

# Okoliš i klimatske promjene

---

**Kovačević, Dora**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2022**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Chemical Engineering and Technology / Sveučilište u Zagrebu, Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:149:994990>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-21**



*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Faculty of Chemical Engineering and Technology University of Zagreb](#)



**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU**  
**FAKULTET KEMIJSKOG INŽENJERSTVA I TEHNOLOGIJE**  
**SVEUČILIŠNI PREDIPLOMSKI STUDIJ**

**Dora Kovačević**

**OKOLIŠ I KLIMATSKE PROMJENE**

**ZAVRŠNI RAD**

**Voditelj rada: prof. dr. sc. Marija Vuković Domanovac**

**Članovi ispitnog povjerenstva:**

**Prof. dr. sc. Marija Vuković Domanovac**

**Doc. dr. sc. Miroslav Jerković**

**Prof. dr. sc. Zvezdana Findrik Blažević**

**Zagreb, rujan 2022.**

*Veliku zahvalnost, u prvom redu, dugujem svojoj mentorici prof. dr. sc. Mariji Vuković Domanovac koja mi je pomogla svojim savjetima i smjernicama te imala strpljenja i vremena za sve moje upite i nejasnoće tijekom pisanja ovog završnog rada.*

*Ipak, svoju najveću zahvalu iskazala bih svojim roditeljima i bratu Petru, koji su uvijek bili uz mene, kroz sve uspone i padove i davali najveću moguću podršku te pružili mi mogućnost školovanja. Bez njih sve ovo ne bi bilo moguće i ne bi ovoliko značilo.*

*Također, zahvalila bih svim svojim prijateljima, koji su me bodrili na cijelom ovom putu i u nekim trenucima više vjerovali u mene, nego ja sama. No svakako bih izdvojila meni dvije jako važne osobe, Anu i Luciju, bez kojih ne bi bila tu gdje jesam.*

*Veliko HVALA svima!*

## **SAŽETAK**

Klimatske promjene izazvane ljudskim djelovanjem utječu na pojavu sve češćih i manje predvidljivih ekstremnih vremenskih događaja, pogoršavajući već postojeće krize i zahtijevaju više napora kako bi se zadovoljile sve veće osnovne životne potrebe. Istraživanja vezana za buduće scenarije predviđaju da će klimatske promjene imati dramatičan učinak na okoliš. Onečišćenje koje je proizveo čovjek dovelo je do različitih negativnih posljedica poput globalnog zatopljenja. Nagli porast temperature pokretačka je snaga čestih suša, širenja pustinja, otapanja ledenjaka, porasta razine mora, oluja, promjene u sastavu tla i bioraznolikosti. Nužno je da čovječanstvo pokrene svoju akciju smanjenja i zaustavljanja klimatskih promjena kako bi se u budućnosti stanje okoliša poboljšalo.

Ključne riječi: okoliš, onečišćenje, klimatske promjene, globalno zatopljenje

## **SUMMARY**

Human-induced climate change is leading to increasingly frequent and less predictable extreme weather events, exacerbating pre-existing crises, and requiring greater efforts to meet the increasing basic needs of life. Research related to future scenarios predicts that climate change will have dramatic impacts on the environment. Man-made pollution has led to various negative consequences such as global warming. The sudden rise in temperature is the driving force behind frequent droughts, expansion of deserts, melting of glaciers, sea level rise, storms, change in soil composition and biodiversity. Humanity must take action to mitigate and stop climate change so that environmental conditions improve in the future.

Key words: environment, pollution, climate change, global warming

## SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. OPĆI DIO	2
2.1. KLIMA	2
2.1.1. Klimatske promjene	3
2.1.2. Učinak staklenika	4
2.1.3. Staklenički plinovi	5
2.1.3.1. Ugljikov dioksid	7
2.1.3.2. Metan	8
2.1.3.3. Dušikov oksid i fluorirani plinovi	9
2.2. OKOLIŠ	9
2.2.1. Onečišćenje okoliša	11
2.2.1.1. Vulkanske erupcije	11
2.2.1.2. Pješčane i prašnjave oluje	12
2.2.1.3. Kisele kiše	14
2.2.1.4. Promet	15
2.2.1.5. Industrija	16
2.2.1.6. Deforestacija (krčenje šuma)	16
2.2.1.7. Nuklearno oružje	17
2.2.2. Prilagodba klimatskim promjenama	17
3. PREGLEDNI DIO	19
3.1. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA	19
3.1.1. Bioraznolikost	19
3.1.1.1. Opskrba slonova vodom tijekom suše	19
3.1.1.2. Gorile u planinama Virunga	21
3.1.2. Poljoprivreda i uzgoj hrane	22
3.2. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA MORSKI SVIJET	25
3.2.1. Podizanje razine mora	25
3.2.2. Izbjeljivanje koraljnih grebena	26
3.3. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ČOVJEKA	27
3.3.1. Migracije	27
3.3.2. Zdravlje ljudi	29
3.4. PODRUČJE REPUBLIKE HRVATSKE	30
4. ZAKLJUČAK	33
5. LITERATURA	34

## 1. UVOD

Jedno od najčešćih i najsloženijih pitanja današnjice upravo su klimatske promjene, njihov utjecaj i posljedice na današnji svijet. U posljednje vrijeme dolazi do sve većih i nekontroliranih pojava u svijetu te je potrebno promjenom sadašnjeg načina života omogućiti što normalniji i sigurniji život na Zemlji.

