

Predmetna stopnja

11-14



komplet izobraževalnih virov

KROŽENJE OGLJIKA

Vodnik za učitelje in delovni listi za učence



Pregled	stran 3
Povzetek dejavnosti	stran 4
Podnebje iz vesolja	stran 6
Ogljik in podnebje: osnovne informacij	stran 7
Dejavnost 1: KROŽENJE OGLJIKA	stran 9
Dejavnost 2: KISLI OCEANI	stran 13
Dejavnost 3: SPREMLJANJE OGLJIKA IZ VESOLJA	stran 17
Delovni list za učence 1	stran 19
Delovni list za učence 2	stran 20
Delovni list za učence 3	stran 23
List z informacijami 1	stran 25
Povezave	stran 27

Komplet izobraževalnih sredstev o podnebnih spremembah – KROŽENJE OGLJIKA <https://climate.esa.int/educate/>

Koncepte dejavnosti so razvili Univerza Twente (NZ) in Nacionalni center za opazovanje Zemlje (ZK)

Urad ESA za podnebje pozdravlja povratne informacije in komentarje <https://climate.esa.int/helpdesk/>

Pripravil urad ESA za podnebje
Vse pravice pridržane © Evropska vesoljska agencija 2020–2021

KROŽENJE OGLJIKA: pregled

Hitra dejstva

Predmeti: naravoslovje, kemija, biologija, znanost o Zemlji

Starostni razpon: 11–14 let

Tip: branje, praktična dejavnost, spletno raziskovanje

Zahtevnost: srednja do visoka

Minimalni potreben čas: 4 ure

Cena: nizka (5–20 evrov)

Lokacija: zaprti prostor

Vključuje uporabo: Internet, predstavitvena in slikovna programska oprema, gospodinjske kisline

Ključne besede: ogljikov dioksid, metan, ogljični odtis, kroženje ogljika, emisija, vir, ponor, toplogredni plin, satelit, opazovanje zemlje, fitoplankton, biomasa, permafrost

Kratek opis

V tem sklopu dejavnosti bodo učenci spoznali kroženje ogljika in ga uporabili za prepoznavanje ukrepov na ravni posameznika in skupnosti za zmanjšanje količine ogljika, ki se spušča v ozračje.

Praktična dejavnost z uporabo gospodinjskih materialov obravnava vpliv zakisljevanja oceanov, kar učencem omogoča načrtovanje natančnejšega poskusa za izvedbo v laboratoriju.

V zadnji dejavnosti učenci uporabijo resnične podnebne podatke v spletni aplikaciji Climate from Space, da raziščejo vprašanje o enem delu kroženja ogljika.

Predvideni učni rezultati

Ko učenci izvedejo te dejavnosti, bodo lahko:

Ustvarili diagram, ki prikazuje kroženje ogljika, vključno s hitrimi in počasnimi komponentami.

Uporabili ogljikov cikel za prepoznavanje ukrepov za zmanjšanje podnebnih sprememb, ki jih povzroči človek.

Strukturirali znanstveno razlago, zakaj bo takšno dejanje verjetno imelo vpliv. Sočustvovali s stališči drugih.

Opisali učinek povečane kislosti oceanov na morske organizme.

Ocenili eksperimentalne tehnike in ocene ter razširili obstoječe metode za iskanje dodatnih informacij. Uporabili spletno aplikacijo Climate from Space za raziskavo vprašanja v zvezi s kroženjem ogljika.

Izbrali ključne informacije za obveščanje drugih.

Povzetek dejavnosti

	Naslov	Opis	Cilj	Predhodno znanje	Čas
1	Kroženje ogljika	Bralna naloga in izbirna ocenjevalna dejavnost (igra)	Ustvariti diagram, ki prikazuje kroženje ogljika, vključno s hitrimi in počasnimi komponentami. Uporabiti ogljikov cikel za prepoznavanje ukrepov, ki lahko pomagajo zmanjšati podnebne spremembe, ki jih povzroči človek. Strukturirati znanstveno razlago, zakaj bo takšno dejanje verjetno imelo vpliv. Sočustvovati s stališči drugih.	Orisati razumevanje prehranjevalnih verig, fotosinteze, učinek tople grede in kroženje kamnin sta zaželeni, vendar nista bistvena	1 ura + 0,5 ure za izbirno ocenjevalno dejavnost
2	Kisli oceani	Praktična dejavnost	Opisati učinek povečane kislosti oceanov na morske organizme. Oceniti eksperimentalne tehnike in ocene ter razširili obstoječe metode za iskanje dodatnih informacij.	Brez	Priprava 0,5 ure; 5 minut po približno eni uri in enkrat dnevno naslednja 2 ali 3 dni; pogovor pol ure
3	Sledenje ogljiku iz vesolja	Raziskovalna naloga	Uporabiti spletno aplikacijo Climate from Space za raziskavo vprašanja v zvezi s kroženjem ogljika. Izbrati ključne informacije za obveščanje drugih.	Kroženje ogljika – npr. dejavnost 1	1,5 ure

Razpoložljiv čas je namenjen glavnim vajam, če je na voljo popolni dostop do informacijskih tehnologij in/ali porazdelitve ponavljajočih se izračunov in risb za cel razred. Vključujejo čas za izmenjavo rezultatov ne pa tudi za predstavitev rezultatov, saj se ta razlikuje glede na velikost razreda in skupin. Drugačni pristopi lahko trajajo dlje.

Praktične opombe za učitelje

Potreben material za vsako dejavnost je naveden na začetku ustreznega razdelka, skupaj z opombami glede pripravah, ki so potrebne poleg kopiranja delovnih listov in listov z informacijami.

Delovni listi so namenjeni za enkratno uporabo in jih je mogoče kopirati črno-belo.

Listi z informacijami lahko vsebujejo večje slike, ki jih lahko dodate svojim predstavitvam v razredu, dodatne informacije za študente ali podatke, s katerimi lahko delajo. Te vire je najbolje natisniti ali kopirati barvno, vendar jih je mogoče ponovno uporabiti.

Vse **dodatne preglednice, nabore podatkov ali dokumente**, potrebne za dejavnost, lahko prenesete na povezavah do tega kompleta:

<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>

Ideje za **dodatno učenje** in predlogi za **diferenciacijo** so vključeni na ustreznih mestih v opisu vsake dejavnosti.

V pomoč pri **ocenjevanju** so odgovori in rezultati primerov vključeni na delovnem listu za praktične dejavnosti. Možnosti za uporabo lokalnih meril za ocenjevanje temeljnih veščin, kot sta komunikacija ali obdelava podatkov, so navedene v ustreznem delu opisa dejavnosti.

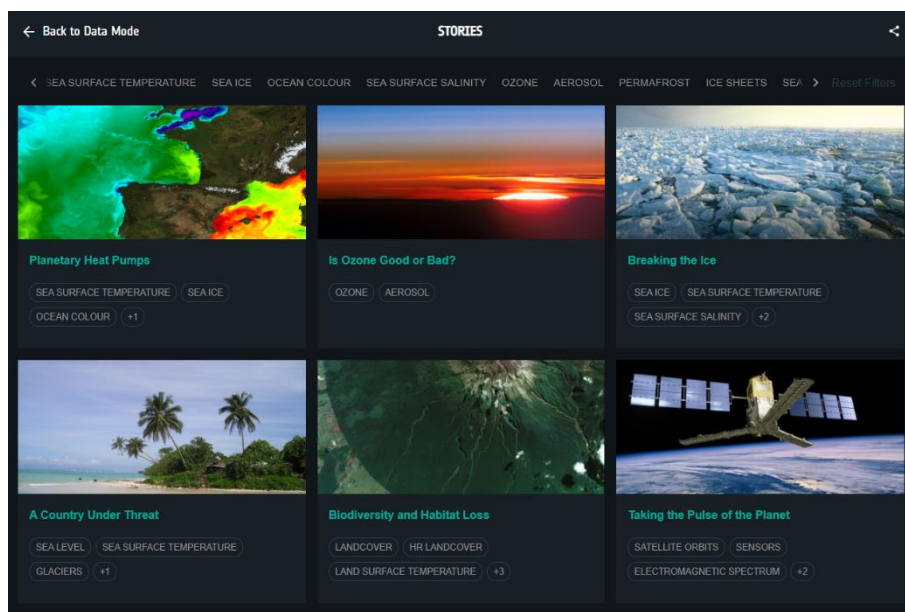
Varnost in zdravje

Pri vseh dejavnostih predvidevamo, da boste še naprej upoštevali svoje običajne postopke glede uporabe splošne opreme (vključno z električnimi napravami, kot so računalniki), gibanja v učnem okolju, izletov in razlitij, prve pomoči itd. Ker je potreba po tem univerzalna, a se podrobnosti glede njihovega izvajanja precej razlikujejo, jih nismo vsakič razčlenili. Namesto tega smo poudarili nevarnosti, ki so značilne za določeno praktično dejavnost, da zagotovimo informacije glede vaše ocene tveganja.

