sestavi alelov (pogostost pojavljanja alelov, mutacije) lahko sledijo postopne fenotipske spremembe znotraj vrste.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » **utemelji, zakaj populacija predstavlja osnovno evolucijsko enoto,**
- » razlikuje med privajanjem posameznega organizma in evolucijskim prilagajanjem,
- » **opredeli raznolikost, razmnoževanje in dedovanje kot osnovne pogoje za evolucijo,**
- » utemelji naravno izbiranje kot temeljni dejavnik, ki vodi do prilagajanja,
- » *opiše druge dejavnike, ki lahko vodijo do prilagajanja (naključno genetsko drsenje in preseljevanje osebkov) (M),*
- » **razloži, kako sta reproduktivna in geografska izolacija povezani z nastajanjem vrst,**
- » opiše primere dejstev, ki podpirajo evolucijsko teorijo,
- » na podlagi primerov razlikuje med konvergenco in divergenco oziroma med analogijo in homologijo ter to poveže z ekosistemi, v katerih se organizmi razvijajo,
- » **pojasni razlike med naravnim in umetnim izbiranjem,**
- » *na primerih opredeli anatomske, embriološke, biogeografske in molekularno biološke dokaze evolucije (M),*
- » *interpretira razvejani diagram (kladogram), ki prikazuje možne evolucijske odnose med skupinami organizmov (M),*
- » **ob kladogramu predstavi evolucijo in selitve človeške vrste,**
- » **razume, da evolucija ni linearen, predvidljiv ali povraten proces,**
- » *razloži, zakaj se genski skladi različnih populacij iste vrste med seboj razlikujejo (M),*
- » *na primeru razloži, kako so povezani genski sklad ter genotipska in fenotipska sestava populacije (M),*
- » *iz pogostosti genotipov zna izračunati pogostost alelov (M),*
- » *pojasni, kdaj pogoji za Hardy-Weinbergovo ravnovesje v naravnih populacijah niso izpolnjeni (M),*
- » *na izbranem primeru prepozna spreminjanje genskega sklada kot posledico evolucije in to poveže s fenotipskimi spremembami populacije (M).*

TERMINI

◦ genski sklad populacije ◦ kladogram ◦ fosili ◦ zakrneli organi ◦ filogenija ◦ manjkajoči členi ◦ biogeografija
 ◦ naravno izbiranje ◦ umetno izbiranje ◦ gensko drsenje ◦ konvergenca ◦ divergenca ◦ analogija
 ◦ homologija ◦ avstralopitek ◦ Homo habilis ◦ Homo erectus ◦ Homo sapiens sapiens ◦ geografska izolacija
 ◦ reproduktivna izolacija ◦ Hardy-Weinbergovo ravnovesje ◦ razvoj odpornosti ◦ Homo sapiens neanderthalensis

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri prikazu evolucije in delovanja selekcijskih pritiskov na naravno izbiranje si lahko učitelj pomaga z različnimi simulacijami. Primer izvedbe vaje s simulacijo je v datotekah.

Primeri dejavnosti

Za ponazoritev genskega sklada in razumevanje pojma frekvenca alelov: lahko si izberete eno lastnost, ki jo lahko določimo pri dijakih; za dominantno lastnost si lahko dijaki sami izberejo, ali so homozigoti ali heterozigoti (pomisljijo na lastnosti svojih staršev in poskušajo ugotoviti, kaj so). V razredu potem seštejete dominantne in recesivne alele in tako prikažete, kakšna je frekvenca enih in drugih alelov v »populaciji razreda«. Nato izračunate še frekvenco dominantnih homozigotov, heterozigotov in recesivnih homozigotov.

Za razumevanje Hardy-Weinbergovega načela: na lesenih ploščicah so označeni posamezni aleli (A in a); dijaki z obema rokama naključno izvlečejo dve ploščici (moška in ženska gameta); ko vsi izvlečejo oba alela, se postavijo v kolone: AA, Aa in aa; preštujemo število kombinacij, vrnemo vse alele v škatlo (genski sklad) in poskus ponavljamo; ker imamo zagotovljene vse pogoje Hardy-Weinbergovega načela, se razmerje genotipov ohranja.

Pogoste napačne predstave: posamezni organizem lahko evolvirajo v času svojega življenja; naravna selekcija vključuje organizme, ki se skušajo prilagoditi; najbolj vitalni organizmi v populaciji so najmočnejši, najbolj zdravi, najhitrejši in/ali največji; rezultat naravne selekcije so organizmi, ki so popolno prilagojeni na svoje okolje. Vse lastnosti organizma so adaptacije; evolucijski razvoj poteka le počasi in postopoma; naravna selekcija daje organizmom, kar potrebujejo; naravna selekcija deluje v dobro vrste; evolucija ima svoj namen: organizmi imajo to in to zato, da lahko počnejo to in to zato, ker jim ta proces, ta struktura omogoča to in to.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj **»razmišlja o možnih vplivih sodobnega načina življenja na spreminjanje lastnosti človeške vrste«:**
npr. uporaba biomedicinskih pripomočkov, kontrola in zdravljenje bolezni, kontracepcija, razmnoževanje z biomedicinsko pomočjo, genska manipulacija, zmanjšanje izolacije populacij zaradi procesov globalizacije, tehnološko zviševanje nosilnosti;
- » cilj **»spoznava, kako spremembam v sestavi alelov (pogostost pojavljanja alelov, mutacije) lahko sledijo postopne fenotipske spremembe znotraj vrste«:** spremembe pogostnosti alelov v genskem skladu naj dijak prepozna na določenih primerih;
- » standard **»pojasni razlike med naravnim in umetnim izbiranjem«:** na primerih zna prepoznati vrsto izbiranj in razlike med njimi;
- » standard **»razume, da evolucija ni linearen, predvidljiv ali povraten proces«:** poudarimo, da evolucija ni linearna – sočasno pojavljanje različnih vrst – in da je človek del sistema.

ORGANIZMI SO SI PODOBNI V ZGRADBI IN DELOVANJU

OBVEZNO

OPIS TEME

Vsi organizmi izvajajo osnovne procese, potrebne za preživetje in razmnoževanje. V svojih ekosistemih se srečujejo z različnimi izzivi, zato so organizmi v evoluciji razvili sisteme za premagovanje le-teh. Prilagoditve so se pojavile na različnih ravneh organizacije od beljakovin, membranskih struktur, organelov v celicah in tkiv do organov in organskih sistemov. S temi prilagoditvami organizmi zagotavljajo prilagojen pretok snovi in energije, vzdrževanje homeostaze, stabilnost in gibljivost, prenos informacij, razmnoževanje, signalizacijo in orientacijo v prostoru in času, po drugi strani pa organizmi z istimi prilagoditvami tudi aktivno posegajo v ekosisteme. Če so bili evolucijski izzivi podobni, je to lahko vodilo v konvergentni razvoj pri različnih vrstah. Tako prilagojeni organizmi so si podobni v zgradbi in delovanju. Po drugi strani pa so lahko sorodne vrste, ki so živele v različnih ekosistemih, razvile specializacije, ki so jim omogočile boljše obvladovanje izzivov, značilnih za posamezne habitate. Organizmi imajo z naraščajočo kompleksnostjo zgradbe in funkcije bolj specializirane organske sisteme, katerih usklajeno delovanje omogočajo integracijski sistemi, hormonski sistem in pri živalih tudi živčevje. Učinkovita izraba razpoložljivih virov je temeljni selekcijski pritisk na vseh ravneh organizacije in delovanja biosfere, zato se v evoluciji razvijajo tako kompleksnejše in energijsko zahtevnejše kot tudi manj zahtevne, preprostejše ali sesilne vrste.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

1 DIDAKTIČNE STRATEGIJE IN METODE

Ena od uporabnih didaktičnih metod za obravnavo zgradbe in delovanja organizmov je vizualizacija. Vizualizacija naravoslovnih pojmov/konceptov je didaktični pristop za predstavitev naravoslovnih pojmov/konceptov (zunanja ali eksterna vizualizacija) in hkrati razvoj miselnega modela o naravoslovnem pojmu/konceptu v miselnih shemah pri učencu (notranja ali interna vizualizacija). Vizualizacijski elementi so glede na vrsto vizualnega prikaza:

- » neposredni prikazi (organizmov, organskih sistemov, predmetov, snovi in pojavov, izvedba eksperimentov),
- » slikovni prikazi – statični (fotografije, sheme, miselni vzorci), dinamični (videoposnetki, animacije),
- » modeli – poenostavljena imitacija dejanskega pojava, lahko so fizični ali virtualni (računalniški),
- » simulacije itd.,

pri čemer ločimo tri ravni prikazov: makroskopsko (izkušnja, opazovanje, opis pojmov in procesov), delčno/submikroskopsko (razlaga, razumevanje pojmov in procesov) in simbolno (simbolni zapis, komunikacija idej).

2 VERTIKALNE IN HORIZONTALNE POVEZAVE

Obravnava zgradbe in delovanja organizmov temelji na predznanju dijakov, saj so temo večkrat in na različne načine obravnavali v osnovni šoli.

Pri zgradbi in delovanju organizmov je veliko horizontalnih povezav z drugimi naravoslovnimi predmeti, npr. pri obravnavi čutil se lahko povezujemo s fiziko, ki obravnava svetlobo in zvok, pri obravnavi prebavil s kemijo, ki obravnava zgradbo organskih molekul, pri obravnavi skeletno-mišičnega in kardiovaskularnega sklopa je zelo priporočljiva povezava s športno vzgojo. Predlagamo tudi medpredmetno povezovanje s psihologijo pri obravnavi živčevja, predvsem zgradbe in delovanja možganov.

3. USMERITVE ZA VREDNOTENJE ZNANJA

Zgradbo in delovanje organizmov dijaki spoznajo v osnovni šoli, zato je smiselno, da učitelj pred obravnavo skupine ciljev na različne načine preveri predznanje dijakov. Priporočamo samovrednotenje znanja dijakov s pomočjo kriterijev uspešnosti. Primeri so navedeni med datotekami.

PODOBNOSTI V ZGRADBI IN DELOVANJU ORGANIZMOV ODRAŽAJO SKUPNI IZVOR ŽIVLJENJA

CILJI

Dijak:

- : razvija razumevanje, da vrste v evoluciji razvijajo podobne temeljne lastnosti,
- : se seznaja, da lahko na podlagi primerjalne anatomije in embriologije ter primerjave zaporedij v DNA in beljakovinah ugotovljamo sorodnost med skupinami organizmov,
- : se seznani z načinom poimenovanja vrst,
- SC (1.1.2.2)
- : spoznava princip dihonomnega ključa,
- : spoznava širše sistematske skupine organizmov in sorodnost med njimi (bakterije, arheje in evkarionti),
- I: ob opazovanju organizmov (v živo ali ob slikah) spoznava v katero širšo sistematsko skupino spadajo,
- : spoznava, zakaj virusov ne uvrščamo v sistem živih bitij,
- : spoznava zgradbo virusov in njihov vpliv na delovanje gostiteljske celice.
- SC (3.2.4.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » pozna osnovne sistematske kategorije,
- » ve, kako se strokovno poimenujejo vrste,
- » evkariontske organizme zna uvrstiti v višjo taksonomsko kategorijo,
- » uporabi preprost dihotomni ključ za razvrščanje organizmov,
- » pozna razloge, zakaj virusov ne uvrščamo med žive organizme,
- » razloži vpliv virusa na gostiteljsko celico.

TERMINI

- vrsta ◦ rod ◦ družina ◦ red ◦ razred ◦ deblo ◦ kraljestvo ◦ domena ◦ dvojno poimenovanje ◦ arheje
- bakterije ◦ temeljne lastnosti živega ◦ spužve ◦ ožigalkarji ◦ ploski črvi ◦ kolobarniki ◦ mehkužci ◦ gliste
- členonožci ◦ iglokožci ◦ vretenčarji ◦ ribe ◦ dvoživke ◦ plazilci ◦ ptice ◦ sesalci ◦ praprotnice ◦ semenke
- golosemenke ◦ kritosemenke ◦ enokaličnice ◦ dvokaličnice ◦ virus ◦ kapsida ◦ namnoževanje virusov
- glive

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Spoznavanje organizmov naj se izvaja v okviru laboratorijskih in terenskih vaj, da imajo dijaki možnost čim več organizmov videti in spoznati v živo. Sisteme živih bitij (rastlinski in živalski sistem) spoznajo ob shemi in ob njej uvrščajo organizme v širše sistematske skupine, ki so naštetje med pojmi; organizme razvrščajo glede na zunanjo zgradbo. Pri tem izhajamo iz predznanja dijakov, saj spoznavanje skupin organizmov obravnavajo v osnovni šoli. Notranjo zgradbo bodo spoznavali v okviru zgradbe in delovanja organizmov. Dijaki naj uporabijo različne dihotomne ključe, potem pa naj na podlagi učiteljevega izbora organizmov sami izdelajo dihotomni ključ. Ključno spoznanje naj bo, da je dobre, uporabne ključe težko sestavljati, saj je treba opredeliti znake, kar je za dijake težko.

Napačne predstave glede filogenetskih dreves – v datotekah.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde

cilj »**ob opazovanju organizmov (v živo ali ob slikah) spoznava, v katero širšo sistematsko skupino spadajo**«: učitelj naj izbira predstavnike skupin, ki jih dijaki poznajo. Zato naj pred tem na različne načine preveri njihovo poznavanje organizmov.

BAKTERIJE/PROKARIONTI SO NAJSTAREJŠA SKUPINA ORGANIZMOV NA ZEMLJI

CILJI

Dijak:

○: povezuje zgradbo bakterijske celice z delovanjem bakterij,

SC (3.2.4.1)

○: razvija razumevanje pomena metabolne raznolikosti bakterij za njihove interakcije z ostalimi organizmi ter za pretok energije in kroženje snovi v ekosistemi,

SC (2.1.3.1)

○: raziskuje pomen bakterij za organizme in gospodarstvo,

SC (1.1.1.1 | 3.2.4.1 | 5.1.2.1 | 5.3.5.3)

○: spozna pomen antibiotikov in raziše problem prekomerne rabe antibiotikov pri zdravljenju bolezni in reji živali, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika,

SC (2.2.1.1 | 3.2.4.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» opiše **razmnoževanje bakterij** in pojasni pomen izmenjave delov genoma,

» *metabolno raznolikost bakterij utemelji z dolgo evolucijsko zgodovino,*

» razloži pomen mikrobioma kože in prebavil za organizem,

» **navede posledice neustrezne rabe antibiotikov,**

» na primerih **razloži pomen in delovanje bakterij v ekosistemu** kot razkrojevalcev, simbiotov in zajedavcev.

TERMINI

○ cepitev ○ krožna DNA ○ plazmid ○ avtotrofi ○ heterotrofi ○ aerobi ○ anaerobi ○ odpornost

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Primeri dejavnosti: določanje razširjenosti mikroorganizmov, določanje učinka delovanja zobnih past na bakterije.

