

Hrvoje Drvenkar
Marko Godinić
Josip Jukić
Dragutin Migles

GEOGRAFIJA 3

Udžbenik iz geografije za 3. razred gimnazije

3. IZDANJE



2022.



Nakladnik

ALFA d. d. Zagreb

Nova Ves 23a

Za nakladnika

Ivan Petric

Direktorica nakladništva

mr. sc. Daniela Novoselić

Urednik za Geografiju

Marko Labus

Recenzija

izv. prof. dr. sc. Vuk Tvrтко Opačić

Ivica Blažević

Tvrтко Pleić

Likovno i grafičko oblikovanje

Zorica Adamović

Lektura i korektura

Marijana Ivić

Kristina Ferenčina

Grafički prilozi

Slaven Tomakić

Nikola Štambak

www.shutterstock.com

Digitalno izdanje

Alfa d. d.

Mozaik Education Ltd.

Tehnička priprema

Ivan Herceg

Tisak

Og grafika d. o. o.

Proizvedeno u Republici Hrvatskoj, EU

Udžbenik je uvršten u Katalog odobrenih udžbenika rješenjem Ministarstva znanosti i obrazovanja Republike Hrvatske:

KLASA: UP/I-602-09/20-03/00007, URBROJ: 533-06-20-0002, od 30. travnja 2020. godine.

CIP zapis dostupan je u računalnome katalogu Nacionalne i sveučilišne knjižnice u Zagrebu pod brojem **001125872**.

OPSEG PAPIRNATOG IZDANJA	MASA PAPIRNATOG IZDANJA	KNJIŽNI FORMAT	CIJENA
136 str.	296 g	265 mm (v) x 210 mm (š)	115,00 kn

Digitalno izdanje dostupno je na digitalnoj platformi *mozaLearn* na internetskoj adresi **www.mozaweb.com/hr** pod identifikacijskim brojem **HR-ALFA-GEO3-1812**.

© Alfa

Ova knjiga, ni bilo koji njezin dio, ne smije se umnožavati ni na bilo koji način reproducirati bez nakladnikova pismenog dopuštenja.

Mozaik Education Ltd. zadržava intelektualno vlasništvo i sva autorska prava za komercijalne nazive *mozaBook*, *mozaWeb* i *mozaLearn*, digitalne proizvode, sadržaje i usluge proizvedene neovisno o nakladniku Alfa d. d.

1. KLIMATSKE PROMJENE.....	5
1.1. Uzroci i posljedice klimatskih promjena.....	6
1.2. Efekt staklenika.....	11
1.3. Klimatske promjene u međunarodnim odnosima.....	16
2. SUBEKUMENSKI PROSTORI SVIJETA.....	21
2.1. Subekumenski prostori na Zemlji.....	22
2.2. Život u subekumeni.....	28
2.3. Subekumenska područja u Hrvatskoj.....	32
3. MORE, PODMORJE I NJIHOVI RESURSI.....	37
3.1. Reljef podmorja i morskog dna.....	38
3.2. Tipovi otoka.....	42
3.3. Svijet koralja.....	46
3.4. Pacifički vatreni prsten.....	50
3.5. More i podmorje kao izvor resursa.....	54
3.6. Zaštita mora i podmorja.....	59
3.7. Ekološka uloga mora.....	64
4. DEMOGRAFSKA SLIKA HRVATSKE.....	71
4.1. Kretanje broja stanovnika i razmještaj stanovništva u Hrvatskoj.....	72
4.2. Prirodno i prostorno kretanje stanovništva Hrvatske.....	76
5. SUVREMENA OBILJEŽJA GRADSKIH NASELJA.....	79
5.1. Elementi gradskog sustava.....	80
5.2. Suvremene promjene gradskih naselja.....	84
5.3. Megagradovi i supergradovi.....	90
5.4. Pametan, uključiv i održiv grad.....	94
5.5. Urbana klima.....	98
6. MEGAPROJEKTI I TEHNOLOŠKA ZATAJENJA U OKOLIŠU.....	103
6.1. Megaprojekti u svijetu i Hrvatskoj.....	104
6.2. Tehnološka zatajenja i njihove posljedice.....	108
7. ODRŽIVI RAZVOJ – TEMELJ GOSPODARSTVA BUDUĆNOSTI.....	113
7.1. Gospodarenje otpadom i pročišćavanje otpadnih voda.....	114
7.2. Energetska održivost.....	120
7.3. Održivi razvoj turizma.....	123
7.4. Održivi razvoj u svijetu i Hrvatskoj.....	130
8. POJMOVNIK.....	134



Dragi učenice/učeniče, istražujući i usvajajući sadržaje prvog i drugog razreda, napravio/napravila si važan korak kroz geografski prostor i stekao/stekla brojne prirodno-geografske i društveno-geografske spoznaje o suživotu naše Zemlje i ljudi na njoj.

U trećem razredu argumentirano ćeš opisati uzroke i posljedice klimatskih promjena te aktivnosti u rješavanju problema koje one donose. Moći ćeš objasniti postanak mora i reljefnih oblika u podmorju te utjecaj endogenih sila na oblikovanje morskih obala. Upoznat ćeš načine održivog upravljanja morskim resursima s primjerima iz svijeta, ali i iz Hrvatske. Pomoću geografskih karata analizirat ćeš obilježja, raspored i mogućnosti održive valorizacije subekumenskih prostora i tradicionalni način života u ekstremnim okolišima. Istražit ćeš uzroke promjene broja stanovnika i demografsku sliku Hrvatske te argumentirano iznositi prijedloge mjera populacijske politike. Moći ćeš usporediti suvremene promjene u gradskim naseljima i njihovoj okolini, uzroke i posljedice tehnoloških zatajenja u okolišu kako bi predložio/predložila načine i mjere održivog razvoja u svijetu i Hrvatskoj.

Moći ćeš primijeniti geografska znanja i vještine u rješavanju pitanja iz svakodnevnog života u vezi s gospodarenjem otpadom kako bi mogao/mogla aktivno i odgovorno sudjelovati u životu zajednice.

Puno uspjeha žele ti autori i urednik!



KLIMATSKE PROMJENE

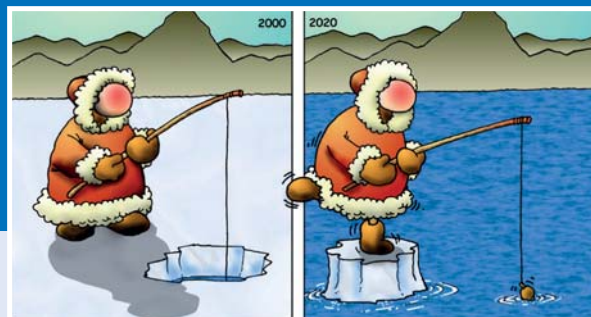
1.

NAUČIT ĆEŠ

- ➔ *analizirati promjene klime te argumentirano objašnjavati utjecaj čovjeka na globalno zatopljenje (GEO SŠ B.3.2.)*
- ➔ *analizirati posljedice globalnog zatopljenja te aktivnosti međunarodne zajednice u rješavanju tog problema (GEO SŠ B.3.3.)*

1.1. UZROCI I POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA

Usporedi ove dvije ilustracije. Po čemu se razlikuju?
Što uzrokuje ove promjene?



PROMJENJIVA KLIMA

Klimu je puno teže odrediti nego vrijeme, stoga i **klimatske promjene** nisu lako uočljive. Naime, nisu sve mijene u određenoj klimi ujedno klimatske promjene. Tako, primjerice, dvije uzastopne zime na nekom području mogu biti potpuno drukčije, jedna znatno hladnija od druge. Ovakve promjene kraćeg trajanja nazivamo **klimatskim varijacijama**. Ako dođe do značajne i trajne promjene statističkih pokazatelja klimatskih elemenata ili vremenskih pojava u razdoblju od nekoliko desetljeća pa sve do milijuna godina, govorimo o klimatskim promjenama.

ZAŠTO SE KLIMA MIJENJA?