Klima je jedan od najvažnijih komponentni okoliša, utječe na cjelokupnu prirodu i sve segmente života te je poželjno iskoristiti sve njene prednosti, ali i zaštititi se od njezinih mogućih štetnih utjecaja.[1] Tijekom posljednjih 150 godina, sve vrste na Zemlji pogođene su ekološkim problemima, od kojih su od posebne važnosti globalno zagrijavanje i klimatske promjene.[2] Kada govorimo o klimatskim promjenama isključivo se misli na promjene klimatskih faktora utjecajem prirode ili antropogenim djelovanjem, dok s druge strane globalno zagrijavanje se odnosi na nekontrolirano povećanje temperature na Zemlji.[3] Nažalost, navedeni problemi nisu jedini te je važno spomenuti moguće uzroke koji dovode do trenutnog stanja okoliša kao što su: krčenje šuma, energetska kriza, onečišćenje zraka, vode i tla, gospodarenje otpadom, upravljanje otpadnim vodama, izlivanje nafte.[2] Povijesno gledajući čovječanstvo razvijanjem industrije narušava harmoniju i onečišćuje okoliš. Danas glavna ljudska aktivnost s ciljem dobivanja energije, kao što su nafta, ugljen i prirodni plin, je izgaranje fosilnih goriva koja emitira veću količinu ugljikova dioksida ( $\text{CO}_2$ ) u atmosferu. Uz  $\text{CO}_2$  nastaju i plinovi kao što je metan ( $\text{CH}_4$ ), dušikov (I) oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ ), fluorirani plinovi (F-plinovi) i ozon ( $\text{O}_3$ ) koji se skupa nazivaju staklenički plinovi. Oni onemogućuju izlazak dugovalnog toplinskog zračenja iz atmosfere i uzrokuju nepoželjan učinak staklenika.[4] Uz okoliš, klimatske promjene utječu na zdravlje ljudi, gdje su infektivne bolesti osobito podložne vremenskom utjecaju te su pogođeni svi sudionici transmisijskog ciklusa (patogeni organizmi, prijenosnici i ljudi). Nužno je probuditi svijest čovjeka da zaštitom okoliša najbolje doprinese borbi s ekološkom krizom te spašavajući okoliš spašava i sebe samog.[5]

U ovom radu prikazan je utjecaj i posljedice klimatskih promjena na okoliš i njegove sastavnice, na kopneni svijet i bioraznolikost samih živih bića te morski svijet i pojave koje ekstremni klimatski uvjeti donose uz primjere onečišćenja okoliša ljudskim djelovanjem ili prirodnim putem. Navodi se strategija i razvijanje svijesti čovječanstva po pitanju zaštite okoliša i zdravlja ljudi te kako čovjek reagira na promjene koje su zahvatile cijeli svijet.

## 2. OPĆI DIO

### 2.1. KLIMA

Klimatski elementi, kojima se dugoročno prikazuje fizikalno stanje i pojave u atmosferi, služe za definiranje klime i dijele se na svemirske i meteorološke elemente. Pod svemirske elemente ubrajamo sunčevo zračenje (insolacija) i Zemljino dugovalno zračenje, dok temperatura zraka, tlak zraka, smjer i brzina vjetrova, vlažnost, oborine, isparavanje, naoblaka i snježni pokrivač spadaju u meteorološke elemente. Klima se određuje tako da kroz duži vremenski period (najčešće 30 godina) uz pomoć meteoroloških postaja ili satelita se mjere i opažaju klimatski elementi, a naposljetku i klima mjerenog područja. Mjerenja mogu zahvatiti čak i više slojeve atmosfere, a za istraživanje klime koriste se tri koraka, meteorološka mjerenja, teorijske spoznaje i numerički modeli. S druge strane, klimatski modifikatori jesu geografske i kozmičke prirode i u njih uvrštavamo: rotaciju Zemlje, geografsku širinu, reljef, raspodjela mora i kopna, atmosferu, vrste tla, morske struje i čovjekovo djelovanje kao složeni antropogeni utjecaj. Upravo dugotrajne promjene u statičkoj raspodjeli klimatskih faktora definiraju klimatske promjene.[1,6]