GLIVE SO HETEROTROFI S CELIČNO STENO

CILJI

Dijak:

- : poveže osnovne značilnosti glivne celice z njenim delovanjem,
- : seznani se s pomenom tvorbe trosov,
- : raziskuje funkcijo gliv in lišajev v ekosistemu ter za gospodarstvo.
- SC (5.3.5.3 | 1.1.1.1 | 1.1.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na primerih **razloži pomen in delovanje gliv v ekosistemu** kot razkrojevalcev, simbiotov in zajedavcev,
- » *razloži, da trosi nastanejo z mejozo,*
- » **pojasni vlogo posameznega partnerskega organizma v lišaju in pri mikorizi,**
- » predstavi uporabo gliv v biotehnologiji.

TERMINI

○ micelij ○ haploidna hifa ○ diploidna hifa ○ tros ○ simbioza ○ mikoriza ○ lišaj ○ bioindikator

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri obravnavi skupine ciljev naj bo poudarek na ekološkem pomenu gliv. Razlaga nastanka trosov naj bo razložena samo na osnovni ravni in naj temelji na predznanju poznavanja mejoze. Ni potrebna ponovna podrobna obravnava mejoze.

Dijaki naj se doma s starši ali starimi starši pogovorijo o tem, kakšna pravila veljajo pri nabiranju gob. O pravilih se pogovorijo in razmišljajo, ali so smiselna in ali bi jih bilo smiselno dopolniti. Pri pouku poročajo, učitelj pa nato dopolni ali korigira napačne predstave. SC (3.2.4.1)

Primer dejavnosti: ugotavljanje onesnaženosti zraka s pomočjo lišajev. SC (2.1.3.1)

RASTLINE SO AVTOTROFI, KI PRETVARJAJO SVETLOBNO ENERGIJO V KEMIJSKO

CILJI

Dijak:

○: povezuje značilnosti rastlinskih celic z značilnostmi rastline in razvija razumevanje o hierarhiji organizacijskih ravni rastlinskega organizma,

I: M: razvija razumevanje evolucijskih prilagoditev rastlin na fotoavtotrofno in pritrjeni način življenja,

○: razvija razumevanje, kako rastline privzemajo snovi, ki jih potrebujejo za fotosintezo,

○: spoznava, zakaj za vzdrževanje življenjskih procesov rastline potrebujejo tudi nekatere anorganske snovi, zlasti dušikove spojine,

○: s pomočjo različnih virov proučuje pomen fotosinteze za žive sisteme v povezavi z evolucijo le-teh.

SC (1.1.1.1 | 1.1.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» poveže fotoavtotrofno in pritrjeni način življenja s strategijami preživetja rastlin (M),

» pojasni, zakaj rastline potrebujejo ogljikove hidrate, ki nastajajo med fotosintezo,

» pojasni vlogo kutikule in listne reže,

» utemelji, zakaj rastline za vzdrževanje življenjskih procesov potrebujejo tudi določene anorganske snovi, zlasti dušikove spojine.

TERMINI

○ strategije preživetja ○ fotoavtotrofno ○ nitrati ○ transpiracija ○ fotosinteza

RASTLINE SE RAZVIJAJO, RASTEJO IN RAZMNOŽUJEJO

CILJI

Dijak:

- : raziskuje zgradbo rastlinskih organov enokaličnic in dvokaličnic in jo poveže z njihovimi funkcijami,
- : spoznava primarno rast rastlin,
- !: *spoznava posebnost v rasti trav in njihov pomen za razvoj travnišč in rastlinojedcev,*
- !: *proučuje transport vode, anorganskih in organskih snovi po rastlini do vseh celic,*
- : nadgradi razumevanje o zgradbi in funkciji cvetov in semena v luči evolucije kopenskih rastlin za razliko od tropskih,
- !: *M: spoznava osnove procesa olesenitve pri kritosemenkah in razvija razumevanje funkcije lesa in lubja za rastline,*
- : raziskuje proces kalitve, rasti in razvoja nove rastline,
- : na primerih razvija razumevanje o različnih evolucijskih prilagoditvah razmnoževanja in razširjanja rastlin,
- : se seznaja z načini nespolnega razmnoževanja rastlin in analizira razlike, prednosti in slabosti spolnega in nespolnega razmnoževanja rastlin.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » **razloži primarno rast rastlin** in jo poveže z meristemi,
- » načrtuje raziskavo o pomenu transporta vode, anorganskih in organskih snovi po rastlini,
- » **zgradbo lista, stebela in korenine poveže z njihovimi funkcijami,**
- » **na primerih prepozna eno- in dvokaličnice,**
- » *opiše proces olesenitve in pojasni funkcije lesa in lubja za rastline (M),*
- » na primeru razloži koevolucijo cvetov in opraševalcev,
- » razloži osnovni princip razmnoževanja kritosemenk,
- » *na primeru razloži evolucijske prednosti semenk in pomen prilagoditve razširjanja semen za preživetje vrste,*
- » predstavi evolucijski pomen in značilnosti semena ter potek kalitve v primerjavi z razmnoževanjem s trosi,
- » **s primerom razloži razlike, prednosti in slabosti spolnega in nespolnega razmnoževanja rastlin.**

TERMINI

- prevajalni del korenine ◦ koreninska žila ◦ ksilem ◦ floem ◦ koreninska skorja ◦ srkalni del korenine
- koreninski laski ◦ koreninska čepica ◦ stebelna povrhnjica ◦ stebelna žila enokaličnic in dvokaličnic ◦ žilni kambij ◦ stržen ◦ kutikula ◦ povrhnjica lista ◦ listna žila ◦ stebričasto tkivo ◦ gobasto tkivo ◦ listna reža
- spolno razmnoževanje ◦ nespolno razmnoževanje ◦ oprашitev ◦ oploditev ◦ čašni listi ◦ venčni listi
- prašnik ◦ pestič ◦ pelodno zrno ◦ pelodov mešiček ◦ dvojna oploditev ◦ zarodkov mešiček ◦ jajčna celica
- sekundarni endosperm ◦ koevolucija ◦ kambijski obroč (M) ◦ sekundarni floem (M) ◦ lubje (M)
- sekundarni ksilem (M) ◦ les (M) ◦ letnica (M) ◦ branika (M) ◦ meristem

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Spoznavanje rastlin naj temelji na eksperimentalnem delu – opazovanju rastlin rastlinskih organov, njihovih prereзов in trajnih preparatov rastlinskih organov in tkiv.

Raziskovanje cvetov naj temelji na opazovanju živih primerov.

Rast in razvoj rastline lahko dijaki raziskujejo tudi z interaktivno igro (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/48nehqh>).

Primeri dejavnosti: raziskovanje transporta po rastlini s pomočjo nestrupenih barvil, opazovanje kalitve semen in proučevanje vpliva različnih dejavnikov na kalitev, opazovanje zgradbe rastlinskega telesa, priprava in ogled prereзов rastlinskih delov in trajnih preparatov rastlinskih organov in tkiv.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

- » cilj »**spoznava primarno rast rastlin**«: primarno rast rastlin lahko razložimo ob demonstraciji manjše rastline, kot je npr. lončnica;
- » cilj »**proučuje transport vode, anorganskih in organskih snovi po rastlini do vseh celic**«: na primeru malega ali velikega zvončka, ki ga položimo v čašo z obarvano vodo, kateri so dodana živilska barvila, ki ne smejo biti strupena za rastlino. Obarvana voda se skozi steblo rastline (ksilemski del žile) dviguje do belih venčnih listov, ki se po določenem času obarvajo;
- » cilj »**spoznava osnove procesa olesenitve pri kritosemenkah in razvija razumevanje funkcije lesa in lubja za rastline**«: proces olesenitve lahko demonstriramo ob delu prečnega prereza določenega debla; ob demonstraciji lahko primerjamo prereze debel različnih vrst in ob tem analiziramo starost rastline, okoljske dejavnike v posameznem letu;
- » standard »**na primerih prepozna eno- in dvokaličnice**«: primeri naj bodo prineseni iz narave; na koncu jih lahko uporabimo tudi za uvrščanje v širše skupine in za spoznavanje prilagoditev na okoljske dejavnike;
- » standard »**na primeru razloži koevolucijo cvetov in oprashevalcev**«: na primeru iz narave zna to tudi analizirati.

RASTLINE URAVNAVAJO SVOJE DELOVANJE

CILJI

Dijak:

I: spoznava in proučuje evolucijske prilagoditve in načine odzivanja rastlin na abiotске in biotske dejavnike,

O: na podlagi primerov analizira, kako lahko rastline preživijo neugodne življenjske razmere,

O: spoznava in proučuje snovi, ki jih sintetizirajo rastlinske celice in imajo ekološko funkcijo,

SC (3.2.4.2)

O: raziskuje in predstavi neposredni in posredni pomen rastlin za človeka in celotno biosfero,

SC (1.1.1.1 | 1.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» ve, da se rastline na izzive okolja odzivajo s spremembami delovanja na celični ravni, in na primeru avksinov in etilena razloži hormonsko regulacijo,

» ob izbranih primerih pojasni, kako rastline preživijo neugodne življenjske razmere,

» na primeru razloži pomen snovi, ki jih sintetizirajo rastlinske celice in imajo ekološko funkcijo,

» predstavi pomen rastlin za biosfero.

TERMINI

◦ rastlinski hormon ◦ etilen ◦ avksini ◦ citokinini ◦ giberelini ◦ ABA

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatna pojasnila za cilje in standarde:

» cilj »spoznava in proučuje snovi, ki jih sintetizirajo rastlinske celice in imajo ekološko funkcijo«:

predlagamo projektno ali skupinsko delo, pri čemer si dijaki izberejo (zdravilne ali strupene) rastline in raziščejo, katere snovi izločajo in kakšno vlogo in pomen imajo te snovi. Ugotovitve lahko z drugimi dijaki delijo z različnimi digitalnimi orodji za deljenje; SC (4.2.2.1)

» standard »na primeru razloži pomen snovi, ki jih sintetizirajo rastlinske celice in imajo ekološko funkcijo«: na primerih iz narave pojasni pomen prilagoditev na neugodne življenjske razmere v naravi.

ŽIVALI SO HETEROTROFI, PRIDOBIVAJO ENERGIJO IN SNOVI IZ DRUGIH ORGANIZMOV, IZMENJUJEJO IN TRANSPORTIRAJO SNOVI

CILJI

Dijak:

○: razvija razumevanje o pomenu izmenjave snovi med organizmom in okoljem in znotraj organizma ter prepoznavo organske sisteme, ki sodelujejo pri izmenjavi,

○: razvija razumevanje o povezavi med zgradbo in delovanjem različnih delov prebavne cevi vključno z delovanjem mikrobiote ter funkcijo prebavnih žlez pri človeku in ostalih živalih,

I: M: raziskuje prebavne encime in se seznani z uporabo v komercialne namene,

SC (5.3.5.3)

I: proučuje različne načine prehranjevanja in prebave pri živalih,

○: razume, da celice potrebujejo kisik za celično dihanje, in utemeljuje razliko med celičnim dihanjem in zunanjim pljučnim dihanjem (ventilacijo),

○: funkcijo dihal povezuje z njihovo zgradbo in pri tem uporablja znanje o difuziji,

○: razvija razumevanje o povezavi med velikostjo površine, namenjene izmenjavi plinov, hitrostjo ventilacije in stopnjo porabe kisika celotnega telesa,

I: proučuje in primerja različne načine izmenjave plinov pri drugih živalih,

○: proučuje sestavo človeške krvi in jo povezuje z njenimi funkcijami,

○: razvija razumevanje o krvnih skupinah ABO in o Rh-faktorju,

I: M: spoznava, da je transfuzija krvi ena od oblik transplantacije, in to poveže z možnimi problemi pri transplantaciji organov,

I: M: povezuje sistem krvnih skupin ABO z antigeni na površini eritrocitov in protitelesi v krvni plazmi,

○: razvija razumevanje o delovanju imunskega sistema in povezanosti delovanja limfnega ter imunskega sistema,

I: M: spoznava funkcijo mikrobiote za delovanje imunskega sistema,

○: se seznani s pomenom cepiv in raziskuje prednosti cepljenja proti nekaterim nalezljivim boleznim,

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

○: razvija razumevanje o pomenu kolektivne imunosti in spoznava preventivne ukrepe pred širjenjem epidemij in pandemij,

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)

O: se seznaja z motnjami delovanja imunskega sistema (npr. preobčutljivostne reakcije, avtoimunske bolezni),

I: M: *povezuje poseganje človeka v ekosisteme z večanjem možnosti preskokov patogenov z ostalih organizmov na človeka,*

SC (3.2.4.2 | 2.2.1.2)

O: opazuje in spozna zgradbo in delovanje srca, krvnožilnega sistema pri človeku ter njuno delovanje poveže z mehanizmi prenosa dihalnih plinov in prenosom ostalih molekul,

I: M: *razvija razumevanje o procesu filtracije v kapilarah in to poveže z limfnim sistemom,*

I: *proučuje in primerja različne mehanizme transporta pri drugih živalih,*

O: razvija razumevanje, da morajo organizmi stranske produkte presnove odstranjevati iz organizma,

O: povezuje funkcije izločal z njihovo zgradbo,

I: M: *na podlagi primerov raziskuje druge načine izločanja dušikovih spojin pri živalih in to povezuje z njihovim načinom življenja,*

O: ugotavlja pomen uravnotežene prehrane, se seznaja z družbenimi vidiki motenj hranjenja in to poveže z vplivom na zdravje,

SC (3.2.2.1 | 3.2.2.2 | 3.2.2.3)

I: *se seznaja z najpogostejšimi prebavnimi motnjami in boleznimi ter ravna preventivno,*

SC (3.2.4.2)

I: *se seznaja z najpogostejšimi boleznimi dihal, analizira vpliv onesnaženega zraka (plini, prašni delci) in kajenja na zdravje,*

SC (3.2.5.1 | 3.2.4.1)

I: *se seznaja z nekaterimi boleznimi srca, žilnega sistema in krvi ter preventivno,*

SC (3.2.4.2)

I: *se seznaja z nekaterimi primeri bolezni izločal in pomenom preventivnega ravnanja.*

SC (3.2.4.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na primeru človeka **predstavi funkcijo prebave v različnih delih prebavne cevi** in jo poveže s prebavnimi žlezami, encimi ter funkcijo mikrobiote,
- » **pojasni razliko med prebavo in presnovo,**
- » *na primerih nekaterih živali (prežvekovalci, filtratorji, mesojedci) primerja in predstavi različne načine prehranjevanja in prebave,*
- » utemelji razliko med celičnim dihanjem in zunanjim pljučnim dihanjem,