Tijekom geološke prošlosti dolazi do periodične promjene oblika Zemljine putanje oko Sunca kao i nagiba Zemljine osi. To su dugotrajni procesi koji utječu na promjenu količine primljenog Sunčeva zračenja na Zemlji, kao i na promjenu njegove raspodjele od ekvatora do polova. Posljedica su tih promjena promjene u zagrijavanju Zemlje i prizmnom sloju zraka. Sudaranje litosfernih ploča uzrokuje izdizanje planina (orogeneza), a njihovo razmicanje nastanak oceana (oceanizacija). To su procesi koji traju milijunima godina. **Kako orogeneza utječe na promjenu temperature i količinu padalina na određenom području?**

KLIMATSKJE PROMJENE	
Prirodni čimbenici	Antropogeni čimbenici
Sunčevo zračenje	fosilna goriva
vulkanske erupcije	urbanizacija
tektonski pokreti	sječa šuma
	poljoprivreda



↑ Vulkanskim erupcijama u više slojeve atmosfere dopire velika količina krutih čestica (aerosoli) koje reflektiraju Sunčevo zračenje natrag u svemir i tako uzrokuju hlađenje atmosfere. Prisjeti se procesa koji su doveli do izumiranja dinosaura.

Antropogeni utjecaj na klimatske promjene očituje se u različitim gospodarskim djelatnostima. Tako sječa šuma može dovesti do smanjenja količine padalina zbog manjeg isparavanja iz šuma, a isto tako smanjuje se apsorpcija ugljičnog dioksida. Djelatnosti u kojima izgaraju fosilna goriva emitiraju u atmosferu plinove koji doprinose povećanju temperature na Zemlji, što se naziva **globalnim zagrijavanjem**. Ono je posebno izraženo u suvremeno doba. Brzorastuća urbanizacija, betonizacija i asfaltna podloge utječu na porast temperature u gradovima u odnosu na okolna područja. Tako su urbana središta, pogotovo ona veća, svojevrsni „toplinski otoci“ u prostoru.

KLIMATSKJE PROMJENE U INSTRUMENTALNO DOBA

Instrumentalno doba dobilo je naziv po meteorološkim instrumentima (pomagalima) baždarenim prema jedinstvenim međunarodnim kriterijima

što omogućuje usporedbe izmjerenih podataka iz različitih dijelova svijeta. Ono počinje sredinom 19. stoljeća i traje do danas. Kako bi se dobila tendencija razvoja klime, potrebno je imati neku „uporišnu točku“ (veličinu za usporedbu) s kojom će se uspoređivati podatci za određene klimatske elemente ili klimatske pojave. Za standardni period uzima se tridesetogodišnje razdoblje i naziva se **referentno** ili **standardno razdoblje**. Danas je aktualno razdoblje od 1961. do 1990. godine, ali ubrzo će to postati razdoblje od 1991. do 2020. godine.



↑ Kako se nazivaju prikazani meteorološki instrumenti i čemu služe?

Srednje godišnje temperature u mjernim stanicama najvećih gradova u Hrvatskoj u razdoblju od 1961. do 1990. godine (°C)

Zagreb (Maksimir)	Split (Marjan)	Rijeka	Osijek
10,3	15,9	13,6	10,8

↑ Usporedbom srednjih godišnjih temperatura za nekoliko narednih desetljeća u najvećim gradovima u Hrvatskoj sa srednjim godišnjim temperaturama u referentnom razdoblju mogu se uočiti klimatske promjene ako je do njih došlo.

Prosječna globalna temperatura zraka na Zemlji 2018. godine bila je za oko 1 °C viša od polazne vrijednosti predindustrijskog doba. Navedena godina, kao i četiri prethodne (2014. – 2017.), bile su najtoplije godine u povijesti mjerenja. **Koja se polutka s obzirom na ekvator jače zagrijava?** Najveće prosječno povećanje temperature bilježi se na području Arktika i to dvostruko više od prosječnog globalnog povećanja temperature.



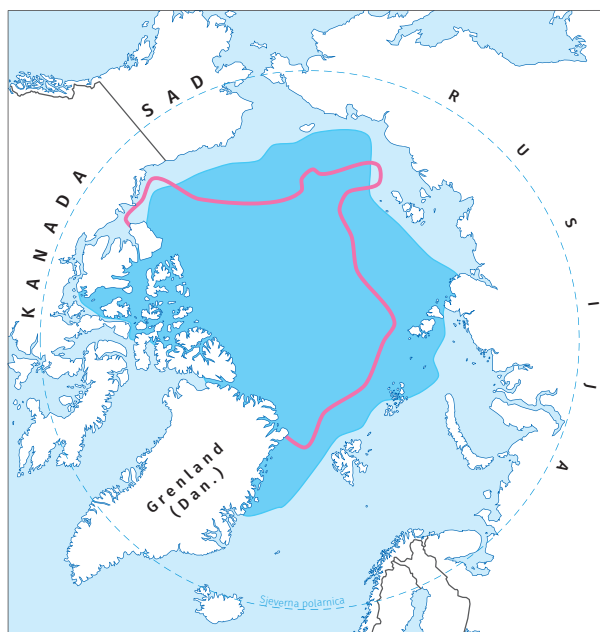
ZANIMLJIVOST

„Bolesna Zemlja“

Porast temperature na Zemlji u instrumentalno doba nije bezazlen. Zbog njega je sve više energije u atmosferi te su velike vrućine, suša, ali i obilje padalina te snažni tropski cikloni sve češći, sve jači, sve duže traju i pojavljuju se na sve širem prostoru. Možemo reći da globalno zagrijavanje čini Zemlju „bolesnom“.



Ledene površine (planinski ledenjaci, ledeni pokrovi, morski led) vrlo su osjetljive na promjene temperature. Najveći dio planinskih ledenjaka i ledenih pokrova nalazi se u fazi povlačenja. Proces je započeo oko 1850. godine i traje s prekidima do danas. Smanjuje se i površina morskog leda. Smatra se da je jedan od bitnih uzroka smanjenja površina pod ledom povišena ljetna temperatura.



prosječna minimalna površina leda 1981.-2010. godine
granica leda u jesen 2018. godine

↑ Na području Arktičkog oceana u posljednjih nekoliko desetljeća površina prekrivena ledom tijekom ljeta zabrinjavajuće je malena.



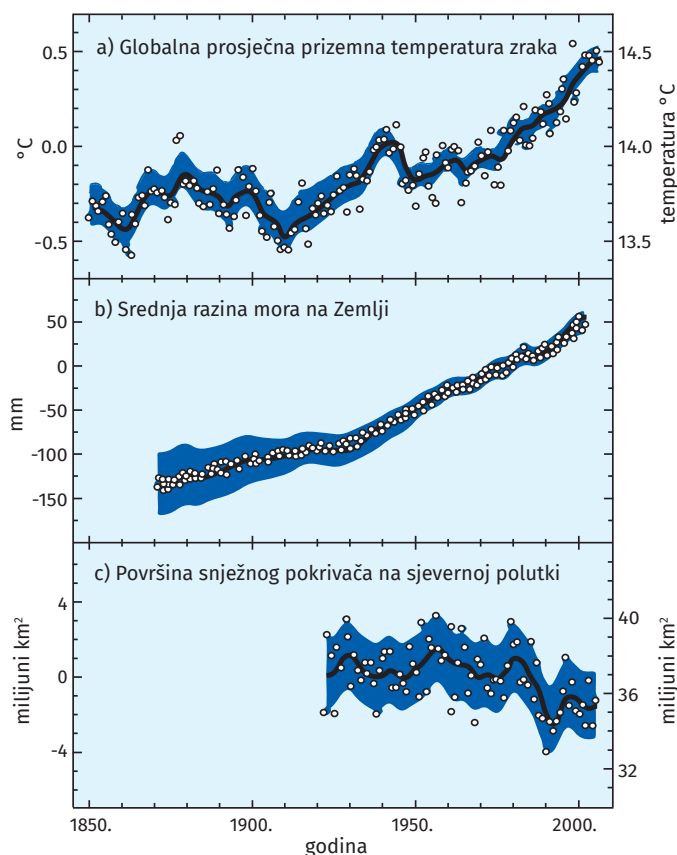
ZANIMLJIVOST

Promjene polarnih ekosustava

U polarnim područjima zbog otapanja leda smanjuje se količina odbijenog Sunčeva zračenja (albedo), što utječe na jače zagrijavanje tih područja. Povećana je nestabilnost tla u regijama s permafrostom zbog njegovog snažnijeg otapanja. Navedeni procesi uzrokuju promjene u nekim arktičkim i antarktičkim ekosustavima, kao i samoj tundi, zbog čega je mnogo vrsta danas pred izumiranjem, što vrlo nepovoljno djeluje i na opstanak lokalnog stanovništva.