**Slika 2.1.** Köppenova svjetska klasifikacija klima

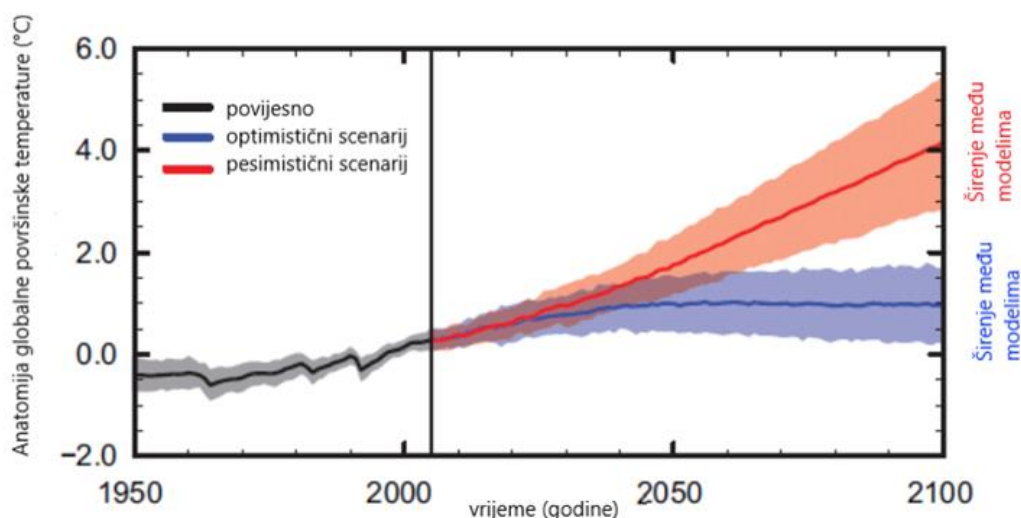


Klasifikacija klime priznata od strane većine zemalja je Köppenova klasifikacija[7] gdje su sve klime svijeta podijeljene na pet klimatskih razreda, kao što je prikazano na slici 2.1. Svaki razred se označava velikim slovom i redom idu: A - tropske kišne klime, B - suhe klime, C - umjereno tople kišne klime, D - snježno-šumske (borealne) klime i E - snježne (polarne) klime, Također postoje i podtipovi klima koji daju dodatne karakteristike klimatskih područja te tada govorimo o 11 klimatskih tipova: prašumska klima, savanska klima, pustinjska klima, stepska klima, umjereno topla vlažna klima, sredozemna (mediteranska) klima, kineska (siniska) klima, vlažna borealna (snježno-šumska) klima, suha borealna (snježno-šumska) klima, klima tundre i klima vječnog mraza.

### 2.1.1. Klimatske promjene

Počeci znanstvene identifikacije i istraživanja klimatskih promjena kreću još 1827. godine kada je Fourier opisao zagrijavanje zbog pojačanog učinka staklenika. Dok je prije više od 120 godina, 1896. godine, Arrhenius prvi izračunao učinak povećanja koncentracije CO<sub>2</sub> u atmosferi. Predvidio je da će doći do udvostručavanja količine CO<sub>2</sub>, a time i povećanja globalne temperature od 5 do 6 °C, što nije daleko od današnje situacije. Jedina pogreška procijene je bila da će za udvostručavanje biti potrebno tri tisuće godina izgaranja fosilnih goriva. Promjena globalne klime unazad stotinjak godina, koja se očituje promjenom površinske temperature, visine razine mora i pokrivenosti sjeverne hemisfere snijegom, uglavnom se povezuje sa znatnim antropogenim doprinosima intenzivnog sagorijevanja fosilnih goriva nakon 1. industrijske revolucije i otkrića parnog stroja, ali i samog porasta stanovništva.[8] Prema podacima od strane *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC), jednog od glavnih tijela Ujedinjenih naroda (UN) za znanstvene procjene vezane uz klimatske promjene, kroz posljednja četiri desetljeća, svako sljedeće je bilo toplije od prethodnog. U prva dva desetljeća 21. stoljeća (2001.-2020.) globalna površinska temperatura iznosila je 0,99 (0,84 -1,10) °C više nego u razdoblju od 1850.-1900. godine. U periodu od 2011. do 2020. godine temperatura je bila viša za čak 1,09 (0,95 do 1,20) °C dok je u razdoblju 1850.-1900. izraženije povećanje bilo na kopnu (za 1,59 °C), nego ono iznad oceana (za 0,88 °C).[9] Između 2006. i 2015. godine 20–40 % globalnog stanovništva živi u regijama koje su doživjele zatopljenje više od 1,5 °C uključujući Arktik gdje je povećanje bilo čak dva do tri puta više. No i mnoge druge

regije i godišnja doba osjetile su kada je temperatura bila veća od globalnog godišnjeg prosjeka. Kao što se može vidjeti na slici 2.2. gdje je prikazano predviđanje provedeno od IPCC-a uz CMIP5 - Projekt međusobne usporedbe združenih modela (eng. *Coupled Model Intercomparison Project Phase 5*) korištenog za izradu Petog izvješća o procjeni klimatskih promjena Međuvladinog panela o klimatskim promjenama (IPCC AR5) iz 2013. gdje postoje dva moguća scenarija (plavo i crveno područje). Do 2100. godine naš cilj mora bit onaj blažeg ishoda (plavo područje).[8,9]