- » predstavi funkcijo dihal in povezavo med velikostjo površine, namenjene izmenjavi plinov, ter stopnjo porabe kisika celotnega telesa,
- » na primeru rib, žuželk in ptic predstavi različne načine izmenjave plinov,
- » opiše funkcije krvne plazme, eritrocitov, trombocitov ter levkocitov,
- » navede krvne skupine in pojasni pomen skladnosti krvnih skupin pri transfuziji in transplantaciji,
- » razloži sistem krvnih skupin ABO z antigeni na površini eritrocitov in protitelesi v krvni plazmi (M),
- » opiše zgradbo in delovanje imunskega in sistema,
- » pojasni razliko med prirojeno in pridobljeno imunostjo,
- » razloži pomen cepljenja za razvoj individualne in kolektivne imunosti ter pozna preventivne ukrepe za preprečevanje širjenja nalezljivih bolezni, **SC** (3.3.4.3)
- » razloži razlike v zgradbi in delovanju arterij, ven in kapilar,
- » predstavi osnovno zgradbo in delovanje srca v povezavi s krvnima obtokoma,
- » na primerih utemelji, zakaj mnogocelični organizmi v evoluciji razvijajo različne transportne sisteme,
- » razloži pomen izločal za delovanje celic in organov,
- » predstavi in poveže zgradbo izločal s funkcijo izločanja dušikovih spojin, uravnavanjem krvnega tlaka, sestavo krvi in osmoregulacijo,
- » na primerih evolucije mnogoceličnih organizmov utemelji razvoj različnih mehanizmov za izločanje dušikovih spojin (M),
- » na primeru izbrane sodobne bolezni (sladkorna bolezen, srčno-žilne bolezni) navede možne preventivne ukrepe. **SC** (3.2.2.3)

TERMINI

◦ presnova ◦ prebava ◦ prebavna cev ◦ ustna votlina ◦ jezik ◦ žleze ustne slinavke ◦ zobje ◦ zobna krona
 ◦ sklenina ◦ zobovina ◦ zobna pulpa ◦ požiralnik ◦ peristaltika ◦ želodec ◦ krožne mišice ◦ pepsin ◦ HCl
 ◦ sluz ◦ plast gladkih mišic ◦ trebušna slinavka ◦ tripsin ◦ lipaza ◦ amilaza ◦ jetra ◦ žolč ◦ žolčnik ◦ sečnina
 ◦ glikogen ◦ tanko črevo ◦ dvanajstnik ◦ črevesne resice ◦ mikrovili ◦ absorpcija ◦ slepič ◦ debelo črevo
 ◦ mikrobiota ◦ danko ◦ zadnjična odprtina ◦ vamp ◦ filtratorji ◦ izmenjava plinov ◦ ventilacija ◦ difuzija
 ◦ kri ◦ krvne celice ◦ eritrociti ◦ trombociti ◦ rdeči kostni mozeg ◦ krvna plazma ◦ hemoglobin ◦ grlo
 ◦ glasilke ◦ sapnik ◦ sapničice ◦ poklopec ◦ pljučni mešiček ◦ alveol ◦ pljuča ◦ popljučnica ◦ porebrnica
 ◦ škrge ◦ škržni listič ◦ škržni poklopec ◦ protitočni sistem ◦ dihalnica ◦ vzdušnica ◦ zračne vreče pri pticah
 ◦ pretočna pljuča ◦ levkociti ◦ limfociti B ◦ limfociti T ◦ makrofagi ◦ spominske celice ◦ prirojena imunost
 ◦ pridobljena imunost ◦ cepivo ◦ kolektivna imunost ◦ pandemija ◦ epidemija ◦ krvne skupine ◦ antigeni
 ◦ protitelesa ◦ arterije ◦ vene ◦ kapilare ◦ limfni sistem ◦ limfa ◦ bezgavke ◦ srčni utrip ◦ sistolični krvni tlak
 ◦ diastolični krvni tlak ◦ srce ◦ preddvor ◦ pretin ◦ prekat ◦ srčne zaklopke ◦ venske zaklopke

◦ reabsorpcija ◦ ledvice ◦ nefron ◦ Bowmanova kapsula ◦ glomerul ◦ kapilarni preplet ◦ ADH ◦ ledvična čaša ◦ osmoregulacija ◦ amonijev ion (M) ◦ sečnina ◦ sečna kislina (M) ◦ sečni mehur ◦ sečnica ◦ primarni urin ◦ sekundarni urin

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri spoznavanju zgradbe in delovanja živali je človek modelni organizem, na katerem dijaki spoznajo principe delovanja vseh organskih sistemov. Učenje fiziologije naj temelji na razumevanju delovanja, katerega podlaga je poznavanje zgradbe. Pojme uvajamo preiščeno, po potrebi – tuje izraze nadomeščamo s slovenskimi. Pri primerjalni anatomiji in fiziologiji drugih živali za modelne organizme uporabimo organizme, ki jih dijaki poznajo.

Primeri poskusov: raziskovanje prebave, energijska vrednost hrane, dokazovanje organskih snovi v hrani, analiza EKG, vpliv različnih dejavnikov na srčni utrip ali krvni tlak, ugotavljanje količine CO₂ v izdihanem zraku, mikroskopiranje histoloških preparatov.

Dodatna pojasnila za cilje in standarde

» standard »na primeru človeka **predstavi funkcijo prebave v različnih delih prebavne cevi** in jo poveže s prebavnimi žlezami, encimi ter funkcijo mikrobiote«: **SC (3.2.4.1)** za motivacijo v temo lahko dijaki raziščejo različna prehranska dopolnila s probiotiki in jih primerjajo; iz tega učitelj napelje na pogovor o pomenu črevesne mikrobiote. Zanimivi uvodni članki za motivacijo:

<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/ch5ow40> <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/13p03dk>,
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/jzvoftl>

ŽIVALI URAVNAVAJO SVOJE DELOVANJE IN SE ODZIVAJO NA SPREMEMBE

CILJI

Dijak:

○: na primeru spozna pojem homeostaze in razvija razumevanje o pomenu homeostaze za delovanje organizma,

l: ob modelu spozna osnovni princip negativne povratne zanke kot preprostega mehanizma za vzdrževanje homeostaze,

○: razvija razumevanje o hormonskem in živčnem sistemu in njuni vlogi pri uravnavanju delovanja telesa pri večceličnih živalih,

○: razvija razumevanje o temeljnem delovanju hormonskega sistema in prenosu hormonov do tarčnih celic,

○: na primeru pogloblja razumevanje osnovnega principa delovanja žlez z notranjim izločanjem in pomen hormonov pri usklajevanju delovanja človeškega organizma,

○: se seznani z najpogostejšimi endokrinimi boleznimi in principom hormonske terapije,

SC (3.2.4.1)

l: razvija razumevanje umetnih sprememb cirkadianega ritma ter pomena spanja na delovanje organizma in učenje,

SC (3.2.3.2 | 3.2.4.1 | 3.2.3.3)

○: razvija razumevanje o povezanosti zgradbe in delovanja živčne celice,

○: spozna temeljni princip nastanka vzbujenja in njegovega prevajanja vzdolž živčnega vlakna,

○: na posplošenem modelu spozna način delovanja kemične sinapse,

○: ponovi, da živčevje človeka sestavljata osrednje in obkrajno živčevje,

○: spozna zgradbo hrbtenjače in možganov ter njuno delovanje,

○: opazuje refleks in razvija razumevanje o osnovnem principu delovanja živčevja,

l: M: razvija razumevanje, da negativna povratna zanka v regulacijskem sistemu omogoča ravnovesno stanje,

○: na modelu ali shemi prepozna osnovne dele možganov, njihove funkcije in razvija razumevanje povezanosti možganov z ostalimi deli živčnega sistema,

l: raziskuje in primerja delovanje različnih tipov živčevja pri živalih,

○: razvija razumevanje o pomenu možganov za samozavedanje, mišljenje in učenje, razvoj osebnosti ter vplivu učenja na delovanje možganov,

SC (3.1.1.1 | 3.2.3.1)

○: razvija zavedanje o mehanizmi in vplivih zlorabe psihoaktivnih snovi na zdravje,

SC (3.2.5.1)

○: na podlagi virov proučuje primere duševnih bolezni, se seznani z vzroki nastanka in razvija etični odnos do bolnikov,

SC (3.1.1.1 | 3.3.1.1)

○: nadgrajuje razumevanje funkcij čutil in možganov pri zaznavanju sprememb stanja v notranjosti in zunanosti organizma,

○: ob primerih razvija razumevanje o osnovnem principu delovanja mehano-, foto- in kemoreceptorjev pri človeku,

I: na podlagi primerov se seznani s čutili ostalih organizmov,

I: na podlagi virov proučuje primere napak, poškodb in bolezni čutil in se seznani s preventivo.

SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2 | 4.1.1.1 | 4.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na primeru hipotalamusa, hipofize in podrejene endokrine žleze razloži pomen komunikacije med hormonskim in živčnim sistemom za usklajeno delovanje organizma na vseh ravneh,
- » razloži prenos hormonov do tarčnih celic s krvnim obtokom,
- » na primeru ščitnice in trebušne slinavke razloži osnovni princip delovanja žlez z notranjim izločanjem ter negativno povratno zanko (npr. uravnavanje krvnega sladkorja),
- » ve, da je preko membran vzpostavljen membranski potencial,
- » razloži nastanek mirovnega membranskega potenciala, princip nastanka in prevajanja vzburjenja ter pomen mielinizacije na hitrost prevajanja vzburjenja,
- » predstavi delovanje kemične sinapse,
- » pojasni razliko v obsegu vpliva in hitrosti delovanja hormonskega in živčnega sistema,
- » pojasni mehanizem refleksnega odziva na dražljaj,
- » s primerom razloži princip in funkcijo negativne povratne zanke v homeostazi (M),
- » predstavi funkcije osnovnih delov možganov,
- » razloži vedenje živali kot posledico procesov v centralnem živčevju,
- » razloži posredovanje informacij čutil centralnemu živčevju,
- » na primeru vida in sluha pojasni princip delovanja čutil pri človeku,
- » na primeru pojasni vlogo čutila in možganov pri zaznavanju sprememb.

TERMINI

- negativna povratna zanka ◦ pozitivna povratna zanka ◦ hormoni ◦ žleze z notranjim izločanjem
- hipotalamus ◦ hipofiza ◦ nadledvična žleza ◦ spolne žleze ◦ antagonistično delovanje ◦ tarčne celice
- tiroksin ◦ TSH ◦ insulin ◦ glukagon ◦ adrenalin ◦ kortizol ◦ mirovni membranski potencial ◦ akcijski potencial ◦ vzburjenje ◦ mielinska ovojnica ◦ sinapsa ◦ glia celice ◦ živčni prenašalec ◦ vzdražni prag
- receptor ◦ efektor (M) ◦ refleks ◦ čutilna adaptacija ◦ fotoreceptorji ◦ beločnica ◦ žilnica ◦ mrežnica
- roženica ◦ zenica ◦ rumena pega ◦ slepa pega ◦ ciliarnik ◦ leča ◦ steklovina ◦ vidni živec ◦ šarenica
- paličnice ◦ čepnice ◦ kemoreceptorji ◦ mehanoreceptorji ◦ zunanje uho ◦ srednje uho ◦ Evstahijeva cev
- slušne koščice ◦ notranje uho ◦ polkrožni kanali ◦ slušni polž ◦ osrednji kanal ◦ Cortijev organ ◦ slušni živec
- mali možgani ◦ veliki možgani ◦ možgansko deblo ◦ podaljšana hrbtenjača ◦ sivina ◦ belina
- hrbtenjača ◦ živec ◦ refleksni lok ◦ osrednji živčni sistem ◦ obkrajni živčni sistem ◦ avtonomni živčni sistem
- hipotalamus ◦ hipofiza ◦ možganski centri

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Pri obravnavi hormonalnega sistema lahko dijaki poiščejo informacije o zlorabi hormonov za doseganje boljših športnih dosežkov, o hormonskih motilcih, prehranskih dopolnilih, ki vsebujejo hormone (npr. melatonin) idr. Sledi pogovor o možnih vplivih teh snovi na zdravje in delovanje človeškega telesa.  (3.2.4.2)  (3.2.4.1)

Primeri dejavnosti: primerjava hitrosti odziva na vidni in slušni dražljaj, spoznavanje refleksov, raziskovanje delovanja čutil, sekcija očesa, preizkus pomena gledanja z obema očesoma za določanje razdalje.

ŽIVALI IMAJO ZAŠČITO, OPORO IN SE GIBLJEJO

CILJI

Dijak:

O: razvija razumevanje o funkcije kože pri človeku in jo primerja s krovnimi strukturami nekaterih drugih živali,

I: M: na primerih uravnavanja telesne temperature in uravnavanja količine vode v telesu spozna princip uravnavanja notranjega okolja ter to poveže s hiper- in hipotermijo ter učinki alkohola in drog,

SC (3.2.4.2 | 3.2.4.1 | 3.2.5.1)

O: opazuje in spozna zgradbo in različne funkcije kostnega, hrustančnega in ostalih vezivnih tkiv,

O: proučuje skelet človeka,

O: primerja skeletne sisteme oz. ogrodja različnih organizmov in jih poveže z načinom gibanja ali pritrjenostjo,

O: razvija razumevanje o zgradbi in delovanju mišičnih celic,

I: M: spozna funkcijo aktina in miozina, Ca^{+2} in ATP za krčenje mišice,

O: razvija razumevanje o delovanju mišic v anaerobnih in aerobnih pogojih,

SC (3.2.1.1 | 3.2.1.2)

O: spozna zgradbo različnih tipov mišic in jo povezuje z njihovim delovanjem in uravnavanjem delovanja,

I: na podlagi virov proučuje primere poškodb in bolezni kože in kosti ter preventivo,

SC (3.2.4.1 | 3.1.4.2 | 4.1.1.1 | 4.1.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

» predstavi funkcije kože in jih poveže z ostalimi organskimi sistemi,

» skozi evolucijski proces razloži razvoj treh tipov opore (zunanje ogrodje notranje ogrodje in hidrostatska opora) in pojav pritrjenega načina življenja,

» prepozna in opiše razlike med kostnim in hrustančnim tkivom ter razloži njune funkcije in jih poveže z ostalimi organskimi sistemi,

» pri pojasnjevanju delovanja skeletnih mišic poimenuje tudi vključene kosti,

» poimenuje glavne kosti lobanje, oplečja, okoličja in okončin ter hrbtenične regije,

» razloži funkcijo aktina in miozina, Ca^{+2} in ATP za krčenje in sproščanje mišičnih celic (M),

» ve, da v anaerobnih pogojih v mišičnih celicah poteka anaerobni metabolizem,

» predstavi razlike v zgradbi, delovanju in uravnavanju prečno progaste s srčno in gladkimi mišicami.