Nekatere od teh dejavnosti uporabljajo spletno aplikacijo Podnebje iz vesolja (Climate from Space) ali druga interaktivna spletna mesta. Od teh lahko krmarite do drugih delov spletnega mesta ESA Climate Change Initiative ali do organizacije gostiteljice in nadaljujete do zunanjih spletnih mest. Če ne morete – ali ne želite – omejiti strani, ki si jih učenci lahko ogledajo, jih opomnite na vaša lokalna internetna varnostna pravila.

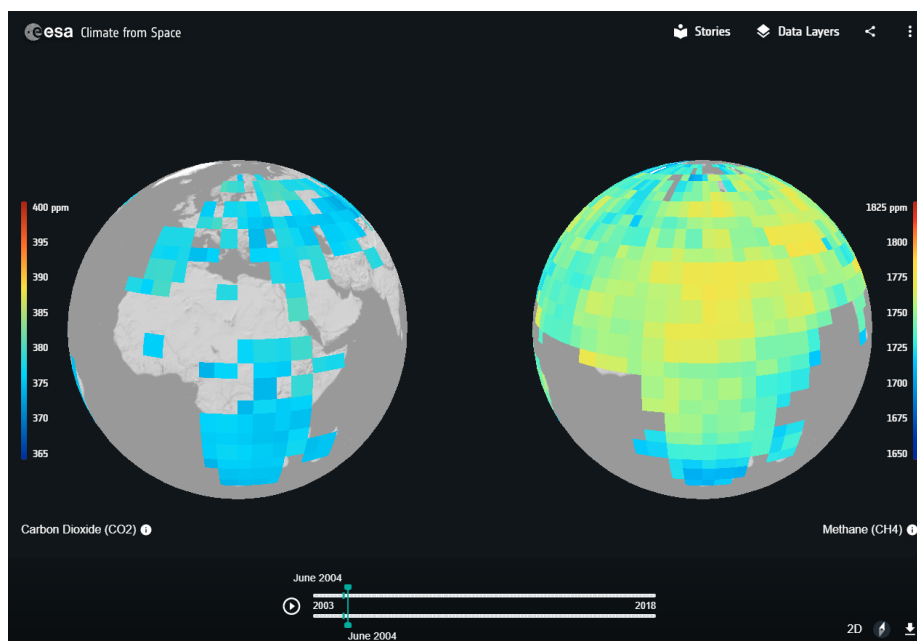
Podnebje iz vesolja

Sateliti ESA igrajo pomembno vlogo pri spremljanju podnebnih sprememb. Aplikacija Climate from Space (cfs.climate.esa.int) je spletni vir, ki uporablja ilustrirane zgodbe za povzemanje nekaterih načinov sprememb našega planeta in poudarjanje dela znanstvenikov ESA.



Slika 1: Zgodbe v spletni aplikaciji Climate from Space (Vir: ESA CCI)

Program pobude ESA za podnebne spremembe vsebuje zanesljive globalne zapise o nekaterih ključnih vidikih podnebja, ki so znani kot bistvene podnebne spremenljivke (essential climate variables – ECV). Spletna aplikacija Climate from Space omogoča dostop do več podatkov o vplivih podnebnih sprememb, kjer lahko te podatke raziščete sami.



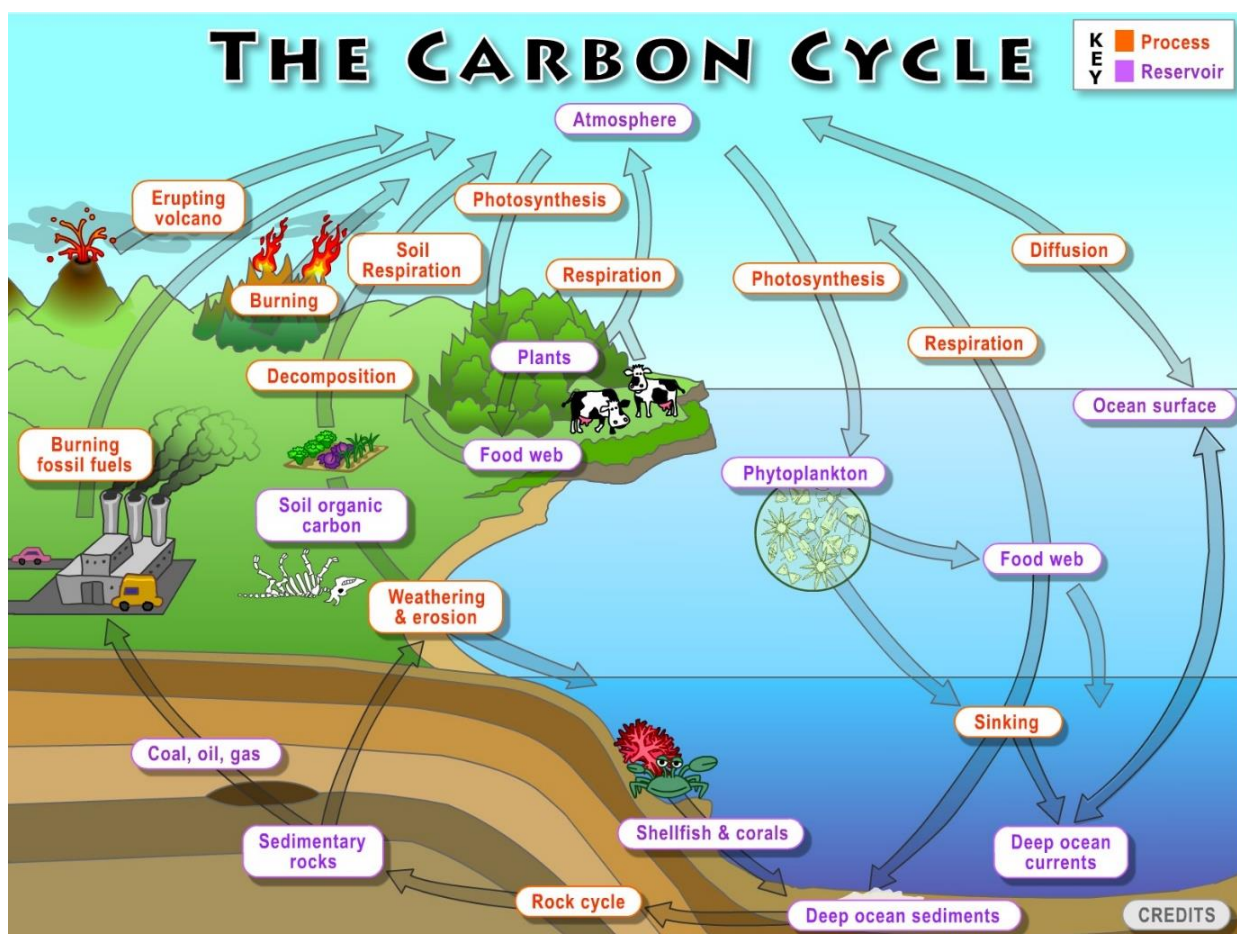
Slika 2: Primerjava podatkov o ogljikovem dioksidu in metanu v spletni aplikaciji Climate from Space (Vir: ESA CCI)

Ogljik in podnebje: osnovne informacije

Kroženje ogljika

Relativno visoka vsebnost ogljika v Zemljinem ozračju in skorji je presenetljivo nizka – manj kot 0,5 % v obeh primerih. Vendar so ogljikove spojine bistvene za življenje, saj tvorijo tkiva vseh živih bitij. Ves organski ogljik in skoraj ves ogljik, ki je shranjen v oceanih in tleh pod našimi nogami, je bil najprej pridobljen iz ozračja s fotosintezo. Posamezni atomi postanejo del različnih molekul, ki se zadržujejo v različnih skladiščih (ponorih) in lahko traja nekaj sekund ali eonov, da se vrnejo v ozračje.