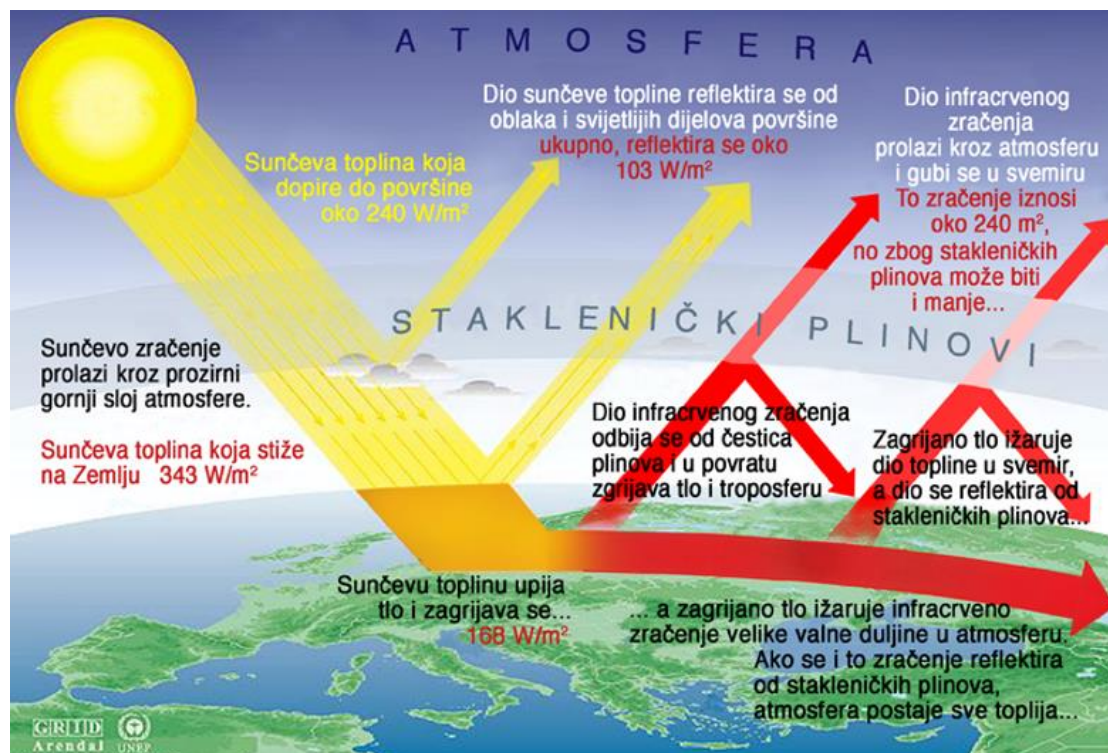


**Slika 2.2.** Evolucija temperature od 1950. do 2100. simulirana modelima koji sudjeluju u CMIP5

### 2.1.2. Učinak staklenika

Višeslojni plinoviti omotač oko Zemlje, Zemljina atmosfera, najvećim dijelom pridonosi klimatskim promjenama. Udjelom manjim od 0,04 vol.%, ali ipak vrlo značajnim, staklenički plinovi sudjeluju u tvorbi atmosfere. Oni su „najzaslužniji“ za stakleničkih učinak atmosfere, koji nastaje zadržavanjem odbijene Sunčeve emisije od površine Zemlje, što je prikazano na slici 2.3. Zbog ovakvog djelovanja, prosječna temperatura na Zemlji ne bi bila ugodna i stalna i iznosila +15 °C, nego hladnih -18 °C te život na ovoj planeti ne bi bio moguć.[10] Kroz povijest, točnije od 1750. godine, zbog ljudske aktivnosti počelo se primjećivati povećanje atmosferske koncentracije stakleničkih plinova: ugljikovog dioksida, metana i dušikov oksida. U 2011. godini koncentracije navedenih stakleničkih plinova iznosile su redom:  $391 \cdot 10^4$ ,

$1803 \cdot 10^{-9}$  i  $324 \cdot 10^{-9}$  i time premašili koncentracije u predindustrijskom razdoblju za 40 %, 150 % i 20 %.[11]