TERMINI

◦ koža ◦ povrhnjica ◦ usnjica ◦ podkožje ◦ znojnice ◦ lojnice ◦ mlečne žleze ◦ produkti kože ◦ receptorske celice v koži ◦ termoreceptorji ◦ mehanoreceptorji ◦ prosti živčni končiči ◦ kostno tkivo ◦ hrustančno tkivo ◦ osteon ◦ kostne celice ◦ hrustančne celice ◦ vezivno tkivo ◦ sklep ◦ sklepní hrustanec ◦ prečno-progasto mišično tkivo ◦ gladko mišično tkivo ◦ srčno mišično tkivo ◦ skrčitev ◦ sprostitve mišice ◦ mišični antagonizem ◦ čelnica ◦ temenica ◦ senčnica ◦ zatilnica ◦ ključnica ◦ lopatica ◦ nadlahtnica ◦ podlahtnica ◦ koželjnica ◦ zapestnice ◦ dlančnice ◦ prstnice ◦ medenica ◦ stegnenica ◦ pogačica ◦ mečnica ◦ golenica ◦ stopalnice ◦ nartnice ◦ prstnice ◦ vratna vretenca ◦ prsna vretenca ◦ ledvena vretenca ◦ križnica ◦ trtica ◦ miofibrila (M) ◦ aktin (M) ◦ miozin (M) ◦ beljakovinska plošča (M)

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Primeri dejavnosti: samostojno delo po postajah: dijaki lahko ob skeletu uporabijo pridobljeno znanje iz osnovne šole in angleščine (Human Body); v razredu postavimo »otoke«, nekakšne postaje; pri vsaki postaji jih čakajo navodila za delo, ki se nanašajo na zgradbo človeškega okostja (lobanja, vretenca), primerjava z okostjem (npr. lobanje) velikih zveri ali kopitarjev (odvisno, kaj imate v šoli na voljo), antagonistično delovanje mišic, pravilno izvajanje vaj za moč ipd.

Primeri poskusov: raziskovanje čutil v koži, vaskularno segrevanje kože, mikroskopiranje (npr. kostnega in hrustančnega tkiva ter mišičnih tkiv), utrujanje mišic, opazovanje mišic in kosti na primeru piščančje noge.

ŽIVALI SE RAZVIJAJO, RASTEJO IN RAZMNOŽUJEJO

CILJI

Dijak:

- : razvija razumevanje spolnega razmnoževanja v povezavi z genetsko raznolikostjo in evolucijo vrst,
- : nadgrajuje znanje o zgradbi in delovanju spolnih organov in žlez pri človeku ter delovanje povezuje z znanjem o hormonski regulaciji,
- : spozna procese nastajanja in zorenja spolnih celic pri človeku in jih poveže s ciklom plodnosti,
- : spozna potek oploditve, pomembnejše faze v razvoju zarodka, porod in možnosti preprečevanja neželene nosečnosti,
SC (3.2.4.2)
- : povezuje znanje o specializaciji in diferenciaciji celic ter funkciji zarodnih celic za organizem in uporabo v medicini,
SC (3.2.4.1 | 1.2.2.2)
- l: M: znanje o nastajanju tkiv z mitozo povezuje z možnostmi nastanka napak pri podvajanju in razdvajanju DNA,*
- l: M: razvija razumevanje, da je organizem tekom ontogenetskega razvoja izpostavljen biotskim in abiotskim dejavnikom, ki vplivajo na evolijski razvoj vrste (strategije razmnoževanje, skrb za potomce),*
- : ontogenetski razvoj človeka povezuje s skrbjo za razvoj potomcev in s spremembami v človeškem telesu, povezanimi s staranjem,
SC (3.3.1.1 | 3.1.5.1)
- l: M: razvija razumevanje, da pri človeku in živalih kloni nastajajo naravno, kadar se celice zarodka ločijo (enojajčni dvojčki) ali umetno,*
- : na primerih spozna nekaj načinov razmnoževanja in ontogenetskega razvoja pri živalih,
- : spozna najpogostejše spolno prenosljive bolezni in preventivo,
SC (3.2.4.1 | 3.2.4.2)
- l: razpravlja o definiciji spola.*
SC (1.2.2.1 | 1.2.2.2)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » utemelji pomen spolnega razmnoževanja za genetsko raznolikost in evolucijo vrst,
- » razloži zgradbo in delovanje spolnih organov in žlez ter to poveže s hormonsko regulacijo,

- » opiše procese nastajanja in zorenja spolnih celic,
- » predstavi cikel plodnosti in razloži, kako pride do oploditve,
- » prepozna pomembnejše zgodnje faze razvoja zarodka (*morula, blastocista, implantacija*) (M),
- » pojasni pomen celične diferenciacije pri mnogoceličnih organizmih,
- » razloži, kaj so **zarodne celice** in navede njihovo rabo v sodobni medicini,
- » pojasni, da imajo mutacije v času nosečnosti lahko negativen vpliv na embrionalni razvoj.

TERMINI

- spolni organi ◦ spolne žleze ◦ spolne celice ◦ modo ◦ obmodek ◦ semenovod ◦ prostata ◦ semenska vrečka ◦ sečnica ◦ testosteron ◦ penis ◦ erekcija ◦ ejakulacija ◦ semenska tekočina ◦ semenčice ◦ jajčnik
- jajcevod ◦ maternica ◦ maternični vrat ◦ maternična sluznica ◦ nožnica ◦ zunanje spolovilo ◦ ščegetavček
- FSH ◦ LH ◦ progesteron ◦ estrogen ◦ rumeno telesce ◦ jajčni folikel ◦ ovulacija ◦ menstrualni cikel
- menstruacija ◦ morula ◦ blastocista ◦ plodnikova votlina ◦ posteljica ◦ popkovina ◦ zarodne celice
- diferenciacija celic ◦ specializacija celic ◦ mutageni dejavniki ◦ ontogenetski razvoj ◦ oksitocin ◦ prolaktin
- dojenje ◦ nastanek spolnih celic ◦ kontracepcija ◦ porod

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatna pojasnila za cilje in standarde

cilj »**razpravlja o definiciji spola**«: pri pouku biologije razpravljamo predvsem v luči biološke (znanstvene) definicije spola, v razpravo lahko vključimo tudi medpredmetno povezovanje z družboslovnimi predmeti (psihologijo, sociologijo).

EKOSISTEMI TEMELJIJO NA SPLETU ODNOSOV MED ORGANIZMI

OBVEZNO

OPIS TEME

Ekologija proučuje odnose na različnih ravneh organizacije življenja (organizem, populacija, biocenoza) ter tudi v neživem delu okolja. Proučuje zakonitosti delovanja ekosistemov, ki so kompleksni sistemi, značilni po integraciji živega in neživega dela okolja. Delovanje organizmov, predstavnikov različnih vrst, ki so se medsebojno razvijale v daljšem obdobju (biocenoze), zagotavljajo dinamičnost, elastičnost in stabilnost ekosistemov. Znotraj ekosistemov potekajo energijske pretvorbe in kroženje snovi. Delovanje ekosistemov ima neposredne in posredne vplive na celotno biosfero.

Človek živi v različnih ekosistemih, ki jih s svojo dejavnostjo spreminja v strukturi in delovanju. S svojim delovanjem lahko povzroči velike spremembe, ki se odražajo tudi v propadanju biotske pestrosti. Spremembe ekosistemov lahko presegajo sposobnost vrst, da se na njih prilagodijo. Znanje ekologije je temelj zavedanja naše popolne odvisnosti od delovanja biosfere in iskanja kompleksnih, na znanju temelječih rešitev – sprejemanje odgovornih odločitev in ravnanj. Odločitve in ravnanja v družbi imajo vpliv na trajnostni razvoj in ohranjanje delovanja biosfere. Od delovanja biosfere je odvisno tudi preživetje naše vrste.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

1 DIDAKTIČNE STRATEGIJE IN METODE

Eden od didaktičnih pristopov, uporabnih pri obravnavi ekosistemov, je projektno sodelovalno delo. Dijaki so v projektno sodelovalnem delu postavljeni pred izzive / raziskovalno vprašanje / problem, ki jih aktivno rešujejo in ob tem sodelujejo, komunicirajo, so pozitivno soodvisni in razvijajo odgovornost. Projektno sodelovalno delo naj vključuje naslednje faze:

- » pripravljalna faza (pridobivanje temeljnih informacij oz. znanj),
- » načrtovanje projekta (viharjenje idej),
- » izdelava načrta projekta (odločanje),
- » izvedba projekta (z vmesnimi preverjanji),
- » oblikovanje končnega izdelka,
- » (javna) predstavitev rezultatov,
- » ocenitev vseh faz izvedbe projekta.

Končni rezultat projektnega dela so izdelki, raznolike osebne in neposredne predstavitve rezultatov/ugotovitev oz. nove naloge/dejavnosti. Učitelj naj pri izvajanju projektnega dela sledi smernicam **formativnega spremljanja znanja in spretnosti**. Učitelji naj za spremljanje dela dijakov uporabijo **opisnike**, ki jim bodo v pomoč pri oblikovanju končne ocene projektnega dela, dijakom pa informacija o njihovem napredku.

V primeru, da pouk ali projektno delo vključuje tudi **delo na terenu** (bližnja okolica šole ali bolj oddaljene lokacije), uporabite naslednje sosledje izvedbe terenskega dela:

- » **pred terenom:** izbor teme raziskovanja, postavljanje raziskovalnih vprašanj, določitev hipotez in izbor statističnih metod, pregled virov, izdelava načrta terenskega dela (naj vključuje izbor raziskovalne opreme ter logistične in varnostne zahteve);
- » **med terenom:** izvajanje raziskovalnega dela, zbiranje podatkov (materialov) ter ustrezna in varna uporaba raziskovalne opreme;
- » **po terenu:** urejanje in analiza podatkov, pridobivanje in interpretacija rezultatov, oblikovanje zaključkov, priprava končnega poročila in predstavitve ter poročanje.

Učiteljevo načrtovanje terenskega dela mora vključevati ustrezno uporabo opreme ter izbiro ustreznih metod in lokacij vzorčenja. Poleg tega mora upoštevati s terenskim delom povezane logistične, zakonske, zdravstvene in varnostne zahteve. V primerjavi z laboratorijskim delom so terenske raziskave bolj omejene s časom in drugimi dejavniki, kot so dostop do lokacije, letni čas in vremenske razmere. Zato naj učitelj pri načrtovanju terenskega dela upošteva tudi te.

2 VERTIKALNE IN HORIZONTALNE POVEZAVE

Medpredmetne povezave so lahko nakazane s sociologijo, in sicer v delu, kako spremembe v naravi, sprememba biodiverzitete, spremembe ekosistema vplivajo na družbena in ekonomska dogajanja. Prav tako se lahko medpredmetno povezujemo z geografijo in psihologijo. Ker se je ekologija razvila v kvantitativno znanost, je mogoče iskati medpredmetne povezave tudi z matematiko in skupnimi cilji digitalizacije. SC (5.1.1.1) SC (5.1.2.2) SC (3.3.2.1)

BIOSFERA JE POVEZANO DELUJOČA CELOTA - NAJKOMPLEKSNEJŠI SISTEM NA ZEMLJI

CILJI

Dijak:

○: proučuje biocenozo in biotop izbranega kopenskega ali vodnega ekosistema, SC (2.1.3.1)

○: razvija razumevanje, da biodiveziteta nastaja v procesih evolucije in je temelj za razvoj in delovanje ekosistemov in biosfere, SC (2.3.1.1 | 2.3.1.2)

○: razvija razumevanje o pomenu avtotrofov in heterotrofov za delovanje ekosistemov in biosfere,
 SC (2.3.1.1)

○: na primeru prehranjevalnih spletov razvija razumevanje, kako organizmi pretvarjajo in prenašajo energijo, elemente (npr. P, O, C, N) in snovi (H₂O) med trofičnimi ravni v biocenozah (v talnih in nadzemnih delih ekosistemov),
 SC (2.1.3.1)

○: razvija razumevanje o pomenu mikrobiote v tleh za delovanje ekosistemov,
 SC (2.1.3.1)

○: ob proučevanju različnih virov spozna problematiko bioakumulacije nevarnih snovi tudi kot posledico človekovega delovanja,
 SC (4.2.3.1 | 2.1.3.1 | 2.3.1.1 | 3.2.4.2 | 3.2.4.1)

○: razvija razumevanje o funkcionalni povezanosti kopenskih in vodnih ekosistemov.
 SC (2.1.3.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » našteje in opiše organizacijske ravni od organizma do biosfere,
- » pojasni pomen ekologije za ostale vede,
- » razloži osnovno zgradbo ekosistemov,
- » opredeli pomen biocenoze za delovanje ekosistema,
- » na primeru razloži soodvisno povezanost avtotrofov in heterotrofov z vidika pretvarjanja energije ter primarne in sekundarne produkcije,
- » pojasni vpliv delovanja biosfere na geosfero,
- » predstavi kroženje vode, ogljika in kisika v ekosistemu,
- » na primeru predstavi, kako organizmi opravljajo prenos in kroženje dušika in fosforja v ekosistemu (M),
- » ob modelu prehranjevalnega spleta razloži pretvarjanje in pretok energije v ekosistemu,
- » opiše vlogo razkrojevalcev v prehranjevalnih spletih z vidika povezanosti geosfere in biosfere,
- » na primeru izbrane snovi razloži bioakumulacijo,
- » razloži posledice spreminjanja naravnega kroženja N in P v ekosistemih (npr. agrarni ali vodni ekosistem) (M),
- » na primeru pojasni povezanost kopenskih in vodnih ekosistemov ekosfere.

TERMINI

◦ ekosistem ◦ biotop ◦ biocenoza ◦ habitat ◦ abiotiski dejavnik ◦ biotski dejavnik ◦ koevolucija ◦ kroženje snovi ◦ pretok energije ◦ prehranjevalne verige ◦ prehranjevalni spleti ◦ biosfera ◦ primarna produkcija ◦ bioakumulacija ◦ biodiverziteta ◦ eutrofikacija ◦ ekosfera ◦ sekundarna produkcija

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Učinkovito poučevanje ekologije zahteva praktičen pristop, ki povezuje učenje v razredu z izkušnjami iz resničnega sveta. Dijaki na terenu spoznavajo nežive dejavnike in pestrost vrst v različnih ekosistemih. Terenske dejavnosti naj imajo jasne cilje, vključujejo naj spoznavanje metod zbiranja in analize podatkov, predstavljanja rezultatov v obliki poročil in razrednih razprav. ^{SC} (1.1.1.1) Dejavnosti, kot je vzorčenje organizmov, izboljšajo razumevanje dijakov. Poudarite medsebojno povezanost vseh komponent ekosistema in organizacijske ravni od organizma do ekosistema. Dijaki naj ugotavljajo, kako spremembe v enem delu ekosistema vplivajo na delovanje drugega dela ekosistema.

Proučevanje biocenoze in biotopa izbranega kopenskega ali vodnega ekosistema naj poteka v obliki terenske ekskurzije, pri čemer dijaki spoznavajo metode vzorčenja organizmov, raziskujejo žive in nežive dejavnike v ekosistemu, kartirajo habitate. ^{SC} (3.2.1.3) ^{SC} (3.2.1.4)

Pri razvijanju razumevanja o biodiverziteti se vsebinsko navezujte na cilje teme o evoluciji (skupina ciljev *temeljni mehanizem evolucije je naravno izbiranje*). Za ponazoritev lahko uporabite primer Darwinovih ščinkavcev ali primere iz lokalnega okolja, pri čemer prikažete, kako biodiverziteta nastaja skozi naravno izbiranje in prilagajanje. V pomoč pri vizualizaciji so lahko tudi primeri interaktivnih učnih gradiv.