Mareografi u različitim dijelovima svijeta bilježe porast razine svjetskog mora. Ova transgresija posljedica je prije svega topljenja leda koje proizlazi iz globalnog zatopljenja. Na nju utječu i povećane temperature svjetskog mora. U razdoblju od 1900. do 2000. godine razina svjetskog mora izdignula se 20 cm. **Koliko je to prosječno godišnje povećanje u navedenom stoljeću?** Trend porasta nastavljen je i u 21. stoljeću.



↑ Opažene promjene (a) globalne površinske temperature prizemnog sloja zraka, (b) srednje razine mora i (c) snježnog pokrivača na sjevernoj polutki. Sve promjene izračunate su u odnosu na srednjake iz razdoblja 1961. - 1990. godine. Izvor: IPCC, 2007.

Promijenila se i geografska raspodjela padalina na Zemlji. Količina padalina porasla je u jugoistočnoj Aziji te u velikim dijelovima umjerenih širina i dijelovima Arktika, a smanjila se u suptropima i tropima Afrike, Australije, Brazila i SAD-a. Smanjenje količine padalina posebno pogađa suha područja Afrike i Azije. To smanjenje količine padalina ima za posljedicu sušu i **dezertifikaciju**.

→↓ Česta suša i brojne poplave posljedice su promjene u količini padalina u pojedinim dijelovima svijeta.



POSljedICE KLIMATSKIH PROMJENA

Smatra se da će do kraja 21. stoljeća izumrijeti znatan dio tropskih, borealnih i planinskih šuma, a zbog pojačane suše, šume će pogoditi najezda kukaca te će se povećati mogućnost pojave požara.

Moguće su i promjene u zdravlju ljudi. Očekuje se smanjenje smrtnosti uzrokovane hladnoćom, ali i povećanje iste zbog vrućine. Smatra se da će rasti prisutnost infektivnih bolesti (uzrokovanih infekcijom biološkim patogenima poput virusa i bakterija), a u državama u razvoju i pothranjenost zbog suše.

Promjene se očekuju i u gospodarskim djelatnostima koje su povezane s temperaturom zraka i količinom padalina poput turizma i poljoprivrede. Visoke temperature ljeti već utječu, a vjerojatno će još više utjecati na turistička kretanja u budućnosti. Tako će dio turista zamijeniti obalna vruća područja planinama poput Alpa ili Dinarida zbog nižih temperatura. **Za koje će povijesne regije u Hrvatskoj ova promjena otvoriti daljnju mogućnost turističkog razvoja?** Ali, s druge strane, upitno je kako će povećanje ljetnih temperatura utjecati na turizam u Primorskoj Hrvatskoj, pogotovo u Dalmaciji.



ZANIMLJIVOST



Poplave u Cvelferiji (županjskoj Posavini) 2014. godine

Srednja je količina padalina za područje Posavine na istoku Hrvatske u svim proljetnim mjesecima 100 – 200 mm, a samo u razdoblju 12. – 18. svibnja 2014. palo je na tom području 100 – 160 mm kiše. Na dva mjesta u Cvelferiji došlo je do puknuća nasipa i rijeka se Sava izlila, uzrokujući veliku poplavu. Više od 12 000 stanovnika moralo je napustiti svoje domove, a evakuiran je i velik dio stočnog fonda. Materijalna šteta koja je proizašla iz poplave procijenjena je na oko 1,7 milijardi kuna.



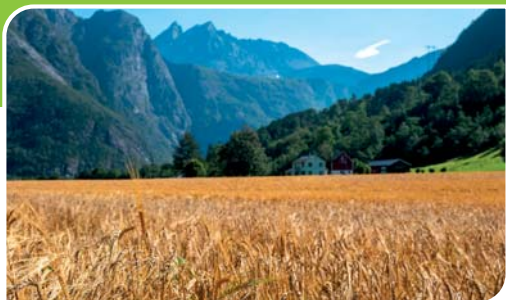
↑ Klimatski rizici, ekstremni događaji i s njima povezane posljedice (Izvor: WMO, 2018.). Kako klimatske promjene utječu na život na Zemlji?



ZANIMLJIVOST

Promjene u poljoprivredi

U Norveškoj je pšenica već zamijenila zob, a obrađeno tlo doprlo je do granice do koje raste šuma, koja se istodobno izdigla na veću nadmorsku visinu. Očekuje se i povećanje prinosa ratarskih kultura u umjerenim širinama. Zašto?



Zbog poplavljanja obalnih područja (morskih, jezerskih i riječnih) i ekstremnih vremenskih događaja očekuje se porast klimatskih migracija stanovništva. Predviđa se da će zbog klimatskih promjena do 2050. godine u svijetu biti oko 200 milijuna migranata.

EKSTREMNI VREMENSKI DOGAĐAJI

Ekstremni vremenski događaji pojave su koje predstavljaju znatno odstupanje od višegodišnjih prosjeka ili uobičajenih vremenskih prilika. Oni su pratitelji ljudske povijesti, ali su zadnjih desetljeća izrazito snažni. Zbog klimatskih promjena predviđaju se i poteškoće u opskrbi energijom i prometu, a posljedično onda i u djelatnosti trgovine te financijama. Nestašice vode ili hrane mogu dovesti i do napetosti u svijetu pa čak i do ratova. Sve ove posljedice najsnažnije bi mogle osjetiti države u razvoju, kako zbog činjenice da se nalaze u klimatski osjetljivim područjima, tako i zbog siromaštva koje im ne pruža velike mogućnosti borbe protiv posljedica klimatskih promjena. Globalno gledano, te su države najmanje „krive“ za suvremene klimatske promjene.



↑ Uragan Irma (najzapadnije položen) zahvatio je područje tropskog Atlantika u kolovozu i rujnu 2017. godine. Punih 37 sati neprekidno je održavao status kategorije 5 (najviša kategorija) s vjetrovima od 295 km/h, što je novi svjetski rekord. Ubrzo su stigli novi uragani Jose (u sredini) te nakon njega Katia.

PONOVI



1. Objasni što su klimatske promjene.
2. Nabroji najmanje četiri uzroka klimatskih promjena i razvrstaj ih u dvije osnovne skupine.
3. Ocijeni važnost instrumentalnog razdoblja za razvoj spoznaja o klimi.
4. Poveži promjenu temperature, promjenu volumena (i površine) leda na Zemlji i promjenu razine svjetskog mora u instrumentalno doba.
5. Izdvoji dva ključna problema povezana s promjenom količine padalina u suhim i polusuhim područjima.
6. Konkretiziraj posljedice suvremenih klimatskih promjena na jednom od ekosustava.
7. Izaberi barem tri posljedice suvremenih klimatskih promjena koje se odražavaju ili će se odraziti na život ljudi.
8. Objasni što su ekstremni vremenski događaji i navedi najmanje jedan primjer.



GEOGRAFSKI DALEKOZOR

Na temelju podataka DHMZ-a izradi linijski dijagram srednje mjesečne temperature zraka za standardno klimatsko razdoblje 1961. – 1990. i za 2019. godinu tebi najbliže mjerne stanice. Uoči razlike između standardnog razdoblja i navedene godine te ih stavi u kontekst suvremenih klimatskih promjena.



