

Biblioteka EdBi
Hrvatsko biološko društvo pod pokroviteljstvom Biološkog odsjeka
Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu



Biologija uz BUBO u 3. razredu srednje škole

Priručnik za poučavanje i učenje

Teme

Regulacija i održavanje homeostaze

Usporedna prilagodbi srodnih organizama tijekom prošlosti i danas

Ekstremna staništa

*Mihaela Marceljak Ilić, Denis Horvat, Kristina Trstenjak Šifković, Mario Slatki, Dorotea Vrbanović Lisac, Ena Barčić, Zrinka Pongrac Štimac /
Ines Radanović*

2023.



Impresum

Autori: Mihaela Marceljak Ilić, Denis Horvat, Kristina Trstenjak Šifković, Mario Slatki, Ena Barčić, Dorotea Vrbanović Lisac, Zrinka Pongrac Štimac

Urednik: Ines Radanović

Naslov: Biologija uz BUBO u 3. razredu srednje škole - priručnik za poučavanje i učenje

Naslov biblioteke: Biblioteka EdBi

Izdavač i sjedište: Hrvatsko biološko društvo pod pokroviteljstvom Biološkog odsjeka Prirodoslovno-matematičkog fakulteta Sveučilišta u Zagrebu, Rooseveltov trg 6, Zagreb, Hrvatska

Recenzenti: Irena Labak, Damir Sirovina, Žaklin Lukša

Grafičko oblikovanje i prijelom: Marija Magda Radanović

Autor ilustracije na naslovnici: Marija Magda Radanović

Mjesto i godina izdanja: Zagreb, 2023.

Termini učenik i nastavnik koriste se u priručniku i u radnim materijalima poučavanja i učenja bez rodnog i spолног obilježja.

Izvor korištenih slika bez navoda izvora: izrađeni crteži za potrebe poučavanja (autor Marija Magda Radanović), Pixabay, Wikimedia Commons, ikone unutar MS Office.



OVAJ PRIRUČNIK JE SUFINANCIRALA
HRVATSKA ZAKLADA ZA ZNANOST
PROJEKTOM (IP-CORONA-2020-12-3798)



Sadržaj

Poučavanje uz BUBO materijale.....	1
Poučavanje Biologije u 3. razredu srednje škole	3
Koncept <i>Energetski učinci prehrane živih bića</i> u okviru makrokoncepta <i>Energija u životu svijetu</i> Biologije 3. razreda.....	3
Izvadak za tematski hodogram.....	3
Plan poučavanja i radni listići za učenje teme <i>Regulacija i održavanje homeostaze</i>	4
Koncept <i>Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije</i> u okviru makrokoncepta <i>Procesi i međuovisnosti u Životu svijetu</i> Biologije 3. razreda	22
Izvadak za tematski hodogram.....	23
Plan poučavanja i radni listići za učenje teme <i>Usporedna prilagodbi srodnih organizama tijekom prošlosti i danas</i>	23
Terensko istraživanje <i>Ekstremna staništa</i> uz makrokoncept <i>Prirodoznanstveni pristup te Procesi i međuovisnosti u Životu svijetu</i> Biologije 3. razreda	51
Izvadak za tematski hodogram.....	51
Plan poučavanja i radni listići za učenje teme <i>Ekstremna staništa</i>	51

Poučavanje uz BUBO materijale

Suvremena nastava biologije temelji se na zapažanjima učenika u prirodnom okruženju, učenju otkrivanjem i istraživačkom učenju tijekom suradničkog učenja i grupnog rada učenika. Utjecajem objektivnih okolnosti, kao što su epidemiološki uvjeti nastave ili drugi objektivni uzroci koji onemogućavaju organizaciju nastave u skladu sa suvremenim strategijama poučavanja biologije, javljaju se situacije kada su nastavnici i učenici ograničeni u provedbi iskustvenog učenja s grupnim radom učenika, aktivnog i suradničkog učenja uz praktične aktivnosti, otkrivanje temeljeno na promatranju i istraživanje, a koji se smatraju temeljima učenja biologije usmjerenom na učenika.

Kako bi se i u takvim izvanrednim okolnostima ostvarili ishodi definirani kurikulumom potrebno je prilagoditi poučavanje i učenje biologije online i hibridnom obliku učenja. Zbog toga je razvijen interaktivni model poučavanja i učenja usmјeren na učenika (ASIO model - Aktivnosti Simuliranog Istraživačkog Otkrivanja u biologiji; akronim od lat. *Asio otus* – mala ušara). ASIO model je temeljen na pripremi i korištenju simulacija promatranja i istraživanja od kojih nastavnik treba polaziti tijekom vođenja učenika pri učenju određenih nastavnih sadržaja. Razlikuju se dva oblika ASIO modela prema mjestu i načinu provedbe iz kojih proizlaze manje varijacije osnovnog modela. ASIO-1 model je vezan uz poučavanje teme u školskom okruženju bazirane na otkrivanju uz provedbu promatranja, pokusa i istraživanja uz video materijale i/ili druge dostupne izvore, a ASIO-2 uključuje materijale za izvanučioničku nastavu u stvarnoj i/ili simuliranoj provedbi uz korištenje potrebnih digitalnih alata ili video materijala terenskih promatranja, monitoringa i istraživanja.

BUBO materijali temeljeni su na ideji fleksibilnog poučavanja koja podržava korištenje svih pripremljenih materijala ili samo njihovih pojedinih dijelova, a pružaju podršku osim provedbe promatranja i istraživanja tijekom nastave i podršku njihove simulacije prema ASIO modelu. Uz svaku temu pripremljeni su materijali temeljne jedinice, koja sadrži osnove za razumijevanje osnovnih bioloških koncepata u skladu s ishodima učenja. Ti materijali za osnovno učenje nadopunjeni su brojnim različitim materijalima koji se mogu uklopliti u korištenje tijekom poučavanja temeljne jedinice, ako se primjeni individualizirani oblik poučavanja temeljen na profilima učenja, kako bi se omogućilo bolje uključivanje svih učenika u nastavu, uključujući darovite učenike i učenike s teškoćama. Kako se profili učenja temelje na specifičnim osobinama, interesima, mogućnostima, osobnosti i sposobnosti svakog pojedinog učenika, pri poučavanju bi se osim temeljne jedinice trebalo nuditi učenicima rješavanje različitih zadataka koji odgovaraju specifičnim skupinama učenika. Rješavanjem takvih individualiziranih zadataka svaki učenik, u skladu sa svojim osobinama i mogućnostima, može doprinijeti zajedničkom učenju razrednog odjela. To je i osnovna ideja poučavanja uz BUBO materijale, koja je temeljena na individualnim doprinosima kolektivnog učenja (IN-KO). Tijekom učenja ne trebaju svi učenici rješavati iste zadatke, ali pri tome se ne misli na rješavanje višefrontalnih zadataka. Ponekad samo jedan učenik može rješavati neki za njega specifičan zadatak, ili će par ili grupa učenika sa sličnim profilom učenja rješavati neki zadatak individualno ili zajedno. Preduvjet takvog načina rada je dobro vođenje u učenju na osnovu izrađenih specifičnih zadataka. Na taj način će se svaki pojedini učenik ili par/grupa učenika uključiti u zajedničko učenje cijelog razrednog odjela s prikazom i sa zaključcima generiranih na osnovu izrađenih specifičnih zadataka, kako bi na taj način doprinijeli učenju cijelog razrednog odjela. Pri tome je neophodno primjenjivati organizatore pažnje koji će sistematizirati učenje pri vođenju poučavanja uz prezentacije učenika. U protivnom će učenici naučiti samo dio uz zadatke koji su oni radili, suprotno cilju da svaki učenik doprinese učenju cijelog razrednog odjela.

Kada je moguće potrebno je učenicima s individualiziranim kurikulumom prilagodbe postupaka ili prilagodbe sadržaja uputiti specifično pitanje na koje će moći dati odgovor. Specifični zadaci za takve učenike, ne samo u smislu pojednostavljenja osnovnih zadataka koje rješavaju svi učenici u razredu, osmišljeni su da učenici s teškoćama, u skladu sa svojim mogućnostima, sami promotre i/ili istraže zadatke te da svojim rješenjima zadataka uz podršku nastavnika doprinesu učenju cijelog razrednog odjela i

ostvare osnovnu ideju njihovog integriranja u razredni odjel. Osim učenicima s teškoćama pažnju pri poučavanju treba obavezno posvetiti i visoko zainteresiranim učenicima, iako svi takvi učenici nisu neophodno i daroviti učenici. S namjerom podrške koja će omogućiti njihovo napredovanje, a da ih se ne opterećuje s učenjem predviđenim za ostale učenike koje im je u većini poznato, takvim učenicima treba ponuditi pripremljene zasebne zadatke koji će im biti dovoljno izazovni da ih rado rješavaju. Neki od takvih zadataka su izrazito teški, upravo s ciljem da se omogući podrška učenicima koji su daroviti u području biologije i prirodoslovja, dok je dio zadataka zahtjevan, ali pristupačan za rješavanje visokozainteresiranih učenika. Pri vođenju učenika razrednog odjela u učenju određene teme, darovitim učenicima će se postaviti pitanje koje će tražiti možda samo mali dio odgovora na njihov zadatak, jer je samo taj manji dio dostatan da upotpuni ili nadograditi učenje u skladu s ishodima učenja za određeni uzrast. Na taj način će daroviti učenici doprinijeti učenju cijelog razrednog odjela, a njima neće biti dosadno na nastavi jer će ostvariti svoje mogućnosti u potreboj nadogradnji osnovnog učenja. Materijali koji omogućavaju učenje prema različitom interesu (slabi, umjereni, znatni i izraziti), razinama ostvarenosti ishoda (zadovoljavajuća, dobra, vrlo dobra, iznimna) i dominantnoj osobnosti (ekstroverzija, ugodnost, savjesnost, emocionalna stabilnost i intelekt/otvorenost), namijenjeni su za samostalan izbor uz pojedinu temu, prema njihovom poznavanju od strane učitelja ili prema riješenim procjenama koje su ponuđene u okviru BUBO materijala za nastavnike.

Trenutno su pripremljeni materijali za dva odabrana biološka koncepta - koncept A *Energetski učinci prehrane živih bića* i koncept B *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije* te uz poučavanje primjenom simulacija terenskih istraživanja. Upravo ti materijali će biti predstavljeni u ovoj knjižici u okviru tema: *Regulacija i održavanje homeostaze, Usposredna prilagodbi srodnih organizama tijekom prošlosti i danas, Ekstremna staništa*. Materijali su pripremljeni za mogućnost hibridne primjene kontaktno u učionici, online ili u hibridnom obliku prema preferencijama nastavnika. Odabir dijela materijala ovisiti će preferencijama pojedinog nastavnika za provedbom učenja u dijelu i na način kako će najbolje odgovarati učenicima pojedinog razrednog odjela. Pri tome se mogu koristiti samo materijali temeljne jedinice, neki nastavni materijali za pojedini profil, većina materijala ili svi materijali, ako se može u tematskom planiranju ostvariti dovoljno nastavnih sati za njihovu provedbu. Pri pripremi zadataka vođena je briga da se u dijelu zadataka zadrži ideja strukturiranog otkrivanja, pri čemu se učenike pitanjima vodi u opažanju i zaključivanju uz svaki korak promatranja i istraživanja, što je posebno preporučljivo za učenike srednje i slabije uspješnosti, jer na taj način mogu doseći kognitivnu razinu razumijevanja. Osim strukturiranog promatranja, dio materijala je pripremljen u obliku otvorenog istraživanja, pri čemu se učenicima nudi osnovna metodologija, ali se od njih očekuje da sami donose odluke o provedbi istraživanja.

[Platforma za učenje biologije BUBO](#) (Baza Učenja Biologije uz Online podršku; akronim od lat. *Bubo bubo* – sova ušara) postavljena je na sustavu [MoD](#) (SRCE) i sadrži edukativne materijale za online i hibridnu upotrebu. Unutar platforme nalazi se virtualna učionica za 1. razred srednje škole s materijalima prilagođenim za hibridno korištenje u nastavi. Iako pripremljeni online materijali mogu služiti i za samostalno korištenje učenika, to nije njihova prvotna namjena, već bi ih trebali koristiti nastavnici tijekom svog vođenja učenika u ostvarivanju ishoda učenja. Materijali se mogu koristiti u cijelosti ili fragmentarno za provedbu pojedine aktivnosti, što je u duhu fleksibilnog poučavanja za koje su materijali pripremljeni.

Unutar BUBO e-kolegija *Podrška učiteljima i nastavnicima* nalaze se upute za primjenu materijala, kao i materijali za kontaktno poučavanje uz plan poučavanja koji služi kao kratka priprema za nastavu s uputama i objašnjnjima za svaku temu i uz nju pripremljene materijale. Na taj način je omogućena podrške za potporu pripravnicima i mladim nastavnicima uz poučavanje Biologije u 3. razredu srednje škole, ali i za podršku onim nastavnicima koji se još nisu okušali ili trebaju savjete za korištenje pojedinog primjenjenog načina poučavanja u skladu sa suvremenim poučavanjem biologije.



Na [You Tube kanalu BUBO](#) dostupni su video materijali [za poučavanje bioloških sadržaja](#) u okviru nastave predmeta Biologija u 3. razredu srednje škole. Materijali se mogu koristiti i za drugačije aktivnosti učenja i poučavanja, koje se mogu osmisliti na osnovu pripremljenih video materijala u odnosu na izvođeno zamišljeno njihovo korištenje tijekom poučavanja predstavljeno uz BUBO materijale. Osim osnovnih materijala za učenje uz BUBO kanal BUBO će se nastaviti nadograđivati s video materijalima pristupačnim za učenje prirodoslovnih i bioloških sadržaja u 7. razredu osnovne škole. Poučavanje Biologije u 3. razredu srednje škole.

Poučavanje Biologije u 3. razredu srednje škole

U 3. razredu u okviru makrokoncepata proučava se život na razini stanice, usložnjavanje stanica s evolucijskoga aspekta i povezanosti sa životnim uvjetima, različiti tipovi stanica, uloge i funkcije staničnih dijelova, procesi na staničnoj razini u kontekstu održavanja homeostaze stanice i njihov utjecaj na homeostazu organizma, povezanost životnih ciklusa stanice i organizma (MZO, NN 7/2019).

Koncept *Energetski učinci prehrane živih bića u okviru makrokoncepta Energija u živome svijetu Biologije 3. razreda*

Poučavanje makrokoncepta Energija u okviru Biologije u 3. razredu gimnazije omogućiti će učenicima usvajanje znanja i koncepata o Energetskim učinci prehrane živih bića u okviru, a ovi koncepti direktno se povezuju s obrazovnim konceptima prethodnih razreda posebice onima vezanim uz koncepte 2. razreda gimnazije BIO SŠ A.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu, BIO SŠ C.2.1. Objasnjava protjecanje i pretvorbe energije na razini organskih sustava i organizma, te BIO SŠ C.2.2. Uspoređuje energijske potrebe organizama u različitim fiziološkim stanjima

Izgradnja koncepta Energetski učinci prehrane živih bića omogućiti će i lakše razumijevanje koncepata 4. razreda biologije BIO SŠ C.4.2. Raspravlja o iskorištavanju energije na različitim organizacijskim razinama živoga svijeta.

U okviru rada učenicima će biti omogućeno poučavanje istraživačkim učenjem kroz izradu praktičnog rada Utjecaj različitog intenziteta aktivnosti na puls, te primjenom prirodoznanstvenih koncepcija pri analizi i donošenju zaključaka po izvođenju istog.

Kroz virtualni laboratorij Vježbom do zdravlja korištenjem simulacija, moći će povezati uzroke i posljedice pravilne i nepravilne prehrane na metabolizam i zdravlje.

IZVADAK ZA TEMATSKI HODOGRAM

Pri korištenju BUBO materijala uz koncept *Energetski učinci prehrane živih bića* može se u godišnji izvedbeni kurikulum unijeti odgojno-obrazovne ishode i očekivanja međupredmetnih tema prema tablici 1.

Tablica 1 Dio GIK-a uz koncept Energetski učinci prehrane živih bića u 3. razredu SŠ

RAZRED	3.	Dio godišnjeg izvedbenog kurikuluma uz primjenu ASIO modela učenja	
TEMATSKA CJELINA	NASTAVNA TEMA	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA
Održavanje homeostaze na razini stanice i organizma	Regulacija i održavanje homeostaze Broj sati = 4	BIO SŠ B.3.1. Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma. BIO SŠ B.3.2. Analizira posljedice narušavanja homeostaze.	Održivi razvoj odr C.5.2. Predlaže načine unapređenja osobne i opće dobrobiti. Zdravje zdr C.5.2.A Identificira i povezuje različite rizike za zdravlje i najčešće kronične zdravstvene smetnje te objašnjava postupke samopomoći/pomoći Učiti kako učiti uku B.4/5.2. Učenik prati učinkovitost učenja i svoje napredovanje tijekom učenja.

Plan poučavanja i radni listići za učenje teme *Regulacija i održavanje homeostaze*

Tematska cjelina
Održavanje homeostaze na razini stanice i organizma
Nastavna tema
Regulacija i održavanje homeostaze

Cilj nastavne teme	
Učenici će praktičnim radom i simulacijom ispitati utjecaj tjelesne aktivnosti na puls i potrošnju kalorija te istražiti na koji način se u organizmu i stanici održava homeostaza tijekom različitih tjelesnih aktivnosti.	
Ključni pojmovi	Temeljni koncepti
Homeostaza, radni i bazalni metabolizam, puls	B.1.1 Homeostaza na razini stanice B.1.2 Homeostaza na razini organizma D.2.1 Metodologija bioloških istraživanja
Kontekst poučavanja koncepta <i>Sadržajni okvir učenja (na kojim će se primjerima učiti).</i>	
Održavanje homeostaze na razini stanice i organizma tijekom tjelesne aktivnosti. -utjecaj intenziteta kretanja (vježbe) na rad različitih organskih sustava -simulacija potrošnje energije tijekom različitih tjelesnih aktivnosti	

Odgojno-obrazovni ishodi	
BIO SŠ B.3.1.	Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma.
BIO SŠ B.3.2.	Analizira posljedice narušavanja homeostaze.
BIO SŠ D.3.1.1.	Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka tijekom učenja i poučavanja.
BIO SŠ D.3.1.2	Kreira nacrt istraživanja procjenjujući primjerenost i znanstvenu korektnost predložene metodologije.
Ishodi razrade/aktivnosti	
BIO SŠ B.3.1.2. Povezuje homeostazu stanice BIO SŠ B.3.1.4. Objasnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor s homeostazom organizma. BIO SŠ B.3.2.5. Povezuje utjecaj životnih navika na zdravlje argumentirajući odgovornost za vlastito zdravlje.	



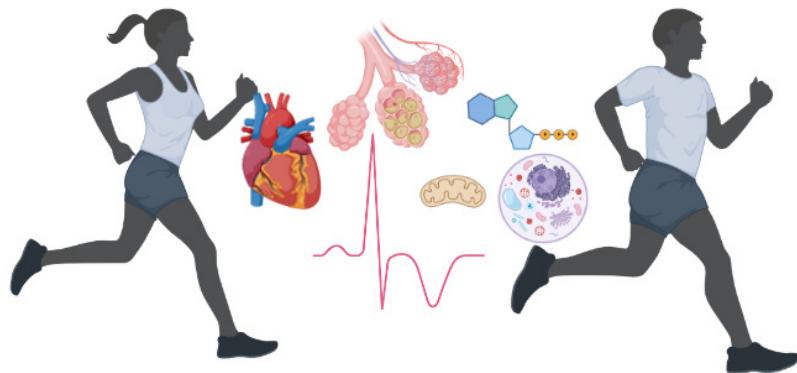


Tijek Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata)		Trajanje (u pojedinačnim satima PS / blok satima BS)	BS
BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI	min
1.	POČETNI DIO	Nastavnik učenicima postavlja pitanje "Zašto je važna tjelesna aktivnosti?" te potiče raspravu među učenicima o važnosti tjelesne aktivnosti za zdravlje organizma.	5
	SREDIŠNJI DIO	Aktivnost: Utjecaj različitog intenziteta tjelesne aktivnosti na puls - RADNI LISTIĆ A <ul style="list-style-type: none">● podjela učenika u parove ili grupe● učenici formuliraju istraživačko pitanje, određuju zavisnu i nezavisnu varijablu, kontrolne varijable te hipotezu● učenici prema uputama na radnom listiću izvode praktičan rad te bilježe dobivene podatke u za to priloženu tablicu na radnom listiću● učenici analiziraju dobivene podatke, prikazuju ih grafički.	20 40 15
	ZAVRŠNI DIO	Naputak za završetak i pisanje zaključka, evaluacije popisa literature - domaća zadaća.	5
2.	POČETNI DIO	Učenici prezentiraju rezultate praktičnog rada s prethodnih aktivnosti uz analizu rezultata i donošenje zaključaka. Za to vrijeme daroviti ili zainteresirani učenici rješavaju zadatak RL D život u kapljici vode.	20
	SREDIŠNJI DIO	Daroviti učenici iznose rezultate provedenog istraživanja uz poveznice s rezultatima istraživanja utjecaja tjelesne aktivnosti na puls.	5
		Aktivnost: Virtualni laboratorij: Vježbom do zdravlja - RADNI LISTIĆ B <ul style="list-style-type: none">● učenici samostalno pomoću uputa na radnom listiću te simulaciji određuju vrijednosti bazalnog i radnog metabolizma te bilježe podatke u za to predviđen prostor na radnom listiću, izrađuju dnevni jelovnik● učenici pomoći simulacije ispituju utjecaj različite tjelesne aktivnosti na potrošnju kalorija te bilježe dobivene podatke u tablicu na radnom listiću● usporedba dobivenih rezultata s rezultatima drugih učenicima● učenici pomoći dostupne literature i rezultata praktičnog rada i simulacije samostalno odgovaraju na pitanja na radnom listiću,● kratka rasprava o odgovorima	15 15 10 15
		Aktivnost prema interesu: Energetski proračun šišmiša vampira, <i>Desmodus rutundus</i> <ul style="list-style-type: none">● učenici rješavaju RL prema interesu, pri čemu primjenjuju stečeno znanje u novom kontekstu● kratka rasprava o odgovorima.	10
	ZAVRŠNI DIO	Nastavnik učenicima zadaje zadatak da u jednoj rečenici objedine zaključke do kojih su došli tijekom praktičnog rada i simulacije. Razmjena zaključaka među učenicima i rasprava o njima.	5

Praktičan rad: Utjecaj različitog intenziteta aktivnosti na puls

RADNI LISTIĆ A

Dragi učenici svi znamo koliko je tjelovježba i kretanje bitno za naše zdravlje i ispravno funkcioniranje stanica, ali i organizma u cjelini. Kroz ovaj praktičan rad koji uključuje četiri različita intenziteta fizičke aktivnosti pokušajmo osvijestiti kako je upravo ta stanična razina povezana s radom organizma.



Created in BioRender.com

Slika 1 . Sudionici tjelovježbe

Cilj: Istražiti kako različiti intenzitet fizičke aktivnosti utječe na puls.

Povezati istražen utjecaj aktivnosti na puls i na frekvenciju disanja te metaboličke aktivnosti stanica.
Istražiti kako se regulira srčanog ritma

Pribor i materijal: štoperica, pulsmeter („pametan“ sat/aplikacija pulsmeter na mobitelu), soba za vježbanje (sportski teren / školsko dvorište / učionica)

Preparacija za izvođenje praktičnog rada

Prije početka izvođenja praktičnog definirajte koje četiri aktivnosti će te izvoditi. Neka prva aktivnost bude kontrolni pokus tj. stanje mirovanja, a svaka iduća aktivnost neka bude jačeg intenziteta izvođenja od prethodne.

Aktivnost 1 _____

Aktivnost 2 _____

Aktivnost 3 _____

Aktivnost 4 _____

- a) Napišite istraživačko pitanje:

- b) Navedite i obrazložite svoju hipotezu koristeći literaturu.

