

# KLIMA JE I NAŠ IZBOR!

Priručnik o klimatskim promjenama za srednje škole







# KLIMA JE I NAŠ IZBOR!

Priručnik o klimatskim promjenama za srednje škole



# Impresum

**Izdavač:** Društvo za oblikovanje održivog razvoja (DOOR)

**Autorice:** Petra Andrić, prof., Ivana Rogulj, dipl.ing., univ.spec.oecoing

**Suradnici:** dr.sc. Maja Božičević Vrhovčak, Marija Roth, prof.,  
Danijel Škrtić, prof.

**Recenzenti:** dr.sc. Ivan Güttler, dr.sc. Jelena Puđak

**Ilustracije:** Martina Nemet

**Grafičko oblikovanje i tisak:** ACT Printlab

**ISBN:** 978-953-7932-10-7

**Godina izdanja:** 2018.

*Publikacija je tiskana na recikliranom papiru.*



Projekt Škola za klimu provodi Društvo za oblikovanje održivog razvoja (DOOR), u partnerstvu s X. gimnazijom „Ivan Supek“ iz Zagreba.

Tiskanje ove publikacije omogućeno je financijskom podrškom Nacionalne zaklade za razvoj civilnoga društva. Sadržaj ove publikacije isključiva je odgovornost autora i nužno ne izražava stajalište Nacionalne zaklade.

# Sadržaj:

## 1. Klima i klimatske promjene

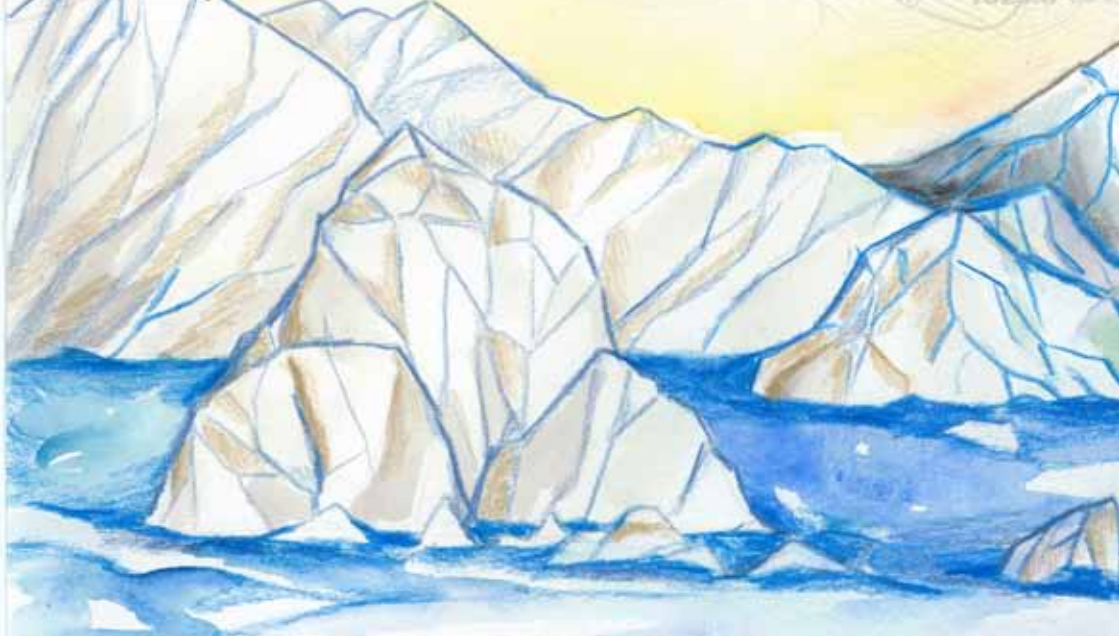
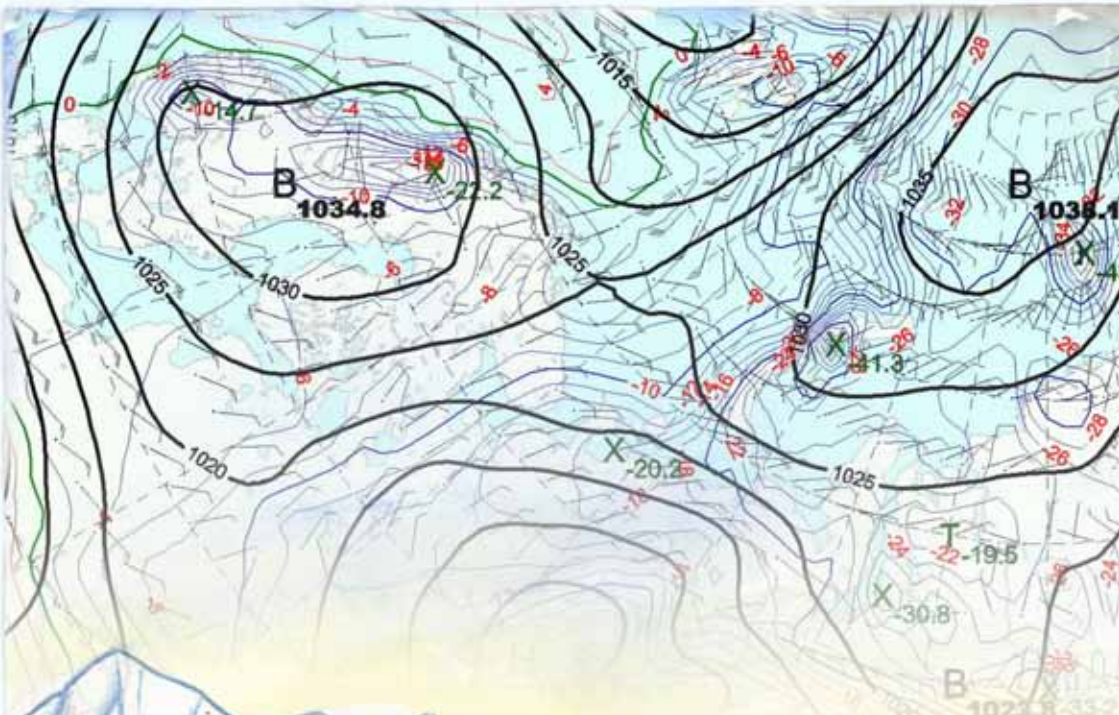
- Što je klima, a što klimatske promjene?
- Što je učinak staklenika?
- Uzrokuju li ljudi klimatske promjene?
- Zašto su klimatske promjene razlog za brigu?
- Je li koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi povećana?
- Ako se Zemlja zagrijava, zašto su neke zime i ljeta još uvijek hladni?

## 2. Posljedice klimatskih promjena

- Je li zagrijavanje od nekoliko stupnjeva razlog za zabrinutost?
- Što su ekstremni vremenski događaji?
- Koje su posljedice porasta razine mora?
- Što je zakiseljavanje oceana?
- Koji su utjecaji na zdravlje ljudi?
- Koji su utjecaji na društvo u cjelini?
- Možemo li se prilagoditi klimatskim promjenama?