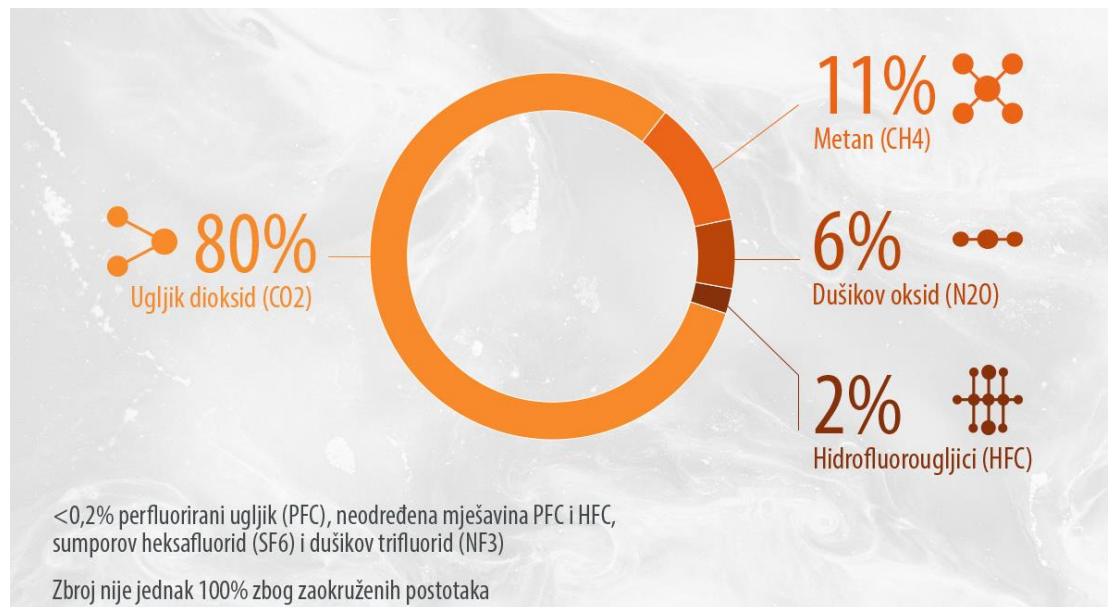
Slika 2.3. Učinak staklenika

### 2.1.3. Staklenički plinovi

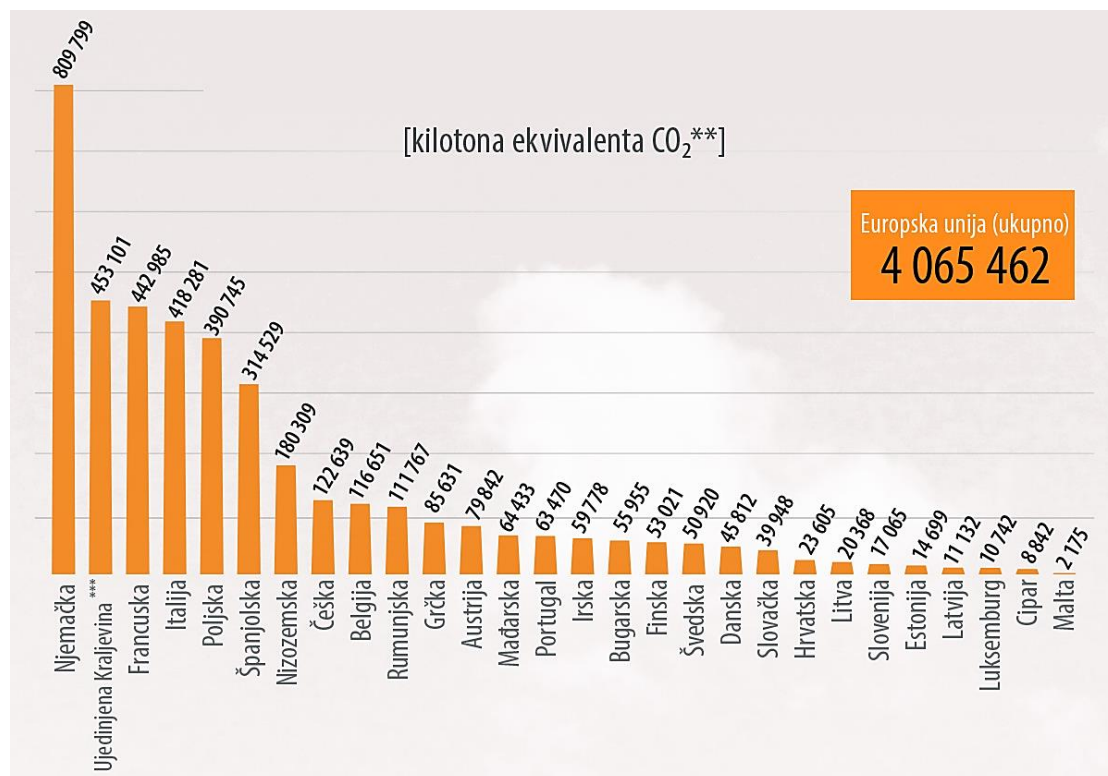
Podizanje stupnja ekološke osviještenosti prolazilo je trnovit put kroz povijest. U sklopu Okvirne konvencije Ujedinjenih naroda (UN) o klimatskim promjenama (UNFCCC) je i Kyoto protokol, koji se smatra najznačajnijim sporazumom o zaštiti okoliša i odnosi se na smanjenje emisije šest stakleničkih plinova:  $\text{CO}_2$ ,  $\text{CH}_4$ ,  $\text{N}_2\text{O}$ , sumporovog heksafluorida ( $\text{SF}_6$ ) i klorofluorouglikovodika (CFC). Vrhunac razvoja u tom području bio je 1992. godine u Rio de Janeiru gdje se na svjetskoj razini u sklopu organizacije UN-a potpisala prije navedena konvencija te razradila 1997. u Kyotu, po čemu je i dobila naziv. Do 2011. godine Kyoto protokol je potpisalo 191 država, od toga 189 država članica UN-a, dok jedan od najvećih proizvođača stakleničkih plinova SAD ne žele ratificirati Protokol. Glavni cilj je smanjenje ispuštanja plinova za 5,2 % u industrijaliziranim zemljama u razdoblju od 2008. do 2012. godine u odnosu na vrijednosti izmjerene 1990. godine.[12, 13] Na slici 2.4. može se vidjeti emisija za svaki staklenički plin u 2019. godini od čega se najveći udio odnosi na