- c) zavisna varijabla _____

d) nezavisna varijabla _____



Odredite sve kontrolne parametre (vrijeme izvođenja aktivnosti, vrijeme mirovanja između ponavljanja aktivnosti, količinu odjeće, vrijeme od zadnjeg obroka, temperaturu zraka,), kako biste mogli odrediti je li uistinu različit intenzitet aktivnosti utječe na vaš puls.

- e) kontrolne varijable

Izvođenje praktičnog rada

Izađite na školsko dvorište (park/ prostor za tjelovježbu) te odredite prostor na kome će te raditi.

Izvode se **četiri različite aktivnosti** prema vlastitom izboru. Svaka aktivnost provodi se u **vremenskom periodu koji ste definirali**. Aktivnosti se ponavljaju **3 puta** kako bi uspoređivani podaci bili što pouzdaniji. Nakon svakog mjerjenja **pulsa podatke zabilježite u tablicu 1**.

1. Izvedite prvu aktivnost koja uključuje najmanji intenzitet aktivnosti. Podatke zapišite u Tablicu 1, a potom nakon odmora ponovite aktivnost
2. Izvedite drugu aktivnost koja uključuje veći intenzitet aktivnosti od prethodne. Podatke zapišite u Tablicu 1, a potom nakon odmora ponovite aktivnost
3. Izvedite treću aktivnost koja uključuje veći intenzitet aktivnosti od prethodne. Podatke zapišite u Tablicu 1, a potom nakon odmora ponovite aktivnost
4. Izvedite četvrtu aktivnost koja uključuje veći intenzitet aktivnosti od prethodne. Podatke zapišite u Tablicu 1, a potom nakon odmora ponovite aktivnost

Nakon što ste u Tablicu 1 zabilježite kvantitativne podatke svog istraživanja izračunajte srednje vrijednosti pulsa za svaku aktivnost.

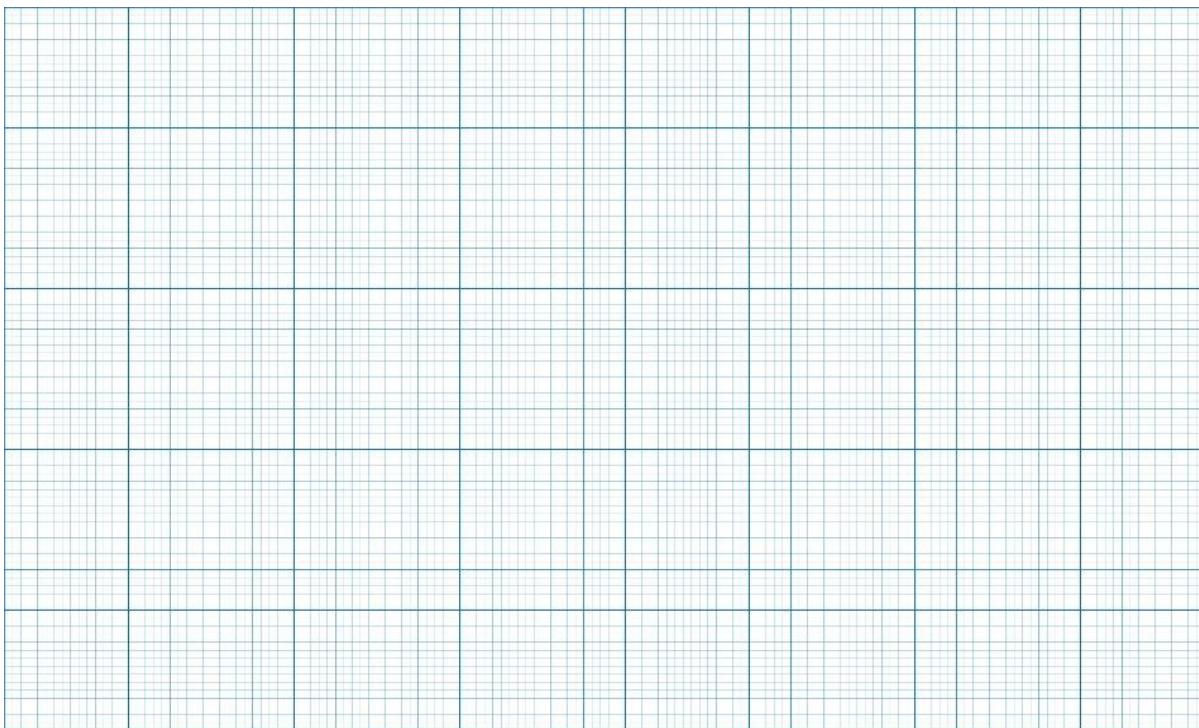
Tablica 1. Vrijednosti izmjerenoj pulsa (bpm) kod četiri aktivnosti različitih intenziteta.

Puls (bpm)				
Vrsta vježbe /ponavljanja	Aktivnost 1	Aktivnost 2	Aktivnost 3	Aktivnost 4
1				
2				
3				
Srednja vrijednost				

- f) Zabilježite kvalitativne podatke (fizičke promjene tijekom izvođenja pojedinih aktivnosti)

Analiza rezultata

1. Grafički prikažite preračunate rezultate tako da na osi y prikažete srednje vrijednosti pulsa, a na osi x različite aktivnosti.



Graf 1. Utjecaj aktivnosti različitih intenziteta na puls /bpm

1. Analizirajte rezultate i zaključite jesu li vaši rezultati potvrdili hipotezu te ih usporedite s rezultatima znanstvenika ili kolega iz razreda.

Kod donošenja zaključaka i pisanja diskusije vodite se sljedećim zadacima:

- a) Objasnite kako je intenzitet aktivnosti utjecao na srčani ritam.
 - b) Objasnite kako je promjena intenziteta aktivnosti utjecala na ritam disanja
 - c) Koji je uzrok nastalih promjena na staničnoj razini?
 - d) Kojim procesima stanica dolazi do energije?
 - e) Kako stanica dolazi do molekula potrebnih za stvaranje energije?
 - f) Koji će procesi u organizmu vratiti tijelo u homeostazu?
2. Evaluirajte svoj rad tako da navedete dobre strane metode i negativne strane metode koje su mogle dati nepouzdane ili nedovoljno precizne podatke.



3. Predložite poboljšanja i nadogradnju metode kako bi dala pouzdanije i preciznije rezultate

4. Navedite popis korištene literature koristeći se pravilima s dokumenta na poveznici:

[https://radovi.foi.hr/build/files/Preporuke citiranja i referenciranja primjenom stila referenciranja AP A.pdf](https://radovi.foi.hr/build/files/Preporuke_citiranja_i_referenciranja_primenom_stila_referenciranja_AP_A.pdf)

VIRTUALNI LABORATORIJ

RADNI LISTIĆ B

Vježbom do zdravlja

Nakon što ste praktičnim radom ispitali utjecaj različitog intenziteta aktivnosti na puls i frekvenciju disanja, pomoću simulacije ćete ispitati kako unos određene količine kalorija i različit intenzitet tjelesne aktivnosti utječu na potrošnju kalorija i tjelesnu masu. Simulaciju otvorite skeniranjem QR koda ili klikom na navedenu poveznicu:<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/eating-and-exercise/latest/eating-and-exercise.html?simulation=eating-and-exercise>.

Nakon otvaranja aplikacije slijedite upute navedene na radnom listiću.



Korak 1. U simulaciju unesite sljedeće podatke: spol, godine, visinu, tjelesnu masu te procjenu tjelesne aktivnosti tijekom dana. U simulaciji odaberite opciju „Metric“ kako bi se vrijednosti prikazale u metričkom sustavu (kilogram, metar).

U tablicu zabilježite podatke o količini kalorija potrebnih za obavljanje bazalnog i radnog metabolizma.

Tablica 1. Vrijednosti radnog i bazalnog metabolizma

Radni metabolizam cal/dan	Bazalni metabolizam cal/dan

BAZALNI METABOLIZAM (BM)
je energija potrošena u svim kemijskim reakcijama i mehaničkom radu u stanju potpuna mirovanja organizma.

RADNI METABOLIZAM (RM) je količina energije potrebna za sve aktivnosti koje obavljamo tijekom dana.

Korak 2. Izradite dnevni jelovnik tako da unesete količinu kalorija potrebnu za obavljanje radnog metabolizma. Jelovnik izradite od ponuđene hrane u aplikaciji, ali se prilikom izrade jelovnika vodite načelima pravilne prehrane i piramide pravilne prehrane.

Tablica 2. Dnevni jelovnik

Obrok	Jelovnik	Makromolekule prisutne u hrani
Doručak		
Ručak		
Večera		
Međuobroci		

Više o načelima pravilne prehrane i piramidi pravilne prehrane možete istražiti na sljedećem linku:
<https://zivjetizdravo.eu/2020/12/17/jelovnici/>





Korak 3. Odaberite vrstu tjelesne aktivnosti i pokrenite simulaciju. Zabilježite opažanja.

Korak 4. Resetirajte simulaciju i ponovno je pokrenite tako da promijenite količinu unesene hrane i vrstu tjelesne aktivnosti.

Simulacija 1. Unos veće količine hrane od dnevnih potreba uz laganu tjelesnu aktivnost

Simulacija 2. Unos veće količine hrane od dnevnih potreba uz intenzivnu tjelesnu aktivnost

Simulacija 3. Unos manje količine hrane od dnevnih potreba uz laganu tjelesnu aktivnost

Podatke i opažanja unesite u tablicu.

Tablica 3. Rezultati simulacije

	Vrsta tjelovježbe	Unesene kalorije	Potrošene kalorije	Promjena mase
Simulacija 1				
Simulacija 2				
Simulacija 3				

Usporedite i raspravite s učenicima u razredu dobivene rezultate.

Pomoću dostupne literature, udžbenika i provjerjenih internetskih stranica odgovorite na sljedeća pitanja

Koja skupina makromolekula prisutnih u hrani je glavni izvor energije u organizmu?

Kojim procesom stanice dobivaju energiju tijekom tjelesne aktivnosti? U kojem dijelu stanice se odvija taj proces?

Iz kojih se organa oslobađa skladištena glukoza u slučaju dugotrajne tjelesne aktivnosti koja zahtijeva veliku količinu energije?

Opišite kako se u stanici održava homeostaza pri iznimno intenzivnoj tjelesnoj aktivnosti u slučaju nedostatne opskrbe kisikom.

Mihaela Marceljak Ilić, Denis Horvat, Kristina Trstenjak Šifković, Mario Slatki, Dorotea Vrbanović Lisac, Ena Barčić, Zrinka Pongrac Štimac / Ines Radanović

Opišite kako se u stanici i organizmu održava homeostaza u slučaju nedovoljnog unosa hrane, to jest u slučaju gladovanja. Objašnjenje povežite s podacima iz simulacije.

Opišite kako se u stanici i organizmu održava homeostaza u slučaju unosa hrane većeg od dnevnih potreba organizma. Objašnjenje povežite s podacima iz simulacije.

Na temelju podataka dobivenih simulacijom odredite koliko vam je dnevno potrebno tjelesne aktivnosti s obzirom na količinu pojedene hrane da zadržite svoju masu.

Usporedite i raspravite s učenicima u razredu dobivene rezultate.

Izvori:

Simulacija:<https://phet.colorado.edu/sims/cheerpi/eating-and-exercise/latest/eating-and-exercise.html?simulation=eating-and-exercise>, pristupljeno 20.02.2022.)

Radni list I1

Energetski proračun šišmiša vampira, *Desmodus rutundus*

Američka vrsta šišmiša vampira (*Desmodus rutundus*) hrani se isključivo krvlju. Njihov dnevni ritam aktivnosti je jednostavan: borave u špilji 21 sat, a noću izlaze hraniti se. Odrasli šišmiš u potrazi za hranom u prosjeku preleti 10 km brzinom od 20 km/h. Krv je vrlo prikladna za računanje energetskih vrijednosti jer ima konstantan kalorijski sastav. Podaci u nastavku potrebni su nam za računanje dnevnog energetskog proračuna šišmiša. Energetski proračun je planirana dnevna potrošnja energije šišmiša i proizlazi iz nekoliko parametara prikazanih u tablici 1.



Slika 1. *Desmodus rutundus*, Autor: Josh More, preuzeto s www.flickr.com

Tablica 1. Energetske potrebe šišmiša vrste *Desmodus rutundus* izražene za dvije različite temperature zraka. Zadnja dva stupca prikazuju prosječne vrijednosti za ovu vrstu pri različitim temperaturama.

simbol	opis	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 20 °C / kJ	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 10 °C / kJ
I	energija unesena hranom	110,1	110,1
E	energija izgubljena preko fecesa i urina	25,1	25,1
I-E	asimilirana energija	85,0	85,0
M _b	bazalni metabolizam u špilji	70,6	70,6
M _o	bazalni metabolizam izvan špilje	4,8	8,0
A	radni metabolizam	4,8	4,8

Koristeći podatke iz tablice odgovorite na pitanja u nastavku.

- a) Jesu li šišmiši endotermne životinje? Objasnite iz kojih podataka u tablici se to može zaključiti.

- b) Što predstavlja asimilirana energija šišmiša i zašto ona nije jednaka unesenoj?

Radni list I2

Energetski proračun šišmiša vampira, *Desmodus rutundus*

Američka vrsta šišmiša vampira (*Desmodus rutundus*) hrani se isključivo krvlju. Njihov dnevni ritam aktivnosti je jednostavan: borave u špilji 21 sat, a noću izlaze hraniti se. Odrasli šišmiš u potrazi za hranom u prosjeku preleti 10 km brzinom od 20 km/h. Krv je vrlo prikladna za računanje energetskih vrijednosti jer ima konstantan kalorijski sastav. Podaci u nastavku potrebni su nam za računanje dnevnog energetskog proračuna šišmiša. Energetski proračun je planirana dnevna potrošnja energije šišmiša i proizlazi iz nekoliko parametara prikazanih u tablici 1.



Slika 1. *Desmodus rutundus*, Autor: Josh More, preuzeto s www.flickr.com

Tablica 1. Energetske potrebe šišmiša vrste *Desmodus rutundus* izražene za dvije različite temperature zraka. Zadnja dva stupca prikazuju prosječne vrijednosti za ovu vrstu pri različitim temperaturama.

simbol	opis	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 20 °C / kJ	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 10 °C / kJ
I	energija unesena hranom	110,1	110,1
E	energija izgubljena preko fecesa i urina	25,1	25,1
I-E	asimilirana energija	85,0	85,0
M _i	bazalni metabolizam u špilji	70,6	70,6
M _o	bazalni metabolizam izvan špilje	4,8	8,0
A	radni metabolizam	4,8	4,8

Koristeći podatke iz tablice odgovorite na pitanja u nastavku.

- a) Objasnite zašto je promjena biomase šišmiša označena s ±.

- b) Zašto je bazalni metabolizam šišmiša izražen s dvije vrijednosti (u špilji i izvan nje)?

Radni list I3

Energetski proračun šišmiša vampira, *Desmodus rutundus*

Američka vrsta šišmiša vampira (*Desmodus rutundus*) hrani se isključivo krvlju. Njihov dnevni ritam aktivnosti je jednostavan: borave u špilji 21 sat, a noću izlaze hraniti se. Odrasli šišmiš u potrazi za hranom u prosjeku preleti 10 km brzinom od 20 km/h. Krv je vrlo prikladna za računanje energetskih vrijednosti jer ima konstantan kalorijski sastav. Podaci u nastavku potrebni su nam za računanje dnevnog energetskog proračuna šišmiša. Energetski proračun je planirana dnevna potrošnja energije šišmiša i proizlazi iz nekoliko parametara prikazanih u tablici 1.

Slika 1. *Desmodus rutundus*, Autor: Josh More, preuzeto s www.flickr.com



Tablica 1. Energetske potrebe šišmiša vrste *Desmodus rutundus* izražene za dvije različite temperature zraka. Zadnja dva stupca prikazuju prosječne vrijednosti za ovu vrstu pri različitim temperaturama.

simbol	opis	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 20 °C / kJ	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 10 °C / kJ
I	energija unesena hranom	110,1	110,1
E	energija izgubljena preko fecesa i urina	25,1	25,1
I-E	asimilirana energija	85,0	85,0
M _i	bazalni metabolizam u špilji	70,6	70,6
M _o	bazalni metabolizam izvan špilje	4,8	8,0
A	radni metabolizam	4,8	4,8
B	promjena u biomasi		

Energetski proračun ovog šišmiša možemo izračunati prema jednostavnoj formuli:

$$\text{Unesena energija} = \text{potrošena energija} \pm \text{promjena biomase}, \text{odnosno:}$$

$$I - E = M_i + M_o + A \pm B$$

- a) Koristeći formulu za energetski proračun, izračunajte kakva će biti promjena biomase šišmiša u zadanim uvjetima i upišite vrijednosti kako biste upotpunili zadnji redak u tablici.

- b) Za koje procese šišmiši mogu koristiti suvišak energije izražen kao B? Objasnite!

Radni list I4

Energetski proračun šišmiša vampira, *Desmodus rutundus*

Američka vrsta šišmiša vampira (*Desmodus rutundus*) hrani se isključivo krvlju. Njihov dnevni ritam aktivnosti je jednostavan: borave u špilji 21 sat, a noću izlaze hraniti se. Odrasli šišmiš u potrazi za hranom u prosjeku preleti 10 km brzinom od 20 km/h. Krv je vrlo prikladna za računanje energetskih vrijednosti jer ima konstantan kalorijski sastav. Podaci u nastavku potrebni su nam za računanje dnevnog energetskog proračuna šišmiša. Energetski proračun je planirana dnevna potrošnja energije šišmiša i proizlazi iz nekoliko parametara prikazanih u tablici 1.



Slika 1. *Desmodus rutundus*, Autor: Josh More, preuzeto s www.flickr.com

Tablica 1. Energetske potrebe šišmiša vrste *Desmodus rutundus* izražene za dvije različite temperature zraka. Zadnja dva stupca prikazuju prosječne vrijednosti za ovu vrstu pri različitim temperaturama.

simbol	opis	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 20 °C / kJ	prosječna vrijednost pri temperaturi zraka od 10 °C / kJ
I	energija unesena hranom	110,1	110,1
E	energija izgubljena preko fecesa i urina	25,1	25,1
I-E	asimilirana energija	85,0	85,0
M _i	bazalni metabolizam u špilji	70,6	70,6
M _o	bazalni metabolizam izvan špilje	4,8	8,0
A	radni metabolizam	4,8	4,8
B	promjena u biomasi		

Energetski proračun ovog šišmiša možemo izračunati prema jednostavnoj formuli:

$$\text{Unesena energija} = \text{potrošena energija} \pm \text{promjena biomase}, \text{odnosno:}$$

$$I - E = M_i + M_o + A \pm B$$

Koristeći podatke iz tablice i formulu izračunajte podatak za promjenu biomase (B) i odgovorite na pitanja u nastavku.

- a) Predvidite i objasnите što će se dogoditi ako je B negativan.

Na slici 2 je prikazana rasprostranjenost šišmiša u području južne i središnje Amerike.



Slika 2. Geografska rasprostranjenost šišmiša vampira, *Desmodus rotundus* (osjenčana područja). Isprekidana crta predstavlja izoterme od 10°C minimalnih prosječnih temperatura u najhladnjem mjesecu u godini, izvor: Pough i sur., 2004.

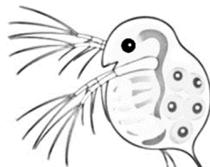
- b) Koristeći izračune i podatke iz tablice objasnite preklapanje granica rasprostranjenosti šišmiša s izotermama od 10°C u području južne i središnje Amerike.
-
-
-
-
-

ŽIVOT U KAPLJICI VODE

Daphnidiae (VODENBUHE)

Sitni slatkovodni planktonski račići (veličine oko 1 mm). Na glavi se nalaze dva para ticala. Druga ticala su velika i rašljasta, služe za veslanje. U stupcu jezerske vode kreću se vertikalno i u trzajima zbog čega su i dobile naziv vodenbuhe.

Izvor: Habdija, I., B. Primo-Habdija, I. Radanović, M. Špoljar, R. Matoničkin-Kepčija, S. Vučić- Karlo, M. Miliša, A. Ostojić & M. Sertić-Perić, 2011: Protista-Protozoa i Metazoa – Invertebrata. Strukture i funkcije. Alfa, Zagreb



Zašto je dobar modelni organizam?

- ✓ jednostavan i jeftin uzgoj u laboratoriju
- ✓ malo i prozirno tijelo, kratak životni ciklus
- ✓ razmnožavanje → **partenogeneza** (oblik razmnožavanja u kojem se iz neoplođene gamete razvija nova jedinka)



Tko ima djeda, a nema oca?

„Za vrijeme ljeta nastaje mnogo partenogenetskih naraštaja. No, u jesen kad zahladi, iz ljetnih jaja se izlegu i mužaci. Ženke tada snese trajna, zimska jaja debele lupine, koja mužaci oplode. Ta jaja prezimaju, a sljedećeg proljeća iz njih će nastati prvi partenogenetski naraštaj (samo ženke). Njihovo potomstvo bit će oni koji imaju djeda, a nemaju oca (djed im je onaj mužak koji je oplodio zimska jaja iz kojih su se izlegle njihove majke, a oca nemaju jer su se izlegle iz neoplođenih jaja).“

Izvor: <https://mikrosvijet.wordpress.com/2010/05/17/tko-ima-djeda-a-nema-oca/>

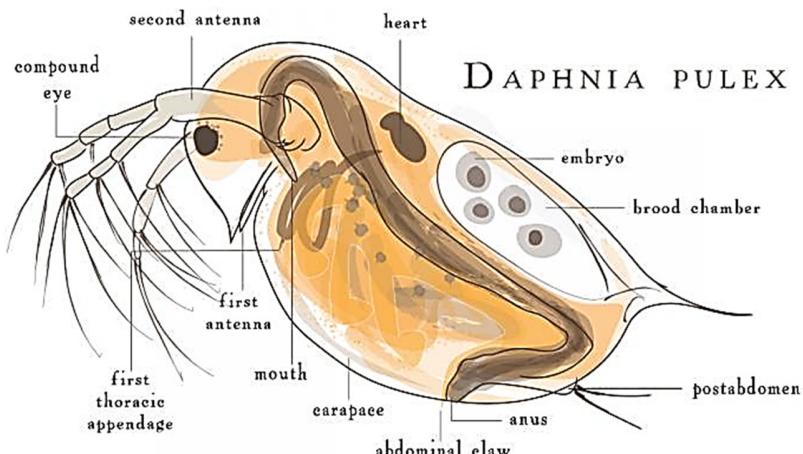
Vježba „KUCA SRCE MOJE“

Dorađeno prema: Faria, H. M., & Fonseca, A. P. From drugs to climate change: hands-on experiments with Daphnia as a model organism.

Pribor i materijal: vodenbuhe, mikroskop, predmetna stakalca, pipete, odstajala vodovodna voda, vata, razne otopine: otopina duhana, kava, coca-cola, energetsko piće, otopina soli, alkohol...

Proučite građu tijela vodenbuhe (*slika 1*) → posebno обратите pažnju na položaj srca.

Prije nego što počnete s vježbom pogledajte video, pronađite srce i pokušajte izbrojati broj otkucanja srca u 15 sekundi pa izračunati prosječan broj unutar jedne minute.



Broj otkucaja u 15 sekundi: _____

Prosječan broj otkucaja u 1 min.: _____

Slika 1. Građa tijela vodenbuhe

Izvor: K.Tapdiqova, CC BY-SA 4.0
<<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>>, via Wikimedia Commons

⇒ Pri 20 °C, prosječan broj otkucaja srca iznosi oko 200 u minuti. Smanjenjem temperature vode smanjuje se i broj otkucaja srca.



Postupak:

1. Na predmetno stakalce kapnite kap vode iz posudice u kojoj se nalaze vodenbuhe.
2. Kapaljkom pažljivo prenesite jednu vodenbuhu u kapljicu vode na predmetnom stakalcu. Odmah nakon toga uz rub vode stavite niti vate kako bi spriječili gibanje vodenbuhе (oprezno s količinom vate, ako je stavite previše nećete vidjeti srce!!).
3. Stakalce stavite pod mikroskop i odredite broj otkucaja srca u minuti (*pokušajte izbrojati za 30 sekundi ili ako uspijete u punoj minuti*). Rezultate upišite u tablicu 1.