Kako se ogljik premika pri kroženju ogljika, je dobro znano in je opisano na listu z informacijami 1 (glejte tudi sliko 3). Vendar človekove dejavnosti motijo kroženje – ogljikove spojine sproščajo v ozračje hitreje, kot se absorbirajo – potreba po ugotovitvi, koliko ogljika je shranjenega v različnih ponorih ali rezervoarjih in koliko ga prenese vsak proces, postaja vedno pomembnejša. To še posebej velja v primerih, ko lahko segrevanje planeta povzroči pozitivne povratne informacije. Metan, ki se sprošča pri taljenju permafrosta, na primer prispeva k nadaljnjemu segrevanju.

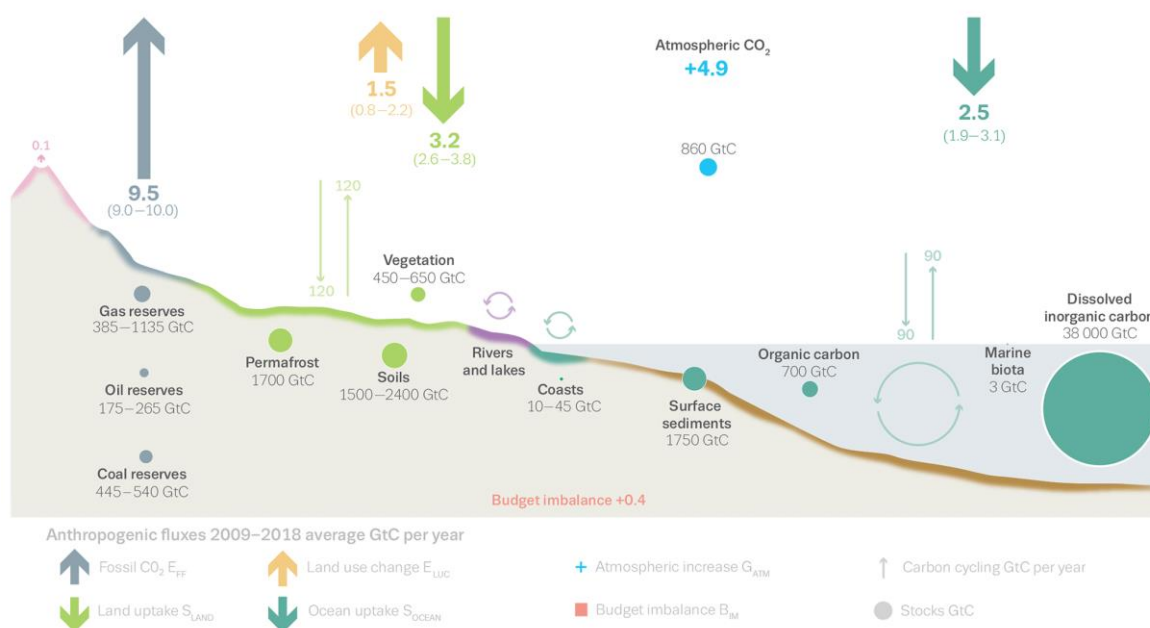


Slika 3: Kroženje ogljika (Vir: Jeff Lockwood, uporabljen v skladu s CC BY-NC-SA 3.0)

Podnebne spremembe in kroženje ogljika

Ključ do nadzora podnebnih sprememb je upravljanje kroženja ogljika – povečanje količine ogljika, shranjenega v ponorih, in zmanjšanje emisij. Slika 4 prikazuje velikost nekaterih od teh skladišč in prenosov (fluksov). Dejavnost 1 učencem omogoča, da individualna in skupna dejanja povežejo s temi procesi.

The global carbon cycle



Slika 4: Vpliv človeka na globalno kroženje ogljika (Vir: Pierre Friedlingstein, Matthew W. Jones, Michael O'Sullivan idr.; uporabljen v skladu s CC BY-SA 4.0)

Zbiranje podatkov o ogljiku

Kot kažeta sliki 3 in 4, potrebujemo informacije o ogromno stvareh, če želimo razumeti kroženje ogljika in njegovo vpliv na podnebje. Zbiranje podatkov o na primer deležu tal, ki ostanejo zamrznjena skozi vse leto po celotni Arktiki, ne bi bilo mogoče, če bi lahko izvajali meritve samo na tleh. Nekateri sateliti v orbiti okoli Zemlje 'gledajo' celotno poloblo vsakih petnajst minut. Drugi potujejo čez vsak del planeta enkrat na približno deset dni. En sam satelitski posnetek lahko vsebuje več informacij, kot bi jih lahko zbrala vojska ljudi na terenu.

Senzorji na satelitih ne morejo samo fotografirati videza Zemlje, - ki nam lahko na primer pomaga spremljati način uporabe zemlje - omogoča pa nam tudi merjenje številnih spremenljivk, povezanih z deli kroženja ogljika, ki jih ne vidimo, vključno s koncentracijo plinov v ozračju, temperaturo zemlje in morsko površino in količino ogljika, shranjenega v obliki biomase. Dejavnost 3 učencem omogoča interakcijo z nekaterimi od teh podatkov. Več o njegovem zbiranju najdejo v paketu virov Prepoznavanje utripa planeta, ki so na voljo na

<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>.

DEJAVNOST 1: KROŽENJE OGLJIKA

Ta dejavnost učencem omogoča razviti razumevanje o kroženju ogljika, kako ga človekove dejavnosti motijo in kako nam lahko prepoznavanje tega ublažiti podnebne spremembe. Naloga učence podpira pri branju in razumevanju ter pisanju pri informiranju in prepričevanju, kot tudi spodbujanju kritičnega razmišljanja o svojem znanju in uporabi empatije pri upoštevanju drugačnega zornega kota. Nekatere oziroma vse naloge na delovnem listu lahko uporabite kot domačo nalogo; spodnji opis predlaga način uporabe v razredu, ki ga spremlja dodatna dejavnost.

Oprema

- List z informacijami 1 (2 strani)
- Delovni list za učence 1
- Spletna aplikacija Climate from Space: Zgodba Kroženje ogljika (izbirno)
- Dostop do interneta
- Materiali za izdelavo plakatov ali programska oprema za ustvarjanje/obdelavo slik, ki jih učenci poznajo (izbirno)
- Žoga za tenis ali odbojko za vsako skupino po 4–6 učencev (izbirno)

Vaja

1. Preberite list z informacijami 1 pred razredom ali prosite učence, naj ga preberejo posamično ali v skupinah, po korakih 1 in 2 na delovnem listu za učence 1. Če učenci delajo v parih ali skupinah, jih spodbudite, naj izrazijo svoje razumevanje izrazov v krepkem tisku in se sklicujejo na prejšnje delo, učbenike ali internet le, če nihče od njih ni seznanjen s konceptom. Če delate s celotnim razredom, lahko drugo branje lista z informacijami ponazorite s slikami iz zgodbe Kroženje ogljika v spletni aplikaciji Climate from Space, zlasti z videoposnetkom na diapozitivu 4.
2. Učence prosite, naj ustvarijo diagrame kroženja ogljika. Učenci lahko delajo individualno, v parih ali skupinah. Uporabite lahko papir A4, celotno stran v svojih učbenikih ali programsko opremo za ustvarjanje/obdelavo slik; ali druge medije glede na čas in razpoložljiva sredstva. Spodbudite jih, naj diagram ne bo preozek, da bodo imeli prostor za dodajanje več informacij v 5. koraku delovnega lista.
3. Ko učenci v svoj diagram dodajo informacije o vlogi metana v kroženju ogljika (4. in 5. Korak delovnega lista), lahko uporabite spodaj opisano dejavnost »Kroženje ogljika«, da ocenite njihovo razumevanje cikla. Na ta način lahko uporabite tudi odgovore na 6. in 7. korak delovnega lista.
4. Naslednji del dejavnosti je osredotočen na ukrepe za zmanjšanje emisij. Začnite s splošno razpravo o podnebnih spremembah. Ali učenci mislijo, da to vpliva na njih? Kakšne posamezne ukrepe izvajajo?
5. Koraki 8–10 na delovnem listu za učence se nanašajo na lobiranje za ukrepe za ublažitev podnebnih sprememb na družbeni ravni. Določite lahko velikost območja in/ali kraja, ki ga je treba upoštevati, in vrsto osebe, ki bo posledično naslovljena. (Na primer v Združenem kraljestvu se lahko učenci pogovorijo z mestnim svetniki o ukrepu, ki bi ga lahko sprejelo mesto, ali s poslanci, če predlagajo nacionalno politiko.)