UČIMO O ZEMLJI

Klimatski migranti

Klima već godinama „progoni” milijune ljudi poplavama, požarima, sušom, rastom razine mora i snažnim tropskim ciklonima. Primjećuje se da je broj ljudi koji su napustili svoje domove zbog prirodnih katastrofa veći od onih koji su to učinili zbog rata, nasilja i sukoba. Centar za nadzor unutarnjih migracija (Internal Displacement Monitoring Centre – IDMC) procjenjuje da je 2017. godine broj unutarnjih migranata pokrenutih prirodnim katastrofama za oko sedam milijuna bio veći od broja unutarnjih migranata pokrenutih sukobima. Klimatski migranti najčešće ostaju u svojoj državi, kako zbog uzroka svojeg izgnanstva, tako i zbog nepostojanja međunarodnih konvencija koje bi ih štitile. To bi se trebalo promijeniti u skoroj budućnosti jer će klimatske promjene u nadolazećem razdoblju biti sve izraženije. Brigom o klimatskim migrantima sve se više bavi i UNHCR, a postoje i prijedlozi da države koji su najveći proizvođači stakleničkih plinova preuzmu dio brige za njih.

POJMOVNIK

- instrumentalno doba
- referentno ili standardno razdoblje
- ekstremni vremenski događaji
- klimatske migracije stanovništva



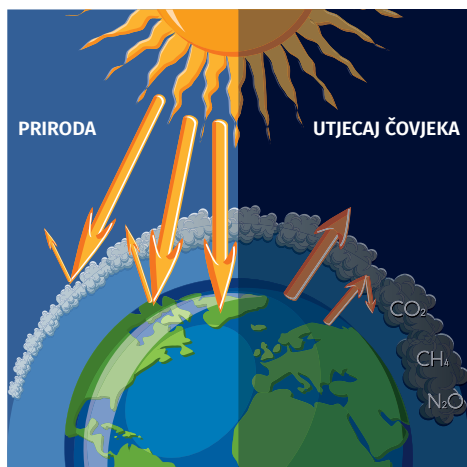
1.2. EFEKT STAKLENIKA

Današnja moderna poljoprivreda, u svijetu, ali i u Hrvatskoj, zbog osiguranja kvalitetnih uvjeta rasta kultura i prinosa bira stakleničku ili plasteničku proizvodnju. Razmisli koje su prednosti takvog uzgoja s obzirom na temperaturu i prisutnu vlažnost?



I ZEMLJA IMA SVOJ STAKLENIK

Efekt staklenika ili **staklenički učinak** pojam je koji se povezuje s globalnim zatopljenjem klime. Predstavlja proces u kojem naš planet ne uspijeva održati ravnotežu između energije prikupljene sa Sunca i topline koju Zemlja (terestrička radijacija) zrači u svemir. Plinovi čija je koncentracija porasla zagađenjem atmosfere odbijaju dio topline natrag na Zemlju, što izaziva podizanje temperature u donjim slojevima atmosfere.



KRATKOVALNA SUNČEVA RADIJACIJA



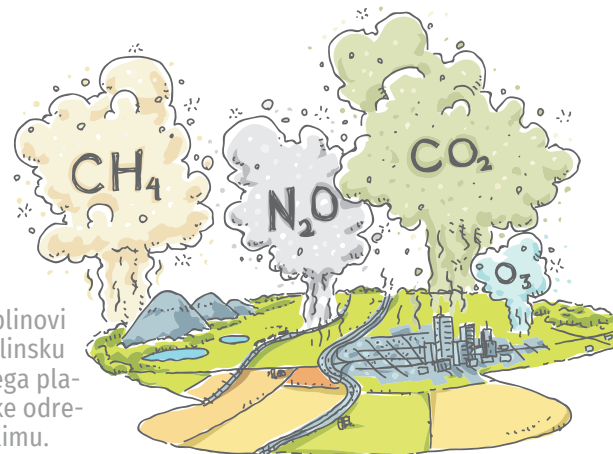
↑ Bez Zemljine atmosfere temperatura na našem planetu bila bi oko 36 °C niža od postojeće.

← Naziv efekt staklenika proizlazi iz činjenice da staklenik, kao i Zemljina atmosfera, propušta Sunčevu kratkovalnu radijaciju, a Zemljinu dugovalnu zadržava. Dodatno zagrijavanje unutar staklenika pojačano je prisutnošću vodene pare koja apsorbira dugovalnu terestričku radijaciju.

ŠTO SU STAKLENIČKI PLINOWI?

Uzrok zadržavanja terestričke radijacije jesu plinovi koji se nalaze u atmosferi i koji je apsorbiraju. Najveći doprinos povećanju globalne temperature daju **staklenički plinovi** – **vodena para (H₂O)**, **ugljični dioksid (CO₂)** te **metan (CH₄)**, **ozon (O₃)** i **didušikov oksid (N₂O)**. Utjecaj čovjeka na porast koncentracije stakleničkih plinova u Zemljinoj atmosferi naglo se povećao od druge polovice 18. stoljeća. **Koja se gospodarska djelatnost tada počinje razvijati?**

→ Staklenički plinovi narušavaju toplinsku ravnotežu našega planeta, što uvelike određuje njegovu klimu.





ZANIMLJIVOST

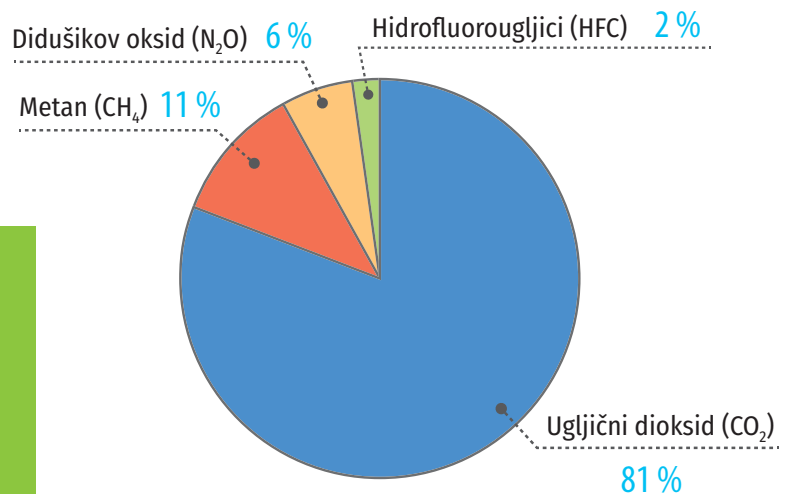
Vodena para – nedužni krivac

Iako je vodena para najzastupljeniji staklenički plin u atmosferi (oko 60 % svih stakleničkih plinova), kada se govori o suvremenom globalnom zatopljenju uzrokovanom velikom emisijom stakleničkih plinova, ona pada u drugi plan. Naime, količina vodene pare jako ovisi o temperaturi donjih slojeva atmosfere. Što je ona niža, to je niža vlažnost i slabiji je efekt staklenika. Ljudske aktivnosti imaju samo mali izravni utjecaj na količinu vodene pare u atmosferi i to prije svega navodnjavanjem i sječom šuma. Najveći dio vodene pare u atmosferu dolazi isparavanjem s vodenih površina (prije svega mora) i biljnog pokrova.



Utjecaj pojedinih stakleničkih plinova na globalno zatopljenje.

Staklenički plin	Koncentracija 1750. godine	Koncentracija 2017. godine	Promjena 1750. – 2017. godine (%)	Životni vijek u atmosferi (godine)	Potencijal globalnog zatopljenja	Doprinos globalnom zatopljenju (%)
ugljični dioksid (CO ₂)	278 ppm	406 ppm	46	80 % do 200 20 % do 30 000	1	53
metan (CH ₄)	772 ppb	1859 ppb	158	12	28	15
didušikov oksid (N ₂ O)	270 ppb	330 ppb	22	121	265	5



↑ Emisija stakleničkih plinova na Zemlji 2015. godine.
(Izvor: UNFCCC)



ZANIMLJIVOST

ppm i ppb

Koncentracija CO₂ iskazuje se brojem molekula CO₂ u milijun molekula zraka (eng. *part per million, ppm*). Koncentracija CH₄ i N₂O iskazuje se brojem molekula stakleničkog plina u milijardi molekula zraka (eng. *part per billion, ppb*).