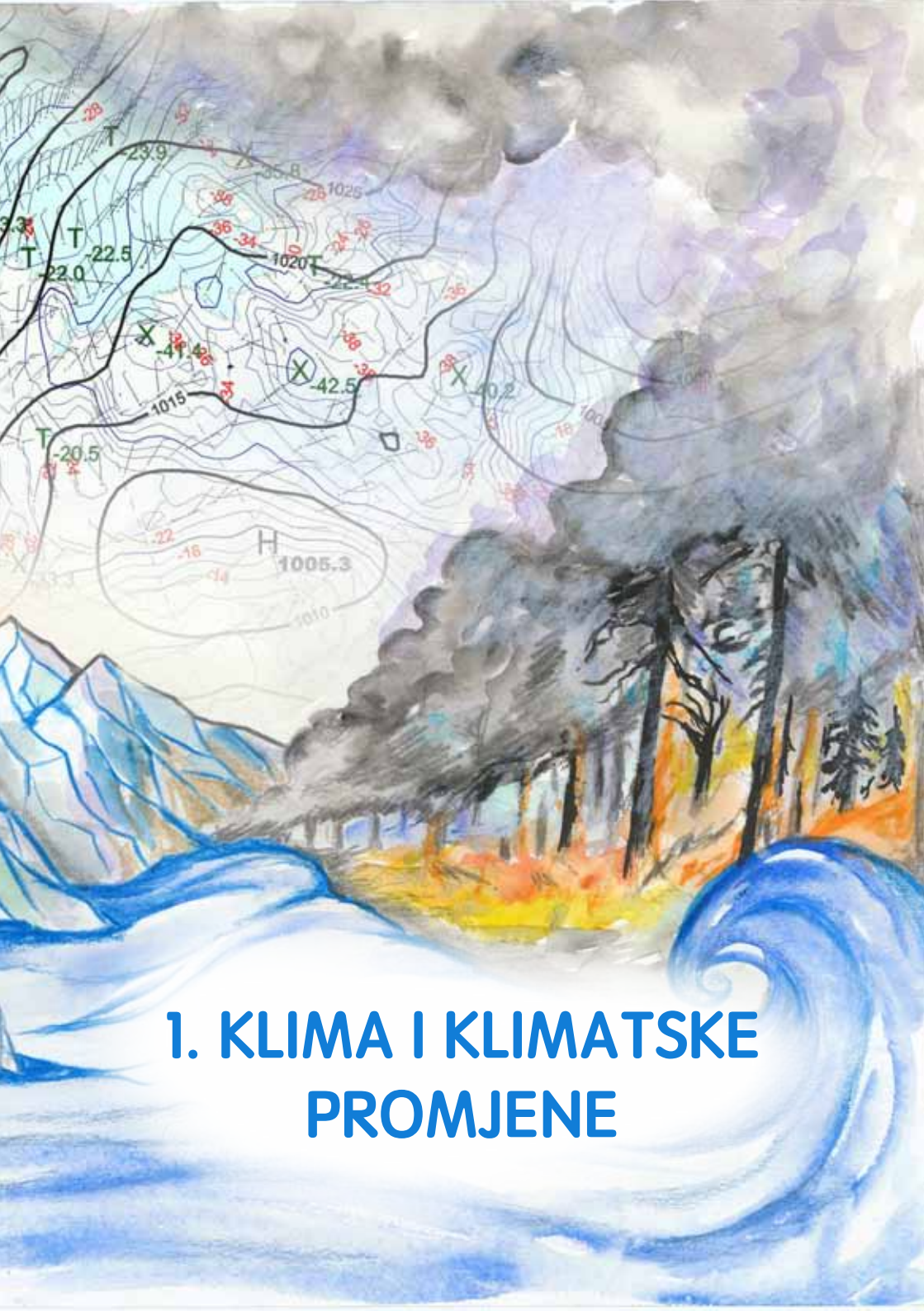
## 3. Ublažavanje klimatskih promjena

- Što su klimatski modeli?
- Što je ugljični otisak?
- Koje ljudske aktivnosti najviše utječu na promjenu klime?
- Je li moguće ublažiti klimatske promjene?
- Kako možemo smanjiti svoj ugljični otisak?



-40°C -30°C -20°C -10°C 0°C 10°C 20°C 30°C 40°C 50°C





# 1. KLIMA I KLIMATSKE PROMJENE

## Što je klima, a što klimatske promjene?

**Vrijeme** – trenutno stanje atmosfere određeno različitim atmosferskim čimbenicima kao što su: temperatura, količina oborina, vlažnost zraka, tlak, naoblaka, kiša, snijeg i dr.<sup>1</sup>

**Klima** – prosječno stanje vremena mjereno i bilježeno kroz duži period (obično 30 godina), a određuje se na temelju 2 glavna čimbenika: temperatura i količina oborina.<sup>2</sup>





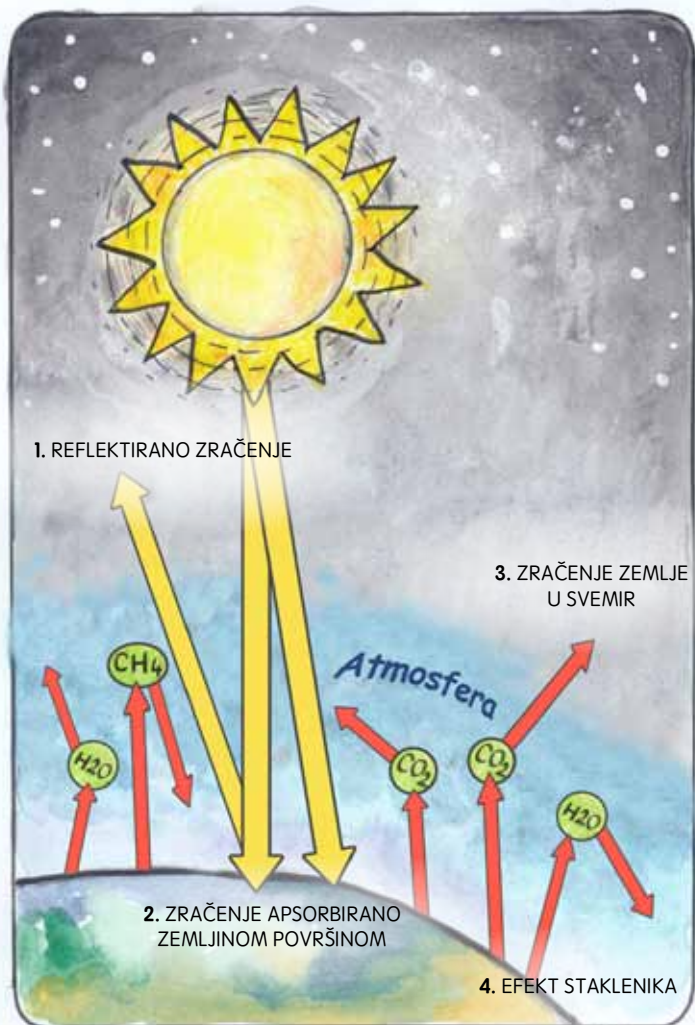


**Klimatske promjene** – statistički značajne promjene srednjeg stanja ili promjenjivosti klimatskih veličina (npr. prizemna temperatura zraka, oborine i vjetar) koje traju desetljećima i duže.<sup>3</sup>

Pojmove vremena i klime bitno je razlikovati, kao i razumjeti da promjene u klimi, odnosno globalno zagrijavanje, ne znači kako će u cijelom svijetu stalno biti toplije. Klimatske promjene dovode do većeg broja vremenskih ekstrema, uz zadržavanje mogućnosti iznimno hladnih razdoblja na određenim područjima, veće količine oborina i slično.

# Što je učinak staklenika?

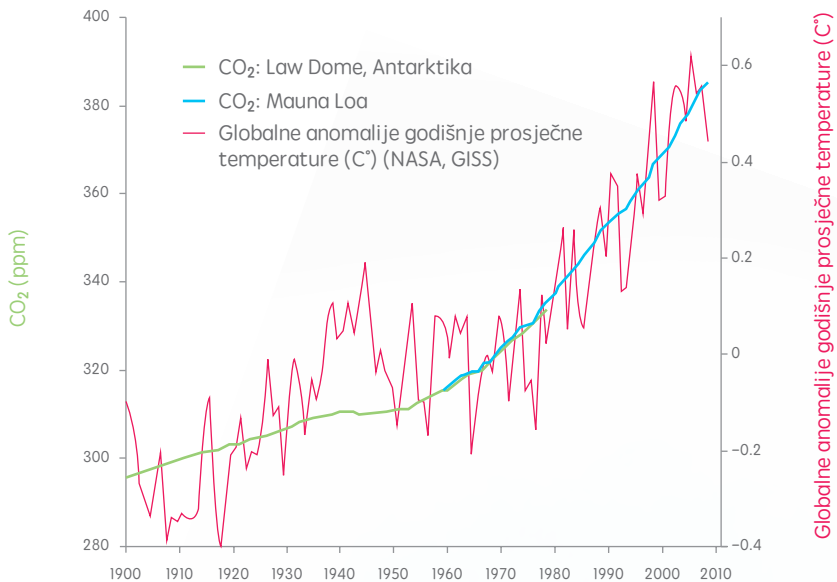
**Učinak staklenika** je proces kojim zračenje Zemljine atmosfere zagrijava površinu na višu temperaturu nego što bi ona bila kada ne bi postojala atmosfera. Ako atmosfera sadrži određene plinove (plinovi staklenika: vodena para ( $H_2O$ ), ugljikov dioksid ( $CO_2$ ), metan ( $CH_4$ ), didušikov oksid ( $N_2O$ ) i ozon ( $O_3$ )) tada će oni upijati energiju infracrvenog spektra i zračiti je prema površini te je time zagrijavati. Ovaj prirodni proces dodatno se pojačava aktivnošću čovjeka (npr. emitiranjem ispušnih plinova tvornica i prometa, uništavanjem šuma koje vežu ugljikov dioksid i dr.) čime dolazi do dodatnog povećanja temperature površine Zemlje koje zovemo **globalno zatopljenje**.<sup>4</sup>



Učinak staklenika pogoduje životu na Zemlji jer bi bez njega prosječna temperatura bila ispod 0 °C. No, kako se udio stakleničkih plinova u atmosferi povećava, tako se pojačava i zagrijavanje Zemlje. Udio CO<sub>2</sub> u atmosferi iskazuju se brojem molekula CO<sub>2</sub> u milijun molekula zraka (engl. part per million, ppm). Koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi povećala se s **280 ppm** u predindustrijskom dobu na **400 ppm** u 2015. godini te i dalje raste.

Prema stogodišnjem nizu mjerenja (1906.–2005.) porast prosječne prizemne temperature zraka iznosio je 0,74°C. Promatra li se posljednjih pedeset godina tog razdoblja, porast je bio gotovo dvostruko veći nego u cijelom stogodišnjem razdoblju, te još veći u posljednjih dvadeset i pet godina.<sup>5</sup>

### Slika<sup>6</sup>: CO<sub>2</sub> i temperatura tijekom 20. stoljeća



**Hrvatska:** Trend porasta temperature zraka u 20. stoljeću zabilježen je i na postajama u Hrvatskoj (Gajić–Čapka i sur. 2010). Stoljetni nizovi mjerenja temperature zraka upućuju na porast između 0,02°C i 0,07°C na deset godina. Kao i na globalnoj razini, trend porasta temperature zraka osobito je izražen u posljednjih 50, odnosno 25 godina.<sup>7</sup>

**Zadatak:** Na stranici <https://www.co2.earth/> pogledaj kolike su trenutne koncentracije atmosferskog CO<sub>2</sub>.

## Uzrokuju li ljudi klimatske promjene?

Tijekom dugih vremenskih razdoblja moguće je uočiti varijacije klime uzrokovane prirodnim faktorima kao što su promjene dolaznog Sunčeva zračenja i vulkanske erupcije.