Navodila v delovnem listu od učencev zahtevajo, da navedejo logične argumente za sprejetje svojega načrta ublažitve, razmislijo o možnih slabostih v njem in prepoznajo načine, kako jih lahko odpravijo.

Nekatere dodatne informacije, potrebne za dobro predstavitev (glejte ideje v odgovorih na delovnem listu spodaj), so lahko precej tehnične ali pa jih je težko dobiti. Kljub temu lahko učenci opravijo zahtevano dodatno raziskavo in pišejo ustreznim predstavnikom in vključijo predlog, zlasti če delajo na ravni skupnosti. Učenci lahko predstavijo svoje predloge, če se je možno dogovoriti za osebni obisk. V tem primeru bi bilo dobro, da učenci delajo v skupinah.

Kroženje ogljika (izbirna ocenjevalna dejavnost)

To dejavnost je treba izvajati na prostem, v dvorani ali telovadnici. Predvideno je delo v skupinah, kjer sestavljamo zgodbe, ki prikazujejo, kako se en sam atom ogljika, predstavljen s kroglico, premika skozi kroženje ogljika. Učenci predstavljajo mesta, kjer je atom shranjen nekaj časa.

Ko si učenci podajajo žogico, bodo povedali, kaj predstavljajo, v kateri obliki in/ali kjer 'hranijo' ogljikov atom in s kakšnim postopkom ga posredujejo naprej. Učenci lahko žogo dobijo večkrat in zamenjajo vloge, ko se 'atom' premika skozi cikel in nazaj na začetno točko.

Na primer:

UČENEC 1: Sem fitoplankton in ta ogljik je v spojinah v moji celici. Poje me riba. (UČENEC 1 vrže žogo UČENCU 2.)

UČENEC 2: Jaz sem riba. Prebavim fitoplankton in ogljik postane del molekule maščobe v mojih tkivih. Poje me ptič. (UČENEC 2 vrže žogo UČENCU 3.)

UČENEC 3: Sem ptica. Ribo prebavim in energijo, ki je shranjena v njeni maščobi, porabim za dihanje. Ogljikov atom izdihnem v ozračje kot ogljikov dioksid. (UČENEC 3 vrže žogo UČENCU 4.)

UČENEC 4: Jaz sem ozračje. To molekulo ogljikovega dioksida absorbira dežna kaplja. (UČENEC 1 vrže žogo UČENCU 1.)

UČENEC 1: Sem dežna kaplja, ki vsebuje ogljikovo kislino ...

Dežna kaplja lahko pade v ocean in jo absorbira fitoplankton, s čimer sklence zanko, lahko pa ubere bolj krožno pot.

1. Učenci naj oblikujejo skupine po 4–8 učencev. Vsaka skupina potrebuje žogo in naj stoji v krogu.
2. Idejo predstavite tako, da eni skupini pomagata začetni, medtem ko drugi opazujejo.

3. Skupine naj imajo na voljo deset do dvajset minut, da sestavijo najdaljšo verigo, ki jo lahko.
4. Vsaka skupina naj zaporedoma pokaže svojo najdaljšo verigo. Druge skupine lahko uživajo v zgodbi ali pa naj ocenijo razumevanje svojih vrstnikov in zagotovijo povratne informacije.

Verige lahko vključujejo odseke, kot so:

ogljik v prazgodovinski ptici → poginila je v jami → jame se zrušijo → stiskanje trupov s številnimi drugimi → atom ogljika je zdaj v nafti → nafta, pridobljena in uporabljena v avtomobilskem motorju → ogljik je izpuščen v ozračje kot CO₂

ogljik v listu → list pade na gozdna tla → list razgradi gliva → glivo poje termit ...

Odgovori za delovni list

1. Definicije tukaj niso popolne, vendar ponazarjajo raven razumevanja, ki jo izraz zahteva v tem kontekstu.
 - učinek tople grede: sončna svetloba, ki gre skozi atmosfero, ogreje Zemljo; CO₂ in drugi plini v ozračju preprečujejo, da bi se ta toplota ponovno oddala v vesolje
 - fotosinteza: nastajanje enostavnih sladkorjev iz CO₂ in vode ob prisotnosti svetlobe
 - dihanje: razgradnja enostavnih sladkorjev v CO₂ in vode za oskrbo z energijo za živa bitja
 - razgradnja: razgradnja organskega materiala skozi čas; to lahko vključuje prebavo s strani drugih organizmov kot tudi kemične procese
 - sedimentna kamnina: kamnina, ki nastane, ko se material kot je pesek ali ostanki organizmov stisne
 - metamorfna kamnina: sedimentna kamnina, ki je bila preoblikovana s stiskanjem in/ali toploto
 - fosilna goriva: goriva, ki so nastala, ko so bili ostanki prazgodovinskih organizmov izpostavljeni vročini in pritisku; premog, nafta in plin
 - industrijska revolucija: hitra rast proizvodnje, ki je temeljila na parnem stroju, in je potekala od okoli leta 1750.
2. Posamezni odzivi.
3. Glejte sliko 3 na strani 7.
4. Mokrišča, živina, odlagališča, gozdni požari, pridobivanje fosilnih goriv.
5. Glejte sliko 3 na strani 7.
6. Koliko ogljika ali CO₂ posameznik ali skupnost izpusti v ozračje – brez tistega, kar izdiha!
7. Učenci lahko razmislijo ponovni zasaditvi ali oživitvi določenih območij; finančnih spodbudah ali razvoju infrastrukture za prevoz z nizkimi ali ničelnimi emisijami ali o zmanjšanju števila potovanj; ogrevanju ali hlajenju javnih zgradb in/ali podpori večje učinkovitosti zasebnih zgradb; proizvodnji električne energije in energetski učinkovitosti; ravnanju z odpadki itd.
8. Posamezni odzivi.

9. Dodatni podatki, potrebni za oceno izvedljivosti načrta, se razlikujejo, vendar lahko vključujejo stroške vzpostavitve in tekoče stroške (oprema, zemljišče, čas); dodatne ugodnosti, ki lahko zmanjšajo stroške; kolikšna bo razlika v emisijah zaradi spremembe; nakup s strani skupnosti, zlasti če bodo ljudje morali spremeniti način življenja; število ljudi, na katere načrt vpliva (pozitivno in negativno); učinek na zaposlovanje itd.
10. Možni viri za te dodatne podatke se prav tako razlikujejo. Učenci lahko predlagajo javne baze podatkov za podatke o prebivalstvu in informacije o infrastrukturi; tehnološka podjetja za podrobnosti o določenih napravah; znanstveno literaturo o vplivu v smislu emisij; javnomnenjske raziskave in raziskave za oceno povpraševanja in verjetnega odziva itd.

Dejavnost 2: KISLI OCEANI

Te praktične dejavnosti učencem omogočajo spoznati učinke zakisljevanja oceanov, jih povezati s kemijsko reakcijo, ki se zgodi, in kako pridobiti več informacij z uporabo iste preproste opreme. Zaradi uporabi vsakodnevnih materialov so dejavnosti primerne za učenje na domu oziroma na daljavo.

Oprema

- Delovni list za učence 2 (3 strani)
- 3 kozarci ali čaše na skupino
- 2 plastenki ali manjši kozarci na skupino
- Destiliran kis – toliko, da do polovice napolnite večji kozarec ali čašo in napolnite obe steklenici ali manjša kozarca
- Limonin ali limetin sok – da en kozarec napolnite do polovice
- 4 jajčne lupine na skupino
- 2 balona na skupino
- Zaščita za oči
- Krpe ali papirnate brisače
- Pinceta ali klešč

Priprava in opombe glede opreme

Učenci naj poberejo – in počistijo za sabo! – jajčne lupine vnaprej. Za prvi del dejavnosti so potrebni kozarci ali čaše z dovolj široko odprtino, da gre lahko skozi jajce.