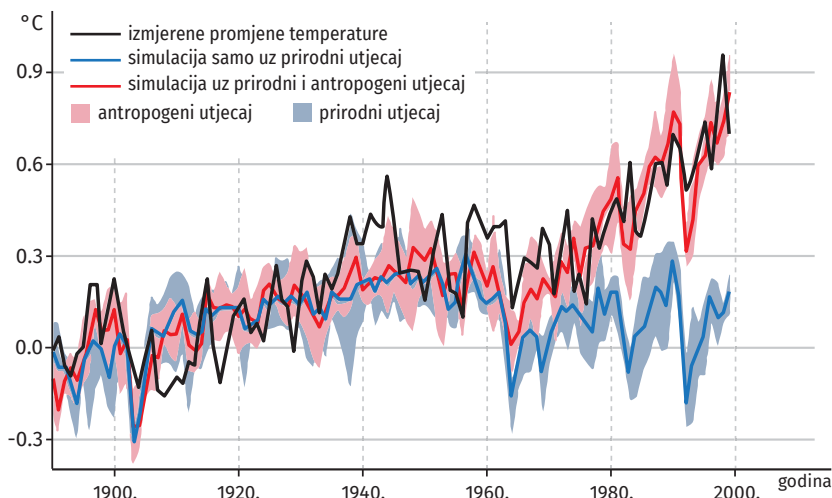
Nastavi li se s povećanjem emisija ugljičnog dioksida, njegov udio u atmosferi do kraja 21. stoljeća iznositi će oko 1000 ppm, zbog čega bi prosječna globalna temperatura na Zemlji mogla porasti nekoliko stupnjeva Celzijevih. Od predindustrijskog doba do danas povećao se i udio metana i didušikovog oksida.

Tri su elementa značajna za udio pojedinog stakleničkog plina u globalnom zatopljenju: količina, njegov životni vijek i **potencijal globalnog zatopljenja**, koji predstavlja doprinos pojedinog plina efektu staklenika u odnosu na ugljični dioksid (CO₂). Pogledamo li tablični prikaz, uočavamo daleko veći potencijal globalnog zatopljenja kod CH₄ i N₂O u odnosu na CO₂, međutim oni nemaju toliko izraženo značenje za efekt staklenika kao CO₂. **Pokušaj zaključiti zašto, na temelju podataka iz tablice i grafikona.**

PROMJENA TEMPERATURE NA ZEMLJI

Za bolje razumijevanje sadašnjih klimatskih pokazatelja, ali i za predviđanje klime u budućnosti, koriste se **klimatski modeli**, odnosno simulacije klime. Obrađuju se pomoću računala, a koriste se na globalnoj i regionalnoj razini.

→ S kojom se simulacijom više preklapaju izmjerene promjene temperature? Što to govori o povećanoj emisiji stakleničkih plinova u instrumentalno doba?



UGLJIČNI OTISAK

Pojam **ugljični otisak** (eng. *carbon footprint*) mjeri se za ukupnu količinu stakleničkih plinova čiju emisiju uzrokuju neka osoba, kompanija, događaj ili proizvod, bilo izravno ili neizravno. Računa se tako da se emisija (količina) stakleničkog plina pomnoži s njegovim potencijalom globalnog zatopljenja te se dobivene vrijednosti za različite stakleničke plinove zbroje. Iskazuje se u tonama ekvivalenta ugljičnog dioksida (tCO₂e).

ODAKLE DOLAZE STAKLENIČKI PLINOWI?

Uvriježeno je mišljenje da su suvremene klimatske promjene povezane s povećanjem količine CO₂ u atmosferi i efektom staklenika koji je posljedica tog procesa. Oko 2/3 stakleničkih plinova povezano je s izgaranjem fosilnih goriva u proizvodnji energije koja se koristi za industriju, grijanje, rasvjetu, uređaje i promet. Stoga se glavnim razlogom za povećanje efekta staklenika smatra ljudska aktivnost.

Energetika je najvažniji proizvođač stakleničkih plinova. **Koji staklenički plin u najvećoj mjeri nastaje izgaranjem fosilnih goriva?** Industrija emitira stakleničke plinove metalurškim, kemijskim i mineralnim procesima te u procesu gospodarenja otpadom. Poljoprivredni strojevi proizvode ugljični dioksid, uzgoj preživača (goveda, ovaca i koza) povećava udio metana, dok je proizvodnja umjetnih gnojiva i njihova upotreba u poljoprivredi najveći proizvođač didušikovog oksida.



ZANIMLJIVOST

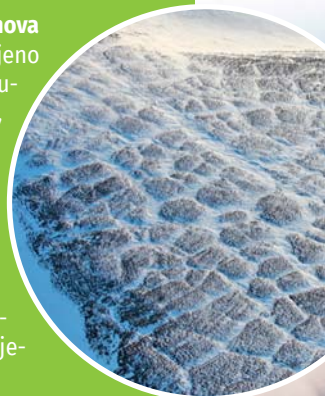
Visina ugljičnog otiska

Dobar primjer za razumijevanje ugljičnog otiska dvije su osobe od kojih jedna na posao ide biciklom i jede uravnoteženu hranu s ne previše mesa, dok druga na posao ide automobilom i gotovo svakodnevno jede meso. Koja od navedenih osoba ima manji ugljični otisak i zašto? Najveći ugljični otisak 2014. godine imao je stanovnik SAD-a, oko 20 tona CO₂e, što je pet do sedam puta iznad globalnog prosjeka. Koje države s obzirom na razvijenost imaju najmanji ugljični otisak?



Permafrost – velika „banka“ stakleničkih plinova

Znanstvenici drže da je u permafrostu zarobljeno čak oko 1700 gigatona ugljika u obliku zamrznute biljne tvari. Kako se zamrznuto tlo otapa, tako u atmosferu odlaze CO₂ i CH₄. Procjena je da bi se otapanjem sveg permafrosta (merzlote) na području Rusije oslobodila veća količina stakleničkih plinova nego što iznosi ukupna količina tih plinova od početka industrijskog doba do danas. Time bi se globalno zatopljenje izrazito ubrzalo, a svi čovjekovi naponi do sada, za ublažavanje klimatskih promjena, bili bi uzaludni.



Termoelektrane na ugljen veliki su proizvođači stakleničkih plinova. Zašto?



**Zagađuju li krave više od automobila?**

Preživači su biljojedne životinje koje imaju složen želudac te u razdoblju mirovanja vraćaju poluprobavljenu hranu u usta, ponovno je žvaču i probavljaju, a u tome im pomažu brojni mikroorganizmi u probavnom sustavu. Ovakav način prehrane razvio se zbog niske kaloričnosti njihove prehrane, kao i teže probavljivosti sastojaka koje konzumiraju. Preživači pojedu velike količine ugljikohidrata čijom razgradnjom nastaju brojni plinovi te oni konstantno podriguju i ispuštaju vjetrove da bi ih izbacili iz svog organizma. Krave najviše metana ispuštaju probavom, oslobađajući vjetrove. Neki podatci govore da je riječ o 100 do 200 litara dnevno, dok drugi navode čak 500 litara. U svakom slučaju, to je velika količina koja se može usporediti sa zagađenjem koje dnevno uzrokuje automobil

CH₄

→ Suvremeni promet veliki je proizvođač stakleničkih plinova.

**KAKO SMANJITI EMISIJU STAKLENIČKIH PLINOVA?**

Efekt staklenika i njegove moguće posljedice ozbiljno će utjecati ne samo na ljude nego i na čitav Zemljin ekosustav. Povećanje koncentracije ugljičnog dioksida u atmosferi i povećanje temperature zraka dovodi i do povećanja kiselosti svjetskog mora, što negativno utječe na sve one vrste koje u njemu žive. Stručnjaci smatraju da su potrebne hitne mjere za smanjenje emisija stakleničkih plinova u atmosferu. To će se postići smanjenjem korištenja fosilnih goriva u proizvodnji energije i uporabom obnovljivih izvora energije, te većim korištenjem električnih automobila i prijevoznih sredstava koji smanjuju emisiju stakleničkih plinova. Poboljšanje energetske učinkovitosti utjecat će na uštedu energije, a time i na smanjenje troškova grijanja i štetnih emisija.