Vlogo avtotrofov in heterotrofov v ekosistemih ponazorite s konkretnimi primeri prehranjevalnih verig in spleto. V ta namen uporabite diagrame, ki na konkretnem ekosistemu ponazorijo prehranjevalne (trofične) ravni ter energijske in snovne pretvorbe.

Terensko proučevanje biocenoz v izbranih ekosistemih naj vključuje popise vrst z uporabo različnih (digitalnih) določevalnih ključev in beleženje interakcij med organizmi.

S pomočjo raznih grafičnih in interaktivnih prikazov naj dijaki razvijajo razumevanje kroženja posameznih kemijskih elementov v ekosistemu ter prenosa energije in hranil v prehranjevalnih spletih.

Raziskovanje mikrobiote v tleh in njenega pomena za delovanje ekosistemov naj vključuje vzorčenje tal in proučevanje raznolikosti in funkcije talnih mikroorganizmov. Obravnavo lahko povežete z uporabo mikrobioloških tehnik (priprava gojišč za gojenje in opazovanje talnih mikroorganizmov).

Obravnava bioakumulacije naj temelji na konkretnih študijah, pri čemer dijaki proučujejo konkretne primere bioakumulacije (živo srebro v ribah ali DDT v pticah). V ta namen je priporočena uporaba strokovnih (znanstvenih) člankov, pri čemer dijaki kritično vrednotijo ugotovitve raziskav. Uporabimo lahko tudi vnaprej pripravljene simulacije (aktivnosti), ki prikažejo bioakumulacijo (npr. priročnik za učitelje Pšeničnik, A., in Tomažič, I. (2024). Ekologija in varstvena biologija risov – Priročnik za učitelje. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta; <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/dc1coxe> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/dc1coxe>).

Funkcionalno povezanost kopenskih in vodnih ekosistemov naj dijaki proučujejo z vidika vodnega cikla, pretoka hranil, migracij vrst ter mokrišč in poplavnih ravnic.

Predlagamo, da z metodo razprave utrdite zapisane strokovne termine, pri čemer naj dijaki v obliki razprave za in proti argumentirajo razloge in spremembe v okolju (biodiverziteta, spremembe ekosistemov) in vplive na družbena in ekonomska dogajanja ter predvidijo morebitne posledice.  (1.2.2.2)



POPULACIJE RAZLIČNIH VRST ORGANIZMOV SOODVISNO DELUJEJO V BIOCENOZAH

CILJI

Dijak:

O: iz podatkov proučuje populacijske lastnosti izbranih populacij v biocenozi,

SC (2.1.3.1)

O: razvija razumevanje, da so lastnosti biocenoze odvisne od odnosov med osebki iste ali različnih vrst in interakcij z biotopom,

SC (2.1.3.1)

I: M: spoznava, da so populacije z različnimi genskimi skladi nenehno v koevoluciji,

I: na primerih razvija razumevanje o vplivih omejujočih dejavnikov na populacije, njihove genske sklade in številčnost vrst v združbah,

SC (2.1.3.1)

I: M: razvija razumevanje procesov, ki vplivajo na nihanje populacije.

SC (2.1.3.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » na izbranih primerih razloži lastnosti populacije,
- » v bližnjem ekosistemu poišče primere izbranih medvrstnih in znotrajvrstnih interakcij med osebki, jih dokumentira in poroča o njih,
- » opredeli in predstavi primere odnosov med osebki različnih vrst,
- » razloži vpliv medvrstnih in znotrajvrstnih interakcij med osebki na spreminjanje lastnosti biocenoze in posledično na delovanje ekosistemov,
- » iz podatkov izračuna in grafično prikaže starostno in spolno sestavo ter rodnost in umrljivost populacije (M),
- » razloži, kaj je genski sklad in kako vplivajo interakcije med organizmi na njegovo stanje (M),
- » na primeru razloži možne posledice vnašanja tujerodnih vrst v naravne biocenoze,
- » na primeru pojasni pomen velikosti populacije za njen obstoj v ekosistemu,
- » na primeru razloži pomen povratnih zank za vzdrževanje ravnovesja (homeostaza) v ekosistemu in celotni biosferi,

- » na primeru razloži populacijska nihanja (M),
- » razloži, kako lahko izumrtje neke vrste ali sprememba v populaciji (npr. v genskem skladu) vpliva na delovanje ekosistemov.

TERMINI

- populacija ◦ rodnost ◦ umrljivost ◦ odseljevanje ◦ priseljevanje ◦ spolna struktura ◦ starostna struktura
- sožitje ◦ tekmovanje ◦ zajedavstvo ◦ priskledništvo ◦ plenilstvo ◦ nasprotništvo ◦ socialni odnosi
- hierarhija ◦ teritorialnost ◦ tujerodne vrste ◦ invazivne vrste ◦ genski sklad

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Možne didaktične strategije za proučevanje **populacijskih lastnosti v biocenozi** so:

- » **terensko delo**, pri katerem dijaki zbirajo podatke o številčnosti in distribuciji vrst;
- » **analiza podatkov**, s katero dijaki na podlagi danih podatkov (npr. popisi vrst, rodnost/smrtnost) izdelajo grafične prikaze in jih interpretirajo;
- » **simulacije**: uporabite interaktivne simulatorje, pri čemer lahko dijaki modelirajo spremembe v populacijah <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/q48oyns> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/q48oyns>));
- » **projektno delo**, pri katerem dijaki v manjših skupinah raziskujejo lokalne vrste in predstavijo ugotovitve o njihovih populacijskih značilnostih; predstavitev so lahko v obliki kratkih, udarnih, kreativnih motivacijskih filmčkov, ki jih objavijo in s tem ozaveščajo druge; ^{SC} (5.1.2.1)
- » **uporaba merilnih naprav in senzorjev**, s katerimi dijaki izvajajo terenske meritve (npr. Vernier), omogoča hitrejše in učinkovito beleženje podatkov pri izvajanju terenskih poskusov;
- » **uporaba računalniških in mobilnih aplikacij ter programske opreme**, za določanje organizmov in zbiranje podatkov o njihovi biologiji (npr. PlantNet ali iNaturalist);
- » **uporaba programov za analizo podatkov** (MS Excel ter prosto dostopna Jamovi in Past) ^{SC}
(4.3.1.1) <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/q7gmvm8> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/q7gmvm8>) ,
<https://www.jamovi.org/> (<https://www.jamovi.org/>)

Didaktične strategije za **spoznavanje odnosov med osebki iste in različnih vrst ter njihovih interakcij z biotopom**:

- » dijaki izdelajo **modele ekosistemov** (npr. akvarij, terarij, ekosistem v plastenki) za opazovanje odnosov (plenilec – plen, tekmovanje),
- » **študije primerov**: raziskujejo resnične primere interakcij (npr. mikoriza, dušikove bakterije, invazivne vrste),

- » **diskusije:** o vplivu človeških dejavnosti na odnose v ekosistemi,  (2.1.3.1)
- » **uporaba avdiovizualnih sredstev:** dokumentarni filmi in druga video in interaktivna gradiva, foto, video in zvočno beleženje odnosov med vrstami in znotraj vrst (vedenje ptic, kleptoparazitizem pri velikih zvereh)
<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/xlidztb> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/xlidztb>)

Pri poučevanju o **koevoluciji** lahko uporabite:

- » konkretne **primere** koevolucije iz lokalnega okolja (npr. opraševalci);
- » **igro vlog**, pri čemer dijaki prevzamejo vloge različnih vrst v ekosistemu in se učijo, kako se populacije prilagajajo;
- » **simulacije** za prikaz prilagajanja populacij skozi generacije.

Za razvijanje razumevanja o **vplivu omejujočih dejavnikov** na populacije in združbe lahko:

- » **dijaki izvajajo preproste poskuse v razredu**, s katerimi prikažejo vpliv omejujočih biotskih in abiotskih dejavnikov (npr. dostopnost hrane, prostora, plenjenje, tekmovanje, temperatura, dostopnost vode, mineralnih hranil, svetlobe), kar lahko povežejo z okoljskimi problemi (vpliv podnebnih sprememb in neposrednih vplivov človekovih dejavnosti na populacije in združbe);
- » **uporabite matematične modele**, s pomočjo katerih dijaki računajo nosilno zmogljivost okolja in analizirajo eksponentno ter logistično rast populacij.

Za razumevanje **procesov, ki vplivajo na nihanje populacije**, naj dijaki:

- » analizirajo zgodovinske (raziskovalne) podatke populacijskih nihanj vrst (volkovi vs. jeleni);
- » izdelajo (uporabljajo) modele populacijske dinamike ter razpravljajo o od gostote odvisnih in neodvisnih omejujočih dejavnikih (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7803isi> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/7803isi>)).

BIOSFERA SE SKOZI EVOLUCIJSKO ZGODOVINO SPREMINJA IN S SVOJIM DELOVANJEM SPREMINJA GEOSFERO

CILJI

Dijak:

- : na podlagi različnih virov ugotavlja, da se biocenoze skozi evolucijo spreminjajo,
- : razvija razumevanje, da se ekosistemi razvijajo skozi daljša časovna obdobja,
SC (2.1.3.1)
- : na primeru spoznava zaporedje biocenoz v primarni ekološki sukcesiji (od pionirske do klimaksne),
SC (2.1.3.1)
- : na primeru opuščene rabe antropogenih ekosistemov spoznava, kako se regenerira prvotni podobna ali različna biocenoza (sekundarna sukcesija).
SC (2.1.3.1 | 2.2.2.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » pojasni, da se ekosistemi neprestano spreminjajo,
- » na primeru opiše, kako pionirske biocenoze ustvarjajo pogoje za razvoj do klimaksne biocenoze,
- » na primeru obnove ekosistemov npr. po požaru ali opuščeni rabi ekosistemov pojasni sekundarno sukcesijo,
- » pojasni problematičnost uvajanja monokultur v biotope uničenih ekosistemov.

TERMINI

○ primarna sukcesija ○ sekundarna sukcesija ○ antropogeni ekosistem ○ pionirska biocenoza ○ klimaksna biocenoza ○ monokultura

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Za poučevanje vsebin, na katere se navezuje ta skupina ciljev, lahko uporabite naslednje didaktične strategije:



- » **analizo virov:** dijake spodbudite k prebiranju znanstvenih (strokovnih) člankov, ogledu dokumentarnih filmov in drugih digitalnih virov, ki prikazujejo spremembe združb skozi čas;
- » dijaki lahko skozi daljši čas **zbirajo podatke na terenu** (tudi v mestih lahko poslikajo primere primarne sukcesije) in jih uredijo v foto album, fotografsko razstavo ipd. (s tem jih pozovemo, da bolj opazujejo svojo okolico in najdejo življenje tam, kjer ga prej ni bilo); **SC** (4.2.2.1)
- » **analiziranje fosilnih ostankov** in sklepanje o takratnih ekosistemih (na podlagi slikovnega gradiva) ter primerjava z današnjimi ekosistemi;
- » **delo z viri:** iskanje informacij v dolgotrajnih znanstvenih raziskavah ekosistemov (npr. koralni grebeni ali tropski gozdovi);
- » **delo z grafi:** analiziranje grafov in diagramov, ki prikazujejo spremembe v ekosistemih skozi čas (npr. spremembe v biomasi, diverziteti in številčnosti vrst);
- » **obisk območij,** kjer je opazna (primarna) sukcesija (npr. po požaru ali obisk opuščenih kmetijskih zemljišč); **SC** (3.2.1.3)
- » **sodelovanje** z lokalnimi naravovarstvenimi organizacijami. **SC** (5.3.4.1)

ORGANIZMI S SVOJIM DELOVANJEM VPLIVAJO NA DELOVANJE OSTALIH RAVNI ORGANIZACIJE BIOSFERE

CILJI

Dijak:

O: na primeru rasti in delovanja človeške populacije razvija razumevanje, da imajo ekosistemi, biomi in biosfera omejeno nosilnost in se zaveda možnih posledic preseganja planetarnih omejitev,

SC (2.1.1.1 | 2.1.3.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 3.1.5.1)

O: predlaga, kako lahko kot posameznik sam in kot del družbe prispeva k zmanjševanju porabe naravnih virov,

SC (2.1.3.1 | 2.1.1.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 2.3.1.1 | 2.3.1.2 | 2.3.2.1 | 2.4.3.1)

I: razvija razumevanje, zakaj antropogeni ekosistemi ne morejo nadomestiti večine ekoloških procesov in vloga naravnih ekosistemov,

SC (2.3.1.1 | 2.2.1.1)

O: raziskuje, kako prekomerno širjenje antropogenih sistemov za kratkoročni dobiček nepovratno uničuje naravne ekosisteme ter povečuje biodiverzitetno krizo, in išče možne trajnostne rešitve,

SC (2.1.2.1 | 2.1.3.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 2.2.2.1 | 2.2.3.1 | 2.3.1.1)

O: raziskuje negativne vplive uporabe digitalnih orodij in tehnologij na okolje

SC (4.4.4.1)

O: spoznava pomen naravne dediščine, katere del je biodiverziteta na lokalni in globalni ravni, ter razume namen zakonodaje s področja ohranjanja narave in varstva,

SC (2.2.1.2 | 2.4.3.1)

O: na različne načine prispeva k informiranju, ozaveščanju, opozarjanju na nujnost reševanja biodiverzitetne krize na lokalni in globalni ravni ter si prizadeva za etičen odnos do vseh integracijskih ravni življenja,

SC (2.1.1.1 | 2.1.2.1 | 2.1.3.1 | 2.2.1.1 | 2.3.1.2 | 2.3.2.1 | 2.4.2.1 | 2.4.3.1)

O: se zaveda, da lahko le na podlagi znanja in z ozaveščanjem družbe iščemo ustrezne rešitve za globalne krize (npr. podnebno, biodiverzitetno, zdravstveno in prehransko),

SC (2.1.3.1 | 2.2.2.1 | 2.4.1.1)

O: z vidika ved o življenju proučuje možnosti in načrtuje možne rešitve/ukrepe za blaženje podnebnih sprememb in prilagajanje na učinke podnebnih sprememb,

SC (2.1.3.1 | 2.2.1.2 | 2.3.1.1 | 2.3.1.2 | 2.4.1.1 | 2.4.2.1)

I: M: raziskuje in kritično vrednoti, kako človekova dejavnost vpliva na povečan učinek tople grede in s tem povezane podnebne spremembe in biodiverzitetno krizo.

SC (2.1.3.1 | 2.2.1.1 | 2.2.1.2 | 2.2.2.1 | 2.2.3.1)

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » razume procese, ki vodijo v preseganje nosilnosti ekosistemov, biotopov in biosfere,
- » na primeru kroženja snovi razloži, zakaj antropogeni ekosistemi ne morejo v celoti nadomestiti delovanja naravnih ekosistemov,
- » predlaga možne ukrepe za preprečevanje uničevanja ekosistemov in zmanjševanje biodiverzitete,
- » predstavi pomen naravnih vrednot Slovenije in na lokalni ravni predlaga dejavnosti za njihovo ohranjanje.