Tablica 1. Prosječan broj otkucaja srca u minuti

	otkucaja/min	prosjek otkucaja/min
1. mjerenje		
2. mjerenje		
3. mjerenje		
4. mjerenje		
5. mjerenje		

Odaberite 2 otopine čiji će utjecaj na brzinu otkucaja srca proučavati.

Što mislite kako će vaše tekućine utjecati na broj otkucaja srca kod vodenbuhе?

otopina 1 _____

otopina 2 _____

4. Na stakalce, gdje se nalazi vodenbuhа, kapnite 2 kapljice otopine 1 i pričekajte 5 minuta.
5. Ponovno odredite broj otkucaja srca u minuti i rezultate upušite u tablicu 2. Postupak ponovite 3 puta tako da između svakog mjerjenja napravite pauzu od 5 minuta uz „ispiranje“ u običnoj vodi kako bi se uklonila otopina. (*neka uvijek mjeri ista osoba kako bi rezultat bio što točniji*)

Tablica 2. Prosječan broj otkucaja srca u minuti nakon dodavanja _____

	otkucaja/min	prosjek otkucaja/min
1. mjerenje		
2. mjerenje		
3. mjerenje		
4. mjerenje		
5. mjerenje		

Poklapa li se vaše predviđanje s rezultatima? Obrazložite.

6. Ako je vodenbuha preživjela pokus vratite je u posebnu posudu, NE u onu iz koje ste je uzeli, kako se nebi onečistila kultura! Uzmite novo predmetno stakalce i NOVU vodenbuhu te ponovite postupak kako bi proučili utjecaj druge odabrane otopine na broj otkucaja srca vodenbuhe. Rezultate upišite u tablicu 3. i 4.

Tablica 3. Prosječan broj otkucaja srca u minuti **prije** dodavanja otopine

	otkucaja/min	prosjek otkucaja/min
1. mjerenje		
2. mjerenje		
3. mjerenje		
4. mjerenje		
5. mjerenje		

Tablica 4. Prosječan broj otkucaja srca u minuti nakon dodavanja _____

	otkucaja/min	prosjek otkucaja/min
1. mjerenje		
2. mjerenje		
3. mjerenje		
4. mjerenje		
5. mjerenje		

ZADATAK 1.

U pokusu je provjeravan utjecaj dviju kapljica (cca 0,1 mL) otopina na puls vodenbuhe (cca 1 mm). Koliki volumen otopina bi trebao konzumirati čovjek, s obzirom na svoju veličinu, kako bi se provjerila razlika u utjecaju otopina na njega u odnosu na vodenbuhu?



Odgovorite na pitanja

- a) Zašto smo prvo proučavali vodenbuhe u običnoj vodi?
- b) Što je zavisna, a što nezavisna varijabla u ovom pokusu?
- c) Zašto smo mjerjenja ponavljali nekoliko puta?
- d) Koji su još okolišni čimbenici mogli utjecati na rezultate? Objasnite.
- e) Zašto ste odabrali baš te 2 otopine za svoj pokus.
- f) Objasnite uočene promjene u brzini rada srca za pojedinu otopinu.
- g) Koja otopina je imala najveći utjecaj na rad srca vodenbuhe? Istražite literaturu i obrazložite dobivene rezultate.
- h) Koja je važnost ovakvih istraživanja za čovjeka? Obrazložite.

Koncept *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije u okviru makrokoncepta Procesi i međuovisnosti u životome svijetu Biologije 3. razreda*

U sklopu poučavanja učenici u okviru koncepta B će uz pomoć scenarija „**Nalazište kostura na dnu jezera**“ istraživati o anatomskoj građi organizama te komparativno ih usporediti na morfološkoj i staničnoj razini, što će omogućiti povezivanje s konceptima 2. razreda BIO SŠ A.2.2. Uspoređuje specifičnosti građe pojedinih organizama i povezujući ih s razvojnim stablom živoga svijeta, lakšu nadogradnju koncepata 4.razreda gimnazije. BIO SŠ A.2.1. Povezuje pojavu novih svojstava s promjenom složenosti organizacijskih razina u organizmu, te BIO SŠ B.2.3. Uspoređuje prilagodbe organizama na životne uvjete te ih povezuje s evolucijom živoga svijeta na Zemlji.

Konkretno, uspoređivat će građu današnjeg čovjeka i njegovog pretka. Učenici će upoznati kako na temelju veličine pojedinih kostiju i njihova oblika mogu odrediti spol organizma, a simulacijom provedenih genetičkih i krvnih analiza odrediti od koje bolesti pojedini organizam je bolovao. Za potrebe provođenja ovog koncepta potrebno je učenike podijeliti u minimalno 4 grupe gdje će svaka grupa promatrati slučaj. Kako bi što uspješnije izvršili zadatak učenicima su potrebne škare i ljepljiva traka te timski rad. Tijekom izvršavanja zadatka potrebno je da nastavnik obilazi i provjerava napredak u rješavanju slučaja kako učenici ne bi otišli na krivi trag. Tijekom slaganja kostura pojedinog pronađenog organizma potrebno je pripaziti na nedostatak pojedinih kosti kao posljedica amputacije određenih dijelova tijela tijekom života.

Nakon što učenici uspješno poslože kosture, odgonetku od koje bolesti boluje pojedini kostur, trebaju sistematizirati u tablicu sve prikupljene podatke te je potrebno prokomentirati s ostalim grupama. Na kraju simulacije istraživačkog učenja, učenici odgovaraju na pitanja koja se nalaze nakon tablice sa sistematizacijom podataka kako bi se provjerila usvojenost sadržaja.



Izvadak za tematski hodogram

Pri korištenju BUBO materijala uz koncept *Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije* može se u godišnji izvedbeni kurikulum unijeti odgojno-obrazovne ishode i očekivanja međupredmetnih tema prema tablici 2.

Tablica 2 Dio GIK-a uz koncept Prilagodbe živih bića kao posljedice evolucije u 3. razredu ŠŠ

RAZRED	3.	Dio godišnjeg izvedbenog kurikuluma uz primjenu ASIO modela učenja	OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA
TEMATSKA CJELINA	NASTAVNA TEMA	ODGOJNO-OBRAZOVNI ISHODI	
Evolucijski razvoj prilagodbi	Usporedna prilagodbi srodnih organizama tijekom prošlosti i danas Broj sati = 4	BIO ŠŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima. BIO ŠŠ B.3.4. Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja. BIO ŠŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosudjujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.	Održivi razvoj uku B.5.1. Kritički promišlja o utjecaju našega djelovanja na Zemlju i čovječanstvo. Učiti kako učiti uku A.4/5.1. Učenik samostalno traži nove informacije iz različitih izvora, transformira ih u novo znanje i uspješno primjenjuje pri rješavanju problema. uku A.4/5.2. Učenik se koristi različitim strategijama učenja i samostalno ih primjenjuje u ostvarivanju ciljeva učenja i rješavanju problema u svim područjima učenja. uku A.4/5.3. Učenik kreativno djeluje u različitim područjima učenja. uku A.4/5.4. Učenik samostalno kritički promišlja i vrednuje ideje.

Plan poučavanja i radni listići za učenje teme *Usporedna prilagodbi srodnih organizama tijekom prošlosti i danas*

Tematska cjelina
Evolucijski razvoj prilagodbi
Nastavna tema

Usporedba prilagodbi srodnih organizama tijekom prošlosti i danas

Cilj nastavne teme	
Upoznati kako forenzičari istražuju pronađene kosti uz analizu i na staničnoj razini.	
Ključni pojmovi	Temeljni koncepti
kosti, kostur, koštana srž, diferencijalna krvna slika	B.1.1 Homeostaza na razini stanice B.1.2 Homeostaza na razini organizma
Kontekst poučavanja koncepta	
Analiza pronađenih kostiju - određivanje spola i dobi kostura - analiza rekonstrukcije uzoraka diferencijalne krvne slike te određivanje bolesti	

Odgojno-obrazovni ishodi	
BIO ŠŠ A.3.1.	Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima.
BIO ŠŠ B.3.4	Analizira evolucijsko usložnjavanje stanica s obzirom na način njihova funkcioniranja.

BIO SŠ D.3.1.	Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.
Primjeri:	
OŠ PRI A.5.1. Učenik objašnjava temeljnu građu prirode	
BIO OŠ B.8.4. Povezuje različite načine razmnožavanja organizama s nasljeđivanjem roditeljskih osobina i evolucijom.	
BIO SŠ C.3.2. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice.	
Ishodi razrade/aktivnosti	
BIO SŠ A.3.1.5. Povezuje građu i uloge tkiva.	
BIO SŠ B.3.4.3. Opisuje primjere specijalizacije stanica.	
BIO SŠ B.3.4.4. Analizira usložnjavanje i pojavu novih svojstava povezujući princip građe s funkcioniranjem stanice.	
BIO SŠ D.3.1.1. Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka tijekom učenja i poučavanja.	
BIO SŠ D.3.1.4. Raspravlja o prikazanim i opisanim rezultatima uz donošenje argumentiranih zaključaka.	

Tijek Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata)		Trajanje (u pojedinačnim satima PS /blok satima)	2 BS
BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI	min
1.	POČETNI DIO	Nastavnik prezentira slučaj nalazišta kostura na dnu jezera te potiče raspravu među učenicima o načinima analize kostura te informacijama koje se mogu saznati analizom.	5
2.	SREDIŠNJI DIO	Aktivnost: Radni listić: Nalazište kostura na dnu jezera <ul style="list-style-type: none"> ● učenici samostalno pomoću uputa na radnom listiću određuju spol, određuju visinu te dob osoba čiji su kosturi pronađeni ● učenici u grupama ili paru sastavljaju kosture pronađenih osoba prema uputama na radnom listiću ● samostalno pretraživanje dostupne literature o metodama koje forenzičari koriste prilikom analize ostataka – u isto vrijeme daroviti ili visokointeresirani učenici rješavaju zadatak RL D Upoznajmo školski kostur. 	20 40 15
	ZAVRŠNI DIO	Daroviti ili visokointeresirani učenici iznose kratko rezultate i zaključke provedenog istraživanja uz školski kostur. Analiza odgovora i donošenje zaključaka.	5 5
3.	POČETNI DIO	Učenici uspoređuju lubanju osobe 5 (praočnjaka) s ostalim lubanjama.	10
4.	SREDIŠNJI DIO	Nastavak aktivnosti, radni listić: Nalazište kostura na dnu jezera <ul style="list-style-type: none"> ● samostalna analiza rekonstrukcije uzoraka diferencijalne krvne slike te određivanje bolesti od koje su bolovale osobe ● sistematizacija podataka i analiza uz raspravu o odgovoru 	30 30
		Podjela zadatka na osnovu interesa RL I (1-4) uz uočavanje sličnosti i razlika kostura ptica i čovjeka na morfološkoj i staničnoj razini.	10
	ZAVRŠNI DIO	Izlazna kartica Sistematizacija učenja na osnovu rezultata izlazne kartice.	5



Nalazište kostura na dnu jezera

Pozadina slučaja: U okolini Like u mirnom kampu, prolaznicu su primijetili brojne kosti na dnu presušenog jezera te su sve prijavili policiji. Policija je pronašla 5 kostura na toj lokaciji te odmah po prijavi provjerila osobe nestale s tog područja. Ustanovljeno je kako su na tom području nestale četiri osobe prije gotovo 15 godina.

Začudo, kosturi su bili gotovo potpuno netaknuti zbog toga što ih je prekrio sediment iz jezera i tako su ostali očuvani.

Zadatak:

Vaš zadatak je rekonstruirati ostatke i odrediti koji kostur odgovara pojedinoj nestaloj osobi. Zatim je potrebno provesti nekoliko analiza pomoću kojih ćete utvrditi od koje bolesti je bolovala pojedina osoba.

Nestale osobe:

Tablica 1. Opis nestalih osoba

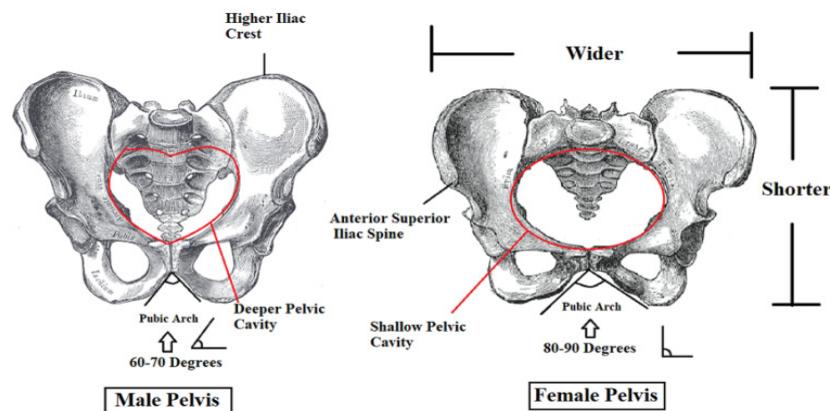
Noa	Saša	Erin	Lori
Starost: 18 Visina: 153 cm Masa: 45 kg Bolest: ▪ alergija na ambroziju	Dob: 45 Visina: 163 cm Težina: 65 kg Bolest: ▪ srpska anemija ▪ osteoporozna	Dob: 55 Visina: 168 cm Težina: 70 kg Bolest: ▪ leukemija ▪ skolioza	Dob: 32 Visina: 181 cm Masa: 90 kg Bolest: ▪ malarija ▪ rak kosti ▪ amputirana ruka

ZADATAK 1: Odredite spol kostura te podatke unesi u tablicu 2.

Za određivanje spola kostura koristite se sljedećim smjernicama.

ZDJELICA

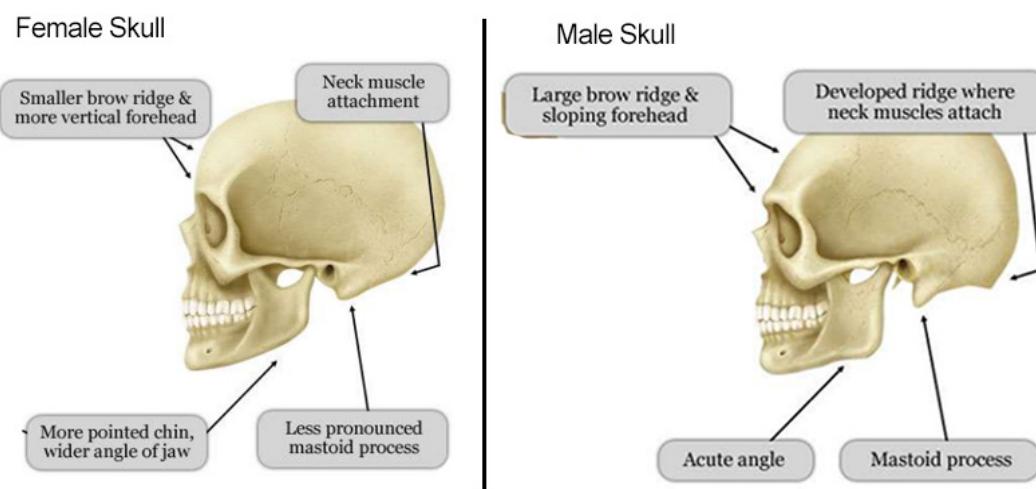
Dio kostura prema kojemu se najlakše može odrediti spol jest zdjelica. Zdjelica je kod ženskog spola prostranija, a dio subpubični konkavitet (udubljenje na medijalnom rubu donje grane preponske kosti, pogledajte sliku 1.) kod žena je izražen te jako uočljiv. Kod muškog spola nedostaje ili je slabije izražen. Ženska zdjelica ima kut stidnog luka između 80° i 90°. Muška ima stidni luk između 60° i 70°.



Slika 1. Kosti zdjelice

LUBANJA

Kod muškog spola lubanje imaju velike mastoidne (jedna od najvažnijih kosti unutarnjeg uha, slika 2.) nastavke i kutnu čeljust. Oni također imaju izraženije obrve. Kod ženskog spola ona je manja, a čelo je zaobljenija i više vertikalno. Također, muškarci imaju manje očne šupljine u odnosu na lice, one su četvrtastijeg oblika u odnosu na okruglijе kod žena. Ženski spol ima manje mastoidne nastavke i zaobljeniju čeljust (slika 2. kosti lubanje). Frontalna kost iznad očnih šupljina je glatka.



Slika 2. Kosti lubanje

Tablica 2. Zdjelice i lubanje nestalih osoba

	Zdjelica	Lubanja	Muški ili ženski spol?
Kostur 1			
Kostur 2			
Kostur 3			
Kostur 4			

ZADATAK 2: Odredite visinu osobe i upišite je u tablicu 3.

Određivanje visine osobe Da biste izračunali procijenjenu visinu na temelju bedrene kosti osobe, najprije izmjerite bedrenu kost u centimetrima. Koristeći priloženi videozapis i skalirane modele za procjenu visine odredite visinu pojedinog kostura. <https://www.youtube.com/watch?v=0lhVzYaDfI>

Ako je kostur ženski, pomnožite duljinu s 2,47 i dodajte 54,1

Ako je kostur muški pomnožite duljinu s 2,32 i dodajte 65,5.

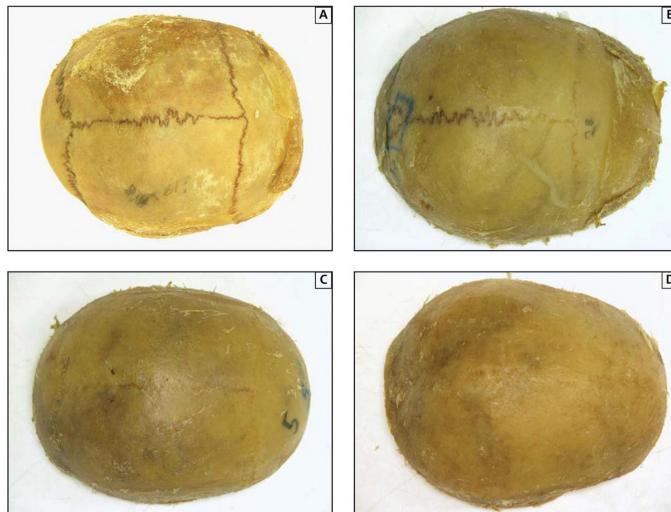
Tablica 3. duljina bedrene kosti i visina osobe



		Visina (cm)
Kost 1		visina 1
Kost 2		visina 2
Kost 3		visina 3
Kost 4		visina 4

ZADATAK 3 Odredite starost lubanja

Starost lubanje može se odrediti gledanjem šavova. Osoba koja je mlađa od 35 godina imat će šavove lubanje koji nisu potpuno zatvoreni.



Odredite koja bi lubanja na slici bila najbliže povezana sa svakom nestalom osobom tako da slovo pored lubanje upišete uz ime osobe.

Noa _____ Saša _____ Erin _____ Lori _____

Iako kosti mogu pružiti važne informacije o ostacima, ne mogu odgovoriti na sva pitanja koja bi forenzičar mogao imati o nalazištu i preminuloj osobi. Koristeći pouzdani izvor, predložite metode koje bi znanstvenici mogli koristiti da bi saznali dodatne informacije te ga pravilno citirajte.

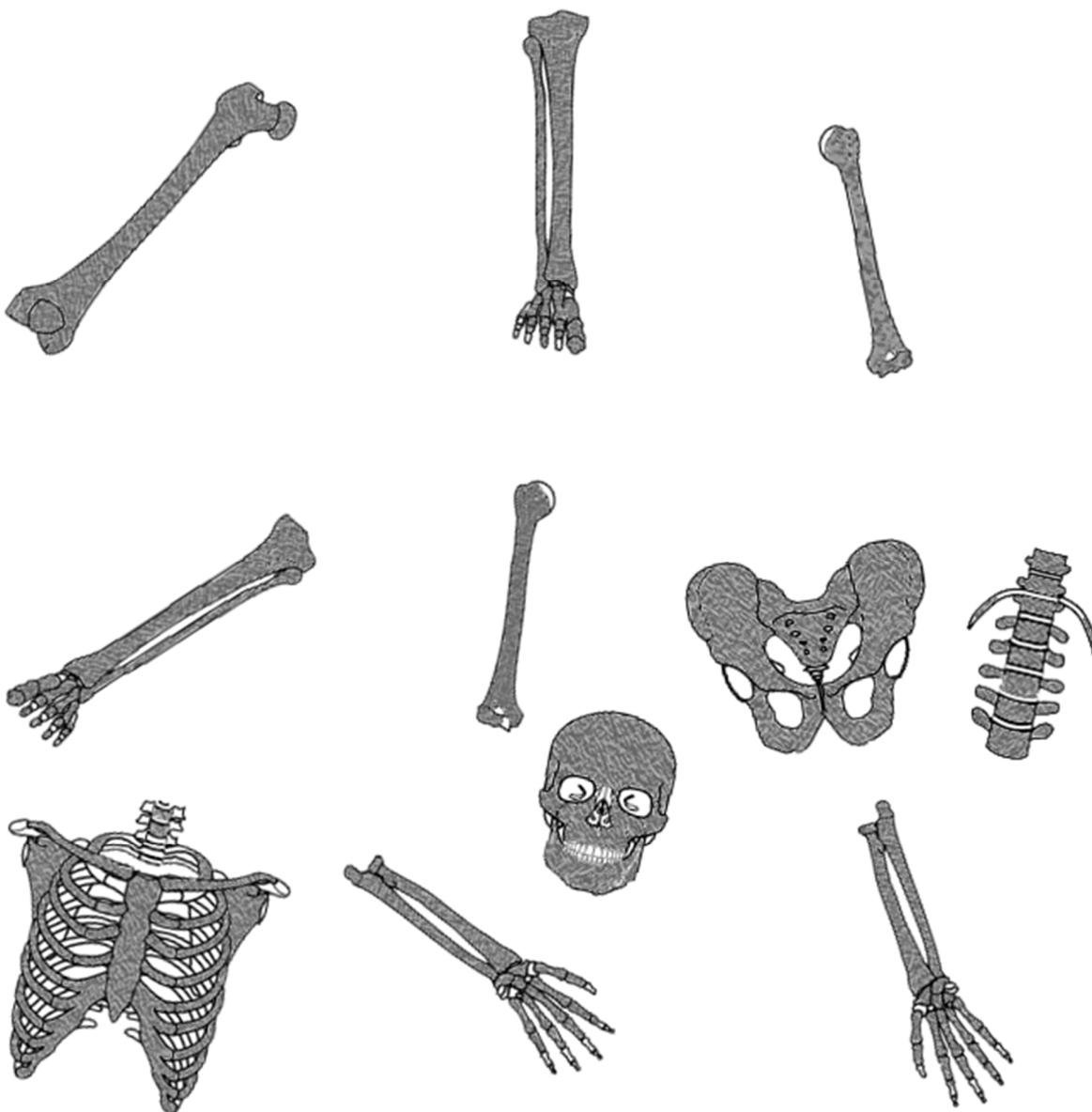
Referenca za citiranje rada:

ZADATAK 4 Odredite koji kostur pripada kojoj osobi prema prikupljenim podacima.