Utjecaj čovjeka na klimu naglo je povećan u drugoj polovici 18. stoljeća s početkom industrijske revolucije. Izgaranjem fosilnih goriva, razvojem poljoprivrede, urbanizacijom i sječom šuma došlo je do povećanja ispuštanja stakleničkih plinova i smanjenja uklanjanja ugljikovog dioksida iz atmosfere, odnosno do povećanja koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi u odnosu na predindustrijsko doba. Od početka industrijalizacije do danas, znatno su se povećale koncentracije ugljikovog dioksida, metana, didušikovog oksida i halogeniziranih ugljikovodika u atmosferi, što je uzrokovalo jači učinak staklenika i veće zagrijavanje atmosfere od onog koje se događa prirodnim putem.<sup>8</sup>

Nadalje, mjerenje različitih izotopa CO<sub>2</sub> prisutnih u atmosferi pokazalo je da je do porasta razine CO<sub>2</sub> došlo zbog ljudskih aktivnosti, odnosno, prvenstveno zbog izgaranja fosilnih goriva – izmjereno je povećanje izotopa CO<sub>2</sub> iz fosilnih goriva u atmosferi.

Iako se, primarno u medijima i javnom prostoru, stvara slika kako znanstvenici nisu usuglašeni oko toga uzrokuju li ljudi promjene klime, tomu nije tako. Više od 97% znanstvenika koji se bave klimom, u svojim radovima izlažu kako su promjene klime do kojih sada dolazi uzrokovane ljudskim aktivnostima.<sup>9,10</sup>







A stylized illustration on the left side of the page depicts a brown deer with large, branching antlers. The deer is shown from the side, with its head turned slightly. Below the deer, there are several yellow flowers with green leaves. The background is a light blue sky filled with numerous small, white, circular snowflakes falling. The overall style is soft and illustrative.

## Zašto su klimatske promjene razlog za brigu?

Klima na Zemlji se mijenja tijekom dužih vremenskih razdoblja, od kojih su najznačajnije izmjene interglacijalnih i glacijalnih razdoblja (poznatijih kao ledena doba) do kojih dolazi zbog promjena u dolaznom Sunčevom zračenju na površinu Zemlje te ovisi o položaju Zemlje u odnosu na Sunce i nagibu Zemljine osi rotacije u odnosu na ravninu obilaska Zemlje oko Sunca.

Klimatske promjene do kojih je dolazilo u prošlosti dovodile su do nakupljanja i otapanja velikih ledenih pokrova na kontinentima, porasta i smanjenja razine mora te izumiranja brojnih biljnih i životinjskih vrsta.<sup>11,12</sup>

Klimatske promjene koje trenutno nastupaju najviše zabrinjavaju zbog brzine kojom se odvijaju, prema neki procjenama i deset put brže no što je to bio slučaj unatrag posljednjih 65 milijuna godina kad su prirodno nastupale.<sup>13</sup> Postepeni porast ili pad temperature omogućuje biljnim i životinjskim vrstama prilagodbu ili promjenu staništa. Ako ubrzo ne dođe do smanjenja emisija stakleničkih plinova, porast prosječne godišnje temperature na Zemlji do kraja 21. stoljeća bi mogao biti pet do šest stupnjeva!

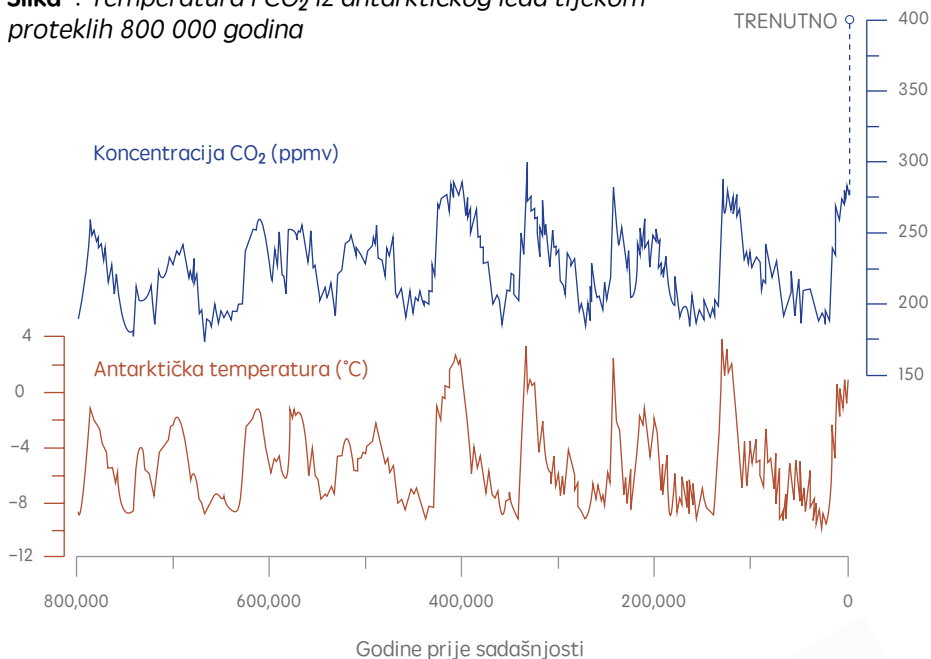
Iako porast od nekoliko stupnjeva ne zvuči puno, to bi dovelo do dramatičnih posljedica i otežanih uvjeta za život na Zemlji. Već sa sadašnjim porastom češće se pojavljuju rekordno visoke temperature, suše, poplave i drugi vremenski ekstremi, a s daljnjim porastom oni bi još više učestali i osnažili. Pokušajmo povući paralelu s temperaturom našeg tijela. Kada je povišena za samo stupanj ili dva, osjećamo kako nam je narušeno zdravlje, puno teže funkcioniramo u obavljanju svakodnevnih zadataka i pitamo se što je uzrok. Isto vrijedi i za globalnu temperaturu: povećanje za samo jedan stupanj može jako otežati pa i trajno narušiti funkcioniranje sustava.

## Je li koncentracija CO<sub>2</sub> u atmosferi povećana?

Mjerenja u ledenom pokrovu pokazuju da se unatrag 800 000 godina, sve do 20. stoljeća, razina CO<sub>2</sub> u atmosferi kretala između 170 i 300 dijelova na milijun (ppm)<sup>14</sup>, za što možemo reći da je prirodni raspon. S početkom industrijske revolucije tj. približno od 1850. godine, razina CO<sub>2</sub> počinje rasti i trenutno iznosi preko 400 ppm. Taj porast rezultat je ljudskih aktivnosti.



**Slika<sup>15</sup>:** Temperatura i CO<sub>2</sub> iz antarktičkog leda tijekom proteklih 800 000 godina



Ako nastavimo s trenutnim emisijama, udio CO<sub>2</sub> bi do kraja 21. stoljeća mogao doseći gotovo 1000 ppm, razinu za koju se pretpostavlja da je posljednji put dosegnuta prije 50 milijuna godina, dok je temperatura na Zemlji vjerojatno bila 10 stupnjeva viša.<sup>16</sup>



## Ako se Zemlja zagrijava, zašto su neke zime i ljeta još uvijek hladni?

Globalno zagrijavanje ne podrazumijeva nužno da će svaka godina biti prosječno toplija, niti da će svuda u svijetu biti toplije. Klimatske promjene dovest će do promjena u strujanju (npr. snažniji ili slabiji vjetar iz nekog smjera) i do promjena u lokalnim vremenskim prilikama. Primjerice, snažnije strujanje sa sjevera može dovesti do iznimno hladnih zima.<sup>17</sup>