Vrlo učinkovit način borbe protiv efekta staklenika smanjenje je količine otpada. Društvo mora naučiti koristiti resurse, što će omogućiti sanaciju odlagališta koja su ozbiljan izvor metana, ili barem značajno smanjiti njihov volumen.



1. Objasni uz pomoć ilustracija u udžbeniku što je efekt staklenika.
2. Nabroji stakleničke plinove i izdvoji ih po važnosti.
3. Dokaži uz pomoć grafičkog prikaza u udžbeniku da je pojačana emisija stakleničkih plinova u 20. stoljeću uzrokovala globalno zatopljenje.
4. Odaberi tri događaja iz svoje svakodnevice kojima ostavljaš svoj ugljični otisak.
5. Izdvoji glavne uzroke emisije stakleničkih plinova u atmosferu u suvremeno doba.
6. Argumentiraj kako je moguće smanjiti emisiju stakleničkih plinova u suvremenom svijetu.



GEOGRAFSKI DALEKOZOR

Pomoću mrežnog kalkulatora izračunaj svoj ugljični otisak te ga u budućnosti smanji promjenom svoga ponašanja, što ćeš dokazati ponovnim mjerenjem (mjerenjima) nakon uvedenih promjena. Možeš voditi i dnevnik o tome.

Istraži uzroke i posljedice zakiseljavanja oceana.



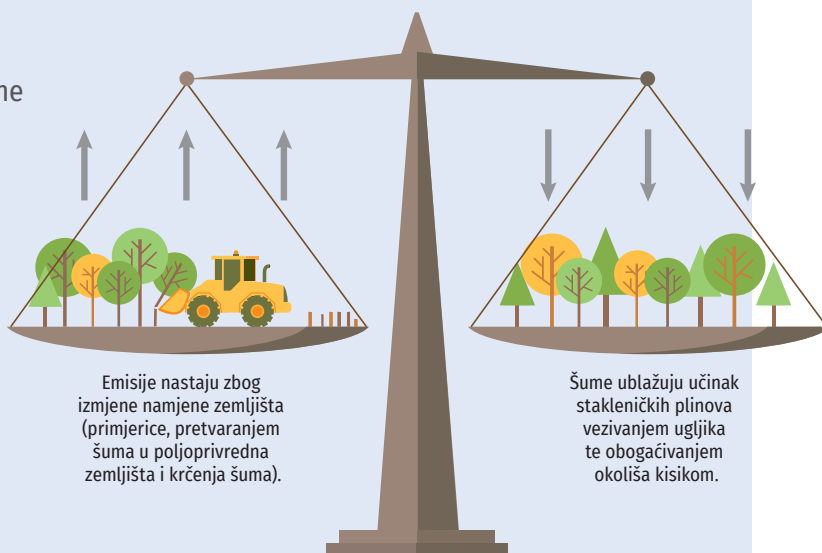
UČIMO O ZEMLJI

Šume za život

Šume pokrivaju gotovo trećinu kopnene površine Zemlje i biološki su najraznovrsniji ekosustavi na kopnu u kojima obitava više od polovice kopnenih vrsta životinja, biljaka i kukaca. Šumama treba posvetiti veliku pozornost jer su danas globalno ugrožene zbog lošeg gospodarenja i sječe, požara, poremećenog režima voda, najezde kukaca, glodavaca, bakterija, gljivica, onečišćenja i zagađenja zraka, tla i voda te kiselih kiša. Prema podatcima UN-a, godišnje se uništi oko 13 milijuna hektara šume. Na svjetskoj razini, gubitak šuma nastavit će se zbog klimatskih promjena unatoč globalnim naporima za smanjenjem ispuštanja stakleničkih plinova u atmosferu. Unatoč svim čimbenicima zbog kojih je ugrožena, šuma je još uvijek tu, ali joj je potrebna čovjekova zaštita. Osim što su od iznimne važnosti u borbi protiv klimatskih promjena, šume doprinose ravnoteži kisika, ugljičnog dioksida i vlage u zraku te štite riječna područja i izvorišta voda.

POJMOVNIK

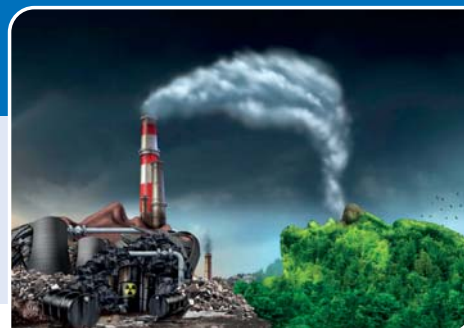
- efekt staklenika
- staklenički plinovi
- klimatski modeli
- ugljični otisak



Europski parlament predlaže da kada države odobre krčenje šuma, moraju obavezno kompenzirati štetu pošumljavanjem novih površina, ili poboljšanjem održivog upravljanja postojećih šuma i šumskih zemljišta.

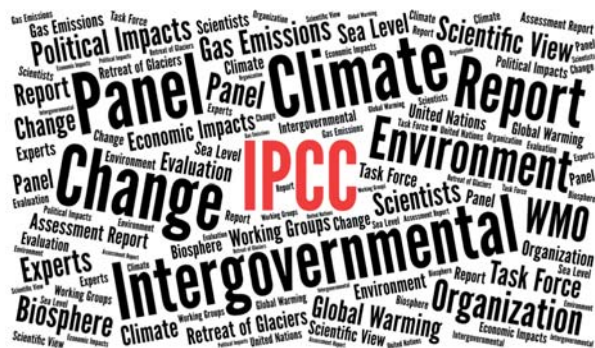
1.3. KLIMATSKE PROMJENE U MEĐUNARODNIM ODNOSIMA

Snažan čovjekov utjecaj na klimu prepoznat je u drugoj polovici 20. stoljeća. Suvremeno globalno zatopljenje problem je koji zahvaća čitav planet te na njega treba reagirati na svjetskoj razini. Učinak se pojačava aktivnošću različitih gospodarskih djelatnosti. Nabroji neke od njih.



TEMELJI MEĐUNARODNE KLIMATSKE POLITIKE

Organizacija Ujedinjenih naroda zajedno sa Svjetskom meteorološkom organizacijom (WMO) proglasila je 1988. godine klimatske promjene „*zajedničkom brigom čovječanstva*“. Za praćenje i procjenu rizika od klimatskih promjena uzrokovanih ljudskom aktivnošću osnovala je **Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC – Intergovernmental panel on climate change)**.



↑ Većina država i međunarodnih organizacija smatra UN-ov klimatski panel kao autoritet.

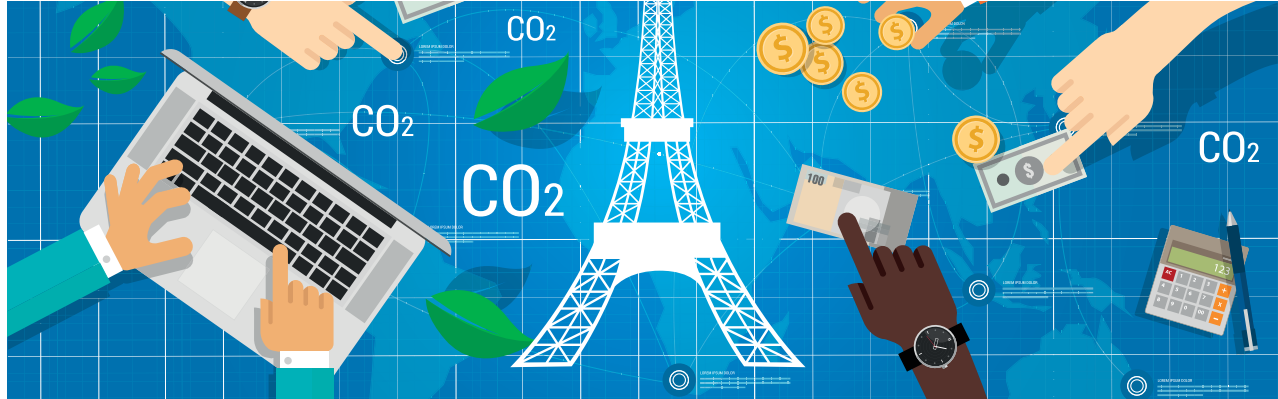
Na Svjetskoj konferenciji o zaštiti okoliša održanoj u **Rio de Janeiru 1992. godine** donesena je **Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC)**, radi ograničavanja koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi na razini koja bi spriječila opasni antropogeni utjecaj na klimu. Države članice ove konvencije gotovo svake godine održavaju sastanke – **Konferencije stranaka (Conference of the Parties – COP)** koje u javnosti prepoznajemo kao **Konferencije UN-a o klimatskim promjenama**.