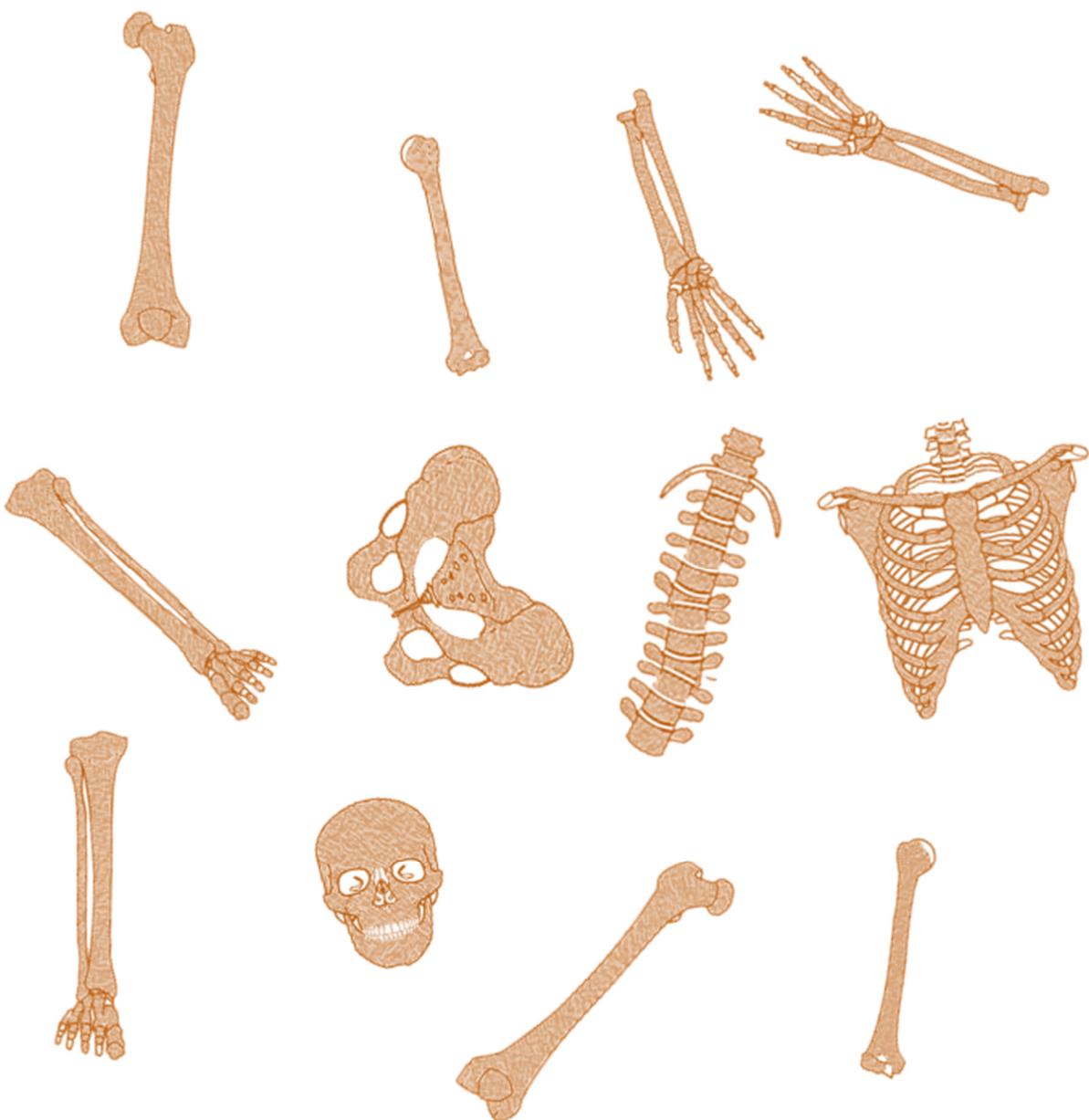
KOSTUR OSOBE 1



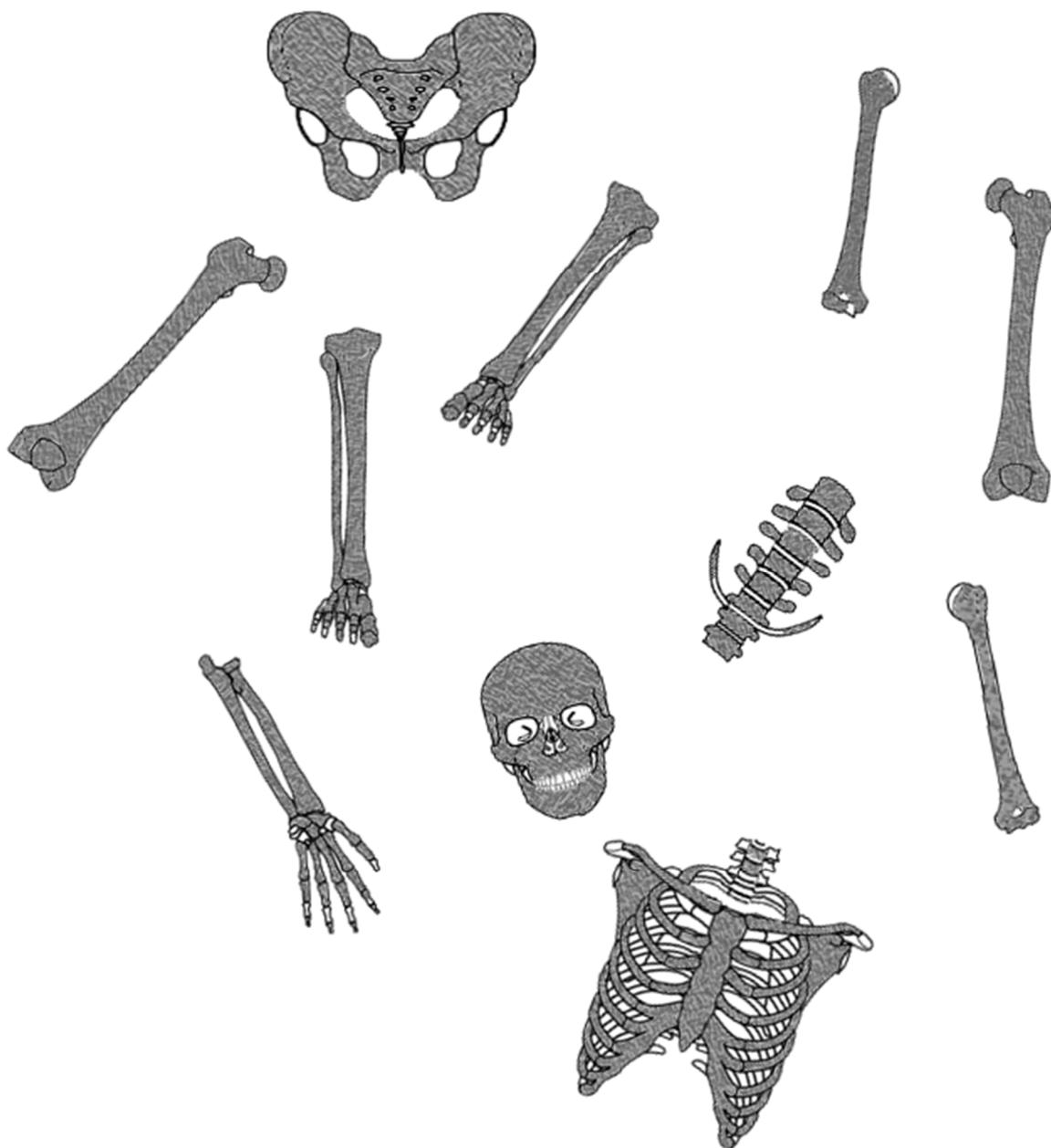
KOSTUR OSOBE 2



KOSTUR OSOBE 3



KOSTUR OSOBE 4



LUBANJA OSOBE 5

Znanstvenici u napravili 3D rekonstrukciju lubanje osobe 5 pronađenu na tom lokalitetu (<https://3d.si.edu/object/3d/homo-sapiens-cranium:81b6a3c1-4a09-4416-82ed-937612dcf310>).



ZADATAK 5: Usporedite lubanju osobe 5 s lubanjama iz zadatka 3 te pokušajte odrediti koliko je bila stara osoba.



Slika 1. <https://humanorigins.si.edu/evidence/human-fossils/fossils/cro-magnon-1>

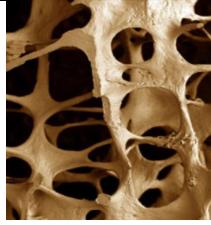
(© Copyright Smithsonian Institution, dobivena suglasnost za korištenje)

ZADATAK 6: Odredite od koje su bolesti bolovale pronađene osobe.

Zahvaljujući modernoj tehnologiji iz koštane srži pronađenih kostiju uspješno su izolirani ostaci stanica te su znanstvenici u laboratoriju rekonstruirali diferenciranu krvnu sliku. Za jedan uzorak nije bilo moguće odrediti DKS.

		DKS	Pacijent	Normalni raspon
UZORAK 1		CKS	2.5 milijun/ μ L	3.5-5.5 milijun/ μ L
		Hb	14.7 g/dL	13 - 18 g/dL
		HCT	44 %	45 % - 52 %
		Tb	260 K/ μ L	150-400 K/ μ L
		BKS	9.3 K/ μ L	4.5-11 K/ μ L
		N	42 %	40-69 %
		L	46 %	20-40 %
		M	10 %	2-8 %
		E	1.4 %	1-4 %
		B	0.6 %	.5 - 1 %
UZORAK 2		DKS	Pacijent	Normalni raspon
		CKS	3.3 milijun/ μ L	3.5-5.5 milijun/ μ L
		Hb	10.4 g/dL	13 - 18 g/dL
		HCT	30 %	45% - 52%
		Tb	210 K/ μ L	150-400 K/ μ L
		BKS	7.5 K/ μ L	4.5-11 K/ μ L
		N	61 %	40-69 %
		L	28 %	20-40 %
		M	6.5 %	2-8 %
		E	2 %	1-4 %
		B	0.5 %	.5 - 1 %
UZORAK 3		DKS	Pacijent	Normalni raspon
		CKS	4.3 milijun/ μ L	3.5-5.5 milijun/ μ L
		Hb	14.5 g/dL	13 - 18 g/dL
		HCT	49 %	45% - 52%
		Tb	260 K/ μ L	150-400 K/ μ L
		BKS	6.5 K/ μ L	4.5-11 K/ μ L
		N	50 %	40-69 %
		L	38 %	20-40 %
		M	5 %	2-8 %
		E	6.4 %	1-4 %
		B	0.6 %	.5 - 1 %
UZORAK 4		DKS	Pacijent	Normalni raspon
		CKS	3.55 milijun/ μ L	3.5-5.5 milijun/ μ L
		Hb	5.6 g/dL	13 - 18 g/dL
		HCT	34 %	45 % - 52 %
		Tb	200 K/ μ L	150-400 K/ μ L
		BKS	7.5 K/ μ L	4.5-11 K/ μ L
		N	65 %	40-69 %
		L	25 %	20-40 %
		M	2 %	2-8 %
		E	7.3 %	1-4%
		B	0.7 %	.5 - 1%

ZADATAK 7: Odredite od koje bolesti sustava organa za kretanje su bolovale pronađene osobe.

UZORAK 1		Analizom je utvrđeno kako su kosti vrlo krhke pod pritiskom vanjske sile.
UZORAK 2		Analizom je utvrđeno da su se pojedine koštane stanice intenzivno dijelile i uzrokovale deformacije kosti.
UZORAK 3		Mikroskopskom analizom kostiju kralježaka utvrđena je asimetrija.
UZORAK 4		Analizom je utvrđeno da je osoba imala zdrave kosti koje nisu pucale pod pritiskom vanjske sile.

Sistematisacija podataka i analiza

Za svaki kostur ispunite polja i usporedite ih s izvješćem o nestaloj osobi kako biste utvrdili koji kostur pripada određenoj nestaloj osobi. (Usporedite podatke s izvješćima o nestaloj osobi na prvoj stranici.)

Kostur	Spol	Visina (cm)	Starost	Bolest	Nestala osoba
1					
2					
3					
4					
5					

1. Obrazložite kako znanstvenici mogu na temelju kostiju **lubanje** odrediti spol osobe.

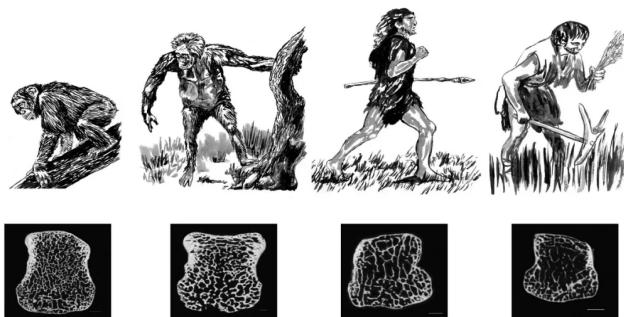
2. Obrazložite kako se **duljina bedrene kosti** može koristiti za određivanje visine.

3. Obrazložite zašto se iz kostura **osobe 5** nisu mogle izolirati krvne stanice i napraviti DKS.

4. Obrazložite na primjeru kako povišena ili snižena vrijednost pojedinih stanica u diferenciranoj krvnoj slici ukazuje na bolest.

5. Slika prikazuje evolucijski razvoj kostiju današnjeg čovjeka. Uz pomoć priloženog članka odgovorite na pitanje kako se mijenjala gustoća kostiju kroz vrijeme.

<https://www.livescience.com/49236-bone-density-human-evolution.html>



Slika 2. Evolucijski razvoj kostura čovjeka, © AMNH/J. Steffey and Brian Richmond

Popis literature:

Bertino A.J., 2009. Chapter 13: Forensic Anthropology: What We Learn from Bones. U: Forensic Science: Fundamentals and Investigations, 1st ed., South-Western, a part of Cengage Learning, Mason, Ohaio 45040, pp. 360-377., 441-44

Jukić, L. (2015). 'Forenzička analiza kostiju i zubi', Završni rad, Sveučilište u Zagrebu, Prirodoslovno-matematički fakultet, citirano: 28.02.2022., <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:094692>

Radni list I1 Kostur ptica

U prethodnom zadatku proučavali ste osobine kostura čovjeka. Slika u nastavku pokazuje kostur male ptice letačice. Proučite sliku i odgovorite na pitanje u nastavku.



Slika 1. Kostur ptice, Autor: Tiia Monto, preuzeto s <https://commons.wikimedia.org/>

Opišite kostur sa slike povezujući ga s kosturom čovjeka. Koje ste sličnosti i razlike uočili?

U grupi s učenicima koji su rješavali isti zadatak raspravite razmišljanja i objedinite u zajedničke zaključke.

Radni list I2 Kostur ptica

U prethodnom zadatku proučavali ste osobine kostura čovjeka. Slika u nastavku pokazuje kostur male ptice letačice. Proučite sliku i odgovorite na pitanja u nastavku.



Slika 1. Kostur ptice, Autor: Tiiia Monto, preuzeto s <https://commons.wikimedia.org/>

- a) Usporedite kostur ove ptice i čovjeka i navedite pet obilježja po kojima se morfološki razlikuju.

- b) Objasnite evolucijski aspekt razvoja navedenih prilagodbi kod ptica. Koje adaptivne prednosti ta obilježja predstavljaju za ptice?

U grupi s učenicima koji su rješavali isti zadatak raspravite razmišljanja i objedinite u zajedničke zaključke.

Radni list I3 Kostur ptica

U prethodnom zadatku proučavali ste osobine kostura čovjeka. Slika u nastavku pokazuje kostur male ptice letačice. Proučite sliku i odgovorite na pitanje u nastavku.



Slika 2. Longitudinalni presjek ramene kosti ptice, Izvor: Pough i sur., 2004.

Na slici 2 prikazan je poprečni presjek ramene kosti ptice. Koju anatomsku prilagodbu ovdje uočavate i koje je njezino evolucijsko značenje?

U grupi s učenicima koji su rješavali isti zadatak raspravite razmišljanja i objedinite u zajedničke zaključke.

Radni list I3 Kostur ptica

Navedite i objasnite pet prilagodbi koje pticama omogućavaju let.

1. _____
2. _____
3. _____
4. _____
5. _____

Sigurno vam je poznato da nisu sve ptice dobri letači. Postoje ptice koje su tijekom evolucije izgubile sposobnost leta, a postoje i one koje nikada nisu mogle letjeti. Znanstvenici se slažu da mogućnost leta uvelike ovisi o masi ptice i granica iznad koje nije moguć let je oko 12 kilograma. Testirajte tu teoriju tako da pronađete 12 vrsta ptica različite prosječne mase, a zatim ih razvrstajte po rastućoj masi. Za svaku pticu naglasite radi li se o letačici ili neletačici.

Zadatak izrađujete u grupi zajedno s drugim učenicima koji izrađuju isti zadatak.

Tablica 1. Prosječna masa ptica letačica i neletačica.

Vrsta	Prosječna masa odrasle jedinke	Letačica (upišite DA ili NE)
1.		
2.		
3.		
4.		
5.		
6.		
7.		
8.		
9.		
10.		
11.		
12.		

Na osnovu analize podataka objasnite zašto ptice velike mase ne mogu letjeti. Zaključke argumentirajte podacima iz tablice 1.

Dopunite zaključke uz poveznice s građom kostiju kod ptica.

Izvori:

Slika 1. Kostur ptice, Autor: Tiia Monto, preuzeto s <https://commons.wikimedia.org/> 27.2.2022.

Slika 2. Longitudinalni presjek ramene kosti ptice, Izvor: Pough i sur., 2004.

Pough, F.H., Janis, C.M., Heiser, J.B. (2004) Vertebrate life, Pearson Education International, Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 581-584

RL D Upoznajmo školski kostur

Ena Barčić

Zadatak

Zamislite da ste pronašli vaš školski kostur zakopan u školskom dvorištu. Na osnovu informacija u tekstu o forenzičkoj antropologiji i načinom određivanja parametara važnih za identifikaciju nalaza, odredite spol, dob i tjelesnu visinu osobe kojoj je mogao pripadati kostur. Objasnite rezultate i raspravite eventualne problematične nalaze.

Forenzična antropologija – identifikacija

Forenzička antropologija predstavlja primjenu znanja i tehnika fizičke antropologije na problemima od medicinsko-pravnog značaja

Ciljevi su pomoći u identifikaciji ljudskih ostataka i pomoći utvrditi što se dogodilo s ostacima, posebno ako je uzrok smrti sumnjiv ili nepoznat

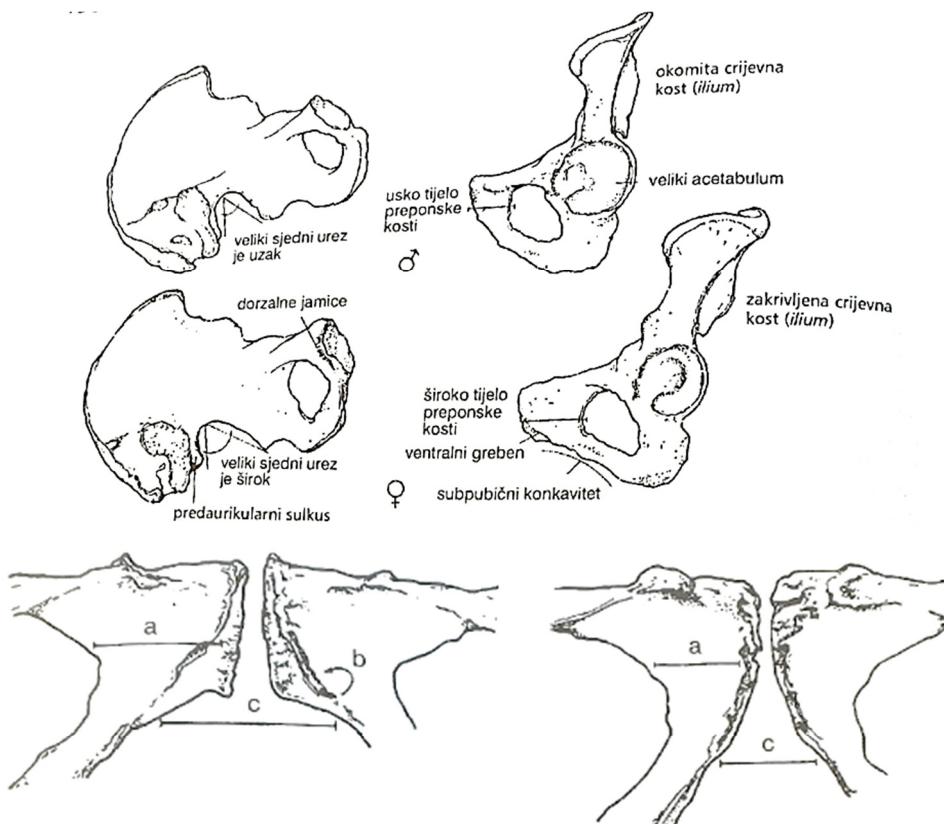
Za pozitivnu identifikaciju treba odrediti dob, spol, visinu i rasu.

Određivanje spola

Morfološke razlike u kosturu muškarca i žena vidljive su još od djetinjstva a postaju sve vidljivije s dobi. Kod određivanja spola treba se uzeti u obzir da žene rastu i sazrijevaju brže od muškaraca te nam je kod određivanja spola djece važno računati na dob. Često se govori o spolnom dimorfizmu tj. tjelesnim razlikama između mužjaka i ženke iste vrste. Kod čovjeka razlike u spolu se najbolje mogu odrediti prema kostima zdjelice, lubanji i dugim kostima.

Zdjelica se sastoje od dvije zdjelične kosti, križne kosti i trtične kosti. Zdjelica je najvažnija kost za određivanje spola. Spol možemo razlikovati općenito po:

- Veličini: zdjelična kost žena je šira i ima veći obruč dok je kod muškaraca robusnija i teža
- Gornji veliki sjedni urez nalazi se na mjestu spajanja iliuma i išuma kod žena je urez širi oko 60° a kod muškaraca je uži oko 30°
- Aurikularna zglobna ploha nalazi se na illiumu i uzglobljuje se s križnom kosti kod muškaraca zglobna ploha je veća i plosnatija
- Predaurikularni sulkus se nalazi između aurikularne zglobne plohe i velikog sjednog ureza i skoro isključivo je prisutan samo u ženama a ako je prisutan kod muškaraca on je puno tanji i pliči
- Acetabulum ili zglobna čašica zdjelične kosti veća je kod muškaraca nego kod žena
- Preponska kost dio je zdjelice koji sadržava najviše razlika između muškaraca i žena.
 - o Kod žena je dulja i ima širi subpubični kut, te razlike su povezane s rađanjem.
 - o Postoji veoma jednostavni način za određivanje spola iz preponske kosti: prislonite kažiprst u okomitom položaju uz pubičnu simfizu i pokušajte pomicati palac prema dolje uz donju granu preponske kosti. Ako se radi o kosti muškarca palac nećete moći pomaknuti ili će pomak biti minimalan, no ako se radi o kosti ženske osobe palac će se dati lako pomicati.
 - o Ventralni greben je trokutasta izbočina koja se nalazi na donjem djelu anteriorne plohe preponske kosti. Ova struktura prisutna je skoro isključivo kod žena, ako je prisutna kod muškaraca on se pojavljuje kao tanka uzdignuta linija ali donji rub linije nikad nije odvojen od pubične sinfize kao što je kod žena
 - o Medijalni rub ishiopubičnog ramusa kod žena je tanji nego kod muškaraca i često sadrži tanki greben.



Slika 12-10. Razlike između preponske kosti muškarca i žene. Na lijevoj je strani prikazana tipična ženska zdjelica sa širokim pubisom (a), izraženim ventralnim grebenom (b) i naglašenim subpubičnim konkavitetom (c). Zdjelica muškarca (na desnoj strani) ima usku preponsku kost (a), nema ventralni greben i ima uski subpubični kut.

Izvor: Dušan Zečević i suradnici: SUDSKA MEDICINA I DENTOLOGIJA

Lubanja se sastoji od niza plosnatih i nepravilnih kostiju koje su sve osim donje čeljusti, nepomično ugzlobljene. Lubanju dijelimo na 2 dijela:

- Neurocranium u kojem je smješten mozak čini 8 kosti:
 - Zatiljna kost
 - 2 tjemene kosti
 - Čeona kost
 - 2 sljepoočne kosti
 - Klinasta kost
 - Rešetnica
- Kostur lica (Viscerocranium) čini 14 kosti:
 - 2 nosne kosti
 - gornja čeljust
 - 2 suzne kosti
 - 2 jagodične kosti
 - 2 nepčane kosti
 - 2 donje nosne školjke
 - Raonik
 - Donja čeljust

Morfološke razlike u građi lubanje između muškaraca i žena su manje izražene nego kod zdjelice. Spol možemo razlikovati općenito po tome da

- Muškarci imaju veću i robusniju lubanju od žena
- Muškarci imaju jača mišićna hvališta od žena, ističu se nuhalne linije na zatiljnoj kosti koje su jače vidljive kod muškaraca nego kod žena
- Muškarci imaju veće i robusnije mastoidne nastavke od žena

- Kod muškaraca je čelo zakošeno, manje zaobljeno s jače izraženim nadočnim lukovima, dok žene imaju okomito i zaobljeno čelo sa slabo izraženim nadočnim lukovima
- Muškarci imaju četvrtastije, niže i relativno manje orbite sa zaobljenim rubovima, dok žene imaju okruglige, više i relativno veće orbite s oštijim rubovima
- Muškarci imaju jače i više izbačene jagodične kosti nego žene
- Donja čeljust kod muškaraca je jača, veća i robusnija nego kod žena te ima širi ascendentni ramus
- Kut mandibule koji čine trup i grana mandibule u žena je veći i uglavnom čini tupi kut dok je kod muškaraca manji i uglavnom čini pravi kut

Kod **dugih kosti** spolne razlike su manje izražene i manje konzistentne nego kod zdjelice i lubanje.