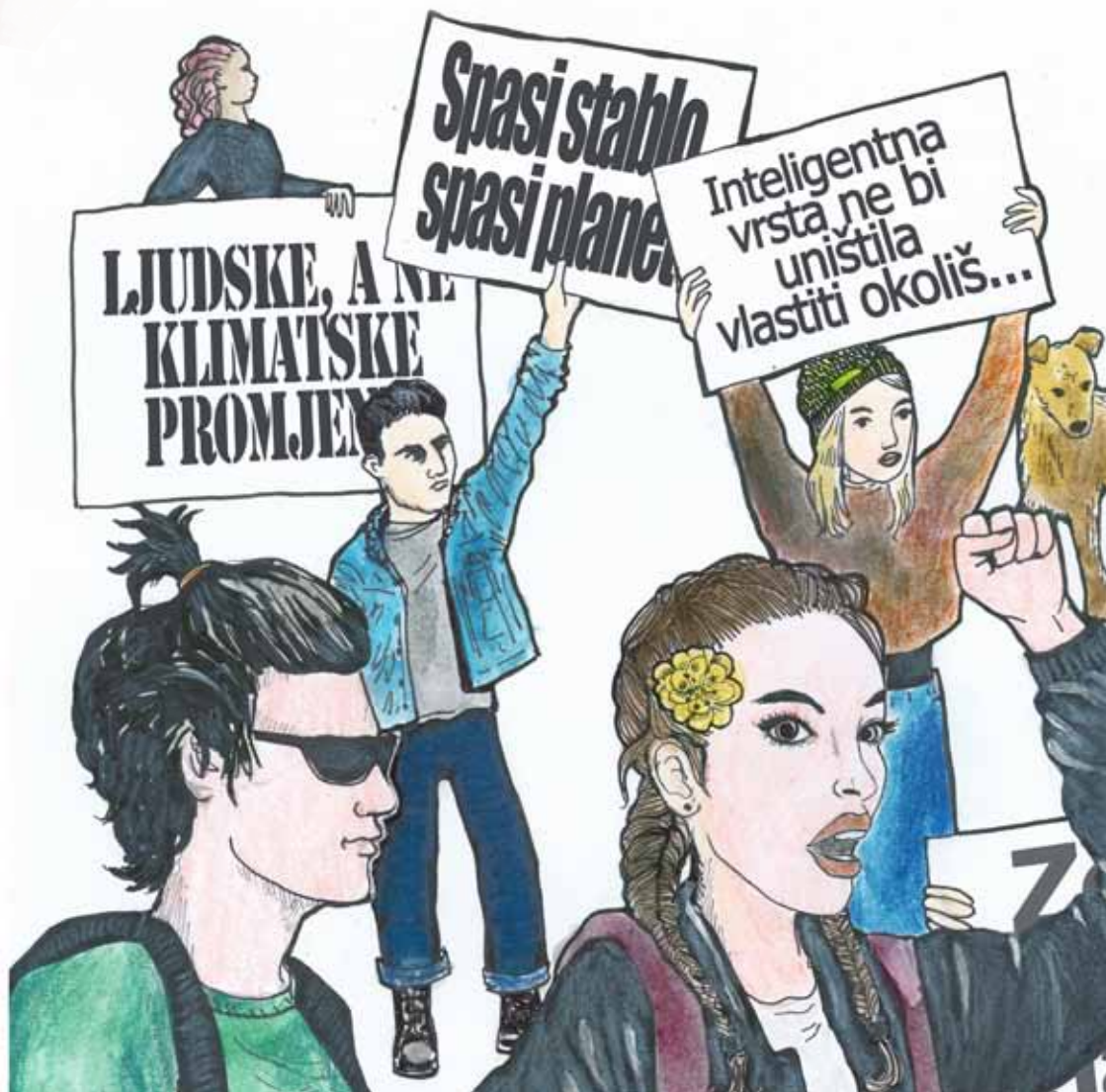
No, globalno gledano, klimatske promjene dovest će do povećanja broja toplijih dana i smanjenja broja hladnih dana.

**Zadatak:** Na stranici DHMZ-a, koristeći izbornik za mjeseci i godine, pogledajte odstupanje srednje mjesečne temperature zraka na postajama koje su uključene u analizu klimatskih anomalija u Republici Hrvatskoj – mjeseci odaberite sami: [http://klima.hr/ocjene\\_arhiva.php](http://klima.hr/ocjene_arhiva.php)

“Pada snijeg. Vidiš, globalno zatopljenje je laž!”



## 2. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA



Ima li kraja  
ljudskoj  
pohlepi?!

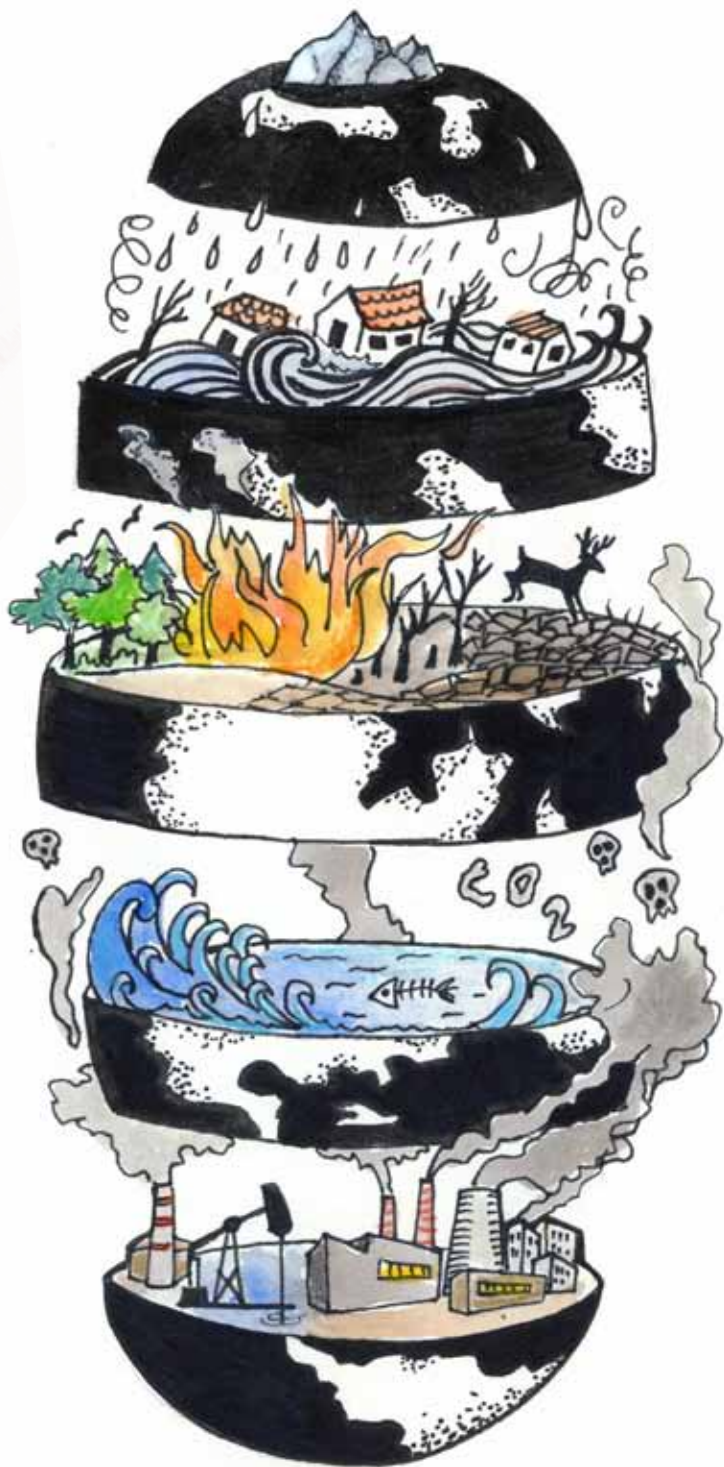
EKO,  
A NE  
EGO!

U oceanima će  
do 2050. biti  
više plastike  
nego ribe!

Ne postoji  
plan(et) B!

...nju sm  
...sudili  
...aše di





## Je li zagrijavanje od nekoliko stupnjeva razlog za zabrinutost?

Zagrijavanje od nekoliko stupnjeva možda ne zvuči mnogo, ali utvrđeno je kako klimatske promjene već sada uzrokuju veće zagrijavanje, promjene u količini lokalnih oborina, povećanje broja i intenziteta ekstremnih vremenskih prilika, zakiseljavanje oceana, otapanje ledenjaka i porast razine mora. Broj rekordno visokih temperatura raste, vlažna područja postaju vlažnija, suha postaju suša.<sup>18</sup>

Promjene se događaju prebrzo da bi se biljne i životinjske vrste prilagodile, zbog čega će doći do izumiranja brojnih vrsta i poremećaja u stabilnosti ekosustava. Značajne će biti i posljedice na ljude i društva u cjelini.

Važno je naglasiti kako „malo“ zagrijavanja uzrokuje pojave koji ga mogu dodatno ubrzati:

1. Vodena para je staklenički plin pa više molekula vode u atmosferi doprinosi zagrijavanju; globalno zagrijavanje uzrokuje više isparavanja voda, što znači i više vodene pare u atmosferi.
2. Led reflektira Sunčevo zračenje, a kako se zbog globalnog zagrijavanja tope ledenjaci, tlo apsorbira više Sunčevog zračenja.
3. Trajno zamrznuto tlo (permafrost) sadrži velike količine metana. Kako se permafrost počinje otapati, sve više metana će dospijevati u atmosferu. Riječ je o plinu koji doprinosi učinku staklenika mnogostruko više nego CO<sub>2</sub>.

**Zadatak:** Razmisli koje posljedice klimatskih promjena možeš predvidjeti u naselju u kojem živiš. Koje posljedice predviđaš u čitavoj Hrvatskoj? Hoće li biti iste u svim dijelovima Hrvatske?

## Što su ekstremni vremenski događaji?

Ekstremni vremenski događaji su pojave koje znatno odstupaju od višegodišnjeg prosjeka ili uobičajenih vremenskih prilika – obilne oborine, nagla zatopljenja i sl. Takvih je događaja uvijek bilo, ali s klimatskim promjenama se povećava njihova učestalost, trajanje i intenzitet, što je već i u posljednjim desetljećima opaženo.

Zamjetan je, a predviđa se da će se u budućnosti nastaviti povećavati broj suša i toplinskih valova, a smanjivati broj hladnih valova. Ekstremne vrućine i suše doprinose šumskim požarima. S povećanjem zagrijavanja dolazi do većeg isparavanja mora i kopnenih voda, a time do više oborina i češćih i intenzivnijih poplava. U područjima u kojima se pojavljuju, postoji rizik od povećanja intenziteta uragana.<sup>19</sup>

Ekstremni vremenski događaji mogu imati razorne posljedice na lokalne ekosustave, ali i na kvalitetu života i zdravlje ljudi te dostupnost hrane, pitke vode i drugih osnovnih potrepština.

**Hrvatska:** U Hrvatskoj je posljednjih godina zapaženo nekoliko značajnih vremenskih ekstrema, od čega su upečatljive ekstremne oborine koje su uzrokovale poplave 2014. godine.