## 2. Opći dio

CO<sub>2</sub>, koji je glavni nusprodukt izgaranja fosilnih goriva i većine ljudskih aktivnosti. Slika 2.5. prikazuje ukupne emisije po državama u 2019. izražene preko ekvivalentne količine CO<sub>2</sub>.



Slika 2.4. Emisije stakleničkih plinova u EU-u po onečišćivaču[14]



Slika 2.5. Ukupne emisije stakleničkih plinova po državama u 2019.[14]

Prema podacima IPCC-a iz 2007. i 2010. godine može se u tablici 2.1. vidjeti doprinos pojedinih stakleničkih plinova na učinak staklenika u različitim područjima svijeta gdje je na samom vrhu emisija CO<sub>2</sub> s doprinosom oko 80 %.[10]

**Tablica 2.1.** Doprinos stakleničkog plina ukupnoj svjetskoj emisiji [10]

STAKLENIČKI PLIN / DOPRINOS	DOPRINOS UČINKU STAKLENIKA U RAZLIČITIM PODRUČJIMA SVIJETA			
	Svijet - prema IPCC-u (2007.)	SAD (2010.)	EU (2010.)	RH (2010.)
<b>CO<sub>2</sub></b>	76 %	83,5 %	82 %	74 %
<b>CH<sub>4</sub></b>	14 %	10 %	9 %	11,7 %
<b>N<sub>2</sub>O</b>	8 %	4,5 %	7 %	12,6 %
<b>F-PLINOVI</b>	2 %	2 %	2 %	1,7 %
<b>UKUPNO</b>	100 %	100 %	100 %	100 %