- Osnovna je razlika u tome da muškarci imaju u pravilu dulje, robusnije i šire duge kosti s jače izraženim mišićnim hvatištima, dok su ženske duge kosti uglavnom kraće, lakše i uže s manje izraženim mišićnim hvatištima

Spol kod dugih kosti ima veliku povezanost s populacijskom pripadnošću. Iz tog razloga su određene mjere i postupak mjerjenja dugih kosti te su iz tih mjera dobivene jednadžbe i granične vrijednosti za određivanje spola. Najpogodnije duge kosti za određivanje spola su nadlaktična i bedrena kost.

Spol se može odrediti na osnovu mjera nadlaktične kosti pri čemu se koriste granične funkcije za određivanje spola iz nadlaktične kosti. U formule se uvrštavaju mjere iz djela 1.

Diskriminantno funkcionske analize su metode za izračunavanje brojčanog prikaza morfološkog obilježja i mogu se koristiti za dvije i više mjernih vrijednosti. One su populacijski specifične i funkcije koje ćemo koristiti u materijalima su specifično izračunate za hrvatsku populaciju od strane prof. Bašić, prof. Kružić i prof. Andelinović.

Varijabla	Granična vrijednost
Najveća duljina (m1)	Muškarci > 316.71 > Žene
Epikondilarna širina (m2)	Muškarci > 60.21 > Žene
Vertikalni promjer glave (m3)	Muškarci > 50.54 > Žene
Najveći promjer na sredini dijafize (m4)	Muškarci > 42.95 > Žene
Najmanji promjer na sredini dijafize (m5)	Muškarci > 18.23 > Žene

Diskriminantna funkcija za pet mjera nadlaktične kosti:

$$F1 \text{ nadlaktična kost} = m1 \times (-0.02) + m2 \times (-0.12) + m3 \times (-0.99) + m4 \times 0.32 + m5 \times (-0.66) + 63.36$$

Ako je dobivena vrijednost veća od 1.44 kost pripada ženi, ako je manja pripada muškarcu.

Diskriminantna funkcija dobivena stupanjskom analizom:

$$F2 \text{ nadlaktične kosti} = m3 \times (-1.12) + m5 \times (-0.52) + 58.63$$

Ako je dobivena vrijednost veća od 1.40 kost pripada ženi, ako je manja pripada muškarcu.

U nastavku su granične funkcije za određivanje spola iz bedrene kosti. U formule se uvrštavaju mjere iz djela 1.

Varijable	Granična vrijednost
Najveća duljina (m8)	Muškarci > 452.78 > Žene
Bikondilarna duljina (m9)	Muškarci > 451.11 > Žene
Epikondilarna širina (m10)	Muškarci > 76.95 > Žene
Najveći promjer glave (m11)	Muškarci > 45.32 > Žene
Medijalno-lateralni promjer ispod obruča (m12)	Muškarci > 31 > Žene
Antero-posteriorni promjer (m13)	Muškarci > 26.7 > Žene
Medijalno lateralni promjer na sredini trupa (m14)	Muškarci > 228.51 > Žene
Opseg na sredini trupa (m15)	Muškarci > 86.64 > Žene

Diskriminantna funkcija za osam mjera bedrene kosti:

$$F1 \text{ bedrena kost} = m8 \times 0.22 + m9 \times (-0.30) m10 \times (-0.12) + m11 \times (-0.88) + m12 \times 0.06 + m13 \times 0.10 + m14 \times 0.27 + m15 \times (-0.13) + 84.59$$

Ako je dobivena vrijednost veća od 1.58 kost pripada ženi, ako je manja pripada muškarцу.

Diskriminantna funkcija dobivena stupanjskom analizom:

$$F2 \text{ bedrene kosti} = m9 \times (-0.07) + m11 \times (-0.93) + 74.83$$

Ako je dobivena vrijednost veća od 1.50 kost pripada ženi, ako je manja pripada muškarцу.

Određivanje dobi

Kao i spol dob po kostima određujemo pomoću morfoloških osobina. Dob se određuje usporedbom pronađenih morfoloških osobina s morfološkim osobinama kostura čija je dob poznata.

S vremenom naše kosti se mijenjaju, te promjene se ne događaju u isto vrijeme niti istom brzinom. Različite kosti se razvijaju u različito vrijeme a zubi se troše tijekom našeg života.

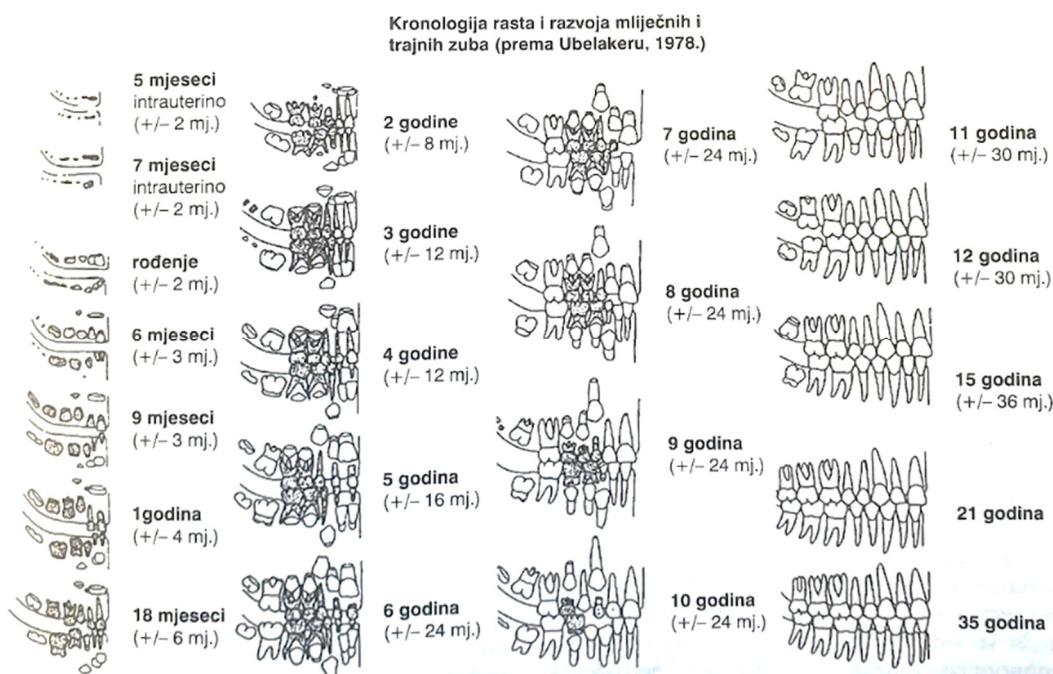
Tijekom djetinjstva većina promjena vezana je uz pojavu ostifikacijskih centara, rasta kosti i nicanja zubi. Proces rasta traje do otprilike 20 godina kada je većina epifiza spojena s dijafizom i svi zubi su nikli i kalcificirani. Nakon 20 godine promjene se vežu uz pubičnu simfizu i aurikularne plohe. Poslije 35 godine počinju se javljati prve degenerativne promjene poput artroze i abrazije na zubima. Dob se uvijek određuje u rasponu od-do.

Prvi korak kod određivanja dobi je svrstavanje kostura u jednu od 3 kategorije:

- Dijete
- Adolescent
- Odrasla osoba

Djeca i adolescenti

Osnovni kriteriji za određivanje dobi kod djece i adolescenata su razvoj zubi i kronologija spajanja epifiza s dijafizama.



Izvor: Dušan Zečević i suradnici: SUDSKA MEDICINA I DENTOLOGIJA

Stupanj nicanja i kalcifikacije zubi najprecizniji je pokazatelj dobi. Prvi korak je određivanje da li se radi o mliječnim ili trajnim zubima. Mliječni zubi su manji i krhkiji dok su trajni zubi veći i robustniji.

Kronologija nicanja mliječnih zubi (mjeseci + standardna devijacija)					
Zub	Gornja čeljust		Zub	Donja čeljust	
	Dječaci	Djevojčice		Dječaci	Djevojčice
I ₁	9.1 ± 1.5	9.6 ± 2.0	I ₁	7.3 ± 1.6	7.8 ± 2.1
I ₂	10.4 ± 2.4	11.9 ± 2.7	I ₂	13.0 ± 2.8	13.8 ± 3.6
C	18.9 ± 2.7	20.1 ± 3.2	C	19.3 ± 2.9	20.2 ± 3.4
M ₁	16.0 ± 2.3	15.7 ± 2.3	M ₁	16.2 ± 1.9	15.6 ± 2.2
M ₂	27.6 ± 4.4	28.4 ± 4.3	M ₂	25.9 ± 3.8	27.1 ± 4.2

Kronologija nicanja stalnih zuba (godina + standardna devijacija)					
Zub	Gornja čeljust		Zub	Donja čeljust	
	Muškarci	Žene		Muškarci	Žene
I ₁	7.4 ± 1.2	7.2 ± 1.1	I ₁	6.5 ± 1.0	6.2 ± 1.1
I ₂	8.6 ± 1.4	8.2 ± 1.2	I ₂	7.7 ± 1.2	7.3 ± 1.1
C	11.7 ± 2.0	10.9 ± 1.8	C	10.8 ± 1.8	9.8 ± 1.0
P ₁	10.4 ± 0.9	10.3 ± 1.5	P ₁	10.8 ± 1.6	10.2 ± 1.2
P ₂	11.3 ± 1.8	10.9 ± 1.6	P ₂	11.4 ± 1.7	10.8 ± 1.4
M ₁	6.4 ± 1.0	6.2 ± 1.0	M ₁	6.2 ± 0.9	5.9 ± 0.8
M ₂	12.6 ± 2.2	12.2 ± 2.1	M ₂	12.1 ± 2.1	11.6 ± 2.0
M ₃	21.8 ± 2.8	21.8 ± 2.3	M ₃	21.8 ± 2.4	21.8 ± 2.4

Spajanje eupfize i dijafize je dodatna metoda za određivanje dobi. Do otprilike puberteta dijafize i epifize dugih kosti su u potpunosti odvojene. Početkom puberteta počinju se spajati. Potpuno odvojena dijafiza ima valovit, grub i nepravilan izgled. Djelomično spojene dijafize i epifize imaju jasno vidljivu pukotinu na mjestu spajanja. Kod odraslih osoba nema promjena između dijafize i epifize.

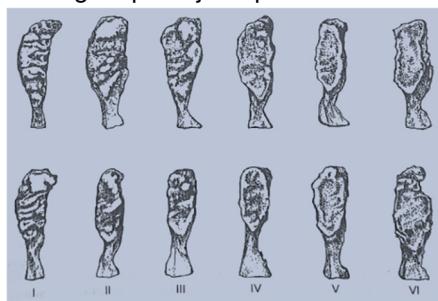
Kronologija spajanja epifiza s dijafizama				
Dio	Kost	Pojašnjenje	Početak	Kraj
Kranij	Anteriorna fontanela			1-2
	Metopični šav		1-2	
	Mandibularna simfiza			2
	Lateralni djelovi i squama occipitalis			2-5
	Sfeno-okcipitalna sinhondroza			17-21
Kralježnica	C1 posteriorni dio luka kralješka			3
	C1 anteriorni dio luka kralješka			6
	C2 inferiorna ploha trupa			19-20
	C3 - C7	Trup s lukom kralješka Epifizne ploče na trupu	3 17	6 25
	Torakalni kralješci (T1 do T12)	Trup s lukom kralješka Epifizne ploče na trupu	17	4-5 25
	Lumbalni kralješci	Trup s lukom kralješka Epifizne ploče na trupu	Pubertet	6 25
	Križna kost	S1-S2 S2-S3 S3-S4 S4-S5 Epifizna ploča na S1 Lateralne zglobne plohe	16 16-17 16-17 16-17 16 17	30-32 23-24 22-23 22-23 21-22 21-23
	Skapula	Korakoidni nastavak Angulus inferior Margo medialis Akromion	Pubertet	10 22-23 22-23 22-23
	Klavikula	Medijalni kraj	17-18	24-28
	Humerus	Proksimalni kraj Medijalni epikondil Distalni kraj	16 12 14	23-24 19-20 17-18
Gornji dio trupa	Radius	Proksimalni kraj Distalni kraj	14 17	18-19 22-23
	Ulna	Proksimalni kraj Distalni kraj	16 17	18-19 22-23
	Ruka	Kosti zapesča		13-19

Kronologija spajanja epifiza s dijafizama				
Dio	Kost	Pojašnjenje	Početak	Kraj
		Proksimalni članak prsta		13-19
		Srednji članak prsta		13-19
		Digitalni članak prsta		13-19
Donji dio trupa	Zdjelična kost	Ishiopubični ramus	6	10-12
		Acetabul	Pubertet	18-19
		Bočni greben	Pubertet	17-22
		Sjedna izbočina	16	20-23
	Femur	Glava femura	13-16	17-18
		Trochanter major	13-17	17-20
		Trochanter minor	15-17	17-18
	Tibia	Distalni kraj	14-17	17-19
		Proksimalni kraj	16-17	17-19
	Fibula	Distalni kraj	15-16	16-17
		Proksimalni kraj	16-18	18-19
		Distalni kraj	15-17	16-17

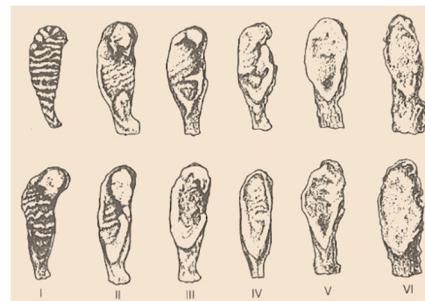
Odrasle osobe

Nakon 20 godina svi zubi su ngnuli, većina epifiza je spojena s dijafizama i rast u visinu je završio. Najvažniji pokazatelji za određivanje dobi odraslih osoba su promjene na pibičnoj simfizi, promjene na aurikularnoj plohi bočne kosti i pojava degenerativnih promjena.

- Pubična simfiza, prolazi kroz 6 faza metamorfoze u kojoj svaka faza ima svoj rani i kasni stadij te srednju vrijednost (Brooks i Suchey):
 - Faza 1: Valovita površina s nizom horizontalno orientiranih paralelnih grebena i nemogućnost razdvajanja gornjeg od donjeg dijela simfize
 - Faza 2: Ponekad još uočljiv horizontalni greben, početak razdvajanja gornjeg i donjeg djela, moguć razvoj širokog ventralnog grebena
 - Faza 3: Donji i gornji dijelovi pubične simfize su odvojeni, završen je proces stvaranja širokog ventralnog grebena, ploha je uglavnom glatka, nema pojave hipertrofične kosti
 - Faza 4: Zrnasti izgled površine simfize, poprima karakterističan ovalni izgled, ponekad vidljiv početak razvoja dorzalnog i ventralnog ruba, početci pojave hipertrofične kosti najčešće na inferiornom djelu ventralne strane simfize
 - Faza 5: Cijela ploha je obrubljena tankim grebenom, površina je lagano udubljena u odnosu na rub, hipertrofična kost se počinje pojavljivati i na orzalnoj strani, koštani rub ne pokazuje erozije
 - Faza 6: Ploha se nastavlja udubljivati u odnosu na rub, na ventralnoj strani su prisutne koštane egzosteze (rast nove kosti pokraj postojeće), ploha je porozna i rupičasta, izgled postaje nepravilan



Muško



Žensko

6 faza metamorfoze pubične simfize					
Žene			Muškarci		
Faza	Srednja vrijednost	Raspon	Faza	Srednja vrijednost	Raspon
1	19.4	15-24	1	18.5	15-23
2	25.0	19-40	2	23.4	19-34
3	30.7	21-53	3	28.7	21-46
4	38.2	26-70	4	35.2	23-57
5	48.1	25-83	5	45.6	27-66
6	60.0	42-87	6	61.2	34-86

- Aurikularna ploha, postoji 8 faza metamorfoze, karakteristični raspon između faza je otprilike 5 godina (Lovejoy at al.):
 - o Faza 1: 20-24 godina, fino zrnasta, blago valovita površina bez poroznosti
 - o Faza 2: 25-29 godina, manje uočljiva valovita površina, pojava strija (Vrlo fini, sitni urezi)
 - o Faza 3: 30-34 godina, površina postaje grubo zrnasta, gubi valoviti izgled, veći broj strija
 - o Faza 4: 35-39 godina, grubo zrnasta površina, veći dio strija je nestao, još uvijek slaba mikro poroznost, ploha je izrazito plosnata
 - o Faza 5: 40-44 godina, grubo zrnatu površinu zamjenjuje gusta subhondralna kost (podebljana) koja može biti raspoređena po površini u obliku niza odvojenih otočića, povećana mikroporoznost, na anteriornom rubu može se pojaviti tanki uzdignuti rub
 - o Faza 6: 45-49 godina, gruba suphondralna kost, mikro poroznost se gubi, moguće povećanje ruba na anteriornoj strani plohe
 - o Faza 7: 50-60 godina, površina postaje nepravilna s makro poroznosti, česta hipertrofična kost na inferiornom djelu plohe
 - o Faza 8: 60+ godina, površina izuzetno nepravilna s naglašenim uništenjem subhondralne kosti, moguća makroporozija, nepravilni rubovi, povećana količina hipertrofične kosti

Pubična simfiza i aurikularna ploha su najpouzdaniji indikatori dobi, no postoje i drugi indikatori koji se mogu koristiti kao pomoć pri određivanju dobi:

- Degenerativne promjene zglobovnih ploha uglavnom se pojavljuju iza 45 godina, najčešće se radi o artrozi koja se može pojaviti u 3 oblika:
 - o Najblaži – pojava rubnih osteofita (izraslin) i uzdignuti tanki greben kosti koji okružuje dio ili cijelu zglobnu plohu
 - o Srednji – pojava poroznosti (sitni okrugli defekti)
 - o Najjača – izglačana „eburirana“ kost (sjajna kost nastala zbog utjecaja trenja), javlja se uglavnom iza 60 godina
- Degenerativne promjene kralježnice – javljaju se oko 60 godine i mogu doći u 3 oblika:
 - o Osteofiti – vertikalno položene izrasline hipertrofične kosti, koje se pružaju prema ili spajaju sa tijelom susjednog kralješka
 - o Mikroporoznost na superiornim ili inferiornim zglobovnim plohama
 - o Izglačana ili „eburirana“ kost – najteži i najrjeđi oblik
- Hipertrofičnost na mišićnim hvatištima – stvaraju se nepravilne koštane egzostoze (koštana izraslina) koje obrubljuju mišično hvatište, ove se promjene događaju uglavnom iza 45 godine
 - o Ova pojava je posebno zanimljiva kod hvatišta Ahilove tetive i uglavnom se pojavljuje kod osoba starijih od 50 godina
- Nepčana kost od rođenja pa do 18 godine je debela s neravnim i grubom površinom, od 18-50 godine nepčana kost postaje tanja i glađa, a od 50 godine na dalje površina je glatka sa sitnim poroznostima
- Palatinski šavovi se nalazi na nepcu i sa starosti nestaju, iza 50 godine više nisu vidljivi

Određivanje tjelesne visine

Tjelesna visina se može izračunati na osnovu mjerjenja pojedinih kostiju. Izračunavanje tjelesne visine po dugim kostima se temelji na osnovi dokazane korelacije između dimenzija dugih kostiju (udova) i tjelesne visine. Kako bi se izračunala ispravna tjelesna visina nepoznate osobe potrebno je nekoliko elemenata: potrebno je ispravno izmjeriti duljinu dugih kosti, pomnožiti dobivene rezultat s odgovarajućim faktorom i dodati dodanu vrijednos (temeljenom na spolnoj i populacijskoj pripadnosti). Svaka jednadžba također ima i marginu pogreške u +/- rasponu koja izražava populacijsku varijabilnost u korelaciji između tjelesne visine i duljine dugih kostiju.

Kako bi izračunali prosječnu tjelesnu visinu koristimo mjere najveće duljine kosti i množimo ih s standardnim vrijednostima prema Trotteru i Glesseru.

Muškarci		
Mjera x Kost	Dodata vrijednost	Margina pogreške
1.30 x (Femur + Tibija)	+ 63.29	± 2.99
2.38 x Femur	+ 61.41	± 3.27
2.68 x Fibula	+ 71.78	± 3.29
2.52 x Tibija	+ 78.82	± 3.37
3.08 x Humerus	+ 70.45	± 4.05
3.78 x Radijus	+ 79.01	± 4.32
3.70 x Ulna	+ 74.05	± 4.32

Žene		
Mjera x Kost	Dodata vrijednost	Margina pogreške
1.39 x (Femur + Tibija)	+ 53.20	± 3.55
2.47 x Femur	+ 54.10	± 3.72
2.93 x Fibula	+ 59.81	± 3.57
2.90 x Tibija	+ 81.53	± 3.88
3.38 x Humerus	+ 57.97	± 4.45
4.74 x Radijus	+ 54.93	± 4.42
4.27 x Ulna	+ 57.78	± 4.30

Rezultati analize školskog kostura

Objasnite koje ste parametre koristili pri određivanju, koje ste vrijednosti izmjerili i što ste na osnovu njih mogli zaključiti.

Spol _____

Rasprava rezultata

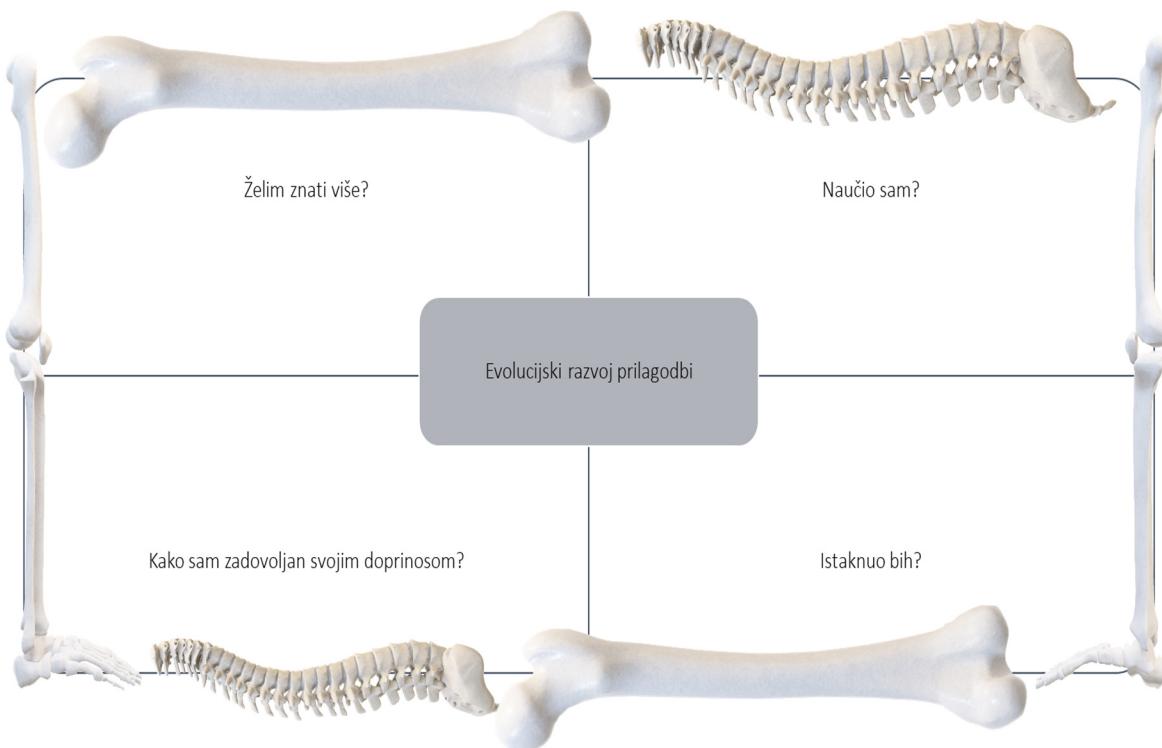
Dob _____

Rasprava rezultata

Tjelesna visina _____

Rasprava rezultata

Izlazna karta



Terensko istraživanje *Ekstremna staništa uz makrokoncept Prirodoznanstveni pristup te Procesi i međuovisnosti u živome svijetu Biologije 3. razreda*

Poučavanjem ovog koncepta ASIO modelima učenici će biti u mogućnosti svladati koncept koji se odnosi na sve razrede gimnazijskog obrazovanja biologije a to je: Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti (D1.1, D2.1, D3.1, D 4.1)

Uz opciju individualnog ili grupnog rada istraživačkog učenja kojem će proći sve korake u izradi istraživačkog rad učenici će biti u mogućnosti preuzeti odgovornost za svoje postupke u okviru suradničkog učenja, od postavljanja istraživačkog pitanja i hipoteze , preko izrade metode, do analize rezultata i pisanja kratkog istraživačkog rada , te prezentaciju istog pomoću plakata ili sličnih medija.

