

Scenarij poučavanja: Priroda klimatskih promjena

Naslov

Priroda klimatskih promjena

Autor

Marijana Vuković, Mate Jonjić

Sažetak

Učenici kroz međupredmetni projekt iz fizike i biologije provode niz praktičnih aktivnosti kako bi razumijeli osnovne uzroke i posljedice klimatskih promjena istraživačkim i iskustvenim učenjem. Učenici provode tri jednostavna pokusa kojima istražuju utjecaj albeda (refleksije Sunčeve svjetlosti) i efekt staklenika na zagrijavanje Zemljine površine. Kroz praktičan rad učenici uočavaju razlike u zagrijavanju svijetlih i tamnih površina te razumiju kako staklenički plinovi zadržavaju toplinu u atmosferi.

Analizom dobivenih rezultata učenici razvijaju sposobnost kritičkog promišljanja i povezivanja znanstvenih spoznaja s globalnim problemima poput globalnog zatopljenja. Aktivnosti potiču aktivno sudjelovanje, timski rad i odgovorno ponašanje prema okolišu te doprinose razvoju svijesti o važnosti održivog razvoja i zaštite klime.

Ključne riječi

Albedo, efekt staklenika, Milankovićeve ciklusi, termodinamika

Tablica sažetka

Predmet	Biologija, fizika
Tema	Biologija: Održivi razvoj Fizika: Mehanika nebeskih tijela, Termodinamika, Geometrijska optika, Elektromagnetsko zračenje
Dob učenika	16 - 18 godina
Vrijeme pripreme	4 sata
Vrijeme poučavanja	2 školska sata

Online materijal	Youtube video: https://www.youtube.com/watch?v=x_sJzVe9P_8
Offline materijal	pribor i materijal za pokuse, radni listići

Integracija u kurikulumu

Tema scenarija se ostvaruje kroz nastavu biologije i fizike u 2 sata planirana u Godišnjem izvedbenom kurikulumu biologije za 1. razred srednje škole gimnazijskog programa te u Godišnjem izvedbenom kurikulumu fizike za 4. razred gimnazijskog programa.

Obrazovni ishodi:

BIO SŠ B.1.2. analizira održavanje uravnoteženoga stanja u prirodi povezujući vlastito ponašanje i odgovornost s održivim razvojem

BIO SŠ C.1.2. objašnjava principe iskorištavanja energije na razini ekosustava s aspekta održivoga razvoj

BIO SŠ D.1.1. Primjenjuje osnovna načela i metodologiju znanstvenoga istraživanja i razvoj znanstvene misli stavlja u povijesni kontekst.

FIZ SŠ C.4.2., FIZ SŠ D.4.2. Objasnjava nastanak, svojstva i primjene EM-valova. Opisuje zakon gravitacije i analizira gibanje Zemlje i nebeskih tijela. Analizira termodinamičke procese i sustave. Primjenjuje zakone geometrijske optike.

Održivi razvoj

odr A.4.2. Objasnjava važnost uspostavljanja prirodne ravnoteže.

odr A.4.3. Procjenjuje kako stanje ekosustava utječe na kvalitetu života.

odr C.4.1. Prosuduje značaj održivoga razvoja za opću dobrobit.

Osobni i socijalni razvoj

osr A.4.1. Razvija sliku o sebi.

osr A.4.2. Upravlja svojim emocijama i ponašanjem.

osr A.4.3. Razvija osobne potencijale.

osr A.4.4. Upravlja svojim obrazovnim i profesionalnim putem.

osr B.4.1. Uviđa posljedice svojih i tuđih stavova/postupaka/izbora.

osr B.4.2. Suradnički uči i radi u timu.

Trendovi poučavanja

Učenje usmjereno na učenika: Učenici i njihove potrebe u središtu su procesa učenja.

Projektno učenje: učenici dobivaju zadatke temeljene na znanstvenim činjenicama, probleme koje rješavaju i rade u grupama.

Suradničko učenje: snažan fokus na grupni rad.

Cjeloživotno učenje: učenje ne prestaje napuštanjem škole.

STEM učenje: Povećan fokus na povezivanje spoznaja iz znanosti, tehnologije, inženjerstva i matematike u kurikulumu

Vršnjačko učenje: Učenici uče od svojih vršnjaka i jedni drugima daju povratne informacije.