PROTOKOL IZ KYOTA

Na trećem sastanku COP-a 1997. godine usvojen je Protokol iz Kyota. **U kojoj je državi održan ovaj sastanak?** Njime su se potpisnice obvezale da će u razdoblju od 2008. do 2012. godine smanjiti emisije stakleničkih plinova za prosječno 5 % u odnosu na emisije iz 1990. godine koja je uzeta kao početna (bazna) godina. Navedeni prosječni postotak smanjenja emisije stakleničkih plinova (5 %) različito je raspoređen po državama. Države Europske unije trebale su smanjiti emisije za prosječno 8 %, neke države trebale su smanjiti emisije za manje od predviđenog postotka, dok države u razvoju nisu dobile nikakva ograničenja što se tiče emisija, a među njima su bile i Kina, Indija i Brazil. Kako bi Protokol stupio na snagu, trebalo ga je ratificirati najmanje 55 država članica COP-a, čije emisije iznose najmanje 55 % od ukupnih emisija stakleničkih plinova u svijetu.



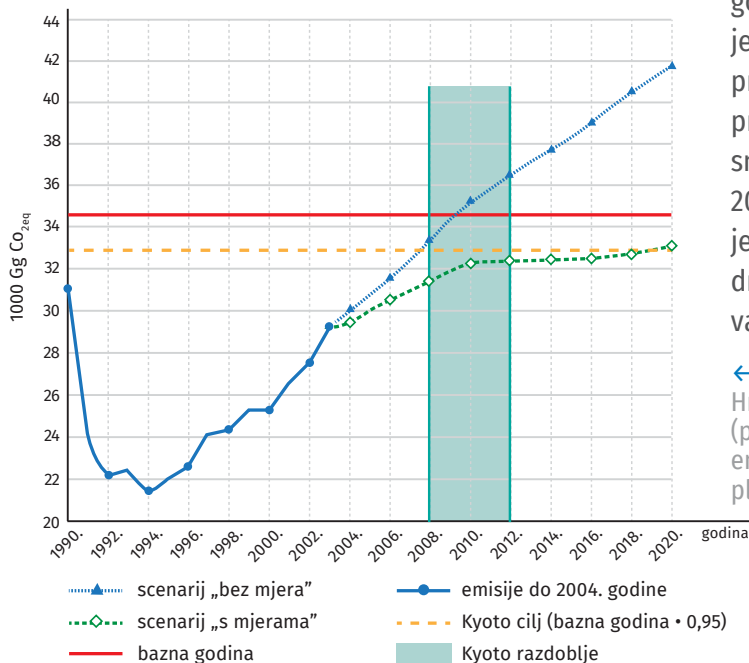
↑ Uvjeti za stupanje Protokola na snagu zadovoljeni su ratifikacijom Rusije u studenom 2004. godine te je isti stupio na snagu tek 2005. godine.



↑ Teško postignuti Pariški sporazum o klimi trebao bi pomoći otkloniti najgori scenarij globalnog zatopljenja.

HRVATSKA PRILAGODBA KLIMATSKIM PROMJENAMA

Republika Hrvatska ratificirala je *Protokol iz Kyota* 2007. godine. Kako je na početku 1990-ih bila u sastavu SFRJ, priznate su joj posebne okolnosti te joj je ukupna emisija stakleničkih plinova za baznu godinu (1990.) podignuta za 3,5 milijuna tona zbog korištenja energije iz termoelektrana koje nisu bile na teritoriju Hrvatske, te ratnog stanja koje je uslijedilo i smanjilo gospodarsku aktivnost. **Zašto je Hrvatska tražila da joj se povisi emisija stakleničkih plinova za 1990. godinu?**



PARIŠKI SPORAZUM O KLIMI

Rezultat daljnjih nastojanja ublažavanja negativnih posljedica klimatskih promjena bilo je potpisivanje **Pariškog sporazuma** na 21. sastanku COP-a **2015. godine**. To je prvi globalni, zakonom obvezujući dogovor o borbi protiv klimatskih promjena jer je obuhvatio razvijene i nedovoljno razvijene države. Gotovo sve države svijeta odlučile su ograničiti porast globalne prosječne temperature u ovom stoljeću na „znatno manje“ od 2 °C iznad predindustrijske razine, s ciljem da ga se zadrži na najviše 1,5 °C. Pariški sporazum stupio je na snagu za manje od godinu dana od njegova potpisivanja nakon što ga je ratificirao Europski parlament, pokazujući time predanost Europske unije u ublažavanju klimatskih promjena. Europska unija obvezala se ovim činom smanjiti emisije stakleničkih plinova za 40 % do 2030. godine u odnosu na 1990. godinu. Potvrđena je ranije dogovorena financijska pomoć razvijenih država nedovoljno razvijenim državama u ublažavanju klimatskih promjena te prilagodbi istima.

← Projekcija emisije stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj do 2020. godine. Usporedi emisije s mjerama (primjena obnovljivih izvora energije, unaprjeđenje energetske učinkovitosti, veće iskorištavanje prirodnog plina, mjere u industriji) i bez njih te obrazloži svoj odgovor.



ZANIMLJIVOST

Priča bez SAD-a

Osim što je jedan od najvećih zagađivača, SAD je važan i zbog činjenice da kao jedna od najmoćnijih država svijeta služi kao primjer drugima, a kao jedna od najbogatijih država svijeta trebala bi i financirati klimatski prijelaz nerazvijenih država na ekološki prihvatljive oblike energije. Iako je potpisao Protokol iz Kyota, SAD ga nikada nije ratificirao (odobrio u Kongresu). Prema Pariškom sporazumu, SAD je trebao do 2025. godine smanjiti emisije štetnih plinova u atmosferu za 25 do 28 % u odnosu na vrijednosti iz 2005. godine i uplatiti do tri milijarde dolara pomoći siromašnim državama za klimatsko prilagođavanje do 2020. godine. Međutim, vlasti SAD-a odlučile su se povući iz sporazuma koji smatraju štetnim za standard svojih građana i gospodarstvo koje se temelji na fosilnim gorivima.