Uvod u istraživanje teme učenicima je omogućen pomoću virtualne nastave „šetnjom“ kroz ekološki specifične lokalitete hrvatske pomoću video uradaka Gorana Šafareka s njegove web stranice [Priroda Hrvatske](#).

Obzirom na kompleksnost same teme ova tema omogućuje i projektnu nastavu kao individualni zadatak za učenike.

Izvadak za tematski hodogram

Pri korištenju BUBO materijala uz terensko istraživanje može se u godišnji izvedbeni kurikulum unijeti odgojno-obrazovne ishode i očekivanja međupredmetnih tema prema tablici 3.

Tablica 3 Dio GIK-a uz terensko istraživanje u 3. razredu ŠŠ

RAZRED	3	Dio godišnjeg izvedbenog kurikuluma uz primjenu ASIO modela učenja	
TEMATSKA CJELINA	NASTAVNA TEMA	ODGOJNO-OBRASOVNI ISHODI	OČEKIVANJA MEĐUPREDMETNIH TEMA
Prilagodbe na ekstremne uvjete života	Ekstremna staništa (projektни dan) Broj sati = 6	BIO ŠŠ A.3.1. Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stаницe objašnjavajući specijalizaciju stаницa u složenijim sustavima. BIO ŠŠ D.3.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti.	Održivi razvoj odr C.5.2. Predlaže načine unapređenja osobne i opće dobrobiti. Osobni i socijalni razvoj osr B.5.2. Suradnički uči i radi u timu. osr B.5.3. Preuzima odgovornost za svoje ponašanje. Učiti kako učiti uku A.4/5.3. Učenik kreativno djeluje u različitim područjima učenja. uku A.4/5.4. Učenik samostalno kritički promišlja i vrednuje ideje. uku D.4/5.2. Učenik ostvaruje dobru komunikaciju s drugima, uspješno surađuje u različitim situacijama i spreman je zatražiti i ponuditi pomoć.

Plan poučavanja i radni listići za učenje teme *Ekstremna staništa*

Tematska cjelina
Prilagodbe na ekstremne uvjete života
Nastavna tema
Ekstremna staništa
Cilj nastavne teme
Učenici će se pomoći videozapisa i dodatnih izvora informacija upoznati s primjerima ekstremnih staništa u Hrvatskoj; cretovi, Đurđevački pijesci, Dravska poplavna šuma i otok Palagruža.

Upoznati će se s abiotičkim i biotičkim čimbenicima na tim staništima, prisutnim biljnim i životinjskim vrstama te njihovima prilagodbama na uvjete okoliša.

Samostalnim istraživačkim radom učenici će simulirati uvjete na ekstremnih staništima Hrvatske.

Ključni pojmovi	Temeljni koncepti
ekstremna staništa, životni uvjeti, metabolizam, fotosinteza, halofiti, higrofiti, osmoza, osmolarnost, izotoničnost	B.1.1. Homeostaza na razini stanice B.2.2. Prilagodljivost D.1.2. Metodologija bioloških istraživanja
Kontekst poučavanja koncepta	
Prilagodbe organizama i održavanje homeostaze na različitim staništima: pješčara, cret, poplavna šuma, krški otok.	

Odgojno-obrazovni ishodi	
BIO SŠ A.3.1.	Povezuje pojavu novih svojstava s usložnjavanjem stanice objašnjavajući specijalizaciju stanica u složenijim sustavima
BIO SŠ B.3.1.	Analizira regulacijske mehanizme održavanja homeostaze na razini stanice i organizma.
BIO SŠ D.3.1	Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja kritički prosuđujući rezultate i opisuje posljedice razvoja znanstvene misli tijekom povijesti
OOO Primjeri:	
OŠ PRI A.5.1. Učenik objašnjava temeljnu građu prirode	
BIO OŠ B.8.4. Povezuje različite načine razmnožavanja organizama s nasleđivanjem roditeljskih osobina i evolucijom.	
BIO SŠ C.3.2. Analizira principe iskorištavanja energije na razini stanice.	
Ishodi razrade/aktivnosti	
BIO SŠ A.3.1.1. Povezuje građu i uloge staničnih dijelova.	
BIO SŠ D.3.1.1. Prikuplja podatke uz donošenje zaključaka tijekom učenja i poučavanja.	
BIO SŠ B.3.1.4. Objasnjava utjecaje abiotičkih i biotičkih čimbenika na homeostazu stanice i organizma opisujući njihov odgovor.	
BIO SŠ D.3.1.2. Kreira nacrt istraživanja procjenjujući primjerenost i znanstvenu korektnost predložene metodologije.	
BIO SŠ D.3.1.2. Kreira nacrt istraživanja procjenjujući primjerenost i znanstvenu korektnost predložene metodologije.	
BIO SŠ D.3.1.3. Obraduje podatke uz odgovarajuću kvalitativnu i kvantitativnu analizu.	
BIO SŠ D.3.1.4. Raspravlja o prikazanim i opisanim rezultatima uz donošenje argumentiranih zaključaka.	

Tijek Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata)	Trajanje (u pojedinačnim satima PS / blok satima BS)	BS	
BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI (uz istraživanje na nastavi)	min
1. - 2.	POČETNI DIO	Učenici rješavaju radni listić A , samostalno u za to predviđeni prostor crtaju ekstremno stanište i detaljno ga opisuju. Daroviti ili zainteresirani učenici umjesto osnovnih zadataka rješavaju zadatke s oznakom D. U paru komentiraju pojam ekstremna staništa te navode primjere.	5
	SREDIŠNJI DIO	Đurđevački pijesci (Radni listić B) Učenici pomoću videozapisa samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću B. Cretovi (Radni listić C) Učenici pomoću videozapisa samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću C.	40
	ZAVRŠNI DIO	Nastavnik s učenicima komentira zadatke s radnog listića-glavne karakteristike staništa i prilagodbe na staničnoj razini	35
3. - 4.	POČETNI DIO	-nastavak rada s prethodnog sata	10
	SREDIŠNJI DIO	Dravska poplavna šuma (Radni listić D) Učenici pomoću videozapisa samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću D. Otok Palagruža (Radni listić E) Učenici pomoću videozapisa, dostupne literature i udžbenika samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću E.	40
	ZAVRŠNI DIO	Nastavnik s učenicima komentira zadatke s radnih listića - glavne karakteristike staništa i prilagodbe na staničnoj razini. Nastavnik daje upute učenicima o tijeku rada na idućim satima i što trebaju donijeti od pribora kako bi taj rad bio izvediv. Nastavnik dijeli učenike u grupe po 5 učenika.	35
5.	POČETNI DIO	Učenici čitaju radni listić F koji sadrži upute za praktičan uradak u obliku kratkog istraživačkog rada. Učenici se organiziraju u grupe.	10

	SREDIŠNJI DIO	Učenici u grupama od 5 učenika izrađuju staništa tako da svaki učenik izradi po jedno stanište (puštinjsko, poplavno, bogato solju, kiselo i prirodno stanište odabrane biljne vrste koju će grupe istraživati.	25
	ZAVRŠNI DIO	Nastavnik učenicima daje upute i naputke na što treba obratiti pažnju kod izrade prezentacija u obliku prezentacije ili plakata ili izvješća o istraživačkom radu koje će započeti izvoditi idući sat (za minimalno 10 dana) te kako se što adekvatnije pripremiti za izradu prezentacije na idućem satu. Napomena: Upute nastavnici daju tijekom sata, a učenici svoj praktičan uradak završavaju u grupama na sljedećem satu kao i analizu i izradu prezentacije, no kod kuće trebaju pripremili sheme za izradu prezentacije/plakata kako bi što efikasnije radili na sljedećem satu. Učitelj se može dogovoriti s učenicima da mjerena i opažanja obavljaju u više navrata tijekom trajanja istraživanja, a učenici trebaju podijeliti zaduženja unutar grupe.	10
6.	POČETNI DIO	Učenici u grupama mjere zavisne varijable u svojim uzorcima.	10
	SREDIŠNJI DIO	Učenici u grupi analiziraju svoje podatke za svako stanište te ih uspoređuju i izrađuju prezentaciju. Učenici pišu zaključak i diskusiju.	20
	ZAVRŠNI DIO	Nastavnik objašnjava učenicima kako će evaluirati njihove rade te dogovara način prezentiranja na BUBO forumu. Ostali učenici trebaju proučiti plakate/prezentacije drugih grupa uz procjenu prema kriterijima vršnjačke procjene.	5

Tijek Artikulacija (pregledni nacrt nastavnog sata)		Trajanje (u pojedinačnim satima PS /blok satima BS)	BS
BR. SATA	DIO SATA	HODOGRAM AKTIVNOSTI (uz samostalno istraživanje kod kuće)	min
	PRIJE NASTAVE	Nastavnik daje kratke upute učenicima o tijeku rada na idućim satima i što trebaju donijeti od pribora kako bi taj rad bio izvediv.	5
1. - 2.	POČETNI DIO	Učenici samostalno rješavaju radni listić A , u za to predviđeni prostor crtaju ekstremno stanište i detaljno ga opisuju. Daroviti ili zainteresirani učenici umjesto osnovnih zadataka rješavaju zadatke s oznakom D. U paru komentiraju pojam ekstremna staništa te navode primjere.	5
	SREDIŠNJI DIO	Učenici čitaju radni listić F koji sadrži upute za praktičan uradak u obliku kratkog istraživačkog rada. Učenici samostalno izrađuju 5 staništa Nastavnik učenicima daje upute i naputke na što treba paziti kod mjerjenja koje će izvoditi kod kuće, kako izraditi tablice, kako analizirati podatke te kako te iste podatke grafički prikazati. Nastavnik učenicima daje upute i naputke na što treba obratiti pažnju kod pisanje zaključaka i diskusije. Nastavnik učenicima daje upute i naputke na što treba obratiti pažnju kod izrade prezentacija u obliku prezentacije ili plakata ili izvješća o istraživačkom radu. Nastavnik objašnjava učenicima kako će evaluirati njihove rade. Napomena: upute nastavnici daju na satu a učenici svoj praktičan uradak kao i analizu i pisanje prezentacije izvode kod kuće. Nakon završetka istraživanja, nastavnik vrednuje rade učenika pri čemu bilježi uočene probleme i eventualne miskoncepcije kako bi ih mogao ispraviti tijekom poučavanja u nastavku.	10 35 20 10 10 5 Dz-6 sati
3. - 4.	POČETNI DIO	Nastavnik vodi razgovor o uspjehu praktičnog rada i problemima tijekom njihove izvedbe. Učenici sistematiziraju zajedničke zaključke opažanja tijekom provedbe istraživanja, uz poveznicu na staničnu razinu organizama koje su koristili u istraživanju. Učenici daju primjere staništa kojima bi odgovarali uvjeti u njihovom istraživanju. Nastavnik najavljuje detaljnije upoznavanje staništa pri čemu za promatranje videoa koji su osnova poučavanju određuje kao organizator pažnje zabilješke sličnosti promatranog staništa s uvjetima u njihovu provedenom istraživanju.	5
	SREDIŠNJI DIO	Đurđevački pijesci (Radni listić B) Učenici pomoću vide Zapisa samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću B. Nakon rješavanja zadataka, učenici se uz vodstvo nastavnika osvrću na zabilješke iz organizatora pažnje i rezultate istraživanja te analiziraju uzroke uspješnosti održavanja životnih uvjeta tijekom istraživanja i uzgoja biljke kao i posljedice uz ostvarene rezultate na staničnoj razini biljaka u istraživanju. Cretovi (Radni listić C)	40 35

		Učenici pomoću videozapisa samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću C. Nakon rješavanja zadatka, učenici se uz vodstvo nastavnika osvrću na zabilješke iz organizatora pažnje i rezultate istraživanja te analiziraju uzroke uspješnosti održavanja životnih uvjeta tijekom istraživanja i uzgoja biljke kao i posljedice uz ostvarene rezultate na staničnoj razini biljaka u istraživanju.	
	ZAVRŠNI DIO	Učenici uz vodstvo nastavnika komentiraju zadatke s radnog listića uz poveznice na rezultate provedenih istraživanja.	10
5. -	POČETNI DIO	Učenici sistematiziraju do sada uočene glavne karakteristike staništa i prilagodbe na staničnoj razini.	
6.	SREDIŠNJI DIO	<p>Dravska poplavna šuma (Radni listić D) Učenici pomoću videozapisa samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću D. Nakon rješavanja zadatka, učenici se uz vodstvo nastavnika osvrću na zabilješke iz organizatora pažnje i rezultate istraživanja te analiziraju uzroke uspješnosti održavanja životnih uvjeta tijekom istraživanja i uzgoja biljke kao i posljedice uz ostvarene rezultate na staničnoj razini biljaka u istraživanju.</p> <p>Otok Palagruža (Radni listić E) Učenici pomoću videozapisa, dostupne literature i udžbenika samostalno rješavaju pitanja na radnom listiću E. Nakon rješavanja zadatka, učenici se uz vodstvo nastavnika osvrću na zabilješke iz organizatora pažnje i rezultate istraživanja te analiziraju uzroke uspješnosti održavanja životnih uvjeta tijekom istraživanja i uzgoja biljke kao i posljedice uz ostvarene rezultate na staničnoj razini biljaka u istraživanju.</p>	40
	ZAVRŠNI DIO	Učenici uz vodstvo nastavnika komentiraju zadatke s radnog listića uz poveznice na rezultate provedenih istraživanja. Nastavnik sistematizira glavne karakteristike staništa i prilagodbe na staničnoj razini uz provjeru uočenih miskoncepcija tijekom provedbe istraživanja.	10 5



EKSTREMNA STANIŠTA

Biologija uz BUBO u 3. razredu srednje škole
Priručnik za poučavanje i učenje

Radni listić (A)

U predviđeni prostor skicirajte kako zamišljate ekstremno stanište. Prilikom skiciranja budite što detaljniji i opišite što veći broj abiotičkih i biotičkih čimbenika na tom staništu.

1. Opis staništa.

2. U paru prokomentirajte što su ekstremna staništa te navedite barem tri primjera.

Ovom virtualnom terenskom nastavom posjetit ćemo četiri primjera ekstremnih staništa u Hrvatskoj. To su: otok Palagruža, Đurđevački pijesci, cretovi u Gorskem kotaru te poplavna dravska šuma u Legradu (radni listići od B-E) .

Po završenoj virtualnoj terenskoj nastavi izraditi ćete kratak istraživački rad čije će te rezultate prezentirati nastavniku ili razredu u vama odabranom obliku (radni listić F)



Slika 1. Slijepa karta Hrvatske [karta-hrvatske.com.hr (bez dat.)]

Izvori:

- karta-hrvatske.com.hr [Slika] (bez dat.) preuzeto 12.12.2021, <https://karta-hrvatske.com.hr/slijepa-karta-hrvatske>
Šafarek G. (2021). *Cretovi*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/cretovi>
Šafarek G. (2018). *Đurđevački (Podravski) pijesci – Hrvatska Sahara*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/2018/03/31/podravski-pijesci-hrvatska-sahara/>
Šafarek G. (2018). *Palagruža – najudaljeniji pučinski otok*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/2018/07/27/palagruza-najudaljeniji-pucinski-otok/>
Šafarek G. (2019.). *Prašuma ili džungla*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/2019/02/26/prasuma-ili-dzungla/>



Radni listić (B)
Durđevački pijesci



Na portalu **Priroda Hrvatske** putem sljedeće poveznice:
<https://prirodahrvatske.com/2018/03/31/podravski-pijesci-hrvatska-sahara/> ili
skeniranjem QR koda upoznajte **Đurđevačke pijeske** te uz praćenje videozapisa i
popratnog teksta, odgovorite na sljedeća pitanja

1. Ispunite sljedeću tablicu tako da navedete ekološke čimbenike na Đurđevačkim pijescima.

Abiotički čimbenici	Biotički čimbenici

2. Na temelju videozapisa ispunite sljedeću tablicu vezanu za biljne vrste prisutne na Đurđevačkim
pijescima i navedite njihove prilagodbe.

Biljne vrste	Prilagodbe

Vegetacija prirodno prisutna na pješčanoj podlozi naziva se psamofilna vegetacija, a biljke psamofiti ili biljke pješčarke.

3. Proučite slikovni prikaz prilagodbe korijena biljaka s obzirom na uvjete u kojima biljke žive. Objasnite kako odnos površine i volumena korijena utječe na njegovu efikasnost upijanja vode.



Slika 1. Flora psamofita Durđevačkih pijesaka (Ređep, 2017, str. 17)

4. Specifična vrsta na Đurđevačkim pijescima je sivkasta gladica (*Corynephorus canescens* L.).



Slika 2. Sivkasta gladica (*Corynephorus canescens* L.) (<https://commons.wikimedia.org>)

a) Lišće sivkaste gladice (*Corynephorus canescens* L.) je smotano, ima dlake i prekriveno je voskom. Objasnite kako te prilagodbe utječu na proces transpiracije.

b) Sivkasta gladica raste u busenima. Koja je prednost takvog rasta?

5. Vrsta prisutna na Đurđevačkim pijescima je i crnkasta sasa (*Pulsatilla pratensis* ssp. *nigricans*). Proučite fotografiju te vrste i pročitajte više o njoj na sljedećem linku:

<https://prirodahrvatske.com/2020/02/11/crnkasta-sasa-jedan-od-dragulja-hrvatske-flore/> ili skreniranjem QR koda.

Navedite prilagodbe koje je razvila crnkasta sasa (*Pulsatilla pratensis* ssp. *nigricans*) za opstanak na pjeskovitim staništima.

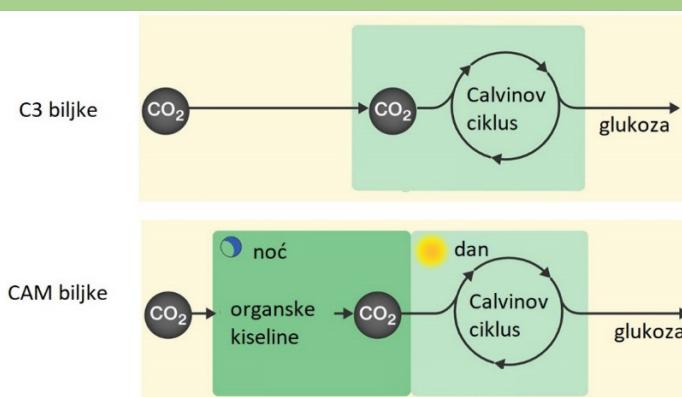


Slika 3. Crnkasta sasa (*Pulsatilla pratensis* ssp. *nigricans*) (<https://prirodahrvatske.com>)

6. Navedite naziv skupine biljaka koje žive u sušnim staništima.

7. Neke biljke sušnih područja razvile su i poseban mehanizam provođenja procesa fotosinteze. Proučite slikovni prikaz i odgovorite na pitanja.

CAM je skraćenica od **Crassulacean Acid Metabolism**.



Slika 4. Proces fotosinteze u C3 biljaka i CAM biljaka (www.coursehero.com/sg/cell-biology/alternative-mechanisms-of-photosynthesis/)

a) Usporedite proces fotosinteze u C3 i CAM biljaka.

b) Objasnite zašto su CAM biljke razvile prikazan mehanizam procesa fotosinteze.

c) Kako im ta prilagodba pomaže u preživljavanju?

d) Navedite primjere CAM biljaka.

Izvori:

Šafarek G. (2018). *Durđevački (Podravski) pijesci – Hrvatska Sahara*, preuzeto 20.12.2021. s <https://prirodahrvatske.com/2018/03/31/podravski-pijesci-hrvatska-sahara/>

Redep, Tea (2017): Flora Đurđevačkih pijesaka, diplomski rad, <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:217:377654>

Sivkasta gladica [Slika] (bez dat.) preuzeto 04.01.2022 s https://commons.wikimedia.org/wiki/File:20190313_Corynephorus_canescens_3.jpg

Crnkasta sasa [Slika] (bez dat.) preuzeto 20.12.2021 <https://prirodahrvatske.com/2020/02/11/crnkasta-sasa-jedan-od-dragulja-hrvatske-flore/>

Proces fotosinteze u C3 i CAM biljaka [Slika] (bez dat.) preuzeto i preuređeno 05.01.2022 s www.coursehero.com/sg/cell-biology/alternative-mechanisms-of-photosynthesis/

Radni listić (C)
Cretovi

Na portalu **Priroda Hrvatske** putem sljedeće poveznice:
<https://prirodahrvatske.com/cretovi/> ili skeniranjem QR koda upoznajte cretove te uz praćenje videozapisa odgovorite na sljedeća pitanja.



1. Što su cretovi i koja je njihova važnost za bioraznolikost Hrvatske?