**Zadatak:** Razmisli i istraži na Internetu koji vremenski ekstremi su se najviše pojavljivali u Hrvatskoj u posljednjim godinama. Predložimo članak i prezentaciju „Vremenski ekstremi: uzroci i posljedice” dr.sc. Branke Ivančan-Picek.<sup>20</sup>









## Koje su posljedice porasta razine mora?

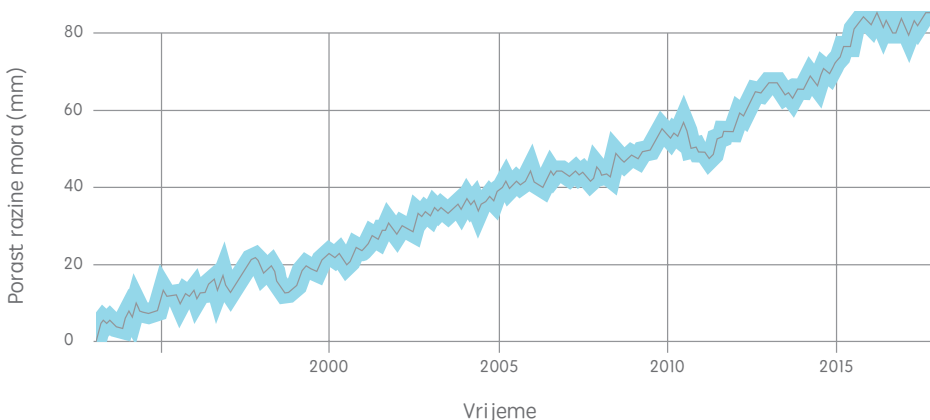
Razina mora prati se satelitskim mjerenjima i mjerenjima na tlu. Do porasta razine mora dolazi zbog otapanja ledenog pokriva (ledenih polova i ledenjaka) te zbog povećanja volumena vode uslijed povećanja temperature mora. Trenutni porast iznosi 3,2 mm na godinu, a ovisno o tome kakve mjere ublažavanja klimatskih promjena će se poduzeti, do 2100. godine razina mora bi mogla porasti od 0,2 do 2 m.<sup>21</sup>

Mnoga naselja u svijetu smještena su uz obalu i na njih će porast razine mora imati snažne negativne posljedice jer će uzrokovati štete za imovinu, a učiniti nemogućim život u nekim područjima kao što su Maldivi ili brojni jako niski pacifički otoci.

Na mjestima gdje se rijeke ulijevaju u mora dolazi do miješanja slane morske vode sa slatkom riječnom. Porastom razine mora to se područje miješanja može pomaknuti, slana voda može onečistiti izvore pitke vode te smanjiti njenu dostupnost. Poljoprivredne površine koje su u blizini obale u opasnosti su od poplava, što može uzrokovati probleme u opskrbi hranom. U nekim dijelovima svijeta u priobalnim područjima dolazi do erozije tla.

**Hrvatska:** Problem miješanja slane morske vode sa slatkom riječnom uočen je već sada na slivu rijeke Neretve.

**Slika<sup>22</sup>:** Porast razine mora u posljednja dva desetljeća

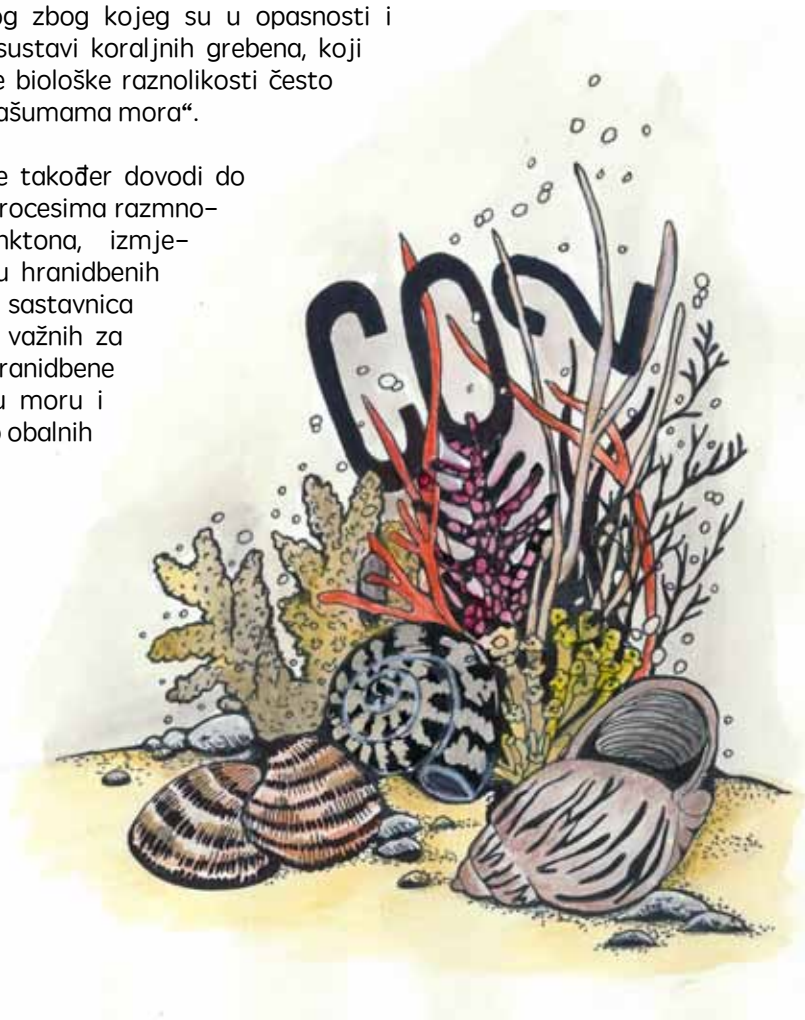


## Što je zakiseljavanje oceana?

Oceani i mora upili su približno trećinu emisija stakleničkih plinova uzrokovanih ljudskim aktivnostima te su stoga zapravo ublažavali dosadašnje utjecaje porasta emisija stakleničkih plinova i globalnog zatopljenja na kopnene sustave. Kada se ugljikov dioksid otapa u vodi, nastaje ugljična kiselina, a smanjuje se količina kalcij-karbonata. Posljedica je da su danas oceani i mora kiseli (imaju nižu pH vrijednost) nego u prošlosti. Organizmi kao što su koralji i školjkaši koriste kalcij-karbonat za izradu kostura ili školjke, a kada ga je manje ne uspijevaju ih izgraditi ili se oni otapaju zbog djelovanja ugljične kiseline.

Uz porast temperature mora, zakiseljavanje je dodatni razlog zbog kojeg su u opasnosti i osjetljivi ekosustavi koraljnih grebena, koji se zbog svoje biološke raznolikosti često nazivaju i „prašumama mora“.

Zakiseljavanje također dovodi do promjene u procesima razmnožavanja planktona, izmjena u kruženju hranidbenih tvari i drugih sastavnica morske vode važnih za cjelokupne hranidbene lance, život u moru i gospodarstvo obalnih država.<sup>23</sup>



## Koji su utjecaji na zdravlje ljudi?

Očekuje se povećani broj zaraza koje prenose primjerice komarci i krpelji, kao i ponovno javljanje bolesti koje su prethodno iskorijenjene iz određenih dijelova svijeta. Također, visoke temperature mogu uzrokovati brže kvarenje hrane, pa tako i veću pojavu salmonela.

Očekuje se porast zdravstvenih tegoba i smrtnosti vezan uz ekstremne vrućine, pri čemu su u povećanom riziku stariji i kronični bolesnici. Veći broj vremenskih ekstrema dovest će do većeg broja izravnih žrtava, ali se i odraziti na psihi brojnih pojedinaca – kao posljedica straha, nesigurnosti i suočavanja s ekonomskim posljedicama. Nagli dolasci toplog vremena tijekom zimske sezone negativno utječu na osobe koje imaju problema s krvnim tlakom i dišnim sustavom.



**Zadatak:** Toplinski valovi su iznimno učestali, a 2003. Europu je pogodio iznimno jak toplinski val. Istraži na internetu koje su bile njegove posljedice na zdravlje i smrtnost ljudi.

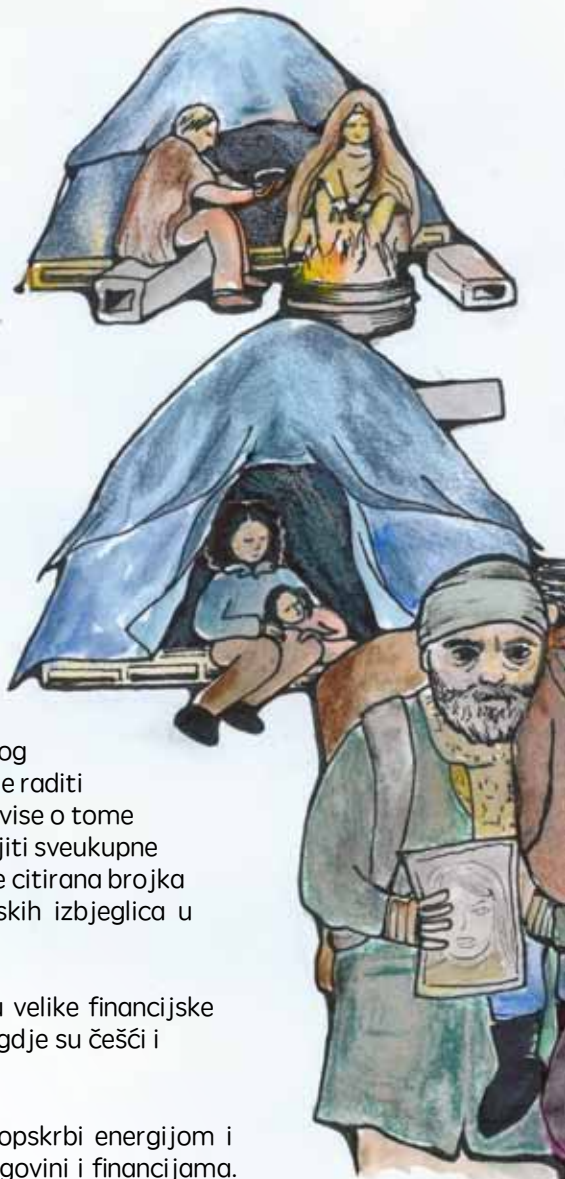
## Koji su utjecaji na društvo u cjelini?