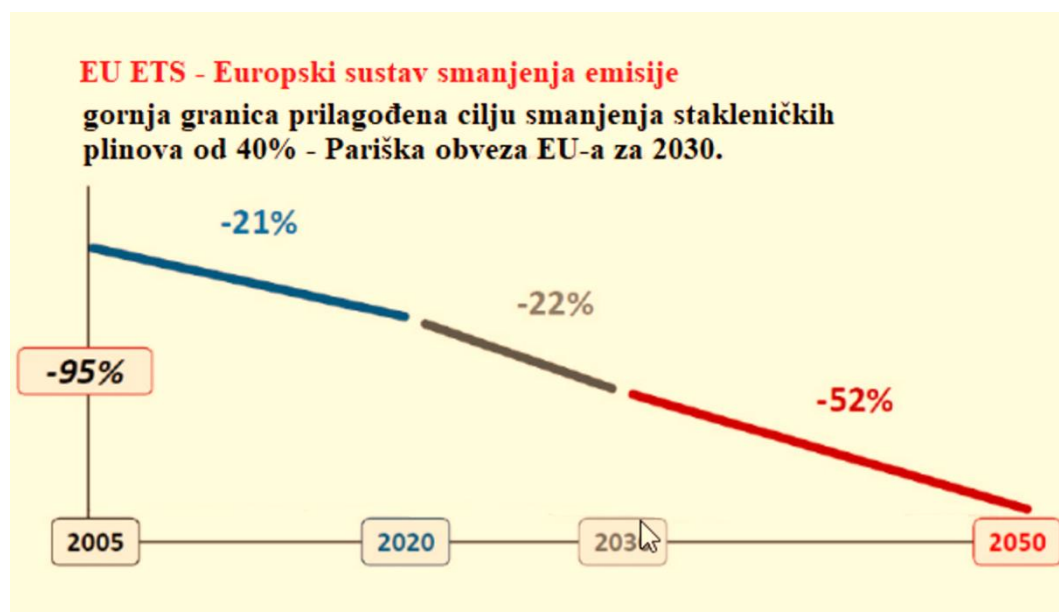
### 2.1.3.1. Ugljikov dioksid

Ugljik (C) je četvrti element u svemiru po zastupljenosti, a na Zemlji ga ima samo 0,32 mas. %. Ugljik je odgovoran za postojanje života na Zemlji i od velike je važnosti. U neživom okolišu nalazi se u obliku CO<sub>2</sub> u atmosferi, otopljen u vodi (HCO<sub>3</sub><sup>-</sup>), u karbonatnim stijinama (vapnenac, koralji), fosilnim gorivima (ugljen, nafta, prirodni plin, od fosila) te u organskoj tvari u tlu. Zbog toga je kruženje ugljika u prirodi vrlo važno i taj biogeokemijski ciklus uključuje biosferu, litosferu, hidrosferu i atmosferu. Sadržaj CO<sub>2</sub> od 0,03 vol.% u zraku ima važnu ulogu za biljke koje ga koriste u procesu fotosinteze. U jednom danu hektar šume veže približno 900 kg ugljikova dioksida, a istodobno oslobađa gotovo 600 kg kisika. Također se otapa u morskoj vodi i vodi u tlu te tako stvara ugljičnu kiselinu koja može otapati vapnenačke stijene.[15]

Postoje mnogi načini kako je ugljik može vratiti u atmosferu. Najpoznatiji način je disanjem živih bića i njihovim raspadanjem kao dio prirodnog ciklusa, spaljivanjem organskog materijala, oslobađanjem iz tople morske vode i vulkanskom erupcijom. Izgaranjem fosilnih goriva oslobađa se ugljik koji je milijunima godina sadržan u litosferi. Po proračunima i mjerenjima, u atmosferi je prije industrijske



revolucije bilo oko 580 Gt ugljika, dok je u današnjoj sadržano oko 750 Gt i taj broj i dalje raste.[15,16] Zbog porasta koncentracije ugljika, ali i emisije ugljikovog dioksida, Europska Unija je razvila ETS – *Emissions Trading System*, sustav s ciljem smanjenja emisije u usporedbi s podacima iz 2005. godine s naglaskom na CO<sub>2</sub> što se vidi na slici 2.6.[17]



Slika 2.6. Prikaz poželjnog smanjenja emisije CO<sub>2</sub> u periodu od 2005. do 2050. god.

### 2.1.3.2. Metan

Od stakleničkih plinova, velika je pozornost usmjerena na CO<sub>2</sub>, no u posljednje vrijeme snažno raste količina drugog važnog stakleničkog plina, metana, CH<sub>4</sub>. Velike varijacije u rastu atmosferskog metana potaknute su raznolikim antropogenim i prirodnim emisijama, dok oksidacijom hidroksilnog radikala se uklanja. Emisije metana prirodnog porijekla nastaju iz močvara, poljoprivrede (rižina polja), odlagalištima otpada, goveda i ostalih preživača koji proizvode puno metana. U antropogene emisije ubrajamo proizvodnju i potrošnju fosilnih goriva, izgaranje biomase i biogoriva, ali i emisije iz unutrašnjosti voda i oceana (dno oceana može sadržavati velike količine metana koji pri toplijim morskim vodama može izazvati burne reakcije). Znanstvenici su dokazali da CH<sub>4</sub> jače apsorbira toplinu od CO<sub>2</sub> te da ima radijacijski utjecaj od 0,61 W/m<sup>2</sup>, što je trećina vrijednosti u odnosu na CO<sub>2</sub>. Životni vijek metana je oko 9 godina i općenito navodi se da su globalne srednje

aposteriorne emisije CH<sub>4</sub> veće od apriornih vrijednosti za 1-5 % (odnosno 5-30 Tg/godina) nakon 2013. godine i u skladu s prijavljenim atmosferskim stopama rasta.[18]

### 2.1.3.3. Dušikov oksid i fluorirani plinovi

Dušikov (I) oksid (N<sub>2</sub>O) nastaje u procesima izgaranja (potrošnje) goriva (oko 17%) te u industrijskim djelatnostima, najviše u poljoprivredi (oko 66 %).[10] Dok su freoni (poznati i po engleskoj kratici *CFC*) plinovi bez boje i mirisa, nezapaljivi i desetljećima smatrani bezopasnim tvarima. Dvije najpoznatije vrste freona su klorfluorouglikovodici (HCFC) i fosfor-fluor-uglikovodici (PFC) te se koriste u razne svrhe: potisni plinovi u aerosolnim raspršivačima (dezodoransi, lakovi za kosu), u proizvodnji pjenastih materijala, sredstvima za čišćenje, rashladnim sustavima, uređajima za gašenje požara i sl. Kasnije je utvrđena štetnost freona prelaskom iz nižih slojeva atmosfere u stratosferu i ozonski omotač, gdje razaraju molekule ozona, pri čemu ultraljubičaste zrake dublje dopiru do Zemlje i dolazi do nepovoljnog učinka i povećanja globalne temperature.[14] U usporedbi N<sub>2</sub>O s CO<sub>2</sub>, dušikov (I) oksid ima kapacitet apsorpcije infracrvenog zračenja oko 300 puta veći od kapaciteta ugljikovog dioksida, iako je njegov maksimalni omjer apsorbiranog i emitiranog tisuću puta manji od CO<sub>2</sub> te značajno doprinosi učinku staklenika, a time i klimatskim promjenama.[19]