Kozarec ali plastenka za drugi del mora imeti dovolj ozek vrat, da se nanj prilega balon, vendar dovolj širok, da se prilega tesno. Če je potrebno, lahko za boljše tesnjenje uporabite trak, vrvico ali gumico.

Opomba: Tanke PET plastenke za pijačo se lahko razširijo, zato niso primerne za to dejavnost.

Uporaba ustekleničenega limoninega ali limetnega soka (vrste, ki se prodaja za kuhanje) bo prihranila kar nekaj časa in nereda. Če uporabljate sveže sadje, sok precedite, da odstranite morebitne usedline.

Školjke dobaviteljev so bolj realna alternativa jajčnim lupinam, vendar bo verjetno trajalo dlje, da opazite učinek. Če jih uporabljate, preverite, ali so iz trajnostnega vira.

Varnost in zdravje

Nositi je treba zaščito za oči.

Pri tej dejavnosti se uporabljajo živila, zato je treba učencem povedati, naj ne okušajo ničesar.

Zagotovite, da je na voljo material za brisanje razlite tekočine.

Vaja

1. Pojasnite, da lahko toplejši oceani absorbirajo več CO₂ iz ozračja, zaradi česar so oceani kisli.
Opomba: Čeprav je trenutno tako, raziskave kažejo, da lahko nadaljnje segrevanje zmanjša sposobnost oceanov za absorpcijo CO₂.
2. Raziskali bomo učinek zakisljevanja oceanov z uporabo modela, v katerem:
 - školjke in korale predstavljajo jajčne lupine (ki so iz istega materiala)
 - palčke krede predstavljajo pečine ali obale, oblikovane iz sedimentnih kamnin
 - šibke kisline, ki jih lahko najdemo v naši kuhinji, predstavljajo zakisan ocean.
3. Učenci naj nastavijo svojo opremo po navodilih z delovnega lista za učence 2.1 in zabeležijo svoja začetna opažanja. Zabeležijo lahko nekaj ključnih točk na delovnem listu za učence 2.2, fotografirajo in/ali zabeležijo podrobnejše opise v svoje zvezke.
Opomba: Pomembno je, da balone predhodno raztegnete, da sprostite gumo, ker proizvedeni ogljikov dioksid ne ustvarja tolikšnega presežnega pritiska kot pljuča učencev.
4. Ni nujno, da so intervali med opazovanji natančni, zato lahko tiste po eni uri opravite ob koncu pouka. V tem primeru lahko vrzel uporabite za razpravo o vprašanjih 3, 4 in 5 iz delovnega lista za učence 2.3.
5. Ko učenci zberejo svoje rezultate, naj izpolnijo vprašanja na delovnem listu za učence 2.3.
To lahko uporabite za ocenjevanje ali razpravo v razredu. Nekatera ali vsa vprašanja zastavite kot domačo nalogo.
Mlajšim ali manj sposobnim učencem lahko pomagata pri odgovorih na vprašanji 4 in 5 in predlagate dodatno opremo, ki jo lahko uporabijo (glejte odgovore na delovnem listu spodaj).
Pri pogovoru v razredu lahko govorite o pozitivni povratni zanki, ki izhaja iz tega procesa.
6. Učenci naj izvedejo nadaljnje raziskave o vplivu zakisljevanja oceanov na morsko življenje.

Rezultati vzorcev

Okoli jajčnih lupin v kisu in limoninem soku se bodo skoraj takoj pojavili mehurčki. Okoli jajčnih lupin v vodi je lahko nekaj mehurčkov, vendar so ti verjetno nastali iz ujetega zraka in se bodo čez uro ali nekaj dni razpršili (glejte sliko 5 na naslednji strani).

Večina krede za tablo je sestavljena iz mavca, ki vsebuje le majhne količine kalcijevega karbonata. Mehurčki, ki prihajajo s krede, bodo verjetno manjši (glejte sliko 6 na naslednji strani), čeprav jih bo verjetno več, vsaj na začetku.

Po eni uri se jajčne lupine v kislinah lahko začnejo mehčati ali dobijo luknjičast videz – zlasti okoli robov, ki lahko postanejo bolj gladki. Reakcija s kredami se lahko popolnoma ustavi, če je ves dostopni kalcijev karbonat že reagiral.



Slika 5: Jajčne lupine po kakšni uri v kisu, limoninem soku in vodi. (Vir: ESA CCI)

Lupina v kisu se bo po dveh ali treh dneh popolnoma raztopila, lupina v limoninem soku pa se bo ohranila (glej sliko 7).



Slika 6: Manjši mehurčki iz krede v kisu. Primerjajte s tistimi iz jajčnih lupin na sliki 5. (Vir: ESA CCI)



Slika 7: Jajčne lupine po enem dnevu v kisu (levo) in limoninem soku (desno). (Vir: ESA CCI)

Malo verjetno je, da se bo balon nad kozarcem, v katerem so krede, močno razširil; v kozarcu z jajčno lupino se bo verjetno zbrala primerna količina plina, čeprav v prvi uri morda ne bo vidne razlike (glejte sliko 8).

Ker se reakcija med kisom in jajčno lupino upočasni, lahko prostornina balona ostane nespremenjena ali se celo zmanjša, če gre plin skozi balon hitreje, kot se razvija dodatni plin.



Slika 8: Baloni za drugi del vaje po več urah. Jajčna lupina in kis (levo), krede in kis (desno) (Vir: ESA CCI).

Odgovori za delovni list

1. Dovajajte skozi apneno vodo, ki bo postala motna, če je plin CO₂.
2. a. Lupine mehkužcev bodo pobeljene in postale tanjše, zaradi česar bodo ranljivi. Ogrodja koral – del, za katerega mislimo, da je korala – se bodo raztopila.
b. Kemično preperevanje kamnin se bo pospešilo.
c. To se bo povečalo.
3. $\text{CaCO}_3 + 2\text{CH}_3\text{COOH} \rightarrow \text{Ca}(\text{CH}_3\text{COO})_2 + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
4. a. Najenostavnejši pristop je uporaba kosa vrvice za merjenje obsega balona.

Ob predpostavki, da je okrogla, lahko izračunamo polmer, ob predpostavki, da je krogla, pa lahko izračunamo prostornino iz polmera. Odvisno od uporabljenega balona lahko učenci balon določijo približno kot valj ali kombinacijo krogle in valja ter predlagajo ustrezne meritve.

- b. To je odvisno od oblike balona in predpostavk (glej zgoraj).

Kot primer: za tiste, prikazane na sliki 8, je vodoravni prečni prerez eliptičen in ne krožen, zato je polmer verjetno manjši od tistega, izračunanega iz oboda, zaradi bo vrednost prevelika.

Vendar bi napihnjeno območje štrlelo nad in pod kroglo, ki naj bi jo zapolnilo, zato je lahko dejanska prostornina večja od izračunane. Obstaja možnost, da se ti dve napaki izničita.

5. Točke, ki jih lahko učenci vključijo v svoje odgovore:
- Uporabljajte kis/kislino različnih razredčenih raztopin.
 - Izmerite čas za dano prostornino CO₂, ki bo sproščena, ali da balon doseže določen obseg (slednje je bolj tvegano, saj je možno zamuditi ključni trenutek).
 - V intervalih izmerite obseg balona in ga primerjajte ali narišite.
 - Uporabite črto, označeno na balonu, da bo obseg vedno izmerjen na isti točki.
 - Vsakič izmerite količino kisline in maso uporabljenih jajčnih lupin.
 - Matematično sposobnejši učenci lahko predlagajo izračun stopnje z deljenjem količine s časom ali uporabo gradienta grafa. Morda vedo tudi, da bi morali uporabiti kocko katere koli linearne meritve, da zagotovijo upoštevanje nečesa, kar je sorazmerno z prostornino, tudi če ne izračunajo prostornine.
 - Kdor se zaveda dejavnikov, ki vplivajo na hitrost reakcije, bo morda opazil potrebo po konstantni temperaturi in da je trdna snov vsakič enako velika.