Države najveći proizvođači emisija CO₂ u svijetu 2017. godine

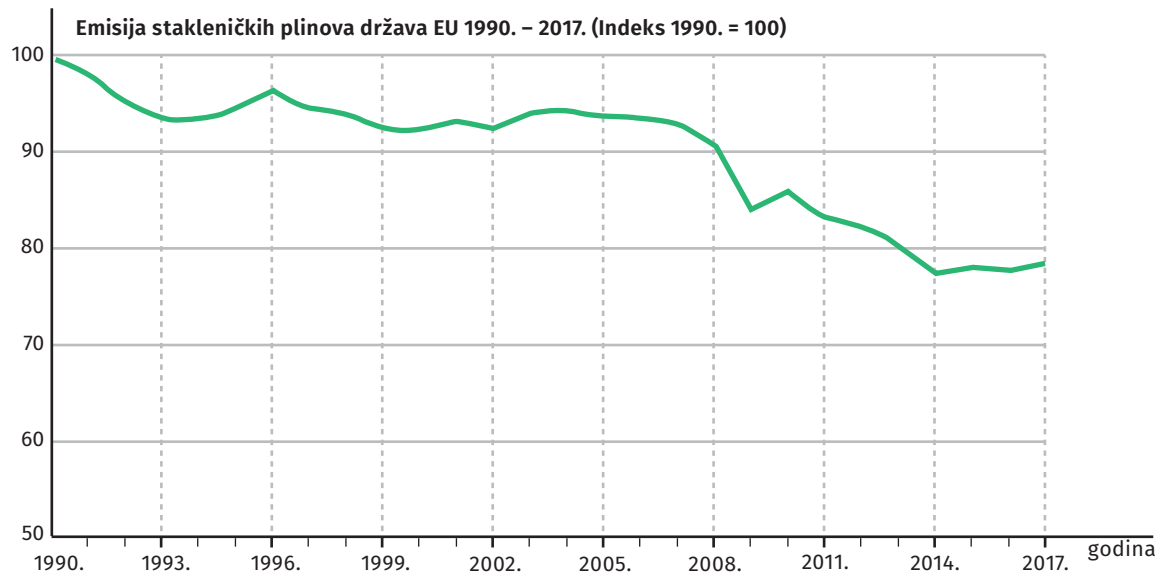
Rb.	Država	Emisija CO ₂ (MtCO ₂)	Udio u globalnoj emisiji CO ₂ (u %)
1.	Kina	9 839	27,2
2.	SAD	5 269	14,6
3.	Indija	2 467	6,8
4.	Rusija	1 693	4,7
5.	Japan	1 205	3,3
6.	Njemačka	799	2,2
7.	Iran	672	1,9
8.	Saudijska Arabija	635	1,8
9.	Južna Koreja	616	1,7
10.	Kanada	573	1,6
11.	Meksiko	490	1,4
12.	Indonezija	487	1,3
13.	Brazil	478	1,3
14.	Južna Afrika	456	1,3
15.	Turska	448	1,2
	ostatak svijeta	10 227	27,7

EUROPSKA UNIJA – LIDER U UBLAŽAVANJU KLIMATSKIH PROMJENA

Energija i klimatske promjene usko su povezane jer proizvodnja energije, uglavnom izgaranjem fosilnih goriva, kao i njezina uporaba (u industriji, kućanstvima i prometu), uzrokuju oko 80 % emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji. Zbog toga su korištenje obnovljivih izvora energije i povećanje energetske učinkovitosti (smanjenje ukupne energetske potrošnje) od velike važnosti za pronalazak rješenja za klimatske promjene koje Europska unija smatra ključnim ekološkim problemom današnjice.

Strateški ciljevi Europske unije u području energije i klimatskih promjena

do 2020. godine	do 2030. godine	do 2050. godine
→ smanjenje stakleničkih plinova za najmanje 20 % u usporedbi s 1990. godinom → 20 % udjela energije iz obnovljivih izvora → 20 % povećanje energetske učinkovitosti (Plan 20-20-20)	→ 40 % smanjenje emisija stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom → najmanje 27 % udjela energije u EU-u iz obnovljivih izvora → povećanje energetske učinkovitosti za 27 – 30 % → cilj od 15 % elektroenergetske interkonekcije (tj. prijenos 15 % električne energije, proizvedene u EU-u, u druge države EU-a)	→ 80 – 95 % smanjenje emisija stakleničkih plinova u usporedbi s 1990. godinom

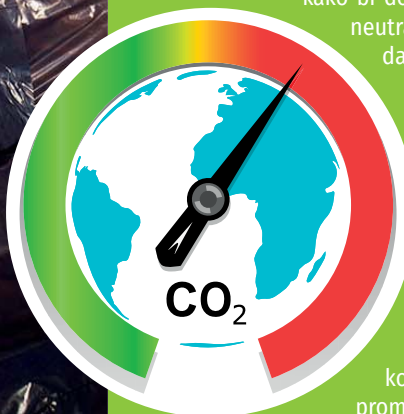


↑ Emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji od 1990. do 2017. godine (Indeks 1990. = 100). Koliko iznosi promjena u emisiji stakleničkih plinova između bazne godine i posljednje godine u nizu?

ZANIMLJIVOST

Klimatske akcije

Svjetski čelnici na poziv glavnoga tajnika Ujedinjenih naroda, Antónija Guterresa, u rujnu 2019. godine trebali su doći u New York s konkretnim i realnim planovima za poboljšanje nacionalno određenog doprinosa do 2020. godine, odnosno s točnim metodama i planovima o smanjenju emisija ugljičnog dioksida kako bi do sredine stoljeća dosegli ugljičnu neutralnost. Čak 77 država obvezalo se da će smanjiti svoje emisije stakleničkih plinova na nulu do 2050. godine, a još 50 država objavilo je da će pojačati svoje nacionalne planove za akciju (koji su predviđeni Pariškim sporazumom o klimi 2015. godine) do 2020. godine ili da su već započeli taj proces. I gradonačelnici više od 100 velikih svjetskih gradova najavili su značajne konkretne korake za borbu protiv klimatskih promjena.



PONOVİ



1. Navedi uzroke stvaranja globalne klimatske politike.
2. Objasni što označavaju kratice IPCC, UNFCCC i COP.
3. Usporedi Protokol iz Kyota i Pariški sporazum, navodeći sličnosti i razlike.
4. Opiši energetska-klimatsku politiku Europske unije.
5. Istakni uz pomoć teksta i tablice najvećih svjetskih proizvođača CO₂ zašto SAD nije ratificirao Protokol iz Kyota i Pariški sporazum.
6. Obrazloži trend emisija stakleničkih plinova u Europskoj uniji te odgovori jesu li mehanizmi Europske unije u smislu ispunjavanja Protokola iz Kyota i Pariškog sporazuma djelotvorni?



GEOGRAFSKI DALEKOZOR

Na temelju podataka European Environment Agency pronađi podatke o ukupnoj emisiji stakleničkih plinova u Hrvatskoj do 2020. godine i usporedi ih s projekcijom emisije stakleničkih plinova u Hrvatskoj u udžbeniku te uočiti sličnosti i razlike između njih (između projekcije i izmjerenih vrijednosti).

Istraži uz pomoć interneta i dostupne literature što je Sustav trgovanja emisijama (EU ETS).

POJMOVNIK

- Međuvladin panel o klimatskim promjenama (IPCC)
- Okvirna konvencija Ujedinjenih naroda o promjeni klime (UNFCCC)
- Konferencije stranaka (COP)
- Protokol iz Kyota
- Pariški sporazum



UČIMO O ZEMLJI

Ekološki izolirano carstvo u nebesima

Kraljevina Butan nalazi se na Himalaji, između Kine i Indije, i broji oko 800 000 stanovnika. Osim što je jedina država na svijetu koja ima ministarstvo sreće, jedina je čije šume mogu apsorbirati više ugljičnog dioksida nego što ga njezini stanovnici i različite gospodarske djelatnosti emitiraju. U prijevodu, jedina je država koja ima negativan ugljični otisak! Ustav ove države naglašava kako su ekologija i održivi razvoj izuzetno važni, a zakoni propisuju da najmanje 60 % njezina teritorija u svakom trenutku mora biti pošumljeno, te je zabranjen izvoz drva, kao i ubijanje životinja. Plastične su vrećice zabranjene, a koriste se pamučne koje su u potpunosti biorazgradive. Najveći dio električne energije proizvodi se u hidroelektranama. Ipak, Butan je nedovoljno razvijena država, a najveći broj stanovnika radi u djelatnostima primarnog sektora. Prema Indeksu ljudskog razvoja (HDI) 2018. godine nalazio se na 134. mjestu (Hrvatska se tada nalazila na 46. mjestu s BNP-om po stanovniku gotovo tri puta većim od Butana). Stoga nije teško zaključiti kako je njegov model teško primjenjiv u razvijenim državama, koje moraju tražiti drukčiji put za smanjenje ugljičnog otiska.