Vještine 21. stoljeća

kreativnost

kritičko mišljenje

kolaboracija

komunikacija

informacijska pismenost

Aktivnosti

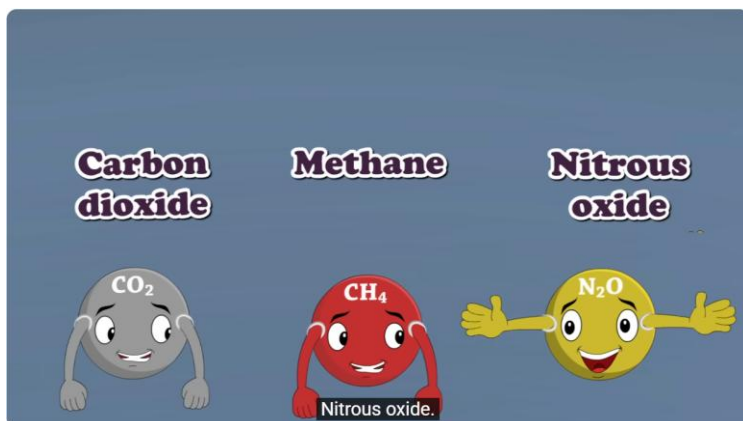
Naziv aktivnosti	Postupak	Vrijeme
AKTIVNOSTI IZ BIOLOGIJE		
Motivacija	Zašto ljeti često oblačimo bijelu majicu? Površina polarnih kapa se smanjuje, kakav učinak na Zemlju ima smanjenje te površine? Zašto nam je ugodnije ljeti u parku nego na ulici na asfaltnim površinama?	3 min


	Nizom pitanja nastavnica potiče učenike na razmišljanja o refleksiji svjetlosti i apsorpciji svjetlosti. Kako to povezujemo s efektom staklenika?	
Aktivnost 1. Efekt staklenika	Učenici gledaju video https://www.youtube.com/watch?v=x_sJzVe9P_8 te popunjavaju Prilog 1. Radni listić	7 min
Aktivnost 2. Boje i toplina	Rad u grupama Grupa 1. Prilog 2. Radni listić – Pokus Boje i toplina Učenici u grupi po uputama iz priloga provode pokus i odgovaraju na pitanja.	25 min
Aktivnost 3. Albedo pokus – voda, tlo i šećer	Grupa 2. Prilog 3. Radni listić – Albedo pokus – voda, tlo i šećer Učenici u grupi po uputama iz priloga provode pokus i odgovaraju na pitanja.	
Aktivnost 4. Albedo pokus – voda, tlo i šećer	Grupa 3. Prilog 4. Radni listić – Učinak albeda, pokus s limenkama Učenici u grupi po uputama iz priloga provode pokus i odgovaraju na pitanja.	
Aktivnost 5. Izlaganje rezultata i diskusija	Predstavnik svake grupe izlaže rezultate svog pokusa, nakon čega učenici koristeći analize svojih radnih listića diskutiraju o rezultatima. Nastavnik kratkim pitanjima usmjerava raspravu kako bi učenici povezali rezultate pokusa sa svakodnevnim životom i klimatskim promjenama. Učenici iznose svoja razmišljanja i stavove te ih uspoređuju u odnosu na odgovore koje su iznosili u motivacijskom dijelu.	10 min

Vrednovan je grupnog rada i rada u paru	Prilog 5. Lista za procijenu	1 min
AKTIVNOSTI IZ FIZIKE		
Motivacija	Zašto dolazi do klimatskih promjena ? Odgovor na ovo pitanje nije tako jednostavan kako se ponekad u javnosti, pogotovo u medijima prezentira. Klimatske promjene su sastavni dio velikog termodinamičkog sustava, kakav je Zemljina atmosfera. Stoga učenici trebaju upoznati fizikalnu pozadinu klimatskih promjena i time si približiti problematiku istih.	2 min
Aktivnost 1. Milankovićevi ciklusi	Učenici prezentiraju tematiku Milankovićevih ciklusa, a potom popunjavaju pripadni radni listić – prirodna pozadina klimatskih promjena. Prilog 6. Radni listić → Milankovićevi ciklusi	10 min
Aktivnost 2. Fizika efekta staklenika	Učenici prezentiraju tematiku efekta staklenika i fizikalnu pozadinu istoga, a zatim popunjavaju pripadni radni listić – utjecaj antropogenih čimbenika na klimatske promjene. Prilog 7. Radni listić → Efekt staklenika	10 min
Aktivnost 3. Zanimljivi pokus	Učenici uz već postavljenu aparaturu mjere ovisnost temperature ozračene površine o kutu upadanja zračenja na istu – važnost Milankovićevih ciklusa. Učenici izrađuju graf ovisnosti temperature t ($^{\circ}\text{C}$) o kutu upadanja zračenja α – Prilog 8. Radni listić s pripadnim grafom	14 min
Aktivnost 4. Važnost CO_2	Učenici gledaju video u kojem se prikazuje način prikupljanja podataka o koncentraciji CO_2 – bušenje leda na Antarktici Link za video: https://www.youtube.com/watch?v=oHzADI-XID8	3 min