Opomba: Ker je kis razredčena raztopina šibke kisline, so količine razvitega ogljikovega dioksida celo v teoriji premajhne, da bi bila takšna preiskava praktična. Učenci lahko metodo, ki so jo razvili, uporabijo kot osnovo za laboratorijsko delo z uporabo klorovodikove kisline in marmornih drobcev.

Dejavnost 3: SPREMLJANJE OGLJIKA IZ VESOLJA

Učenci v tej dejavnosti uporabijo spletno aplikacijo Climate from Space, s katero raziščejo vprašanje o delu kroženja ogljika in pripravijo predstavitev, s katero pojasnijo svoje ugotovitve sošolcem. To lahko storijo posamezno, v parih ali v skupinah. Če učenci delajo v skupinah in/ali ne poznajo spletne aplikacije, lahko vsaj prvi del dejavnosti izvedete v razredu, kljub temu da je dejavnost primerna za samostojno učenje.

Oprema

- Dostop do interneta
- Spletna aplikacija Climate from Space
- Delovni list za učence 3 (2 strani, druga stran je izbirna)
- Programska oprema za predstavitve, kot je PowerPoint

Vaja

1. Učencem dajte nekaj časa, da se seznani s spletno aplikacijo Climate from Space ali prikažejo njeno uporabo po navodilih v polju na vrhu delovnega lista za učence 3.1.
Osnovni zemljevid (temno sivi oceani in svetlo siva kopna) je prosojen na mestih, kjer ni bilo mogoče zanesljivo ugotoviti, koliko ogljikovega dioksida je v zraku. To je lahko zato, ker je oblačnost preprečila, da bi satelitski senzor zbral dovolj podatkov za zanesljive meritve.
Ko učenci raziskujejo druge spremenljivke, lahko opazijo tudi, da so piksli različnih velikosti za različne količine. Za to obstajajo različni razlogi, vključno s tem, da je za izračun nekaterih spremenljivk potrebnih več neobdelanih podatkov kot za druge in da imajo lahko različni instrumenti različne ločljivosti. Več informacij o tem je v paketu Prepoznavanje utripa planeta, na voljo na <https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>
2. Učenci naj raziščejo eno od predlaganih vprašanj in pripravijo kratko predstavitev, kot je opisano na delovnem listu za učence 3.1.
Vprašanja lahko dodelite določenim učencem ali skupinam. Ko je naloga odprta in omogoča razlikovanje glede na izid, so lahko zgodnejša vprašanja lažja od poznejših, odvisno od predznanja razreda.
Delovni list za učence 3.2 nudi podporo s predlaganjem področij, na katera se je treba osredotočiti (učenci lahko uporabijo aplikacijo za kartiranje, da poiščejo ta področja) in v nekaterih primerih nekaj podrobnejših vprašanj.
3. Če bodo učenci svoje ugotovitve predstavili drug drugemu, lahko dodate časovno omejitev na seznam navodil za predstavitev in/ali razpravo o ustreznih merilih za medsebojno ocenjevanje.

Odgovori za delovni list

Pri tej dejavnosti je ključno, da učenci predložijo dokaze za svoje odgovore, namesto da zgolj navedejo očitno povezavo z malo podpornimi podrobnostmi.

Povzetek:

- Sezonskost ravni CO₂ je obravnavana na listu z informacijami 1 in dolgoročni trend naraščanja ravni je jasno razviden iz spremembe prevladujoče barve podatkov.
- Območja pridelave riža ali območja, ki so nagnjena k požarom, imajo jasne sezonske spremembe ravni metana. Tudi ti podatki kažejo jasno letno rast.
- Območje, ki ga pokriva permafrost, se zmanjšuje – v podatkih je prikazano s svetlejšimi barvami in obsegom – kar je v korelaciji s povečanimi ravni toplogrednih plinov. Učence spodbudite k razmišljanju o tem, ali ta korelacija kaže vzročno zvezo ali ne in v katero smer, če je temu tako.
- Na splošno je povečana površina požganih zemljišč povezana s povečanimi ravni ogljika v ozračju in z zmanjšano biomaso ter pogosto povezana s spremembami pokritosti tal iz gozdov v kmetijske površine. Učenci lahko to dokažejo – ali ne – na podlagi področij, ki jih bodo izbrali za raziskavo.

	Dec–Feb	Mar–May	Jun–Aug	Sept–Nov
Kolumbija	<i>Visoks</i>	<i>Srednja</i>	<i>Nizka</i>	<i>Nizka</i>
Brazilija	<i>Nizka</i>	<i>Nizka</i>	<i>Visoka</i>	<i>Srednja</i>
Kameron	<i>Visoka</i>	<i>Srednja</i>	<i>Nizka</i>	<i>Nizka</i>
Zambia	<i>Nizka</i>	<i>Nizka</i>	<i>Visoka</i>	<i>Srednja</i>
severna Avstralija	<i>Nizka</i>	<i>Visoka</i>	<i>Visoka</i>	<i>Srednja</i>

- Dvig hladnejše vode lahko poveča oskrbo s hranili in tako vodi do povečanega nastanka planktona – kar pa morda ni tisto, kar učenci pričakujejo

Dejavnost lahko uporabite za ocenjevanje raziskovalnih sposobnosti, predstavitev pa za ocenjevanje komunikacijskih spretnosti glede na lokalna merila.

Delovni list 1: KROŽENJE OGLJIKA

1. Hiter prelet lista z informacijami 1.

Če niste prepričani v pomen besed ali besednih zvez v krepki pisavi, to ugotovite, preden greste na naslednji korak.

Narisali boste diagram, ki prikazuje celotno kroženje ogljika. Vaš diagram bo prikazal vire in upade ogljika ter označil procese, ki ga premikajo skozi hitre in počasne cikle.

2. Natančneje preberite list z informacijami in tokrat poiščite podrobnosti, ki jih boste morali vključiti v svoj diagram.

Med branjem lahko poudarite ključne točke ali ustvarite grobo skico.

3. Ustvarite svoj diagram.

Uporabite lahko različne barve ali sloge črk, da pokažete razliko med viri in ponori in/ali procesi, ki so del počasnih in hitrih ciklov.

List z informacijami trdi, da je metan, CH₄, še en pomemben toplogredni plin. Kot lahko vidite iz njegove kemijske formule, metan vsebuje tudi ogljik. Tla absorbirajo majhno količino metana iz ozračja, vendar večina ostane v zraku, dokler ne pride do kemične reakcije, ki ga spremeni v ogljikov dioksid in vodo.

4. Opravite nekaj raziskav, da najdete vire metana.

5. V svoj diagram dodajte informacije o metanu.

List z informacijami vsebuje nekaj ukrepov, ki jih lahko posamezniki uporabijo za zmanjšanje svojega *ogljirnega odtisa*.

6. Znanje z lista uporabite, da napišete svojo definicijo tega pojma. Ne uporabite več kot dvajset besed.

7. Izberite ukrep, ki bo zmanjšal ogljirni odtis vaše celotne skupnosti, mesta, regije ali celo države.

Uporabite svoj diagram kroženja ogljika, da ugotovite, zakaj bo imel vpliv. Pomislite, za katere vire, ponore in procese gre.

Predstavljajte si, da imate priložnost govoriti s skupino odločevalcev, ki bi lahko izvedli ta ukrep.

8. Določite točke, ki bi jih naredili kot seznam točk.

Razmislite o vprašanjih, ki bi jih lahko postavili odločevalci, ali o ugovorih, ki bi jih lahko podali.

9. Katere dodatne informacije bi potrebovali, da odgovorite na njihova vprašanja ali naslovite njihove skrbi?

10. Kako lahko najdete te podatke?

Če menite, da bi bilo treba katero od teh informacij dodati vašim ključnim točkam, posodobite svoj seznam, da pokažete, kam bi jo vključili.

Delovni list 2: KISLI OCEANI

Kaj potrebujete

- 3 kozarci ali čaše
- 2 plastenki ali manjši kozarci
- Kis
- Limonin ali limetin sok
- 4 čiste jajčne lupine
- 2 palčki krede

Varnost in zdravje

- Delajte previdno, da ne boste polivali in špricali.
- Nosite zaščito za oči.
- Če kar koli pride v vaše oči, jih takoj izperite z veliko čiste hladne vode.
- Ne okusite ničesar in ne se dotikajte svojega obraza.