Posljedice klimatskih promjena već sada se osjećaju diljem svijeta, a očekuje se da će u narednim desetljećima biti još intenzivnije. Najviše su pogođeni sektori koji uvelike ovise o temperaturama i količinama oborina, kao što su poljoprivreda, šumarstvo, energetika i turizam.<sup>24</sup>

Zbog poplavljanja priobalnih područja i ostalih vremenskih ekstrema očekuje se velik broj klimatskih izbjeglica. To su ljudi koji su prisiljeni napustiti svoje domove zbog posljedica klimatskih promjena. Teško je raditi točne procjene o brojkama i one jako ovise o tome koliko ćemo u budućnosti uspjeti smanjiti sveukupne emisije stakleničkih plinova, ali najčešće citirana brojka je predviđanje o 200 milijuna klimatskih izbjeglica u svijetu do 2050. godine.<sup>25</sup>

Vremenski ekstremi već sada izazivaju velike financijske štete, posebice u područjima u svijetu gdje su češći i intenzivniji.

Također, predviđaju se poremećaji u opskrbi energijom i prometu, a posljedično i u globalnoj trgovini i financijama. To može dovesti do nestašica hrane u pojedinim dijelovima svijeta, kao i negativno utjecati na ukupnu financijsku stabilnost pojedinih zemalja, osobito zemalja u razvoju.



Nestašice vode ili hrane, osim očitih lokalnih negativnih učinaka, mogu dovesti do intenzivnijih sukoba u pojedinim dijelovima svijeta, pa čak i do novih ratnih sukoba.

Sve te posljedice najintenzivnije će osjetiti zemlje u razvoju, koje su istovremeno najmanje „krive“ za klimatske promjene jer imaju male emisije stakleničkih plinova. To otvara i temu odgovornosti za nastalo stanje i odgovornosti za pronalaženje rješenja, odnosno koncept klimatske pravde.

**Hrvatska:** U Hrvatskoj je na primjeru turizma lako uvidjeti kakve se sve promjene očekuju: smanjenje broja turista ljeti zbog previsokih temperatura, ekstremni vremenski događaji, smanjenje ljepote i atraktivnosti ekosustava, česti nestanci vode i tako dalje.<sup>26</sup>



**Zadatak:** Razmisli i istraži kakve sve posljedice na poljoprivredu i ribarstvo možemo očekivati u Hrvatskoj?

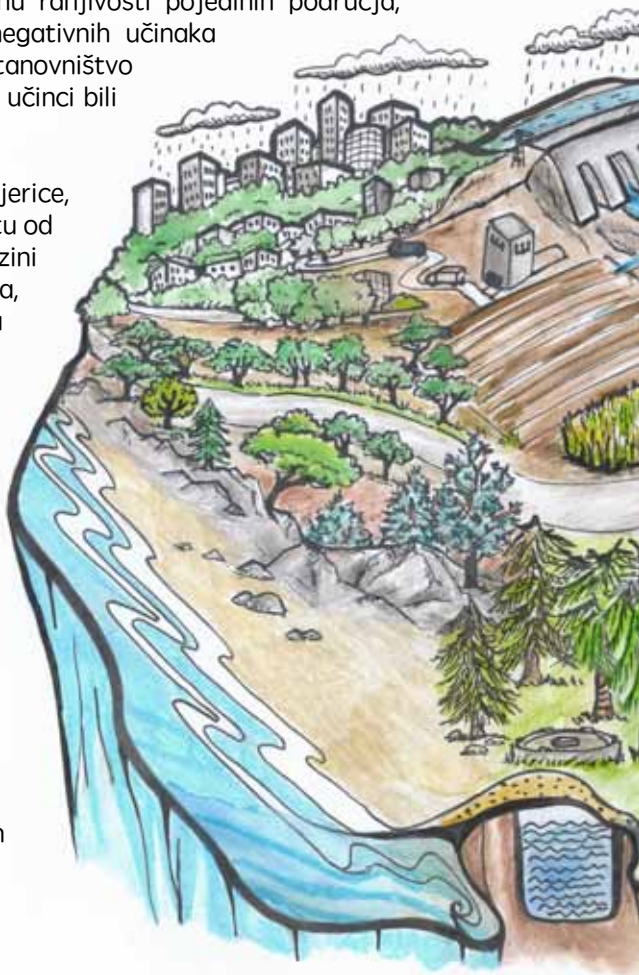
**Zadatak:** Pogledaj kartu svijeta i razmisli iz kojih se dijelova može očekivati najveći broj klimatskih izbjeglica.

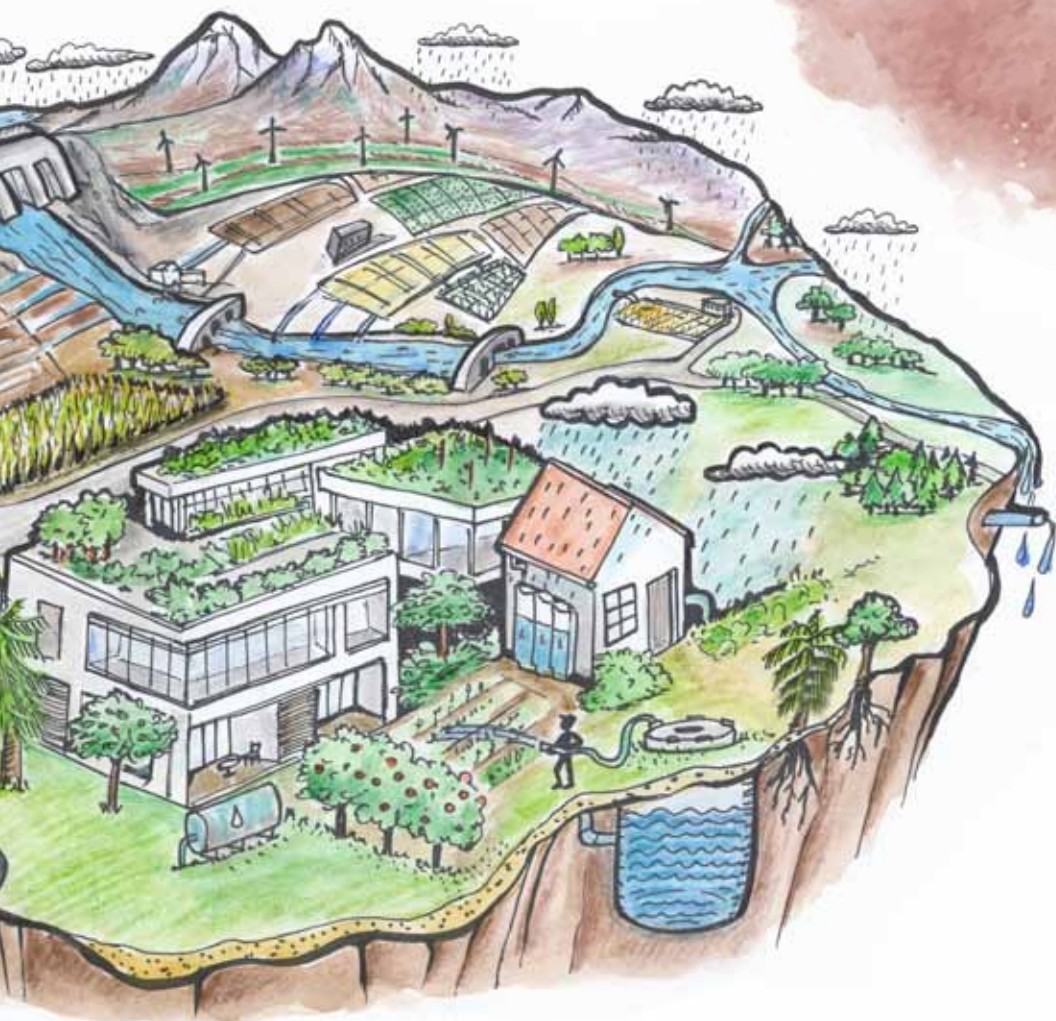
## Možemo li se prilagoditi klimatskim promjenama?

Prilagodba podrazumijeva ocjenu ranjivosti pojedinih područja, odnosno predviđanje lokalnih negativnih učinaka klimatskih promjena na okoliš i stanovništvo te pronalaženje mjera kako bi ti učinci bili umanjeni ili izbjegnuti.