Prilozi

Prilog 1. Radni listić 1. Efekt staklenika



 Video: *Greenhouse Effect* [[youtube.com](https://www.youtube.com)]

Pažljivo pogledaj video i odgovori na pitanja:

1. Što je efekt staklenika? _____

2. Što se događa sa Sunčevom energijom kada dođe do Zemlje? _____

3. Zašto toplina ne može lako izaći iz Zemljine atmosfere? _____

ANALIZA

Odgovori svojim riječima:

1. Koja je razlika između prirodnog i pojačanog (negativnog) efekta staklenika? _____

2. Zašto je efekt staklenika važan za život na Zemlji? _____

3. Kada efekt staklenika postaje problem? _____

POVEZNICA S KLIMATSKIM PROMJENAMA

Dopuni rečenice:

Previše stakleničkih plinova uzrokuje _____

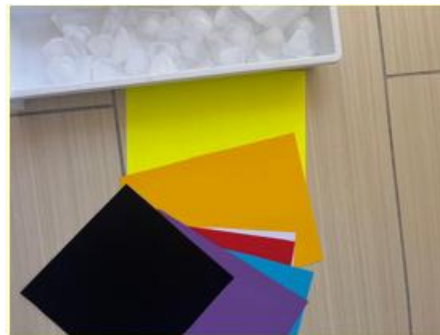
Klimatske promjene dovode do _____

Ljudi mogu smanjiti problem tako da _____

Prilog 2. Radni listić: Boje i toplina

Potreban pribor:

- 7 kockica leda
- 7 različitih listova papira u boji, uključujući bijeli i crni
- topli dan s nešto izravne sunčeve svjetlosti
- štoperica



Tijek rada:

1. Na svaki komad papira stavite po jednu kockicu leda.
2. Zabilježite vrijeme početka.
3. Neka sunce otopi led.
4. Provjerite svoj led svakih nekoliko minuta – pratite kojim se redoslijedom otapa!
5. Rezultate upišite u tablicu za opažanja.



Istraživačko pitanje: Koje boje bolje apsorbiraju toplinu?

BOJE	VRIJEME OTAPANJA (min)
Bijela	
Žuta	
crvena	
Crna	
ljubičasta	
Plava	
Narančasta	

Analiza:

1. Koja se kocka leda prva otopila? _____

2. Koja se kocka leda otopila druga? _____

3. Koja se kocka leda otopila treća? _____

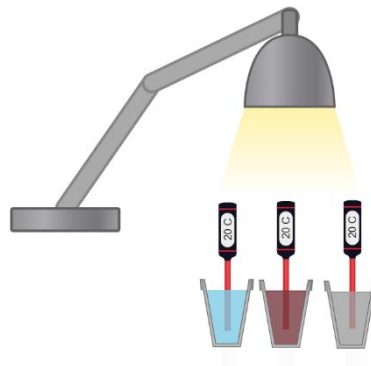
4. Koja se kocka leda otopila četvrta? _____

5. Upijaju li različite boje toplinu bolje od drugih? _____

Prilog 3. Radni listić: Pokus: Albedo – voda, tlo i šećer

Pribor:

- tri dublje zdjelice ili čaše
- 3 termometra
- svjetiljka sa žarnom niti (Sunce)
- štoperica
- voda, tlo i šećer



Tijek rada:

1. Napunite čaše do iste razine vodom, tlom i šećerom.
2. U svaku čašu postavite termometar.
3. Obratite pozornost na udaljenost izvora svjetlosti iznad čaša.
4. Čaše postavite na udaljenost od 5 do 10 cm od izvora svjetlosti.
5. Prije no što uključite svjetiljku izmjerite i očitajte početnu temperaturu vode, tla i šećera.
Uključite svjetiljku.
6. Pokrenite štopericu.
7. Promatrajte i bilježite vrijednosti temperatura u pojedinim čašama tijekom 10 minuta.