TERMINI

◦ nosilnost ekosistemov ◦ varovanje narave ◦ učinek tople grede ◦ kisli dež ◦ ozonska luknja ◦ naravne vrednote ◦ planetarne omejitve ◦ podnebne spremembe

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Dodatne usmeritve, in primeri za izvajanje pedagoškega procesa

Za poučevanje vsebin, na katere se navezuje ta skupina ciljev, lahko uporabite različne didaktične strategije.

Dijaki:

- » uporabljajo **simulacije in modele** za ponazoritev omejitev ekosistemov (npr. Ecological Footprint Calculator, <https://www.footprintcalculator.org/home/en>;
- » **analizirajo primere** držav z različnimi stopnjami porabe naravnih virov in posledicami preseganja nosilnosti; **SC** (4.2.1.1)
- » **sodelujejo v konstruktivni polemiki** o ekonomskih interesih proti ohranjanju narave – predstavijo argumente različnih deležnikov; v lokalnem okolju poiščejo morebitne primere, ki kažejo, kako sta lahko varstvo narave in varstvo okolja v nasprotju interesov; **SC** (5.3.4.1)
- » **se soočajo z izzivi** trajnostnega življenjskega sloga; eksperimentirajo z zmanjšanjem lastne porabe (npr. zmanjšanje uporabe izdelkov iz plastike, varčevanje z energijo); **SC** (2.1.1.1)
- » pripravljajo **akcijske načrte**, v katerih predlagajo konkretne ukrepe za šolo ali lokalno skupnost (npr. kompostiranje, recikliranje);
- » na **družbenih omrežjih** organizirajo kampanje ozaveščanja širše javnosti;
- » **ustvarjajo spletne vsebine**: pisanje blogov, snemanje podkastov, priprava plakatov o aktualnih okoljskih temah;
- » **primerjajo naravne in antropogene ekosisteme** ter ugotavljajo razlike v njihovem delovanju; **SC** (4.2.2.1)

- » se udeležijo **ekskurzije**: obisk lokalne ekološke kmetije ali naravnega parka ^{SC}
(3.2.1.3) <https://aplifikacijaun.zrss.si/api/link/cfpp7t5>;
- » **uporabljajo vire**, s pomočjo katerih analizirajo podnebno, prehransko in zdravstveno krizo ter iščejo rešitve z vidika trajnosti; raziskujejo trajnostne prakse v različnih panogah (modna industrija, prehrana, proizvodnja avtomobilov, računalniška podjetja, prekomerna uporaba antibiotikov); spoznavajo lokalno in mednarodno zakonodajo (npr. Zakon o varstvu okolja, Zakon o ohranjanju narave, Natura 2000, Konvencija o biotski raznovrstnosti) ter raziskujejo alternative, kot so obnovljivi viri energije in trajnostna proizvodnja;
- » izdelajo **projektno nalogo**: raziskujejo naravne vrednote v svojem kraju in pripravijo predloge za njihovo zaščito oz. ohranjanje;
- » **sodelujejo** z naravovarstveniki pri konkretnih projektih ohranjanja narave in oblikovanju strategij za prehod v trajnostno družbo;
- » **se priključijo prostovoljskim organizacijam** pri organizaciji dogodkov za ozaveščanje v šoli ali lokalni skupnosti ter sodelujejo v naravovarstvenih akcijah; ^{SC} (3.3.2.1)
- » **sodelujejo v razpravah**, v katerih preigravajo različne scenarije prihodnosti in razpravljajo o vlogi znanja pri reševanju kriz;
- » **analizirajo podnebne podatke**; primerjajo podnebne podatke in prepoznavajo trende (ARSO);
- » sodelujejo pri načrtovanju ukrepov; proučujejo možnosti za prilagajanje družbe na podnebne spremembe in načrtujejo možne rešitve/ukrepe za blaženje učinkov podnebnih sprememb; predlagajo prilagoditvene ukrepe za svojo skupnost (npr. ozelenitev urbanih območij, urbano čebelarstvo); ^{SC} (3.3.3.1)
- » **sodelujejo z odločevalci**; predstavijo predloge trajnostnih rešitev. ^{SC} (1.2.3.1)

RAZISKOVANJE RAZLIČNIH BIOLOŠKIH PODROČIJ

IZBIRNO

OPIS TEME

Učitelj lahko skupaj z dijaki znotraj izbrane skupine ciljev načrtuje in izvede raziskovalno delo ter pri tem razvija tudi cilje teme *znanstveno raziskovanje prispeva k vzročnemu razumevanju delovanja živega sveta*.

RAZISKOVANJE BIOLOŠKIH OSNOV ZDRAVJA

CILJI

Dijak:

- ! razvija razumevanje povezanosti procesov kontrole in vzdrževanja homeostaze za ohranjanje zdravja,
- ! raziskuje vplive (npr. epigenetskih) na izražanje genov tekom ontogenetskega razvoja,
- ! raziskuje spanje in ritme spanja,
- ! raziskuje vplive spanja, stresa in družbenih okoliščin na zmožnost učenja in ohranjanje zdravja,
- ! raziskuje vplive dolgotrajnega sedenja na delovnem mestu (npr. za stroji, računalniki, v vozilih) in ponavljajočih se gibov na delovnem mestu ter dolžine počitka na zdravje (navezava na poklicne bolezni),
- ! raziskuje vplive fizične preobremenjenosti organizma (npr. v vrhunskih športih ali pri opravljanju težkih fizičnih del) in vplive prekomerne izpostavljenosti (npr. hrupu, izmeničnemu nočnemu delu),
- ! raziskuje možnosti prehranjevanja v naravnih ekosistemih (npr. v izrednih razmerah),
- ! raziskuje prehranjevanje v primerih porušene homeostaze oz. okvar organov in bolezni (diete).

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » izdelava načrta in izvedba raziskave ter v poročilu predstavi teoretska izhodišča, opiše njen potek, rezultate ter evalvacijo s predlogi za izboljšave in nadaljnje raziskovanje,
- » na podlagi analize rezultatov raziskave in pregledanih strokovnih objav v poročilu pojasni, kako raziskane dejavnosti izboljšajo zdravje in dobrobit posameznika.

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Predlagana literatura za učitelje in dijake na to temo: Walker, Matthew P. (2024). Zakaj spimo: moč spanja in sanj. Mladinska knjiga.



RAZISKOVANJE DELOVANJA BIOCENOZ

CILJI

Dijak:

I: raziskuje spolno vedenje (npr. privabljanje, tekmovanje, gradnja gnezd/gnezdišč, brlogov), skrb za potomce, altruizem,

I: razvija razumevanje učenja kot biološkega procesa (npr. igra, izkušnje in učenje potomcev),

I: raziskuje načine komuniciranja med organizmi v biocenozah (npr. med mikroorganizmi, glivami, rastlinami, živalmi),

I: raziskuje vedenja osebkov (npr. pajkov) ali skupinskega vedenja (npr. vedenje v jatah, krdelih, čredah, rojih, kolonijah),

I: raziskuje vedenja osebkov znotraj socialnih skupin (npr. mravlje, čebele, ose, sršeni, termiti),

I: razvija razumevanje pomena koevolucije soodvisnih interakcij med organizmi za delovanje biocenoz,

I: raziskuje variabilnost in fleksibilnost (plastičnosti) delovanja organizmov v biocenozi (npr. v razponu omejujočih dejavnikov),

I: raziskuje delovanje organizmov tekom bioloških oscilacij, npr. cirkadianega ritma ter sezonskih ciklov (npr. spanja, hibernacije, selitev organizmov – sezonske, dnevne – ter koevolucije interakcij v biocenozah – sinhronizacije, ki jih prečkajo med selitvami),

I: raziskuje prehransko vedenje v različnih letnih časih (npr. zajedalstvo, plenilstvo – npr. lov, skupinski lov, gradnja pasti, paša, mrhovinarstvo, detritivori, priskledniki) ter delovanje povratnih zank v interakcijah pri vzdrževanje homeostaze v biocenozi, biomu in biosferi,

I: raziskuje vedenje plena,

I: raziskuje interakcije v simbiozi in razvija razumevanje njenega pomena za delovanje živih sistemov in povezuje na pomen simbioze za evolucijo (npr. mikorize) in delovanje živih sistemov na vseh ravneh organizacije,

I: raziskuje tekmovanja (npr. hrano, prostor, svetlobo),

I: raziskuje hitrost primarne in sekundarne produkcije v različnih ekosistemih (npr. glede na letne čase in omejujoče dejavnike),

I: razvija razumevanje vpliva nepovratnega spreminjanja interakcij med organizmi na spreminjanje delovanja biocenoze.

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » *izdela načrt in izvede raziskavo ter v poročilu predstavi teoretska izhodišča, opiše njen potek, rezultate ter evalvacijo s predlogi za izboljšave in nadaljnje raziskovanje,*
- » *na podlagi analize rezultatov raziskave in pregledanih strokovnih objav v poročilu pojasni, kako raziskane interakcije prispevajo k delovanju biocenozo.*



RAZISKOVANJE DELOVANJA MIKROBIOMOV

CILJI

Dijak:

- l: raziskuje razširjenost, raznolikost mikroorganizmov in spoznava njihovo številčnost in delež v biomasi (npr. pri mnogoceličnih organizmih, v biocenozah in biomi, njihovih talnih delih in pionirskih mikrobiomih),*
- l: proučuje razširjenost mikroorganizmov v človeških bivališčih (npr. na površinah kuhinjskih aparatov, stanovanjskih površinah, avtomobilu, na hišnih ljubljencih in ostalih organizmih, ki se zadržujejo ali živijo v naših bivališčih ali gnezdih, brlogih in prezimovališčih) in razume poti njihovega prenašanja z enega organizma na drugega, med biocenozami in biomi,*
- l: raziskuje metabolno raznolikost mikroorganizmov, razvija razumevanje pomena njihovega delovanja za višje ravni organizacije in delovanja biosfere (npr. za mnogocelične organizme) ter njihovo koevolucijo (npr. v kopenskih in vodnih biocenozah ter biomi),*
- l: razvija razumevanje pomena delovanja mikrobioma za delovanje mnogoceličnih organizmov (npr. na površini in sluznicah živalskih organizmov, rastlinah in njihovih semenih, glivah),*
- l: raziskuje vplive mikrobioma, npr. na imunski sistem, prebavo, patogene,*
- l: raziskuje delovanje mikrobiomov v prsti in njihov vpliv (npr. na delovanje biocenoze) ter razvija razumevanje pomena mikrobiomov za delovanje višjih ravni organizacije biosfere,*
- l: raziskuje delovanje mikrobiomov v vodnih ekosistemih in razvija razumevanje vplivov, npr. letnih časov, prekomernega vnosa snovi (npr. N ali P), in vplivov spreminjanja biotopa (npr. zaradi onesnaževanja) na količino kisika v vodi in na njihovo vrstno sestavo ter velikosti populacij v mikrobiomih (npr. pojavi in posledice cvetenj),*
- l: raziskuje pomen mikrobiomov v primarni sukcesiji, nastajanju prsti in kroženju snovi (npr. N, C, P) med biocenozo in biotopom,*
- l: raziskuje povezanost epidemij/pandemij in stanja ohranjenosti ekosistemov,*
- l: raziskuje uporabo virusov, bakterij in drugih mikrobiomov v zdravljenju (npr. presajanje mikrobiomov, uporaba kot vektorjev, pri razvoju cepiv, biotehnoški proizvodnji zdravil) in razume njihov pomen za delovanje organizmov (npr. imunskega in prebavnega sistema),*
- l: raziskuje uporabo mikroorganizmov v pridelavi hrane skozi zgodovino in razvija razumevanje njihove uporabe v sodobnih biotehnoških postopkih ter razvija zavedanje pomena znanja biologije za sodelovanje v sistemu biološke varnosti in razvoju sodobnih bioloških ved,*
- l: raziskuje razvoj higiene skozi zgodovino in razume pomen higiene (npr. v proizvodnji in transportu hrane, zdravil, v zdravstvenih postopkih, za zaježitev širjenja patogenov),*
- l: raziskuje raznolikost in številčnost bakterij v bioloških čistilnih napravah in razvija razumevanje preventivnih ukrepov pri postopkih odstranjevanja in odlaganja odpadnega blata.*

STANDARDI ZNANJA

Dijak:

- » *izdela načrt in izvede raziskavo, v poročilu opiše njen potek, predstavi teoretska izhodišča, rezultate ter evalvacijo s predlogi za izboljšave in nadaljnje raziskovanje,*
- » *na podlagi analize rezultatov raziskave in pregleda strokovnih objav v poročilu pojasni/argumentira pomen mikroorganizmov, mikrobiomov za delovanje organizmov in biocenoz ter njihovo uporabo v zdravstvu, prehrani in biotehnologiji,*
- » *pojasni, kako mikrobiomi v ekosistemih opravljajo kroženje snovi med biotopom in biocenozo.*

DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA SKUPINO CILJEV

Predlagana literatura za učitelja in dijake:

Enders, G. (2024). Čarobno črevesje: vse kar morate vedeti o najbolj prezrtem organu. Mladinska knjiga.

VIRI IN LITERATURA PO POGLAVJIH

BIOLOGIJA JE ZNANSTVENA VEDA

Vičar, M., idr. (2013). *Biologija; izzivi vrednotenja znanja v gimnazijski praksi*. Zavod RS za šolstvo. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/vtofbp1>

Vičar, M., idr. (2011). *Biologija; posodobitve pouka v gimnazijski praksi*. Zavod RS za šolstvo. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/woo7qvy>

Marentič Požarnik, B., idr. (2010). *Okoljska vzgoja; posodobitve pouka v gimnazijski praksi*. Zavod RS za šolstvo. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/rkr7at2>

DELOVANJE ORGANIZMOV TEMELJI NA DELOVANJU CELICE

» Conceptual Academy Biology. Common Student Misconceptions When Studying Biology. (b.d.). <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/rmjo2bp>

» Keeley, P. (2011). Atoms and cells. V *Uncovering Student Ideas in Life Science, 25 New Formative Assessment Probes* (str. 40–43). NSTA Press.

» Devetak, B. (2013). Osmoza v različnih rastlinskih tkivih. V M. Vičar, S. Kregar (ur.), *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 72–81). Zavod RS za šolstvo.

» EMBL/ELLS. (2022). *Platynereis cells in action*. Science Education and Public Engagement.

BIOTSKA MEMBRANA PROSTORSKO IN FUNKCIONALNO RAZMEJI CELICE IN ORGANELE

Devetak, B. (2013). Osmoza v različnih rastlinskih tkivih. V M. Vičar, S. Kregar (ur.), *Izzivi razvijanja in vrednotenja znanja v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 72–81). Zavod RS za šolstvo.

Vilhar, B. *Znanost gre v šolo*.

CELICA Z ENCIMI URAVNAVA BIOKEMIJSKE REAKCIJE, NA KATERIH TEMELJI VEČINA CELIČNIH FUNKCIJ

Marušič, S., Česnik Vončina, I. (2011). Delovanje katalizatorjev. V M. Vičar (ur.), *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 29–36). Zavod RS za šolstvo.