Mjere prilagodbe uključuju, primjerice, izgradnju nasipa i brana za zaštitu od poplava, zabranu gradnje u razini mora, regulaciju vodotokova, izgradnju podzemnih spremnika za vodu, racionalnije korištenje pitke vode (npr. korištenje kišnice za navodnjavanje), povećanje zelenih urbanih površina i zelenih krovova, sađenje stabala otpornijih na više temperature, uzgoj biljaka za potrebe zaštite zemljišta od erozije itd.

Također je važno uspostavljanje sustava informiranja građana (kao što je <http://www.meteoalarm.eu/>) i brige o ranjivim skupinama kroz sustav pomoći u slučaju ekstremnih vremenskih događaja.





**Zadatak:** Razmisli koje mjere prilagodbe bi bile prikladne za mjesto i za regiju u Hrvatskoj u kojoj živiš.

# 3. UBLAŽAVANJE KLIMATSKIH PROMJENA



*Ovaj profesor drži predavanja o klimatskim promjenama.*



*Ovaj mladi odvjetnik ide biciklom na posao.*



*Ova obitelj koristi obnovljive izvore energije.*



*Ovaj urbani farmer uzgaja povrće.*



Ovaj dječak pazi da za sobom uvijek zatvori slavinu.



Ova arhitektica projektira samoodržive stambene zgrade.



Ovaj programer radi aplikaciju za zbrinjavanje viška hrane.



Ova aktivistica želi da veliki zagađivači preuzmu odgovornost!

Ova studentica posadi svake godine po jedno stablo.

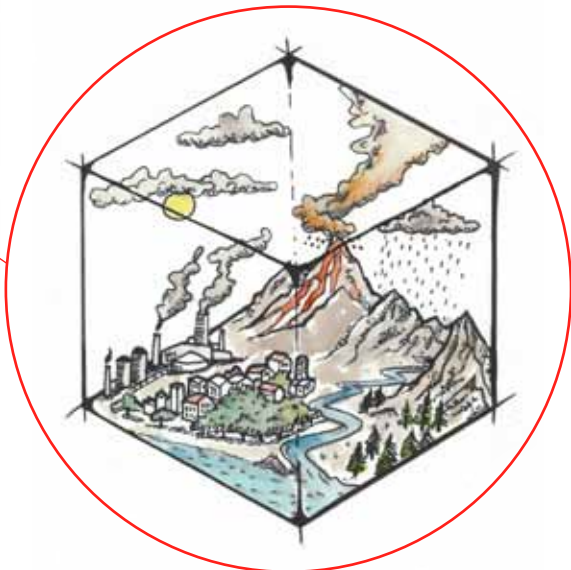
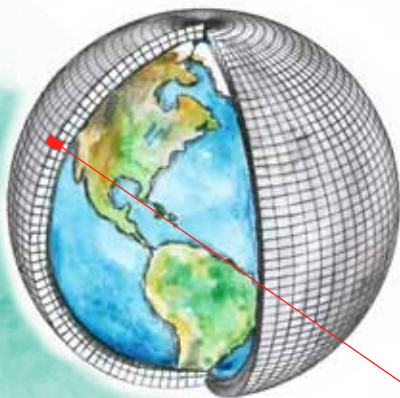


## Što su klimatski modeli?

Klimatski modeli<sup>27</sup> koriste matematičke jednadžbe kako bi opisali ponašanje elemenata Zemljina sustava koji utječu na klimu. Ti faktori uključuju dinamiku atmosfere i oblaka, oceana, zemljine površine, živih bića, leda i energije Sunca. Tisuće klimatskih znanstvenika koriste klimatske modele kako bi bolje razumjeli dugoročne učinke globalnih promjena, kao što su povećanje koncentracije stakleničkih plinova ili smanjenje površine ledenog pokrova. Modeli simuliraju uvjete koji će nastati za nekoliko stotina godina, kako bi mogli predvidjeti moguće promjene klime. Modeli koriste iste zakone i jednadžbe koje koriste znanstvenici kad računaju fizikalne, kemijske i biološke mehanizme.

Zbog kompleksnosti klimatskog sustava i ograničenja koje imaju računala (čak i superračunala koja se koriste za modeliranje), model nikako ne može računati sve to za svaki djelić sustava. Umjesto toga, klimatski model dijeli Zemlju u skup „kockica“ ili „mrežnih ćelija“. Globalni model može imati desetke slojeva po visini i dubini atmosfere i oceana.

Na slici se nalazi trodimenzionalni prikaz modela. On tada računa klimatsko stanje u svakoj od ćelija – temperaturu, tlak, vlažnost, brzinu i smjer vjeta i tako dalje. Ovisno o namjeni modela, ćelije su manje ili veće.



Klimatski modeli koriste podatke o kojima klima ovisi te projekcije njihovih vrijednosti u budućnosti. Modeli rezultiraju u terabajtima (TB) i petabajtima (PB) izračunatih tisuća varijabli u prostoru i vremenu, od temperature i oblaka do saliniteta i brzine morskih struja.

**Hrvatska:** I Hrvatska ima svoje superračunalo VELEbit, pomoću kojeg su naši znanstvenici radili vlastite izračune klimatskih modela. Ovo računalo je smješteno u Sveučilišnom računskom centru i broji gotovo 1800 procesora.

**Zadatak:** Znaete li koliko je PB?

**Zadatak:** I vi možete pokušati vidjeti kako neke odluke u energetsom sustavu utječu na emisije stakleničkih plinova. Isprobajte interaktivnu igru izrađenu na temelju energetskeg modela do 2050.: <http://bit.ly/Model2050> i provjerite kako vaš dom, grad ili čitava Hrvatska mogu smanjiti emisije stakleničkih plinova koje uzrokuju!



## Što je ugljični otisak?

Ugljični otisak<sup>28</sup> pokazuje koliko svatko od nas utječe na klimatske promjene. On predstavlja količinu ekvivalenta ugljikova dioksida emitiranog od strane organizacije, događaja, proizvoda ili čovjeka. Ako se radi o ugljičnom otisku pojedinca, emisije koje nastaju potrošnjom energije (npr. radom na računalu, vožnjom automobilom), smatraju se izravnim emisijama tog pojedinca, jer on ili ona nad njima ima kontrolu. Sekundarne (neizravne) emisije su one koje su nastale korištenjem dobara i usluga. To su na primjer emisije iz proizvodnje hrane. I na njihov čovjek može utjecati, primjerice jedenjem lokalne i sezonske hrane te izbalansiranom prehranom s ne prevelikom količinom mesa.

Emisije koje ubrajamo u ugljični otisak pojedinca obuhvaćaju i izravne i neizravne emisije. U neizravne emisije ubrajaju se i emisije uzrokovane proizvodima koji su proizvedeni drugdje, ali ih koristi pojedinac čiji ugljični otisak računamo. Uređaj kupljen u Kini, a koristi se u Hrvatskoj, doprinosi ugljičnom otisku hrvatskog građanina. Ugljični otisak računa se u tonama CO<sub>2</sub> ekvivalenta (CO<sub>2</sub>e). Riječ je o univerzalnoj mjernoj jedinici za emisije stakleničkih plinova koja odražava njihov različit potencijal globalnog zatopljenja.<sup>29</sup>

Svačiji ugljični otisak je drugačiji ovisno o lokaciji, navikama i osobnim odabirima. Svatko od nas doprinosi ukupnim emisijama stakleničkih plinova odabirući način kako putujemo, hranu koju jedemo, količinu energije koju koristimo i ostalo.

Ugljični otisak možemo izračunati na temelju potrošnje energenata. Iz energenata koje koristimo možemo izračunati koliko smo CO<sub>2</sub> ekvivalenta „proizveli“. Na primjer, kad se vozimo automobilom trošimo gorivo, proizvodimo određenu količinu CO<sub>2</sub> i emitiramo je u atmosferu. Kad grijemo kuću, također. Ukratko, ugljični je otisak količina ekvivalenta ugljikovog dioksida koju emitiramo u atmosferu kroz dnevne aktivnosti.

Najveći je ugljični otisak po čovjeku u SAD-u. U 2014., prosječan je stanovnik SAD-a imao ugljični otisak po čovjeku 20 tona CO<sub>2</sub> ekvivalenta, pet do sedam puta iznad globalnog prosjeka. Prosjeci se znatno razlikuju po svijetu – viši otisak imaju stanovnici razvijenih država. Na primjer, u istoj je godini otisak po čovjeku u Francuskoj bio oko 6 tona, a u Bangladešu ili Keniji 1,2 ili 0,6 tonu.<sup>30</sup> U razvijenim zemljama, prijevoz i potrošnja energije u kućanstvu čine najveću komponentu osobnog ugljičnog otiska.

Postoji mnogo različitih alata za računanje ugljičnog otiska za pojedince, i organizacije.

**Zadatak:** *Isprobaj neki od online kalkulatora ugljičnog otiska i analiziraj kako možeš ukupno smanjiti vlastiti ugljični otisak: <https://www.carbonfootprint.com/calculator.aspx>*

**Zadatak:** *Istraži koliki je prosječni ugljični otisak stanovnika Hrvatske.*



# Koje ljudske aktivnosti najviše utječu na promjenu klime?

Na globalnoj razini upotreba energije je najveći izvor emisija stakleničkih plinova uzrokovanih ljudskom aktivnošću. Otprilike dvije trećine emisija stakleničkih plinova povezano je s izgaranjem fosilnih goriva za energiju koja se upotrebljava za grijanje, uređaje, promet i industriju.<sup>31</sup>

Najveći doprinos emisijama stakleničkih plinova imaju sljedeći sektori:

- **Proizvodnja i potrošnja energije:** izgaranje ugljena, prirodnog plina i naftnih derivata za proizvodnju električne i toplinske energije najvažniji je izvor emisija stakleničkih plinova.