Bilješke tijekom izrade:

Uzorak	Početna temperatura
voda	
tlo	
šećer	

Vrijeme (minute)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
temperatura čaše s vodom (°C)										
temperatura čaše s zemljom (°C)										
temperatura čaše s šećerom (°C)										

Zadaci i pitanje:

1. Izračunaj promjenu temperature vode nakon 10 minuta.
2. Izračunaj promjenu temperature tla nakon 10 minuta.
3. Izračunaj promjenu temperature šećera nakon 10 minuta.
4. Koja tvar je primila najviše, a koja najmanje energije u 10 minuta?

Prostor za odgovore:

Razmisli:

Možete li rezultate rada povezati sa zagrijavanjem Zemljine površine?

Koja će tijela najviše odbijati (reflektirati) zračenje?

Koja će tijela najviše upijati (apsorbirati) zračenje?

Prilog 4. Radni listić: Učinak albeda – pokus s limenkama

Cilj pokusa: Istražiti kako boja površine utječe na zagrijavanje (albedo) koristeći limenke.

Potreban pribor:

- 2 limenke (ili čaše) iste veličine
- crni papir / obojana limenka
- bijeli papir / neobojana limenka
- voda
- toplomjer (ako ima)
- izvor svjetlosti (Sunce ili lampa)
- štoperica



Tijek rada:

1. Jednu limenku omotaj crnim papirom, drugu bijelim.
2. Ulij jednaku količinu vode u obje limenke.
3. Izmjeri početnu temperaturu vode.
4. Postavi limenke na Sunce (ili ispod lampe).
5. Mjeri temperaturu svakih 5 minuta.
6. Bilježi rezultate u tablicu.



Vrijeme (min)	Temperatura – crna limenka (°C)	Temperatura – bijela limenka (°C)
0		
5		
10		
15		

ANALIZA

1. Koja se limenka brže zagrijavala? _____
2. Kolika je razlika u temperaturi na kraju pokusa? _____

3. Zašto dolazi do razlike u zagrijavanju? _____

RAZUMIJEVANJE

1. Što je albedo? _____

2. Koja boja ima veći albedo – crna ili bijela? _____

3. Koja površina više apsorbira Sunčevu energiju? _____

POVEZNICA S KLIMATSKIM PROMJENAMA

Dopuni rečenice:

Tamne površine apsorbiraju _____ topline.

Svijetle površine reflektiraju _____ svjetlosti.

Zbog tamnih površina gradovi su _____ (topliji/hladniji).

RAZMISLI

1. Kako ovaj pokus objašnjava zagrijavanje gradova (toplinski otoci)? _____

2. Zašto bi bilo korisno koristiti svijetle krovove? _____

ZAKLJUČAK

Napiši što si naučio/la:

Prilog 5. Lista za procjenu, VREDNOVANJE KAO UČENJE

LISTA ZA PROCJENU – za samovrednovanje rada u skupinama. Učenici podijeljeni u 5 skupina pojedinačno ispunjavaju listu.

ELEMENTI	DA	NE	TREBA POPRAVITI
Smatraš li ovu aktivnost zanimljivom i poučnom?			
Jeste li uspješno izvršili ovaj zadatak?			
Jesu li svi članovi grupe jednako doprinijeli izvršenju zadatka?			
Jeste li uvažavali prijedloge članova grupe pri odrađivanju zadatka?			
Jeste li etape rada uspješno izvršili prema planiranom vremenu?			
Jesi li pažljivo slušao/la izvješće predstavnika svake skupine?			
Sadržaji koje ste dobili od predstavnika bili su: 1. Jasni, korisni, logično posloženi i sistematični. 2. Jasno opisani glavnim pojmovima s primjerima. 3. Nejasni, zbunjujući, nezanimljivo prezentirani.			
Možeš li sadržaje od predstavnika svih grupa posložiti u jednu smislenu cjelinu?			
Što bi mijenjali u nastavnim aktivnostima kako bi učinkovitije realizirali ciljeve?			
Navedi komunikacijske verbalne i neverbalne karakteristike po svojoj procjeni najboljeg izlagača?			