2. Ispunite sljedeću tablicu tako da navedete ekološke čimbenike u cretovima.

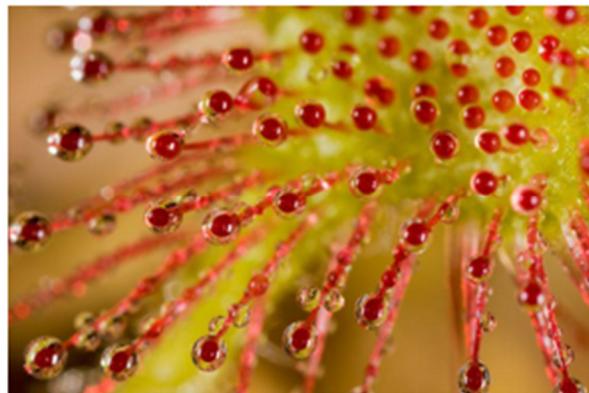
Abiotički čimbenici	Biotički čimbenici

3. Navedite biljne vrste prisutne u cretovima.

4. Uz pomoć videozapisa upoznajte i biljke mesožderke ili karnivorne biljke koje žive u cretovima i odgovorite na sljedeća pitanja.



a)



b)

Slika 1. a) Alpska tustica (*Pinguicula alpina*) (autorski rad Mihaela Marceljak Ilić) b) Okruglolisna rosika (*Drosera rotundifolia*) (<https://prirodahrvatske.com>)

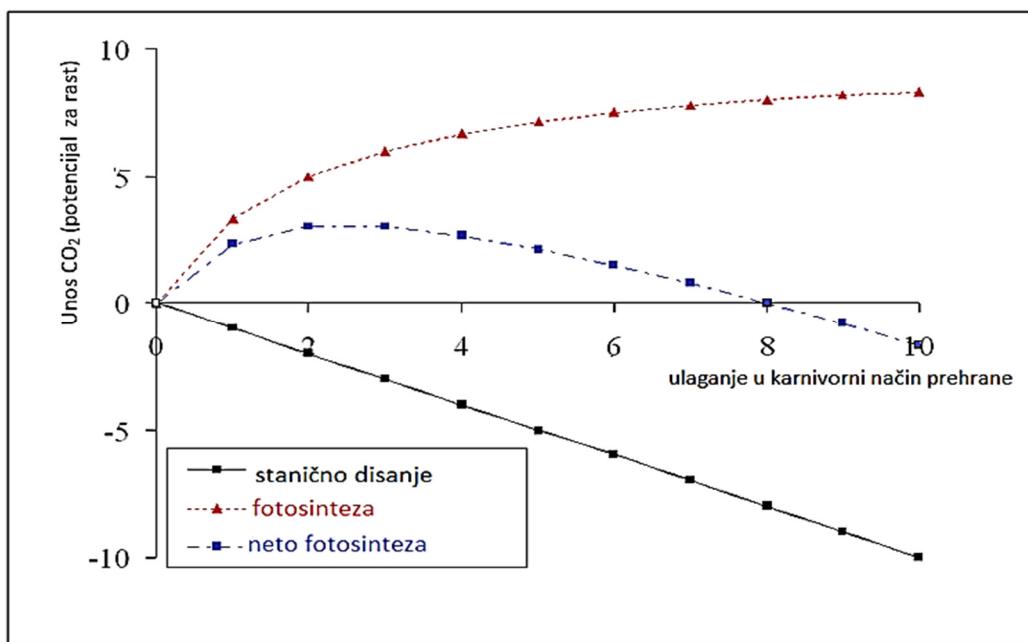
- a) Obrazložite jesu li biljke mesožderke autotrofni ili heterotrofni organizmi.

b) Objasnite zbog čega biljke mesožderke love male životinje.

c) Biljke mesožderke posjeduju zamke pomoću kojih love male životinje. Preobrazbom kojeg vegetativnog dijela biljke su nastale te zamke?

d) Navedite dodatne prilagodbe biljki mesožderki za lov.

5. Proučite sljedeći grafički prikaz i odgovorite na sljedeća pitanja.



Slika 2. Povezanost potrošnje ugljikova dioksida i ulaganja u karnivorni način prehrane na dobro osvjetljenim staništima (<https://commons.wikimedia.org>)

a) Kako ulaganje energije u izgradnju zamki za lovljenje kukaca utječe na intenzitet fotosinteze? Obrazložite svoj odgovor koristeći se podacima iz grafičkog prikaza.

b) Dušik koji su biljke dobile razgradnjom plijena koristi se za stvaranje klorofila i RUBISCA. Kako to utječe na intenzitet fotosinteze? Objasnite svoj odgovor.

6. Rod specifičan za cretove je *Sphagnum* čiji je napoznatiji predstavnik mah tresetar (*Sphagnum sp.*).



Slika 3. Mah tresetar (*Sphagnum sp.*) (prirodahrvatske.com/cretovi/)

a) Navedite prilagodbe stаница maha tresetara na život u kiselim uvjetima.

b) Objasnite što je treset i kako nastaje?

Izvori:

Šafarek G. (2021). *Cretovi*. Preuzeto 20.12.2021. s <https://prirodahrvatske.com/cretovi>

Okrugolisna rosika [Slika] (bez dat.) preuzeto 12.12.2021. s <https://prirodahrvatske.com/2020/03/08/okrugolisna-rosika-biljka-mesozderka/>

Slika 2. [Slika] (bez dat.) preuzeto 12.12.2021. s https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Carnivorous_plant_model_1.png

Mah tresetar [Slika] (bez dat.) preuzeto 12.12.2022 s <https://prirodahrvatske.com/cretovi/>



Radni listić (D)
Poplavna dravska džungla

Putem sljedeće poveznice:

<https://youtu.be/3qNG1XWSWXI> ili skeniranjem QR koda upoznajte Hrvatsku džunglu te uz praćenje videozapisa, odgovorite na sljedeća pitanja.



1. Opisite razliku u pojmovima džungla i prašuma.

2. Ispunite sljedeću tablicu tako da opišete čimbenike koji vladaju u poplavnoj dravskoj džungli.

Abiotički čimbenici	Biotički čimbenici

3. Što je Veliki Pažut i opišite njegovu važnost za živi svijet koji tamo živi?

4. Opišite ulogu odumrlih stabala koja su prisutna u prašumi.

5. Navedite najvažnije biljne i životinjske vrste Poplavne dravske džungle.

Biljne vrste	Životinjske vrste

6. Gavez (*Symphytum officinale* L.) se smatra ljekovitom biljkom i ima široku primjenu u tradicionalnoj medicini. Istražite i navedite u kojim staničnim organelama i strukturama se pohranjuju ljekovite tvari i kakva je njihova primjena u medicini.

7. Navedite razlike između komarca (*Aedes sp.*) i komara (*Tipula sp.*).

8. Skicirajte cvat udikovine (*Viburnum sp.*) i obrazložite na koji način je cvat prilagođen za oprašivanje kukcima.

9.1. Prema priručniku za praćenje komaraca izrađena je sljedeća tablica (*Monitoring u integriranom sustavu kontrole komaraca*). Proučite tablicu i odgovorite na popratna pitanja.

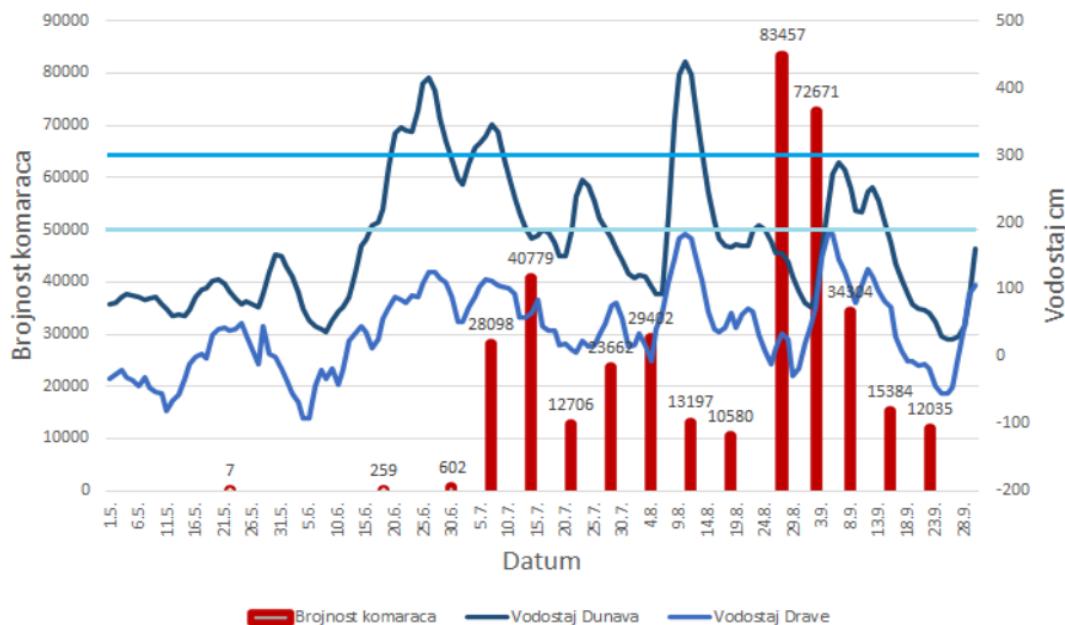
Skupina komaraca	Vrsta A	Vrsta B
porijeklo	Iz Kanade, rasprostranjeni širom svijeta	Jugoistočna Azija, rasprostranjeni širom svijeta
veličina	srednji (od 4-10 mm), mužjaci i ženke približno iste veličine	srednje veliki komarci (do 10 mm), mužjaci manji od ženke
izgled	tamnosmeđi	Prugastog tijela (kombinacija crno-bijele boje)
obilježja	ženke polažu jaja pojedinačno, direktno na vlažno tlo koje će biti potopljeno vodom, jaja mogu preživjeti zimu, u prosjeku ženka položi 43 jaja i to 5-10 dana nakon krvnog obroka, ženke žive oko 3 tjedna	ženke žive duže od mužjaka, vrijeme od izlijeganja do prvog obroka traje 2-3 dana, odjednom mogu položiti od 42-80 jaja
aktivni	najaktivniji u sumrak i svitanje, od travnja do rujna	tijekom cijelog dana, od svibnja do studenog

a) Koja vrsta komaraca predstavlja invazivnu vrstu? Obrazložite svoj odgovor.

b) Proučite pažljivo razdoblje u kojem su aktivne populacije ovih dviju vrsta komaraca. S obzirom na razdoblje aktivnosti, koja je vrsta komaraca u prednosti i zbog čega? Obrazložite.

c) Kakvu ulogu imaju stanice krvi drugih organizama na preživljavanje komaraca? Obrazložite svoj odgovor.

9.2. Na sljedeća pitanja odgovorite uz pomoć grafičkog prikaza i prethodne tablice.



Slika 1. Brojnost odraslih komaraca u odnosu na vodostaj Drave i Dunava tijekom 2020. godine (kritična granica plavljenja za Dunav – 300 cm, kritična granica plavljenja za Dravu – 200 cm)

d) Kojeg datuma je brojnost komaraca najveća?

e) Zašto u pravilu dolazi do povećanja broja jedinki komaraca nakon što je nekoliko dana prije dosegnut maksimum vodostaja? Obrazložite svoj odgovor.

f) Možete li na temelju podataka u tablici i grafičkog prikaza prepostaviti koja vrsta komaraca je dominantna na području Drave i Dunava? Obrazložite svoj odgovor.

Literatura:

Šafarek G. (2019) Prašuma ili džungla? Preuzeto 29.12.2021. s <https://prirodahrvatske.com/2019/02/26/prasuma-ili-dzungla/>
Turic N., Vrućina I., Stanić I., Bekina H. (2021) Monitoring u integriranom sustavu kontrole komaraca. Priručnik sa smjernicama jedinicama lokalne samouprave za provedbu kontrole komaraca. Preuzeto 29.12.2021. s <https://www.zzjzosijek.hr/images/uploaded/informacije/prirucnik-monitoring-2021.pdf>

Radni listić (E)

Otok Palagruža - krš i sol

Na portalu Priroda Hrvatske putem sljedeće poveznice:
<https://prirodahrvatske.com/2018/07/27/palagruza-najudaljeniji-pucinski-otok/>

ili skeniranjem QR koda upoznajte Palagružu te uz praćenje videozapisa, odgovorite na sljedeća pitanja.



1. Po čemu je stanište (kopneni dio otoka) poseban otok Palagruže?

2. Objasnite zbog čega na otoku Palagruži ima velik broj endemske vrste .

3. Navedite najvažnije biljne i životinjske vrste na otoku Palagruži.

Biljne vrste	Životinjske vrste

4. Zabilježite u tablicu kakvi ekološki uvjeti dominiraju na kopnu otoka Palagruža?

Abiotički uvjeti	Biotički uvjeti

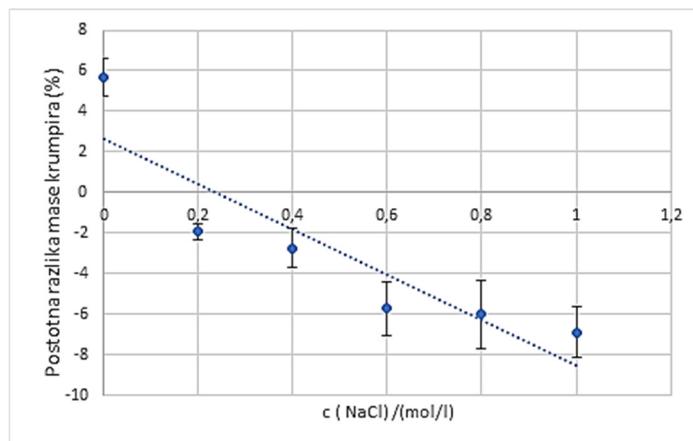
Vegetacija prirodno prisutna na podlozi bogatoj topivim solima naziva se halofilna vegetacija, a biljke halofiti ili slanuše.

5. Navedite prilagodbe biljnih organizama na ovakve kopnene uvjete.

6. Navedite prilagodbe životinjskih organizama na ovakve kopnene uvjete.

7. Prema vašem mišljenju postoji li veza između prilagodbe organizama na život na otoku s energetskom učinkovitošću. Objasnite svoju tvrdnju.

8. Graf 1 prikazuje promjenu mase gomolja krumpira u različitim koncentracijama otopine soli natrijeva klorida. Krumpir je rastao u uvjetima bez prisustva otopljenih soli u tlu.
Proučite graf i odgovorite na pitanja.



Graf 1: Grafički prikaz ovisnosti postotne razlike mase i koncentracije otopine natrijeva klorida

8.1 Iz grafa očitajte koncentraciju soli pri koja je izotonična staničnoj tekućini u gomolju krumpira.

8.2 Imajući na umu da su biljke na Palagruži halofilne pokušajte odrediti koja otopina bi bila izotonična staničnoj tekućini u gomoljima koje te biljke razvijaju. Obrazložite svoj odgovor koristeći dodatnu literaturu i udžbenik iz biologije.

EKSTREMNA STANIŠTA

Radni listić (A) D

Ovom virtualnom terenskom nastavom posjetit ćemo četiri primjera ekstremnih staništa u Hrvatskoj. To su: otok Palagruža, Đurđevački pijesci, cretovi u Gorskem kotaru te poplavna dravska šuma u Legradu.



Slika 1. Slijepa karta Hrvatske [karta-hrvatske.com.hr (bez dat.)]





Zadatak:

Na karti Hrvatske (<https://www.google.com/maps>) pronađite zadane lokalitete i za svaki od njih odredite i opišite:

- 1) Geografski položaj unutar Republike Hrvatske
- 2) Najznačajnije reljefne i klimatske karakteristike
- 3) Gps koordinate u HTRS sustavu
- 4) Najkraći put do tamo od mesta u kojem živite (odaberite prijevozno sredstvo po želji)

Upišite sve u tablicu:

lokalitet	položaj	klima i reljef	koordinate	upute - put
Đurđevački pijesci				
Gorski kotar - cretovi				
Dravska šuma - Legrad				
Palagruža				

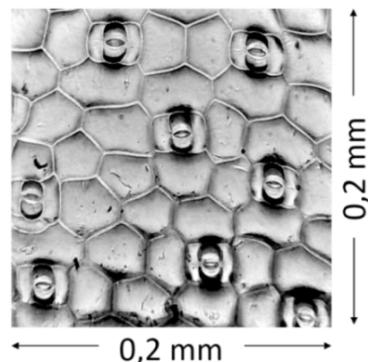
Izvori:

karta-hrvatske.com.hr [Slika] (bez dat.) preuzeto 12.12.2021, <https://karta-hrvatske.com.hr/slijepa-karta-hrvatske>
Šafarek G. (2021). *Cretovi*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/cretovi>
Šafarek G. (2018). *Đurđevački (Podravski) pijesci – Hrvatska Sahara*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/2018/03/31/podravski-pijesci-hrvatska-sahara/>
Šafarek G. (2018). *Palagruža – najudaljeniji pučinski otok*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/2018/07/27/palagruza-najudaljeniji-pucinski-otok/>
Šafarek G. (2019.). *Prašuma ili džungla*. priroda hrvatske.com. Preuzeto 20.12.2021. <https://prirodahrvatske.com/2019/02/26/prasuma-ili-dzungla/>

Radni list (B) D

Slika prikazuje dio naličja lista s pučima. Puči su otvori na listu kroz koje biljka izmjenjuje plinove i vodenu paru. Analizirajte sliku i odgovorite na pitanja.

- Izračunajte broj puči na 1 mm^2 kod ovog lista.



- Potražite na internetu tri vrste biljaka koje žive na različitim staništima i ispunite tablicu u nastavku.

	Broj puči na 1 mm^2 lista	
	lice	naličje
Vrsta tropskog područja:		
Vrsta umjerenog područja (umjereni pojas):		
Vrsta suhog područja (pustinja, polupustinja):		

- Prema podacima iz tablice zaključite na kojem bi staništu mogla živjeti vrsta čiji je list na slici. Objasnite svoj odgovor.
- Navedite i objasnite još jednu prilagodbu vezanu uz puči koja bi mogla sprečavati prekomjerno isparavanje vode s listova biljaka koje žive na suhim staništima.

Radni listić (C) D

Jeste li čuli za „Tijela iz močvare“ (eng. *bog bodies*)? Evo nekoliko primjera:

- *Bocksten Man*, tijelo muškarca (od 1290. do 1430. godine), pronađeno 1936. g. u Varbergu, Švedska
- *Tollund Man*, tijelo muškarca (oko 400. p.n.e.), pronađeno 1950. g. u Jutlandu, Danska
- *Lindow Man*, tijelo muškarca (od 2. p.n.e. - 119. g.), pronađeno 1984. g. u Cheshireu, Engleska
- *Haraldskær Woman*, tijelo žene (oko 490. p.n.e.), pronađeno 1835. g. u Jutlandu, Danska
- *Uchter Moor Girl*, tijelo djevojke (između 764. i 515. p.n.e.), pronađeno 2000. g. u Uchtem, Njemačka



Slika 1. *Tollund Man* (Autor: Christian Als, <https://www.smithsonianmag.com/science-nature>)

Istražite navedene primjere, analizirajte sličnosti i razlike među njima te odgovorite na pitanja u nastavku.

Koji su abiotički uvjeti i vegetacijski pokrov zajednički svim lokalitetima na kojima su pronađena ova tijela?

Neka od ovih tijela su poprilično stara. U kakvom su stanju?

Na radnom listu C analizirali ste prilagodbe maha tresetara (*Sphagnum sp.*) i nastanak tresetišta. Na temelju tih spoznaja objasnite očuvanost tijela iz močvare.

Literatura:

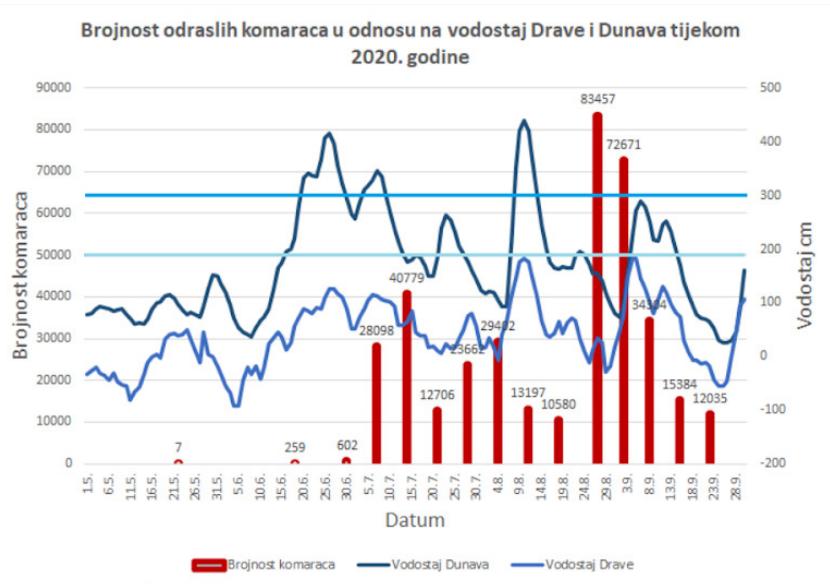
Levine, J. (2017) Europe's Famed Bog Bodies Are Starting to Reveal Their Secrets, Smithsonian Magazine. Preuzeto

13.1.2022. s <https://www.smithsonianmag.com/science-nature>

Slika 1. Tollund Man, preuzeto 13.1.2022. s <https://www.smithsonianmag.com/science-nature/europe-bog-bodies-reveal-secrets-180962770/>

Radni list (D) D

Razvoj ličinke komarca do odrasle jedinke traje u prosjeku dva tjedna, a može ovisiti o temperaturi vode, količini hrane, vrsti komarca i brojnosti predatora. Slika u nastavku prikazuje ovisnost brojnosti odraslih komaraca o vodostaju Drave i Dunava tijekom 2020. godine.



Slika 1. Brojnost odraslih komaraca u odnosu na vodostaj Drave i Dunava tijekom 2020. godine (kritična granica plavljenja za Dunav – 300 cm, kritična granica plavljenja za Dravu – 200 cm)

Analizirajte još jednom grafički prikaz s radnog listića D i odgovorite na pitanja u nastavku.

- Izračunajte za koliko postotaka se povećao broj odraslih komaraca krajem kolovoza u odnosu na mjerjenje samo 10 dana prije toga.

-
-
-

- Pomoću podataka s grafa matematički dokažite odgovor na pitanje 2.

- Predvidite što bi se dogodilo s brojnošću odraslih komaraca kada tijekom jedne godine nijedna od navedenih rijeka ne bi prošla kritičnu granicu plavljenja. Objasnite odgovor koristeći podatke s grafa.

Radni listić (E-d)

Kaukal (*Calonectris diomedea*) je ptica otvorenog mora koja na kopno dolazi tek u vrijeme gniježđenja (slika 1. i 2.). Rasprostranjen je na području Sredozemnog mora i istočnog Atlantskog oceana, a prikladne pučinske otoke pronašao je i kod nas. Lastovski arhipelag, Sušac, Sveti Andrija i **Palagruža** broje 1200 do 1750 parova. Detaljnije proučite tekst o ovoj ptici na <http://www.lifeartina.eu/kaukal/>.



Slika 1. Kaukal (*Calonectris diomedea*) na gnijezdu (G. Šafarek, <http://www.lifeartina.eu/slike/#lg=1&slide=7>)



Slika 2. Kaukal (*Calonectris diomedea*) u letu (B. Ječmenica, <http://www.lifeartina.eu/slike/#lg=1&slide=1>)

Kaukal je ptica izvrsno prilagođena na život uz more i gniježđenje na otocima. Nabrojite pet osobina koje podupiru ovu tvrdnjnu i objasnite kako one omogućuju život u ekstremnim uvjetima za ptice.

prilagodba	objašnjenje

Koji status zaštite ima ova ptica u Hrvatskoj i koji su razlozi njezine ugroženosti?

Predložite koje bismo radnje mogli poduzeti kako bi se povećala brojnost populacije kaukala u Republici Hrvatskoj.

Izvori:

BIOM (2018.) Kaukal, preuzeto 13.1.2022. s <http://www.lifeartina.eu/kaukal/>

Slika 1. Goran Šafarek, preuzeto 13.1.2022. s <http://www.lifeartina.eu/slike/#lg=1&slide=7>

Slika 2. Biljana Ječmenica, preuzeto 13.1.2022. s <http://www.lifeartina.eu/slike/#lg=1&slide=1>

Radni listić (F)

Praktičan rad uz terensku nastavu Ekstremna staništa - rad u grupi

Dragi učenici, kroz virtualno putovanje na terenskoj nastavi Ekstremna staništa mogli ste naučiti mnogo o prilagodbama organizama i njihovih stanica na slana, pustinjska i poplavna staništa te staništa kiselog tla.

Sada je vrijeme da stečene spoznaje primijenite izradom kratkog istraživačkog rada.

Predlažemo da samostalno osmislite malo istraživanje kojim ćete upoznati kako ekstremni uvjeti utječu na biljne organizme. Nudimo vam nekoliko prijedloga, odaberite jedan od njih ili osmislite i provedite istraživanje prema vlastitoj ideji.

Da biste izradili ovaj eksperimentalni rad potrebno je prvo napraviti mala **samoosdrživa staništa**, tj. mezokozmose ili otvorena staništa koji će imati slične uvjete kao ekstremna staništa iz virtualne terenske nastave. Slika 1. prikazuje dizajn različitih mezokozmosa napravljenih iz priručnog materijala.



Slika 1. Primjer dizajna mezokozmosa na zemlji za cvijeće

Bitno je izraditi **četiri ekstremna staništa i staniše koje ima optimalne uvijete** za razvoj ispitivane biljne vrste.