- **Industrija:** prvenstveno obuhvaća emisije iz izgaranja fosilnih goriva na mjestu postrojenja, korištenog za proizvodnju energije, a uključuje i emisije iz kemijskih, metalurških i mineralnih procesa te upravljanja otpadom.

- **Poljoprivreda, šumarstvo i drugo korištenje zemljišta:** emisije stakleničkih plinova iz ovog sektora dolaze uglavnom iz poljoprivrede.



- **Promet:** emisije stakleničkih plinova iz sektora primarno uključuju fosilna goriva koja izgaraju u svrhu cestovnog, željezničkog, zračnog i morskog prijevoza.



- **Zgrade:** emisije stakleničkih plinova iz ovoga sektora dolaze iz proizvodnje odnosno izgaranja goriva grijanje prostora, potrošne tople vode ili kuhanje u kućanstvima.



**Zadatak:** Pogledaj račune za energiju u svojem kućanstvu, usporedi troškove i usporedi količinu energije. Što misliš, zašto je kilovat-sat električne energije skuplji od kilovat-sata prirodnog plina?

## Je li moguće ublažiti klimatske promjene?

Ublažavanje klimatskih promjena podrazumijeva smanjenje ili sprečavanje daljnjih emisija stakleničkih plinova.

Nove tehnologije pružaju nam istu uslugu kao i stare, ali uz manje emisije stakleničkih plinova. Korištenje obnovljivih izvora energije za proizvodnju toplinske ili električne energije ne uzrokuje emisije stakleničkih plinova. Električni automobili za pogon koriste električnu energiju pa za njihov pogon nije nužno izgaranje naftnih goriva. LED rasvjeta jednako osvjetljava kao i klasične žarulje, ali uz potrošnju tek jedne desetine električne energije!

Mjere energetske učinkovitosti važne su za smanjenje emisija stakleničkih plinova. Ako energetski obnovimo zgradu, u njoj će se trošiti znatno manje energije za grijanje.

Stvari i tehnologije možemo koristiti na učinkovitiji način, npr. možemo smanjiti grijanje i paliti rasvjetu samo kad nam zaista treba.

Značajne pomake u ublažavanju klimatskih promjena možemo dostići i samom promjenom ponašanja, npr. korištenjem bicikla kao prijevoznog sredstva ili toplijim odijevanjem zimi u zatvorenom prostoru.<sup>32</sup>





## Kako možemo smanjiti svoj ugljični otisak?

Smanjivanjem svog ugljičnog otiska, smanjujemo svoj utjecaj na klimu.

Proizvodnja svake nove stvari uzrokuje emisije stakleničkih plinova. Možemo pametno odlučivati o nabavi novih stvari. Prije nego što neku stvar bacimo u smeće, vrijedi razmisliti: ako je pokvarena – možemo li je popraviti; ako nam je dosadila – znamo li nekoga kome bi bila korisna; ako je izgubila prvotnu svrhu – možemo li je koristiti za nešto drugo? Uz to, većina stvari ne mora završiti kao “običan” otpad – valja ih odložiti u prikladni reciklažni spremnik ili odnijeti na reciklažno dvorište.

Pretjerano zagrijavanje prostorija uzrokuje nepotrebnu potrošnju energije. Ako odjenemo samo jedan sloj odjeće više zimi, možemo uštedjeti znatnu količinu energije i smanjiti emisiju stakleničkih plinova. Smanjivanjem prosječne temperature grijanja već za jedan stupanj može se uštedjeti i do 5% energije. Slično vrijedi i za neumjereno hlađenje prostorija u ljetnim mjesecima!

Tuširanjem trošimo znatno manju količinu vode nego kupanjem. Treba imati na umu i zatvaranje vode prilikom sapunanja, pranja zubi i brijanja.

Ako odlučimo koristiti javni prijevoz, bicikl ili hodati (umjesto putovanja automobilom), u prosjeku možemo uštedjeti više od 15% emisija stakleničkih plinova našeg osobnog ugljičnog otiska. Odabir putovanja vlakom nasuprot putovanju zrakoplovom znatno smanjuje ukupne emisije pojedinca.

Uređaje ne treba ostavljati na standby funkciji jer i tada troše energiju – približno 10% energije u odnosu na to kad su uključeni.<sup>33</sup>

Također, postoji niz malih ulaganja koja mogu dovesti do ušteda energije. Razgovarajte sa svojim ukućanima o mogućnostima uvođenja jednostavnih mjera kao što su kupnja LED žarulja, perlatora (uređaji koji miješaju vodu sa zrakom te smanjuju protok vode) i gumenih traka za brtvljenje prozora i vrata koje osjetno smanjuju gubitke topline i propuh u kućanstvu.

**Zadatak:** Razmisli kako možeš smanjiti vlastiti ugljični otisak. Uz navedene savjete, na internetu postoje brojne stranice s mnoštvom prijedloga.



# Korišteni izvori informacija:

- <sup>1,2</sup> Gelo, B., **Opća i prometna meteorologija**, Školska knjiga, 2000.
- <sup>3, 5, 7, 8</sup> **DHMZ**: Klima i klimatske promjene [http://klima.hr/klima.php?id=klimatske\\_promjene](http://klima.hr/klima.php?id=klimatske_promjene)
- <sup>4</sup> Penzar, I., Penzar, B., **Agrometeorologija**, Školska knjiga, 2000.
- <sup>6, 9</sup> **Skeptical Science** <https://www.skepticalscience.com>
- <sup>10</sup> Cook, J., **Znanstveni vodič kroz skepticizam o globalnom zagrijavanju**, 2010, prijevod: Hrvatsko meteorološko društvo [https://skepticalscience.com/docs/Guide\\_Skepticism\\_Croatian.pdf](https://skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Croatian.pdf)
- <sup>11, 14, 15, 16, 17, 18, 23</sup> **Climate Change Evidence & Causes**: An overview from the Royal Society and the US National Academy of Sciences [https://royalsociety.org/~media/Royal\\_Society\\_Content/policy/projects/climate-evidence-causes/climate-change-evidence-causes.pdf](https://royalsociety.org/~media/Royal_Society_Content/policy/projects/climate-evidence-causes/climate-change-evidence-causes.pdf)
- <sup>12</sup> Juračić, M., **Klimatske promjene**: prošlost i budućnost, u: Fizika u ekologiji, 2007.
- <sup>13</sup> **Stanford News** <https://news.stanford.edu/news/2013/august/climate-change-speed-080113.html>
- <sup>19</sup> **NASA**: The consequences of climate change <https://climate.nasa.gov/effects/>
- <sup>20</sup> Ivančan-Picek, B., **Vremenski ekstremi**: uzroci i posljedice, DHMZ, 2014.  
[https://www.hdki.hr/\\_news/33342/VREMENSKI%20EKSTREMI.pdf](https://www.hdki.hr/_news/33342/VREMENSKI%20EKSTREMI.pdf)
- <sup>21</sup> **NASA**: Understanding Sea Level / Projections  
<https://sealevel.nasa.gov/understanding-sea-level/projections/empirical-projections>
- <sup>22</sup> **NASA**: Sea Level <https://climate.nasa.gov/vital-signs/sea-level>
- <sup>23</sup> **DHMZ**: Stanje klime u 2017. <http://klima.hr/razno.php?id=priopcenja&param=pr22032018>
- <sup>24</sup> **Europska komisija**: Posljedice klimatskih promjena  
[https://ec.europa.eu/clima/change/consequences\\_hr](https://ec.europa.eu/clima/change/consequences_hr)
- <sup>25</sup> **Migration, Environment and Climate Change**: Assessing the Evidence, IOM, 2009.  
[https://publications.iom.int/system/files/pdf/migration\\_and\\_environment.pdf](https://publications.iom.int/system/files/pdf/migration_and_environment.pdf)
- <sup>26</sup> **Nacrt Strategije prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu** (Bijela knjiga): <http://prilagodba-klimi.hr/>
- <sup>27</sup> The University Corporation for Atmospheric Research: **Climate Modeling**  
<https://scied.ucar.edu/longcontent/climate-modeling>
- <sup>28</sup> **Conserve Energy Future** <https://www.conserve-energy-future.com/carbon-footprint.php> i  
**Footprint Calculator** <http://footprint.wwf.org.uk/>
- <sup>29</sup> **Europski revizorski sud, Tematsko izvješće**  
[http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014\\_2019/documents/cont/dv/sr\\_14\\_/sr\\_14\\_hr.pdf](http://www.europarl.europa.eu/meetdocs/2014_2019/documents/cont/dv/sr_14_/sr_14_hr.pdf)
- <sup>30</sup> **Climate Watch** <https://www.climatewatchdata.org/>
- <sup>31</sup> **Energija i ublažavanje klimatskih promjena**, EEA  
<https://www.eea.europa.eu/hr/signals/eea-signali-2017-oblikovanje-buducnosti/graficki-informacije/energija-i-ublazavanje-klimatskih-promjena/view>
- <sup>32</sup> **The United Nations Environment Programme** (UN Environment) <https://www.unenvironment.org/>
- <sup>33</sup> **FZOEU**: Korisni savjeti za uštedu energije <http://www.enu.fzoeu.hr/ee-savjeti>