Devetak, I. (2011). Vpliv temperature in koncentracije substrata na delovanje encima katalaze. V M. Vičar (ur.), *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 50–60). Zavod RS za šolstvo.

Holnthaner Zorec, K. (2011). Vpliv koncentracije substrata na hitrost encimatske reakcije. V M. Vičar (ur.), *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 61–65). Zavod RS za šolstvo.

V CELICI POTEKAJO PRESNOVNI PROCESI

Meznarič, M. (2011). Vpliv svetlobe na rastline. V M. Vičar (ur.), *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 61–65). Zavod RS za šolstvo.

Podobnik, A. (2011). Usposabljanje dijakov za samostojno načrtovanje raziskave na primeru alkoholnega vrenja. V M. Vičar (ur.), *Posodobitve pouka v gimnazijski praksi. Biologija* (str. 15–22). Zavod RS za šolstvo.

EKOSISTEMI TEMELJIJO NA SPLETU ODNOSOV MED ORGANIZMI

BIOSFERA JE POVEZANO DELUJOČA CELOTA - NAJKOMPLEKSNEJŠI SISTEM NA ZEMLJI

Pšeničnik, A., in Tomažič, I. (2024). Ekologija in varstvena biologija risov – Priročnik za učitelje. Univerza v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Oddelek za biologijo. <https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/dc1coxe> (<https://aplikacijaun.zrss.si/api/link/dc1coxe>)]

PRILOGE

PRILOGE PO POGLAVJIH

DELOVANJE ORGANIZMOV TEMELJI NA DELOVANJU CELICE

Didaktična priporočila za temo

» [https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/Vida Šinkovec Izdelava 3d modela insulina kopija2841.docx](https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/Vida_Sinkovec_Izdelava_3d_modela_insulina_kopija2841.docx)

V EVOLUCIJI SE SPREMINJAJO DEDNE LASTNOSTI IN PESTROST VRST

Didaktična priporočila za temo

» https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/Raziskujmo-naravno-selekcijo-populacije-zajcev_ld_kopija6191.docx

ORGANIZMI SO SI PODOBNI V ZGRADBI IN DELOVANJU

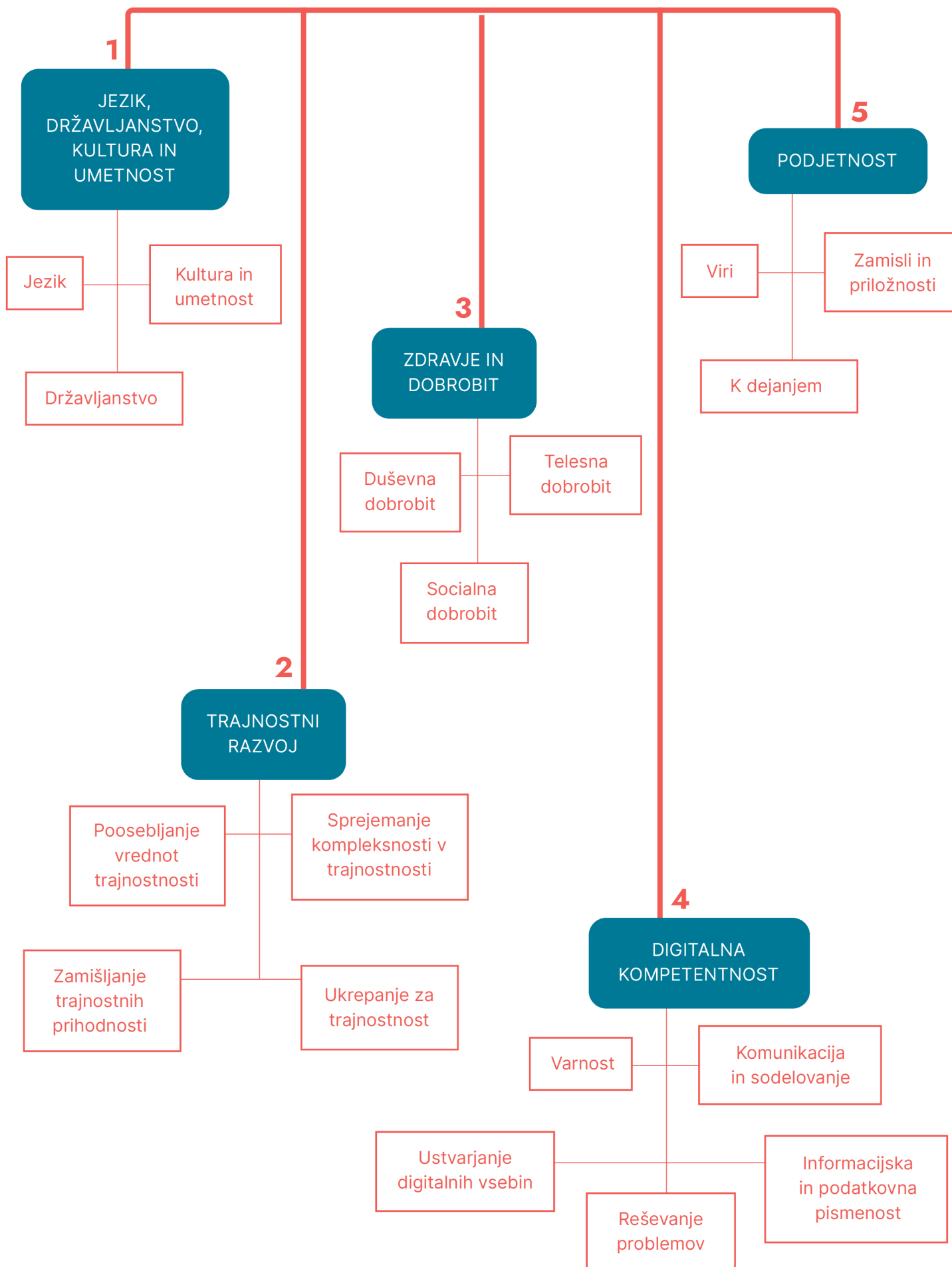
DIDAKTIČNA PRIPOROČILA ZA TEMO

» https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/samovrednotenje_znanja_semafor_prebavila_kopija7644.docx

Didaktična priporočila za temo

» [https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/Filogenetsko drevo napačne prestave kopija2556.docx](https://aplikacijaun.zrss.si/api/gradiva/Filogenetsko_drevo_napačne_prestave_kopija2556.docx)

KLJUČNI CILJI PO PODROČJIH SKUPNIH CILJEV



1 /// JEZIK, DRŽAVLJANSTVO, KULTURA IN UMETNOST



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

1.1 JEZIK

1.1.1 Strokovna besedila	1.1.1.1 Pri posameznih predmetih razvija zmožnost izražanja v različnih besedilnih vrstah (referat, plakat, povzetek, opis, pogovor itd.).
1.1.2 Strokovni jezik	1.1.2.1 Se zaveda, da je učenje vsebine posameznega predmeta hkrati tudi spoznavanje njegove strokovne terminologije; torej učenje jezika na ravni poimenovanj za posamezne pojme in na ravni logičnih povezav. 1.1.2.2 Se izraža z ustrezno terminologijo predmeta in skrbi za ustrezno govorno ter pisno raven svojega strokovnega jezika.
1.1.3 Univerzalni opis jezika kot sistema	(pri vseh predmetih:) 1.1.3.1 Se zaveda podobnosti ter razlik med jeziki in je na to pozoren tudi pri uporabi gradiv v tujih jezikih, pri uporabi prevajalnikov, velikih jezikovnih modelov, avtomatsko prevedenih spletnih strani itd. (pri vseh jezikovnih predmetih:) 1.1.3.2 Se zaveda, da različne jezike lahko opisujemo na podoben način; pri pouku tujih jezikov zato uporablja znanje, pridobljeno pri pouku učnega jezika, in obratno: zna primerjati jezike, ki se jih uči, in razpozna podobnosti ter razlike med njimi.
1.1.4 Razumevanje pomena branja	1.1.4.1 Pri vseh predmetih redno bere, izbira raznolika bralna gradiva, jih razume, poglobljeno analizira in kritično vrednoti.
1.1.5 Jezik in nenasilna komunikacija	1.1.5.1 Razvija lastne sporazumevalne zmožnosti skozi nenasilno komunikacijo.

1.2 DRŽAVLJANSTVO

1.2.1 Poznavanje in privzemanje človekovih pravic ter dolžnosti kot temeljnih vrednot in osnov državljanske etike	1.2.1.1 Pozna, razume in sprejema človekove pravice kot skupni evropski in ustavno določeni okvir skupnih vrednot ter etike. 1.2.1.2 Razume, da so človekove pravice univerzalne in nepogojene, da uveljavljajo vrednote svobode in enakosti. 1.2.1.3 Razume in sprejema, da je obstoj pravic pogojen s spoštovanjem individualne dolžnosti do enake pravice drugega. 1.2.1.4 Razume in sprejema, da je dolžnost do enake pravice drugega dolžnost zaradi dolžnosti (ne le pravica zaradi individualnega interesa). 1.2.1.5 Razume in sprejema človekove pravice in dolžnosti kot osnovno, vsem državljanom skupno etiko (moralo), ki uveljavlja vrednote spoštovanja človekovega dostojanstva, pravičnosti, resnice, zakona, lastnine, nediskriminacije in strpnosti.
1.2.2 Etična refleksija	1.2.2.1 Spozna, da obstajajo moralna vprašanja, pri katerih ni vnaprej danih od vseh sprejetih odgovorov. 1.2.2.2 Razvija občutljivost za moralna vprašanja ter sposobnost, da o njih razmišlja skupaj z drugimi.
1.2.3 Sodelovanje z drugimi v skupnosti in za skupnost	1.2.3.1 Z namenom uresničevanja skupnega dobrega sodeluje z drugimi ter podaja in uresničuje predloge, ki kakovostno spreminjajo skupnosti. 1.2.3.2 Prek lastnega delovanja ozavešča pomen skrbi za demokratično skupnost ter krepi zavedanje o pomenu pripadnosti skupnosti za lastnodobrobit in dobrobit drugih.
1.2.4 Aktivno državljanstvo in politična angažiranost	1.2.4.1 Ob zavedanju pozitivnega pomena politike kot skupnega reševanja izzivov in skrbi za dobrobit vseh, pa tudi iskanja kompromisov in preseganja konfliktov, pozna raznolike oblike demokratičnega političnega angažiranja in se vključuje v politične procese, ki vplivajo na življenja ljudi.
1.2.5 Znanje za kritično mišljenje, za aktivno državljansko držo	1.2.5.1 Uporabi znanja vsakega predmetnega področja za kritično in aktivno državljansko držo.

1.3 KULTURA IN UMETNOST

1.3.1 Sprejemanje, doživljanje in vrednotenje kulture in umetnosti	1.3.1.1 Intuitivno ali zavestno (individualno in v skupini) vzpostavlja odnos do kulture, umetnosti, umetniške izkušnje in procesov ustvarjanja ter ob tem prepozna lastna doživetja in se vživlja v izkušnjo drugega. itd.).
1.3.2 Raziskovanje in spoznavanje kulture ter umetnosti	1.3.2.1 Raziskuje in spozna kulturo, umetnost, umetniške zvrsti ter njihova izrazna sredstva v zgodovinskem in kulturnem kontekstu.
1.3.3 Izražanje v umetnosti in z umetnostjo	1.3.3.1 Je radoveden in raziskuje materiale in umetniške jezike, se z njimi izraža, razvija domišljijo ter pogloblja in širi znanje tudi na neumetniških področjih.
1.3.4 Uživanje v ustvarjalnem procesu ter dosežkih kulture in umetnosti	1.3.4.1 Uživa v ustvarjalnosti, se veseli lastnih dosežkov in dosežkov drugih. 1.3.4.2 V varnem, odprtem in spodbudnem učnem okolju svobodno izraža želje in udejanja ustvarjalne ideje.
1.3.5 Živi kulturo in umetnost	1.3.5.1 Živi kulturo in umetnost kot vrednoto v domačem in šolskem okolju ter prispeva k razvoju šole kot kulturnega središča in njenemu povezovanju s kulturnim in z družbenim okoljem.

2 /// TRAJNOSTNI RAZVOJ



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

2.1 POOSEBLJANJE VREDNOT TRAJNOSTNOSTI

2.1.1 Vrednotenje trajnostnosti	2.1.1.1 Kritično oceni povezanost lastnih vrednot in vrednot družbe s trajnostnostjo glede na svoje trenutne zmožnosti ter družben položaj.
2.1.2 Podpiranje pravičnosti	2.1.2.1 Pri svojem delovanju upošteva etična načela pravičnosti, enakopravnosti ter sočutja.
2.1.3 Promoviranje narave	2.1.3.1 Odgovoren odnos do naravnih sistemov gradi na razumevanju njihove kompleksnosti in razmerij med naravnimi ter družbenimi sistemi.

2.2 SPREJEMANJE KOMPLEKSNOSTI V TRAJNOSTNOSTI

2.2.1 Sistemsko mišljenje	2.2.1.1 K izbranemu problemu pristopa celostno, pri čemer upošteva povezanost okoljskega, gospodarskega in družbenega vidika. 2.2.1.2 Presoja kratkoročne in dolgoročne vplive delovanja posameznika in družbenih skupin v družbi, družbe na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
2.2.2 Kritično mišljenje	2.2.2.1 Kritično presoja informacije, poglede in potrebe o trajnostnem razvoju z vidika naravnega okolja, živih bitij in družbe, pri čemer upošteva različne poglede, pogoje z osebnim, socialnim in kulturnim ozadjem.
2.2.3 Formuliranje problema	2.2.3.1 Pri opredelitvi problema upošteva značilnosti problema – (ne)jasnost, (ne)opredeljenost, (ne)določljivost problema – in lastnosti reševanja – (ne)definirane, (ne)sistemske rešitve – ter vpletenost deležnikov.

2.3 ZAMIŠLJANJE TRAJNOSTNIH PRIHODNOSTI

2.3.1 Pismenost za prihodnost	2.3.1.1 Na podlagi znanja, znanstvenih dognanj in vrednot trajnostnosti razume ter vrednoti možne, verjetne in želene trajnostne prihodnosti (scenarije). 2.3.1.2 Presoja dejanja, ki so potrebna za doseganje želene trajnostne prihodnosti.
2.3.2 Prilagodljivost	2.3.2.1 V prizadevanju za trajnostno prihodnost tvega in se kljub negotovostim prilagaja ter sprejema trajnostne odločitve za svoja dejanja.
2.3.3 Raziskovalno mišljenje	2.3.3.1 Pri načrtovanju in reševanju kompleksnih problemov/-atik trajnostnosti uporablja in povezuje znanja in metode različnih znanstvenih disciplin ter predlaga ustvarjalne in inovativne ideje in rešitve.