Cilj: Istražiti kako ekstremni uvjeti na staništu utječu na rast i razvoj odabrane vrste biljaka / odabralih vrsta biljka? Molim popraviti

Materijali i pribor

- Paket sjemena pšenice (graška, leće, ječma) oko 200 sjemenki, mahovina, paprat.....
- 5 istih staklenki od 750 ml (ili 1L) s poklopcom ukoliko stavljate sjeme ili sadite više vrsta biljaka (biljnu populaciju) ili 15 istih staklenki od 750 ml (ili 1L) s poklopcom ukoliko stavljate jednu vrstu biljaka
- podloge: pjesak, šljunak, treset, zemlja za cvijeće;
- priprema otopina za zalijevanje: voda, limunov sok, kuhinjska sol;
- ostali pribor: kuhinjska vaga, menzura, boca prskalica, žlica, ravnalo, mikroskop, samoljepljiva traka, lak za nokte

Prijedlozi istraživanja u grupi

Organizirajte se u grupu od pet članova. Svaki član grupe izrađuje jedno stanište.

1. Pustinjsko stanište
2. Poplavno stanište
3. Staniše bogato solju
4. Kiselo stanište
5. Prirodno stanište odabrane biljne vrste

Sva staništa potrebno je izraditi koristeći **iste materijale za izradu** kao i istu **odabranu biljnu vrstu**. Ono po čemu se staništa moraju razlikovati su abiotički uvjeti koji vladaju u njima.

Ispitivanih **abiotičkih uvjeta** može biti više ili možete odabrati samo jedan koji se razlikuje u svim staništima i onda samo njega promijeniti : raskiseljavanjem ili dodatkom viška vode odnosno nedostatka vode , zasoljivanjem .

Kako biste što bolje dizajnirali svoj mezokozmos potrebno je znati koji su **uvjeti optimalni za rast** vaše odabrane biljne vrste stoga malo proučite literaturu.

Kako bi vaše istraživanje bilo što pouzdanije stavite u mezokozmose **veći broj jedinki** odabrane vrste tj biljnu populaciju ili napravite replike istog staništa.

Nakon što ste dizajnirali svoje mezokozmose bitno je **odrediti što ćete mjeriti** kako biste uvidjeli kakav učinak imaju na vašu biljnu vrstu. Naravno preciznost izmjerenog ovisiti će o **mjernom instrumentu**.

Možete mjeriti utjecaj različitih tipova staništa na: učestalost klijanja, brzinu klijanja, rast biljke, biomasu biljke, površinu biljke raspoloživu za fotosintezu, brojnost puči, broj ili veličinu stanica u vidnom polju na povećanju 100x, osmolarnost stanica biljkena vama je da nakon proučavanja literature **sam odaberete** mjerni instrument i metodu kojom ćete mjeriti. Za što bolju pripremu potražite i adekvatnu literaturu koristeći Internet tražilice ali i udžbenike.

Naputak

Tijekom izrade projekta morate paziti na kontrolne uvjete rada.

Kod sijanja pšenice ili sađenja pazite da obavezno imate replikante.

Vremenski razdoblje trajanja projekta je minimalno 10 dana. Ukoliko imate uvijete postavite timelapse snimanje.

Ne zaboravite kontrolirano zalijevati biljke ukoliko je stanište otvoreno, odnosno, staviti adekvatnu količinu vode ukoliko je stanište u obliku mezokozmosa (zatvoren samoodrživi sustav). Količina vode ovisi o tipu staništa; negdje mora biti samo malo vlage, negdje poplava, negdje blago kisela voda, a negdje samo blago navlaženo kao od kiše.

Zadaci

1. Napišite svoje istraživačko pitanje.
2. Navedite i obrazložite svoju hipotezu.
3. Definirajte zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable
4. U tablicu zabilježite kvantitativne podatke svog istraživanja (udio prokljali biljaka, dužina biljke odn. vaše mjerene parametre) i izračunajte srednje vrijednosti.
5. Zabilježite kvalitativne podatke za svoje stanište (podatke izgleda biljke ili ne brojčane promjene).
6. Objedinite podatke svih staništa
7. Grafički prikažite preračunate rezultate srednjih vrijednosti na milimetarskome papiru ili u Microsoft Excelu ili sličnom programu za obradu i analizu podataka.
8. Analizirajte rezultate tako da donesete zaključak na temelju svojih rezultata te ga usporedite s rezultatima znanstvenika (potražite koristeći <https://scholar.google.com/>) ili teoretskih znanja u udžbeniku. Svoje rezultate povežite i s utjecajem abiotičkih uvjeta staništa na osmolarnost stanica biljke, učestalost fotosinteze, vrstu fotosinteze.
9. Evaluirajte svoj rad tako da navedete dobre strane metode te loše strane metode koje su mogle dati nepouzdane ili nedovoljno precizne podatke. Evaluirajte jesu li vaši kontrolni uvjeti dobro odabrani i adekvatno kontrolirani.
10. Predložite poboljšanja i nadogradnju metode kako bi dala pouzdanije i preciznije rezultate.
11. Napravite popis korištene literature.

12. Poštujući formu istraživačkog rada, prezentirajte svoje rezultate u obliku plakata ili prezentacije poštujući kriterije i pravila pisanja istraživačkog rada, a kriteriji vrednovanja za svaki oblik prezentacije navedeni su u tablici 1.

Kod izrade prezentacije međusobno se dogovorite koji učenik će izraditi koji dio prezentacije

13. Literaturu obavezno navesti koristeći se uputama na sljedećoj stranici:
<https://www.foi.unizg.hr/hr/dokument/foi-preporuke-citiranja-i-referenciranja-primjenom-stila-referenciranja-apa>

14. Svaka grupa će prezentirati svoj rad, ostale grupe će vrednovati sve radove koristeći kriterije tablice

15.* Najbolji uradak će biti ocijenjen.

Tablica 1. Kriteriji za vrednovanje **plakata / prezentacije** istraživačkog projekta

ELEMENTI KOJI SE OCJENJUJU	KRITERIJI ZA VREDNOVANJE PLAKATA/PREZENTACIJE	5	4	3	2	1
SADRŽAJ PLAKATA / PREZENTACIJE	Plakat /prezentacija sadrži sva poglavija (uvod, metode rada, rezultate, raspravu, zaključke, literaturu) koja su sažeto, pregledno i jasno opisana, bez pojašnjavanja autora.	Nedostaje opis samo jednog poglavlja, ali se može pratiti bez pojašnjavanja autora.	Sadrži djelomični opis poglavlja koja nije moguće pratiti bez pojašnjavanja autora.	Nedostaju sažeti opisi do tri poglavlja.	Nedostaje sažeti opis svih poglavlja.	
TOČNOST SADRŽAJA	Tekst plakata / prezentacije sažet je i jezgrovit. Jasno su napisani zaključci te se mogu iščitati bez prisutnosti autora.	Tekst plakata / prezentacije sažet je i jezgrovit, no zaključci nisu jasni i djelomično proizlaze iz sadržaja plakata.	Tekst plakata / prezentacije sažet je i jezgrovit. Zaključci ne proizlaze iz sadržaja plakata.	Tekst plakata / prezentacije nije sažet i jezgrovit. Zaključci ne proizlaze iz sadržaja plakata.	Tekst plakata / prezentacije nije sažet i jezgrovit. Nedostaju zaključci obrađene teme.	
PRIKAZI SLIKA I TABLICA	Točno, označeni prikazi (ispod slike, iznad tablice) i jasno opisani.	Točno, označeni prikazi (ispod slike, iznad tablice), ali nisu jasno opisani.	Djelomično prikazane, dobro označene slike i tablice i jasno opisane.	Djelomično prikazani i označeni prikazi.	Nedostaju jasno opisane slike i tablice. Nisu dobro označeni i opisani prikazi.	
LITERATURA	Točno napisana barem 4/5 literaturna navoda (no bez pravila abecede).	Točno napisana 4/5 literaturna navoda (no bez pravila abecede).	Točno napisana barem 2 literaturna navoda.	Točno napisan barem 1 literaturni navod.	Nedostaje popis literaturnih navoda.	
UREDOST I KREATIVNOST	Plakat/ prezentacija je pregledan, lako se prati i čita i vrlo kreativno osmišljen.	Plakat / prezentacija uglavnom pregledan, lako se prati i kreativno osmišljen.	Plakat / prezentacija se djelomično lako prati i čita. Plakat / prezentacija je djelomično uredan.	Plakat / prezentacija se teže prati i čita te nedostaje kreativnost u osmišljavanju. Plakat/ prezentacija nije u potpunosti uredan.	Plakat / prezentacija nije pregledan i nije kreativno osmišljen. Neuredan plakat/ prezentacija.	
UKUPNO	22-25	18-21	14-17	10-13	1-9	

Radni listić (F)

Praktičan rad uz terensku nastavu Ekstremna staništa - individualan zadatak

Dragi učenici, kroz virtualno putovanje na terenskoj nastavi Ekstremna staništa mogli ste naučiti mnogo o prilagodbama organizama i njihovih stanica na slana, pustinjska i poplavna staništa te staništa kiselog tla.

Sada je vrijeme da stečene spoznaje primijenite izradom kratkog istraživačkog rada.

Predlažemo da samostalno osmislite malo istraživanje kojim ćete upoznati kako ekstremni uvjeti utječu na biljne organizme. Nudimo vam nekoliko prijedloga, odaberite jedan od njih ili osmislite i provedite istraživanje prema vlastitoj ideji.

Da biste izradili ovaj eksperimentalni rad potrebno je prvo napraviti mala **samoodrživa staništa**, tj. mezokozmose ili otvorena staništa koji će imati slične uvjete kao ekstremna staništa iz virtualne terenske nastave. Slika 1. prikazuje dizajn različitih mezokozmosa napravljenih iz priručnog materijala



Slika 1. primjer dizajna mezokozmosa na zemlji za cvijeće

Bitno je izraditi **četiri ekstremna staništa i staniše koje ima optimalne uvijete** za razvoj ispitivane biljne vrste.

Cilj: Istražiti kako ekstremni uvjeti na staništu utječu na rast i razvoj odabrane vrste biljaka / odabralih vrsta biljka?

Materijali i pribor

- Paket sjemena pšenice (graška, leće, ječma) oko 200 sjemenki, mahovina, paprat.....
- 5 istih staklenki od 750 ml (ili 1L) s poklopcom ukoliko stavljate sjeme ili sadite više vrsta biljaka (biljnu populaciju) ili 15 istih staklenki od 750 ml (ili 1L) s poklopcom ukoliko stavljate jednu vrstu biljaka
- podloge: pjesak, šljunak, treset, zemlja za cvijeće;
- priprema otopina za zalijevanje: voda, limunov sok, kuhinjska sol;
- ostali pribor: kuhinjska vaga, menzura, boca prskalica, žlica, ravnalo, mikroskop, samoljepljiva traka, lak za nokte

Prijedlozi samostalnog istraživanja

Sva staništa potrebno je izraditi koristeći **iste materijale za izradu** kao i istu **odabranu biljnu vrstu**. Ono po čemu se staništa moraju razlikovati su abiotički uvjeti koji vladaju u njima.

Ispitivanih **abiotičkih uvjeta** može biti više ili možete odabrati samo jedan koji se razlikuje u svim staništima i onda samo njega promijeniti.

Kako biste što bolje dizajnirali svoj mezokozmos potrebno je znati koji su **uvjeti optimalni za rast** vaše odabrane biljne vrste stoga malo proučite literaturu.



Kako bi vaše istraživanje bilo što pouzданije stavite u mezokozmose **veći broj jedinki** odabrane vrste tј biljnu populaciju ili napravite replike istog staništa.

Nakon što ste dizajnirali svoje mezokozmose bitno je **odrediti što ćete mjeriti** kako biste uvidjeli kakav učinak imaju na vašu biljnu vrstu. Naravno preciznost izmjerenog ovisiti će o **mjernom instrumentu**.

Možete mjeriti utjecaj različitih tipova staništa na: učestalost klijanja, brzinu klijanja, rast biljke, biomasu biljke, površinu biljke raspoloživu za fotosintezu, brojnost pući, broj ili veličinu stanica u vidnom polju na povećanju 100x, osmolarnost stanica biljkena vama je da nakon proučavanja literature **sami odaberete** mjerni instrument i metodu kojom ćete mjeriti. Za što bolju pripremu potražite i adekvatnu literaturu koristeći Internet tražilice ali i udžbenike.

Naputak

Tijekom izrade projekta morate paziti na kontrolne uvjete rada.

Kod sijanja pšenice ili sađenja pazite da obavezno imate replikante.

Vremenski razdoblje trajanja projekta je minimalno 10 dana. Ukoliko imate uvijete postavite timelapse snimanje.

Ne zaboravite kontrolirano zalijevati biljke ukoliko je stanište otvoreno, odnosno, staviti adekvatnu količinu vode ukoliko je stanište u obliku mezokozmosa (zatvoren samoodrživi sustav). Količina vode ovisi o tipu staništa; negdje mora biti samo malo vlage, negdje poplava, negdje blago kisela voda, a negdje samo blago navlaženo kao od kiše.

Zadaci

1. Napišite svoje istraživačko pitanje.
2. Navedite i obrazložite svoju hipotezu.
3. Definirajte zavisnu, nezavisnu i kontrolne varijable
4. U tablicu zabilježite kvantitativne podatke svog istraživanja (udio proklijali biljaka, dužina biljke odn. vaše mjerene parametre) i izračunajte srednje vrijednosti.
5. Zabilježite kvalitativne podatke (podatke izgleda biljke ili ne brojčane promjene).
6. Grafički prikažite preračunate rezultate srednjih vrijednosti na milimetarskome papiru ili u Microsoft Excelu ili sličnom programu za obradu i analizu podataka.
7. Analizirajte rezultate tako da doneSETe zaključak na temelju svojih rezultata te ga usporedite s rezultatima znanstvenika (potražite koristeći <https://scholar.google.com/>) ili teoretskih znanja u udžbeniku. Svoje rezultate povežite i s utjecajem abiotičkih uvjeta staništa na osmolarnost stanica biljke, učestalost fotosinteze, vrstu fotosinteze.
8. Evaluirajte svoj rad tako da navedete dobre strane metode te loše strane metode koje su mogle dati nepouzdane ili nedovoljno precizne podatke. Evaluirajte jesu li vaši kontrolni uvjeti dobro odabrani i adekvatno kontrolirani.
9. Predložite poboljšanja i nadogradnju metode kako bi dala pouzdanije i preciznije rezultate.
10. Napravite popis korištene literature.
11. Poštujući formu istraživačkog rada, prezentirajte svoje rezultate u obliku plakata ili prezentacije ili pisanog rada (po vlastitom izboru i formatu) poštujući kriterije i pravila pisanja istraživačkog rada, a kriteriji vrednovanja za svaki oblik prezentacije navedeni su tablicama 1. i 2
12. Literaturu obavezno navesti koristeći se uputama na sljedećoj stranici:
<https://www.foi.unizg.hr/hr/dokument/foi-preporuke-citiranja-i-referenciranja-primenom-stila-referenciranja-apa>

Tablica 1. Kriteriji za vrednovanje plakata / prezentacije istraživačkog projekta

ELEMENTI KOJI SE OCJENJUJU	KRITERIJI ZA VREDNOVANJE PLAKATA/PREZENTACIJE				
	5	4	3	2	1
SADRŽAJ PLAKATA / PREZENTACIJE	Plakat /prezentacija sadrži sva poglavija (uvod, metode rada, rezultate, raspravu, zaključke, literaturu) koja su sažeto, pregledno i jasno opisana, bez pojašnjavanja autora.	Nedostaje opis samo jednog poglavља, ali se može pratiti bez pojašnjavanja autora uz manje poteškoće.	Sadrži djelomični opis poglavљa koja nije moguće pratiti bez pojašnjavanja autora.	Nedostaju sažeti opisi do tri poglavљa.	Nedostaje sažeti opis svih poglavљa.
TOČNOST SADRŽAJA	Tekst plakata / prezentacije sažet je i jezgrovit. Jasno su napisani zaključci te se mogu iščitati bez prisutnosti autora.	Tekst plakata / prezentacije sažet je i jezgrovit, no zaključci nisu jasni i djelomično proizlaze iz sadržaja plakata.	Tekst plakata / prezentacije sažet je i jezgrovit. Zaključci ne proizlaze iz sadržaja plakata.	Tekst plakata / prezentacije nije sažet i jezgrovit. Zaključci ne proizlaze iz sadržaja plakata.	Tekst plakata / prezentacije nije sažet i jezgrovit. Nedostaju zaključci obrađene teme.
PRIKAZI SLIKA I TABLICA	Točno, označeni prikazi (ispod slike, iznad tablice) i jasno opisani.	Točno, označeni prikazi (ispod slike, iznad tablice), ali nisu jasno opisani.	Djelomično prikazane, dobro označene slike i tablice i jasno opisane.	Djelomično prikazani i označeni prikazi.	Nedostaju jasno opisane slike i tablice. Nisu dobro označeni i opisani prikazi.
LITERATURA	Točno napisana barem 4/5 literaturna navoda (no bez pravila abecede).	Točno napisana 4/5 literaturna navoda (no bez pravila abecede).	Točno napisana barem 2 literaturna navoda.	Točno napisan barem 1 literaturni navod.	Nedostaje popis literaturnih navoda.
UREDНОST I KREATIVNOST	Plakat/ prezentacija je pregledan, lako se prati i čita i vrlo kreativno osmišljen.	Plakat / prezentacija uglavnom pregledan, lako se prati i kreativno osmišljen.	Plakat / prezentacija se djelomično lako prati i čita. Plakat / prezentacija je djelomično uredan.	Plakat / prezentacija se teže prati i čita te nedostaje kreativnost u osmišljavanju. Plakat/ prezentacija nije u potpunosti uredan.	Plakat / prezentacija nije pregledan i nije kreativno osmišljen. Neuredan plakat/ prezentacija.
UKUPNO	22-25	18-21	14-17	10-13	1-9

Tablica 2. Kriteriji za vrednovanje praktičnog rada u obliku pisanoj istraživačkog projekta

2.1 Vrednovanje pisanoj izveštaja praktičnog rada

Tablica 2.1 Kriterij 2.1 „Vrednovanje pisanoj izveštaja praktičnog rada“

IZVEŠTAJ	ZADATAK
nivo uratka	1. Sadržanost svih dijelova
Kompletno (2)	Zabilježeni su svi dijelovi izveštaja praktičnog/ istraživačkog rada.
Djelomično (1)	Zabilježeni su neki dijelovi izveštaja praktičnog rada.
U razvoju (0)	Nisu zabilježeni odgovarajući dijelovi izveštaja praktičnog rada.

2.2 Uzorkovanje podataka

Tablica 2.2. Kriterij 2.2 „Uzorkovanje podataka“

UZORKOVANJE	ZADATAK
nivo uratka	1. Uzorkovanje i bilježenje podataka (sirovih)
Kompletno (2)	Zabilježeni su odgovarajući uzorkovani podaci (kvalitativni ili kvantitativni koji nisu matematički obrađeni, imaju odgovarajući broj decimalnih mesta) s mernim jedinicama.
Djelomično (1)	Zabilježeni su neki uzorkovani podaci (jedan set, umjesto više njih ili nema mernih jedinica).
U razvoju (0)	Nisu zabilježeni odgovarajući uzorkovani podaci.
	2. Organiziranje i prikaz uzorkovanih podataka
	Uzorkovani podaci su jasno prikazani i organizirani da se lako interpretiraju (u tablicama s imenovanim kolonama i recima gdje su upisane mjerne jedinice, a ne iza svakog broja).
	Uzorkovani podaci su prezentirani, ali nisu organizirani tako da se lako interpretiraju.
	Nisu prezentirani uzorkovani podaci ili su neprimjereno prezentirani (nema tablica ili su neuredne – pošarane, pokidane i sl.).

2.3 Obrada podataka i prikaz rezultata		
Tablica 2.3. Kriterij 2.3 "Obrada podataka i prikaz rezultata"		
OBRADA I PRIKAZ REZULTATA	ZADATAK	
nivo uratka	1. Obrada podataka	2. Prikaz rezultata
Kompletno (2)	Korektno obrađeni uzorkovani podaci (matematički: srednje vrijednosti, postoci...).	Prikladno prikazani obrađeni podaci (grafovi na milimetarskom papiru ili kompjuterski napravljeni s naslovom, obilježeni mjernim jedinicama, zavisna varijabla na y, a nezavisna na x, objašnjenje ispod grafa...).
Djelomično (1)	Samo neki uzorkovani podaci su korektno obrađeni (ili nisu svi preračunati ili su prisutne manje greške).	Prikladno prikazani obrađeni podaci uz manje pogreške ili propuste.
U razvoju (0)	Uzorkovani podaci nisu obrađeni ili su prisutne značajne pogreške pri obradi podataka.	Obrađeni podaci nisu prikazani ili su neprikladno prikazani ili prikaz ima značajne pogreške (npr. zamijenjene varijable).

2.4 Oblikovanje zaključka i tijek praktičnog rada			
Tablica 2.4. Kriterij 2.4 "Zaključak i tijek praktičnog rada"			
ZAKLJUČAK I TIJEK PRAKTIČNOG RADA	ZADATAK		
razina uratka	1. Zaključak	2. Vrednovanje procesa i rezultata	3. Prijedlozi za poboljšanje postupka
Kompletno (2)	Donesen ispravan zaključak na temelju točne interpretacije rezultata obogaćen teorijskim objašnjenjem, podaci uspoređeni s vrijednostima iz literature.	Vrednovane pozitivne strane procesa i rezultata te zapažena moguća ograničenja i uzroci pogrešaka.	Identificirane su slabosti procesa te predložene realne preinake koje bi poboljšale postupak za svako ograničenje i grešku.
Djelomično (1)	Donesen zaključak koji ima neku valjanost (ili je samo djelomično napisan ili nema teoretskog objašnjenja).	Vrednovan proces i rezultati, ali izostavljene pogreške i ograničenja.	Predložene jednostavne preinake, svega jedna ili dvije.
U razvoju (0)	Donesen zaključak koji krivo tumači rezultate (ili nema zaključka).	Vrednovanje je površno ili nebitno (ne ulazi u kategoriju uzroka pogrešaka).	Nema prijedloga za poboljšanje ili su predložene nerealne preinake.

Svaki zadatak iz tablice može maksimalno nositi 2 boda. Zadaci iz tablice 2.1, 2.2, 2.3 najviše donose nose 4 boda (po kriteriju sveukupno 4+4+4), a iz tablice 2.4 najviše nose 6 bodova. Najveći ukupan broj bodova za evaluirane zadatke iz sva 4 kriterija donose 18 bodova.

Prijedlog evaluacijske skale:

Odličan 18-16

Vrlo dobar 13-15

Dobar 7-12

Dovoljan 5-6

Nedovoljan 0-4

EKSTREMNA STANIŠTA - rubrike za vršnjačku procjenu

Procjena odgovora drugih učenika	Treba popraviti...	Uspješno.	Za pohvalu!!!
PRILOG	Nedostaje veći broj potrebnih dijelova i/ili više od 3 dijela nisu dobro izrađena i/ili ne slijede upute.	Sadrži sve potrebne dijelove , ali 1 – 2 nisu najbolje izrađena i/ili ne slijede upute.	Sadrži sve potrebne dijelove kvalitetno pripremljene prema uputama.
ZAKLJUČAK	Zaključci nepotpuno objašnjavaju predviđeni problem i/ili ne slijede iz izrađenog zadatka i/ili sadrže više od 3 pogreške ili propusta .	Zaključci djelomično objašnjavaju predviđeni problem uz 1 – 2 manje nejasnoće i/ili propusta .	Zaključci jasno i potpuno objašnjavaju predviđeni problem.
DOPRINOS UČENJU O TEMI	Prilog ne doprinosi boljem razumijevanju problema .	Prilog u manjem obimu pomaže u razumijevanju problema.	Prilog znatno pomaže u razumijevanju problema.
UKUPNA OCJENA	VIŠE OD 1 PUTA Treba popraviti...	SVE IZMEĐU	NAJMANJE 2 PUTA Za pohvalu!!! BEZ Treba popraviti...