Prilog 6. Radni listić:

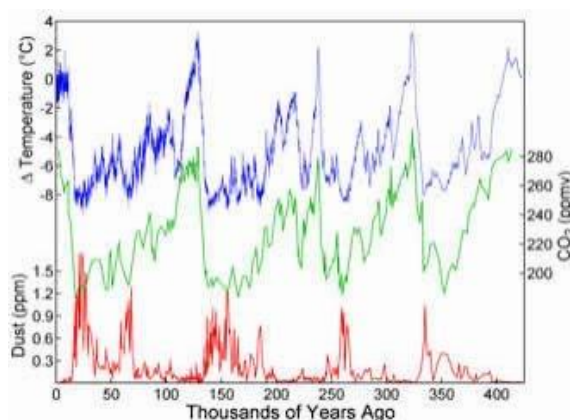
- Što su ledena doba i kako do njih dolazi ? _____

Provjerimo ispravnost odgovora u početnom pitanju:

- Kako se zove gibanje Zemlje u kojem se nagnutost osi njezine rotacije u dužim vremenskim razdobljima periodično mijenja ? _____
- Navedite raspon u kojemu se mijenja nagnutost Zemljine osi rotacije ? _____
- Koliki je period tzv. Milankovićevih ciklusa ? _____
- Ovisi li temperatura zraka u Zemljinoj atmosferi o kutu upadanja dolaznog zračenja (svjetlost) na površinu Zemlje i kako ? _____

Prethodno pitanje, kao i odgovor ćemo potvrditi i eksperimentalno (poseban zadatak).

Prateći graf iz prezentacije, provjerite kako se mijenja temperatura tijekom prikazanog razdoblja (graf je skiciran u skladu sa stvarnim mjerenjima – video kojega ćete vidjeti naknadno).



- Odgovaraju li podaci prikazani na grafu s teorijskim vrijednostima perioda u Milankovićevim ciklusima, kakav je vaš zaključak ? _____

Prilog 7. Radni listić:

- Što je efekt staklenika i navedite nekoliko najvažnijih stakleničkih plinova ? _____

- Navedite nekoliko primjera antropogenih čimbenika u efektu staklenika: _____

- Navedite nekoliko primjera prirodnih čimbenika u efektu staklenika: _____

Osim antropogenih čimbenika, na efekt staklenika utječu i još važniji, a to su prirodni čimbenici. Govorimo o dugom geološkom razdoblju Zemljine atmosfere. Prateći graf iz prvog dijela radnog listića, provjerite kako se mijenja koncentracija CO₂ (ppmv - dijelova na milijun po volumenu) tijekom prikazanog razdoblja (graf je skiciran u skladu sa stvarnim mjerenjima – video kojega ćete vidjeti naknadno).

- Prema grafu iz prezentacije, objasnite postoji li povezanost srednje globalne temperature zraka i koncentracije CO₂ s periodom Milankovićevih ciklusa ? _____

- Kakvo elektromagnetsko zračenje nastaje kao posljedica refleksije Sunčeva zračenja na površinu Zemlje, ukratko objasnite ? _____

- Kako se spomenuto zračenje odražava na stakleničke plinove, ukratko objasnite ? _____

Prilog 8. Radni listić s pripadnim grafom:

Pribor za rad:

1. stalak s pomičnom platformom (zakretanje gore – dolje oko centralne osi) na kojoj se nalazi senzor za očitavanje temperature i intenziteta dolaznog elektromagnetskog zračenja (postoji više verzija senzora – npr. Arduino senzor).
2. izvor svjetlosti kao dolaznog elektromagnetskog zračenja (žarulja sa žarnom niti).

Ponovite mjerenje onoliko puta kako je prikazano u priloženoj tablici. Skicirajte odgovarajući graf ovisnosti temperature na senzoru o kutu upadanja svjetlosti na senzor na platformi.

Kut nagiba platforme α	Temperatura na senzoru [$^{\circ}\text{C}$]	Intenzitet zračenja I [W/m^2]
0		
30		
45		
60		
90		

Napomena – kut nagiba platforme definiramo kao kut između okomice na platformu i smjera širenja svjetlosnih zraka u smjeru platforme. Npr. ako je platforma u okomitom položaju u odnosu na smjer širenja dolaznog zračenja, uzimamo da je $\alpha = 0$. Podatke dobivene u tablici provjerite sljedećim izrazom: $I = I_0 \cdot \cos(\alpha)$, gdje je I_0 maksimalni intenzitet izmjeren za kut $\alpha = 0$.

→ Kada zrake padaju koso, ista se količina energije raspodjeljuje na veću površinu tla, čime se smanjuje energija po jedinici površine.

→ Prethodnu izjavu povežite s nagibom Zemljine osi, ukratko navedite vlasiti zaključak na navedenu temu: _____