Navodila: prvi del

1. En kozarec ali čašo do polovice napolnite z destiliranim kisom, drugega z limoninim sokom in tretjega z vodo.
2. V vsak kozarec damo dve polovici jajčnih lupin.
3. Kaj se zgodi v vsakem kozarcu? Nekaj ključnih besed lahko zabeležite v tabeli na učnem listu 2.2.



(Vir: ESA CCI)

Za podkrepitev svojih opažanj lahko zajamete slike.

Po najmanj eni uri previdno iz vsakega kozarca odstranite košček jajčne lupine. Kakšne so lupine na videz in na otip?

1. Jajčne lupine vrnite v pravi kozarec.
2. Opazovanja ponavljajte vsak dan, dokler ne opazite več sprememb. Če uporabljate tabelo na delovnem listu za učence 2.2, boste morda morali dodati dodatne vrstice.

Navodila: drugi del

To nastavite hkrati s 1. delom. Razdelite naloge med skupino, da se lahko hitro premikate med 3. in 4. korakom.

1. Večkrat napihnite in izpihnite balon, dokler se ne napihne zlahka.
2. Plastenke ali manjše kozarce skoraj do vrha napolnimo s kisom.
3. V en kozarec dajte jajčno lupino in kis, v drugega pa dve kredi. Če sta preveliki, ju razrežite na približno enako velike kose in se skupaj dodajte v kis.
4. Pritrdite balon na vrat vsake steklenice. Za dobro tesnjenje lahko uporabite lepilni trak, vrvico ali gumico.
5. Zabeležite, kaj se zgodi z baloni po približno eni uri in nato v dnevnih intervalih. Za podkrepitev svojih opažanj lahko zajamete slike.



(Vir: ESA CCI)

Rezultati

	Odprta posoda, jajčne lupine			Tesnilo za balone, kis	
	Voda	Limonin sok	Kis	Jajčna	Kreda
Začetna opažanja					
Po 1 uri					
Po 1 dnevu					
Po 2 dneh					

Raziskovanje vaših rezultatov

1. Kako lahko pokažete, da je plin, ki nastane pri tej reakciji, ogljikov dioksid?

2. Če bodo oceani postali bolj kisli, kaj se bo glede na vaše rezultate zgodilo z:

a. Morskimi mehkužci in koralnimi grebeni?

b. Obalami iz apnenca in podobnih kamnin?

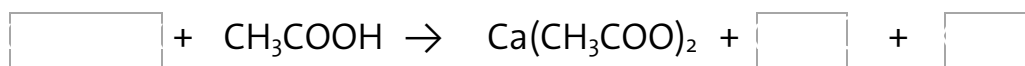
c. Hitrostjo povečanja vsebnosti ogljikovega dioksida v ozračju?

Kislina v kisu je etanojska (ocetna) kislina, CH_3COOH , spojina v lupinah, ki reagira s kislino, pa je kalcijev karbonat. Pri reakciji nastanejo kalcijev etanoat (acetat), voda in ogljikov dioksid.

3. Enačbo za reakcijo dopolnite tako, da dodate:

a. formule za kalcijev karbonat, ogljikov dioksid in vodo v številke

b. polj, kjer je to potrebno, za ureditev enačbe.



4. Pomislite, kako bi lahko z balonom ocenili količino ogljikovega dioksida, ki ga oddaja jajčna lupina.

a. Pojasnite, kaj bi merili, kako in kakšne izračune bi izvedli.

b. Katere predpostavke ste naredili pri tem izračunu?

Za vsako povejte, ali to pomeni, da bo vaš odgovor verjetno prevelik ali premajhen.

5. Kako lahko uporabite zamisli v tej dejavnosti za raziskovanje, kako se hitrost sproščanja ogljikovega dioksida spreminja glede na koncentracijo kisline?

O svojih zamislih se pogovorite s partnerjem ali svojo skupino.

Ko pripravite načrt, napišite seznam potrebne opreme in kemikalij ter navodila po korakih, ki prikazujejo pošteno izvedbo testa.

Delovni list 3: SPREMLJANJE OGLJIKA IZ VESOLJA

Odprite spletno aplikacijo Climate from Space (cfs.climate.esa.int).

Kliknite na simbol Data Layers (podatkovni sloji – zgoraj desno) in izberite Carbon Dioxide (ogljikov dioksid – CO₂).

Večkrat predvajajte animacijo in preverite, ali razumete kontrolnike na zaslonu in kako vam lahko pomagajo natančneje pogledati določena mesta ali čase. Znova kliknite na simbol Data Layers, pomaknite se navzdol do Methane (metan) in tokrat kliknite COMPARE (primerjaj).

Preverite, ali razumete, kako uporabljati kontrolnike v spodnjem desnem kotu zaslona za preklapljanje med pogledom zemljevida in globusa ter prenos vsebine na zaslonu.

1. Zdaj veste, kako uporabljati spletno aplikacijo Climate from Space. Uporabite jo in raziščite eno ali več spodaj navedenih vprašanj o kroženju ogljika. Z dovoljenjem učitelja lahko raziščete drugo vprašanje, ki si ga izberete sami in je s kroženjem ogljika.
2. Uporabite znanje iz te teme in informacije iz drugih spletnih virov, ki vam bodo pomagali razložiti vzorce, trende in razmerja, ki ste jih prepoznali v podatkih, prikazanih v aplikaciji Climate from Space.
3. Pripravite kratko predstavitev z največ štirimi diapozitivi, da povzamete, kaj ste izvedeli in kako. Vaši diapozitivi morajo:
 - Vključiti vsaj tri ustrezne slike iz aplikacije Climate from Space, da zagotovite dokaz za svoj odgovor na vprašanje.
 - Na vsakem diapozitivu so lahko največ štiri slike.
 - Na vsakem diapozitivu je lahko največ 100 besed – to vključuje oznake na diagramih.

Vprašanja

1. Kateri vzorci in trendi so razvidni pri meritvah ogljikovega dioksida?
2. Kateri vzorci in trendi so razvidni pri meritvah metana?
3. Kakšno razmerje obstaja med koncentracijo permafrosta in ravnmi ogljikovega dioksida in/ali metana (če obstaja)?
4. Kako so ravni ogljikovega dioksida in metana v ozračju povezane s požari?
5. Kako požari kratkoročno in dolgoročno vplivajo na pokritost?
6. Kakšen kratkoročni in dolgoročni učinek imajo požari na ravni biomase?
7. Kako se fitoplankton odziva na spremembe temperature morske površine?

Nekaj vprašanj za začetek

Vprašanja 1 in 2

Primerjate lahko dva kraja; enega na vsaki polobli (na primer Pariz in Johannesburg).

Poiščite sezonske cikle tako, da počasi pregledate nekaj let. Kdaj so ravni posameznega plina najvišje v vsakem kraju?

Kakšen je trend v obdobju, ki ga zajemajo podatki?

Če raziskujete 2. vprašanje, se lahko ozrete tudi nazaj na to, kar ste izvedeli o virih metana v dejavnosti 1.

Vprašanje 3

Permafrost je zemlja, ki ostane zmrznjena vse leto.

Lahko se osredotočite na območje, kot je polotok Jamal, kjer so v zadnjih letih v prej zmrznjeni zemlji nastale ogromne luknje.

Poiščite sezonske cikle.

Vprašanja 4-6

Začnete lahko tako, da izpolnite tabelo, kot je ta, da prikažete stopnje požarne dejavnosti na različnih mestih v različnih obdobjih leta.

	Dec–Feb	Mar–May	Jun–Aug	Sept–Nov
Kolumbija	<i>Visoka</i>			
Brazilija				
Kamerun				
Zambija				
Severna Avstralija				<i>Srednja</i>

Lahko uporabite podobno tabelo, ki vam bo v pomoč pri raziskovanju druge spremenljivke, nato primerjajte obe tabeli.

Vprašanje 7

Nabor podatkov o barvi oceana prikazuje koncentracijo klorofila, s čimer daje predstav o številu fitoplanktona.