2.4 UKREPANJE ZA TRAJNOSTNOST

2.4.1 Politična angažiranost	2.4.1.1 Ob upoštevanju demokratičnih načel kritično vrednoti politike z vidika trajnostnosti ter sodeluje pri oblikovanju trajnostnih politik in prakse na lokalni, regionalni, nacionalni ter globalni ravni.
2.4.2 Kolektivno ukrepanje	2.4.2.1 Pri prizadevanju in ukrepanju za trajnostnost upošteva demokratična načela in aktivno ter angažirano (konstruktivno) sodeluje z drugimi.
2.4.3 Individualna iniciativa	2.4.3.1 Se zaveda lastnega potenciala in odgovornosti za trajnostno delovanje in ukrepanje na individualni, kolektivni ter politični ravni.



3.1 DUŠEVNA DOBROBIT

3.1.1 Samozavedanje	3.1.1.1 Zaznava in prepoznavna lastno doživljanje (telesne občutke, čustva, misli, vrednote, potrebe, želje) ter lastno vedenje. 3.1.1.2 Skozi izkušnje razume povezanost različnih vidikov lastnega doživljanja (telesni občutki, čustva, misli, vrednote, potrebe, želje) v specifičnih situacijah (npr. ob doživljanju uspeha in neuspeha v učnih in socialnih situacijah).
3.1.2 Samouravnavanje	3.1.2.1 Uravnava lastno doživljanje in vedenje (npr. v stresnih učnih in socialnih situacijah). 3.1.2.2 Razvija samozaupanje in samospoštovanje. 3.1.2.3 Se učinkovito spoprijema z negotovostjo in kompleksnostjo. 3.1.2.4 Učinkovito upravlja, organizira čas učenja in prosti čas.
3.1.3 Postavljanje ciljev	3.1.3.1 Prepoznavna lastne interese, lastnosti, močna in šibka področja ter v skladu z njimi načrtuje kratkoročne in dolgoročne cilje (vezane na duševno, telesno, socialno in učno področje). 3.1.3.2 Spremlja doseganje in spreminjanje načrtovanih ciljev. 3.1.3.3 Razvija zavzetost in vztrajnost ter krepi zmožnosti odložitve nagrade.
3.1.4 Prožen način razmišljanja	3.1.4.1 Razvija osebno prožnost, razvojno miselno naravnost, radovednost, optimizem in ustvarjalnost. 3.1.4.2 Učinkovito se spoprijema s problemskimi situacijami, ki zahtevajo proaktivno miselno naravnost.
3.1.5 Odgovornost in avtonomija	3.1.5.1 Krepi odgovornost, avtonomijo in skrbi za osebno integriteto.

3.2 TELESNA DOBROBIT

3.2.1 Gibanje in sedenje	3.2.1.1 Razume pomen vsakodnevnega gibanja za zdravje in dobro počutje. 3.2.1.2 Razvija pozitiven odnos do gibanja. 3.2.1.3 Vključuje se v različne gibalne dejavnosti, tudi tiste, ki razbremenijo naporen vsakdan. 3.2.1.4 Razume škodljivosti dolgotrajnega sedenja, razvija navade za prekinitev in zmanjšanje sedenja.
3.2.2 Prehrana in prehranjevanje	3.2.2.1 Razume pomen uravnotežene prehrane. 3.2.2.2 Razvija navade zdravega prehranjevanja. 3.2.2.3 Oblikuje pozitiven odnos do hrane in prehranjevanja.
3.2.3 Sprostitev in počitek	3.2.3.1 Razume pomen počitka in sprostitev po miselnem ali telesnem naporu. 3.2.3.2 Spozna različne tehnike sproščanja in uporablja tiste, ki mu najbolj koristijo. 3.2.3.3 Razume pomen dobrih spalnih navad za učinkovito telesno in miselno delovanje ter ravnanje.
3.2.4 Varnost	3.2.4.1 Spozna različne zaščitne ukrepe za ohranjanje zdravja. 3.2.4.2 Ravna varno in odgovorno, pri čemer skrbi za ohranjanje zdravja sebe in drugih.
3.2.5 Preventiva pred različnimi oblikami zasvojenosti	3.2.5.1 Usvaja znanje o oblikah in stopnjah zasvojenosti ter o strategijah, kako se jim izogniti oz. jih preprečiti z zdravim življenjskim slogom.

3.3 SOCIALNA DOBROBIT

3.3.1 Socialno zavedanje in zavedanje raznolikosti	3.3.1.1 Ozavešča lastno doživljanje in vedenje v odnosih z drugimi. 3.3.1.2 Zaveda se in prepoznavna raznolikosti v ožjem (oddelek, vrstniki, družina) in širšem okolju (šola, lokalna skupnost, družba).
3.3.2 Komunikacijske spretnosti	3.3.2.1 Razvija spretnosti aktivnega poslušanja, asertivne komunikacije, izražanja interesa in skrbi za druge.
3.3.3 Sodelovanje in reševanje konfliktov	3.3.3.1 Konstruktivno sodeluje v različnih vrstah odnosov na različnih področjih. 3.3.3.2 Krepi sodelovalne veščine, spretnosti vzpostavljanja in vzdrževanja kakovostnih odnosov v oddelku, družini, šoli, širši skupnosti, temelječih na spoštljivem in asertivnem komuniciranju ter enakopravnosti.
3.3.4 Empatija	3.3.4.1 Krepi zmožnosti razumevanja in prevzemanja perspektive drugega. 3.3.4.2 Prepoznavna meje med doživljanjem sebe in drugega. 3.3.4.3 Uravnava lastno vedenje v odnosih, upoštevajoč več perspektiv hkrati.
3.3.5 Prosocialno vedenje	3.3.5.1 Krepi prepoznavanje in zavedanje potrebe po nudenju pomoči drugim. 3.3.5.2 Prepoznavna lastne potrebe po pomoči in strategije iskanja pomoči. 3.3.5.3 Krepi družbeno odgovornost.

4 /// DIGITALNA KOMPETENTNOST



SKUPNI CILJI IN NJIHOVO UMEŠČANJE V UČNE NAČRTE TER KATALOGE ZNANJ

POVZETO PO PUBLIKACIJI WWW.ZRSS.SI/PDF/SKUPNI_CILJI.PDF

4.1 INFORMACIJSKA IN PODATKOVNA PISMENOST

4.1.1 Brskanje, iskanje in filtriranje podatkov, informacij ter digitalnih vsebin	4.1.1.1 Izraža informacijske potrebe, išče podatke, informacije in vsebine v digitalnih okoljih ter izboljšuje osebne strategije iskanja.
4.1.2 Vrednotenje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	4.1.2.1 Analizira, primerja in kritično vrednoti verodostojnost in zanesljivost podatkov, informacij in digitalnih vsebin.
4.1.3 Upravljanje podatkov, informacij in digitalnih vsebin	4.1.3.1 Podatke zbira, obdeluje, prikazuje in shranjuje na najustreznejša mesta (trdi disk, oblak, USB itd.) tako, da jih zna kasneje tudi najti.

4.2 KOMUNIKACIJA IN SODELOVANJE

4.2.1 Interakcija z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.1.1 Sporazumeva se z uporabo različnih digitalnih tehnologij in razume ustrezna sredstva komunikacije v danih okoliščinah.
4.2.2 Deljenje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.2.1 Deli podatke, informacije in digitalne vsebine z drugimi z uporabo ustreznih digitalnih tehnologij. Deluje v vlogi posrednika in je seznanjen s praksami navajanja virov ter avtorstva.
4.2.3 Državljsko udejstvovanje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.3.1 Išče in uporablja portale za udejstvovanje v družbi. Poišče skupine, ki zastopajo njegove interese, s pomočjo katerih lahko aktivno daje predloge za spremembe.
4.2.4 Sodelovanje z uporabo digitalnih tehnologij	4.2.4.1 Z digitalnimi orodji soustvarja skupno vsebino in se zavzema za krepitev sodelovanja med člani.
4.2.5 Spletni bonton	4.2.5.1 Pri uporabi digitalnih tehnologij in omrežij prilagaja svoje vedenje pričakovanjem ter pravilom, ki veljajo v določeni skupini.
4.2.6 Upravljanje digitalne identitete	4.2.6.1 Ustvari eno ali več digitalnih identitet in z njimi upravlja, skrbi za varovanje lastnega ugleda ter za ravnanje s podatki, ki nastanejo z uporabo številnih digitalnih orodij in storitev v različnih digitalnih okoljih.

4.3 USTVARJANJE DIGITALNIH VSEBIN

4.3.1 Razvoj digitalnih vsebin	4.3.1.1 Ustvarja in ureja digitalne vsebine v različnih formatih.
4.3.2 Umeščanje in poustvarjanje digitalnih vsebin	4.3.2.1 Digitalne vsebine obogati z dodajanjem slik, glasbe, videoposnetkov, vizualnih efektov idr.
4.3.3 Avtorske pravice in licence	4.3.3.1 Pozna licence in avtorske pravice. Spoštuje pravice avtorjev in jih ustrezno citira.
4.3.4 Programiranje	4.3.4.1 Zna ustvariti algoritem za rešitev enostavnega problema. Zna odpraviti preproste napake v programu.

4.4 VARNOST

4.4.1 Varovanje naprav	4.4.1.1 Deluje samozaščitno; svoje naprave zaščiti z ustreznimi gesli, programsko opremo in varnim ravnanjem, jih ne pušča brez nadzora v javnih prostorih idr.
4.4.2 Varovanje osebnih podatkov in zasebnosti	4.4.2.1 Varuje osebne podatke in podatke drugih ter prepoznava zaupanja vredne ponudnike digitalnih storitev.
4.4.3 Varovanje zdravja in dobrobiti	4.4.3.1 Digitalno tehnologijo uporablja uravnoteženo, skrbi za dobro telesno in duševno dobrobit ter se izogiba negativnim vplivom digitalnih medijev.
4.4.4 Varovanje okolja	4.4.4.1 Zaveda se vplivov digitalnih tehnologij in njihove uporabe na okolje.

4.5 REŠEVANJE PROBLEMOV

4.5.1 Reševanje tehničnih težav	4.5.1.1 Prepozna tehnične težave pri delu z napravami ali digitalnimi okolji ter jih rešuje.
4.5.2 Prepoznavanje potreb in opredelitev tehnoloških odzivov	4.5.2.1 Prepoznava in ocenjuje potrebe, izbira ter uporablja digitalna orodja in jih prilagaja lastnim potrebam.
4.5.3 Ustvarjalna uporaba digitalne tehnologije	4.5.3.1 S pomočjo digitalne tehnologije ustvarja rešitve in novosti v postopkih ter izdelkih.
4.5.4 Prepoznavanje vrzeli v digitalnih kompetencah	4.5.4.1 Prepozna vrzeli v svojih digitalnih kompetencah, jih po potrebi izboljšuje in dopolnjuje ter pri tem podpira tudi druge.

**5.1 ZAMISLI IN PRILOŽNOSTI**

5.1.1 Odkrivanje priložnosti	5.1.1.1 Prepozna avtentične izzive kot priložnosti za ustvarjanje vrednosti zase in za druge.
5.1.2 Ustvarjalnost in inovativnost	5.1.2.1 Pri reševanju izzivov na ustvarjalen način uporablja znanje in izkušnje za ustvarjanju boljših rešitev. 5.1.2.2 Pripravi nabor možnih rešitev izziva, pri čemer stremi k oblikovanju vrednosti za druge.
5.1.3 Vizija	5.1.3.1 Oblikuje vizijo prihodnosti, ki vključuje odgovore na vprašanja, kaj namerava početi v prihodnosti, kakšen želi postati in kakšno skupnost želi sooblikovati.
5.1.4 Vrednotenje zamisli	5.1.4.1 Vrednoti rešitve ob upoštevanju kriterijev po načelu ustvarjanja dobrobiti za druge in izbere ustrezno rešitev.
5.1.5 Etično in trajnostno razmišljanje	5.1.5.1 Prepozna in ovrednoti vpliv svojih odločitev ter ravnanj na skupnost in okolje.

5.2 VIRI

5.2.1 Samozavedanje in samoučinkovitost	5.2.1.1 Prepozna svoje želje, močna in šibka področja ter zaupa, da lahko pozitivno vpliva na ljudi in situacije.
5.2.2 Motiviranost in vztrajnost	5.2.2.1 Je pozitivno naravnani, samozavesten in osredotočen na proces reševanja izziva. 5.2.2.2 Vztraja pri opravljanju kompleksnejših nalog.
5.2.3 Vključevanje virov	5.2.3.1 Pridobi podatke in sredstva (materialna, nematerialna in digitalna), potrebna za prehod od zamisli k dejanjem, s katerimi odgovorno in učinkovito upravlja, pri čemer upošteva učinkovito izrabo lastnega časa in finančnih sredstev.
5.2.4 Vključevanje človeških virov	5.2.4.1 Spodbuja in motivira druge pri reševanju skupnih nalog. 5.2.4.2 Poišče ustrezno pomoč posameznika (npr. vrstnika, učitelja, strokovnjaka itd.) ali strokovne skupnosti. 5.2.4.3 Razvije spretnosti za učinkovito komunikacijo, pogajanje, vodenje, ki so potrebne za doseganje rezultatov.
5.2.5 Finančna pismenost	5.2.5.1 V različnih življenjskih situacijah prepozna in rešuje finančne izzive (viri finančnih sredstev, skrb za denar, poslovanje npr. z banko, zavarovalnico ter drugimi finančnimi institucijami, ocena potrebnih sredstev, tveganj in odločitev o zadolževanju ter naložbi, varčevanju). 5.2.5.2 Sprejema odgovorne finančne odločitve za doseganje blaginje (osebne in za skupnost). 5.2.5.3 Pridobiva ustrezno znanje na področju finančne pismenosti za kakovostno vsakdanje in poklicno življenje.

5.3 K DEJANJEM

5.3.1 Prevzemanje pobude	5.3.1.1 Spodbuja in sodeluje pri reševanju izzivov, pri čemer prevzema individualno in skupinsko odgovornost.
5.3.2 Načrtovanje in upravljanje	5.3.2.1 V procesu reševanja problemov si zastavlja kratkoročne, srednjeročne in dolgoročne cilje, opredeli prednostne naloge in pripravi načrt. 5.3.2.2 Prilagaja se nepredvidnim spremembam.
5.3.3 Obvladovanje negotovosti, dvoumnosti in tveganja	5.3.3.1 Na nepredvidene situacije se odziva s pozitivno naravnanoostjo in ciljem, da jih uspešno razreši. 5.3.3.2 Pri odločitvah primerja in analizira različne informacije, da zmanjša negotovost, dvoumnost in tveganja.
5.3.4 Sodelovanje	5.3.4.1 Sodeluje z različnimi posamezniki ali skupinami. 5.3.4.2 Morebitne spore rešuje na konstruktiven način in po potrebi sklepa kompromise.
5.3.5 Izkusveno učenje	5.3.5.1 Z reševanjem izzivov pridobiva nove izkušnje in jih upošteva pri sprejemanju nadaljnjih odločitev. 5.3.5.2 Presoja uspešnost doseganja zastavljenih ciljev in pri tem prepozna priložnosti za nadaljnje učenje. 5.3.5.3 Prepozna priložnosti za aktivno uporabo pridobljenega znanja v novih situacijah. 5.3.5.4 Povratne informacije uporabi za nadaljnji razvoj podjetnostne kompetence.