Tihooceanska obala Amerike je dober kraj za začetek: pogledajte kraje na obeh straneh ekvatorja.

So učinki takojšnji ali obstaja časovni zamik?

List z informacijami 1: KROŽENJE OGLJIKA

Tiskovne organizacije zadnja leta vse pogosteje poročajo o rekordnih temperaturah. Vroča poletja in tople zime postajajo običajne v mnogih državah po Evropi in leta 2020 je meteorološki urad Združenega kraljestva za BBC povedal, da večina ljudi v Angliji do leta 2040 pozimi ne bo videla snega.

Vemo že, da človekove dejavnosti prispevajo k globalnemu segrevanju s povečanjem količine ogljikovega dioksida (CO_2) v atmosferi, kar povečuje **učinek tople grede**. Znanstveniki opozarjajo, da bo s tem tempom nastalo veliko negativnih posledic za ljudi, gospodarstvo in naravo. Mnogi ljudje so zato uvedli spremembe, da bi zmanjšali svoj ogljični odtis. Lahko se izogibajo letenju, manj uporabljajo avto, razmišljajo o vplivu hrane, ki jo jedo, ali se izogibajo proizvodom, ki nastanejo z uničevanjem deževnih gozdov.

Toda kaj imajo te stvari s CO_2 v atmosferi?

Gibanje ogljika – v CO_2 in drugih spojinah – med ozračjem, zemljo in vodo je v občutljivem ravnovesju. Kroženje ogljika opisuje, kako se ogljik giblje med ponori (mesta, ki zadržujejo ogljik, preprečujejo ali zadržujejo njegovo sproščanje v ozračje) in viri (ki ustvarjajo ali v zrak sproščajo pline, ki vsebujejo ogljik).

Hitro kroženje ogljika

Rastline sprejemajo CO_2 iz zraka med **fotosintezo**, ga shranijo v svojih tkivih, ko rastejo, in ga nekaj vrnejo v zrak z **respiracijo** in ko umrejo.

Listavci absorbirajo veliko več CO_2 , ko vsako pomlad zrastejo novi listi. Toda jeseni se fotosinteza ustavi in **razgradnja** odpadlega listja vrača CO_2 v ozračje. Ko je na severni polobli pomlad, je na južni polobli jesen, torej se te sezonske spremembe zagotovo izničijo, če upoštevamo Zemljo kot celoto?

Žal ne. Ne samo, da je na severni polobli več kopnega, ampak tudi veliki deli tega – predvsem v Sibiriji in Kanadi – so pokriti z gozdom. Posledično globalne ravni CO_2 ravni dosežejo vrh maja.

Tudi živali lahko jedo rastline. V tem primeru se ogljik, shranjen v rastlinskih tkivih, sprosti, ko žival diha ali ko umre in njeno telo propade.

Morda bo trajalo nekoliko dlje, da se CO_2 vrne v ozračje, vendar celoten proces poteka več mesecev ali let in se običajno imenuje hitro kroženje ogljika.



Dele deževnega gozda na Borneu krčijo za pridelavo oljnih palm, s čimer se zmanjša pokritost z drevesi, shranjeni ogljik pa se sprosti. Palmovo olje se uporablja v mnogih izdelkih, od mila do piškotov. (Vir: vsebuje spremenjene podatke sentinela Copernicus (2019), obdelava ESA.)

Počasno kroženje ogljika

Nasprotno pa lahko atom ogljika v počasnem kroženju ogljika potuje na stotine tisoč – celo milijone – let.

Površina oceana absorbira CO₂ in, čeprav se ga nekaj hitro sprostí nazaj v ozračje, se pomeša v globokih vodah, kjer ostane razgrajen stoletja. Ogljik doseže ocean tudi skozi vodni krog: deževnica absorbira CO₂, zaradi česar je rahlo kislá. Ta šibka kislina reagira s kamni in tlemi, jih razgradi in tvori nove spojine, ki jih lahko sčasoma odplavi v morje.

Organizmi v oceanu, vključno s fitoplanktonom in koralami, absorbirajo ogljik med rastjo. Ko umrejo, njihova telesa padejo na morsko dno in ogljik v njihovih lupinah ali okostjih se zaklene v **sedimentne kamnine**, ki so največje skladišče ogljika na Zemlji. Ta ogljik se vrne v ozračje šele, ko se material oceanskega dna premika skozi kroženje kamnin: CO₂ se sprošča v nekaterih proces, ki vodijo do proizvodnje **metamorfni kamnin**, pri širjenju morskega dna in pri izbruhih vulkanov.

Ogljik se odstrani iz hitrega cikla in postane del počasnega cikla, ko ostanki rastlin in živali ne morejo popolnoma razpasti, temveč se kopičijo in se sčasoma spremenijo v šoto, skrilavce in **fosilna goriva**.

Izgorevanje fosilnih goriv sprošča CO₂ v ozračje, pri čemer učinkovito zaobide del počasnega ogljikovega cikla. Krčenje gozdov zmanjšuje sposobnost Zemlje za prevzem in skladiščenje ogljika – in če je rastlinski material sežgan ali prepuščen razpadu, se shranjen ogljik, vrne v hiter cikel prej, kot bi se sicer. Čeprav nekaj odvečnega CO₂ absorbira kopno in oceani, se preostanek nabere v ozračju, kar je v zadnjih 150 letih povzročilo 30-% povečanje.

Ustvarjanje ravnovesja

Posamezni ukrepi, obravnavani v prvem odstavku, lahko prispevajo k zmanjšanju hitrosti povečevanja deleža ogljika v ozračju. Številne skupnosti si prizadevajo za neto ničelne emisije – s čimer bi zagotovili, da v ozračje ne dodajo več ogljika, kot ga odstranijo. Vendar pa plin ostane v ozračju dolgo časa, zato bodo potrebni dodatni ukrepi, da se bodo ravni vrnile na tiste, ki so obstajale pred **industrijsko revolucijo**.

S sateliti zbrani podatki nam omogočajo sledenje ogljiku skozi kroženje po vsem svetu. Satelitski senzorji merijo koncentracijo CO₂ (in metana, CH₄, ki je še en pomemben toplogredni plin) v ozračju; spremljanje pokritosti tal in ocenjevanje biomase iz vesolja nam omogoča, da določimo količino ogljika, shranjenega v vegetaciji na kopnem; preučevanje barve oceana pa omogoči približen vpogled v količino ogljika, ki ga lahko sprejme fitoplankton.

Podnebni znanstveniki uporabljajo takšne informacije za ustvarjanje numeričnih modelov, ki pojasnjujejo, kako se je podnebje spremenilo v preteklosti, in jih je mogoče uporabiti za napovedovanje, kaj se lahko zgodi v prihodnosti. Odločevalci lahko nato uporabijo te modele, da ugotovijo, kako lahko upravljamo svoje dejavnosti kot družba in ponovno vzpostavimo ravnovesje v kroženju ogljika.

Povezave

Viri

Spletna aplikacija Climate from Space

<https://cfs.climate.esa.int>

Podnebje za šole

<https://climate.esa.int/educate/climate-for-schools/>

Učenje z vesoljem

http://www.esa.int/Education/Teachers_Corner/Teach_with_space3

Animacija kroženja ogljika

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2018/02/Carbon_Cycle

Animacija ogljika in oceanov

[https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/12/Carbon_dioxide_ocean_atmosphere_exchange/\(lang\)](https://www.esa.int/ESA_Multimedia/Videos/2017/12/Carbon_dioxide_ocean_atmosphere_exchange/(lang))

Vesoljski projekti ESA

Urad ESA za podnebje

<https://climate.esa.int/>

Prostor za naše podnebje

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Odprave ESA za opazovanje Zemlje

www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/ESA_for_Earth

Raziskovalci Zemlje

http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers

Kopernikovi sentinel

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Overview4

Drugi viri

Videoposnetek Vesolje za podnebje

https://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Space_for_our_climate

Podnebje in permafrost

<https://climate.esa.int/projects/permafrost/news/picturing-permafrost-arctic/>

Več videoposnetkov Zemlje iz vesolja

http://www.esa.int/ESA_Multimedia/Sets/Earth_from_Space_programme

ESA Kids

https://www.esa.int/kids/en/learn/Earth/Climate_change/Climate_change