## 2.2. OKOLIŠ

Pojam okoliša obuhvaća biljni i životinjski svijet, uključujući čovjeka, odnosno životnu sredinu. Glavne sastavnice okoliša su zrak voda, tlo te biosfera, koja sadrži dijelove: litosferu, pedosferu, agrosferu, hidrosferu i atmosferu.[2] Usko povezana znanost je ekologija koja se definira kao znanost o odnosima između organizama i okoliša, pri čemu se okoliš smatra kombinacijom svih vanjskih utjecaja i uvjeta koji utječu na rast i razvitak živih organizama. Zabrinutost čovjeka za propadanje i nekontrolirano onečišćenje okoliša poznato je još od davnih dana, no pojavom industrije revolucije i općenitim rastom gospodarstva ta zabrinutost sve više raste. Upravo zbog toga 70-ih godina pojavljuje se pojam održivog razvoja, kojeg kasnije definira Svjetska komisija za okoliš i razvoj, koji se sastoji od tri temeljne

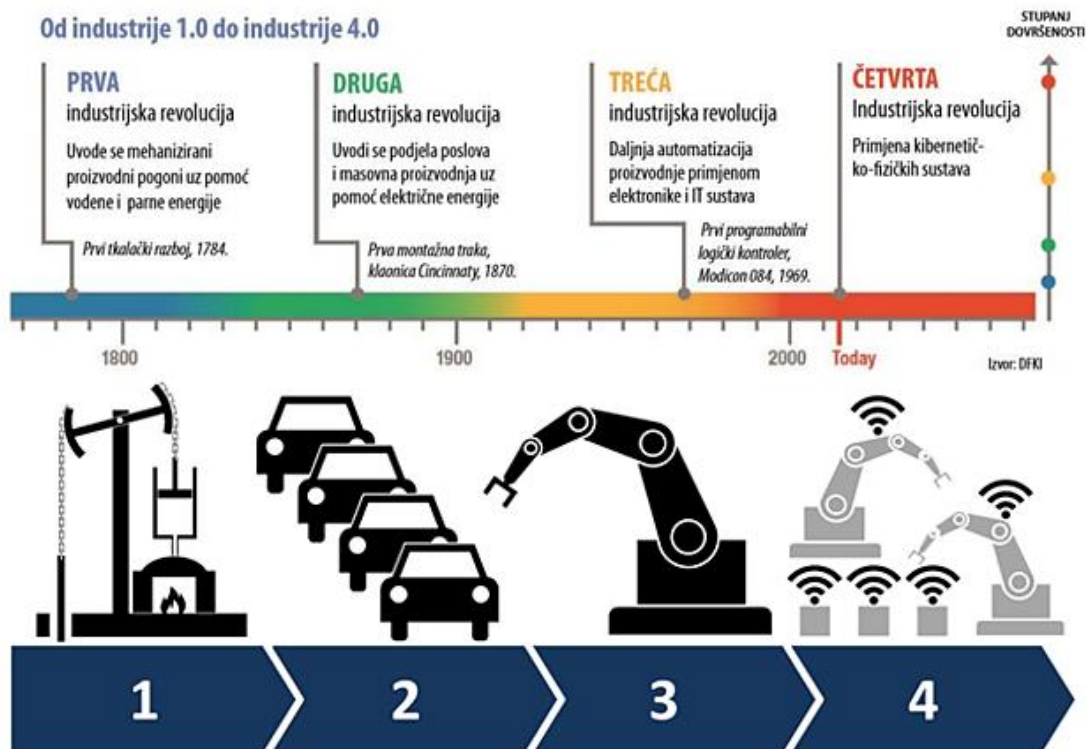
sastavnice (dimenzije): društvo, gospodarstvo (ekonomija) i okoliš kako je i prikazano na slici 2.7. Okolišna komponenta uključuje razvoj strategija i planova upravljanja za očuvanje okoliša, smanjenje i zaustavljanje onečišćenja okoliša, brigu za stabilnu klimu, razumnu i učinkovitu eksploataciju prirodnih dobara i brigu o njihovim kapacitetima te zaštitu bioraznolikosti i prirode. Uz druge dvije sastavnice, koje više definiraju socijalne i ekonomske resurse, održivi razvoj trebao bi biti izlaz iz ekološke krize, koja nije samo ekološki problem već i društveni.[20,21]



**Slika 2.7.** Tri glavne sastavnice održivog razvoja

Život se na Zemlji iz godine u godinu mijenja, počevši od broja stanovnika gdje godišnji prirast iznosi oko 70-80 milijuna stanovnika te tako i do povećane potrebe za visokokvalitetnim uvjetima okoliša, energija, zdravstvena zaštita, gospodarenje otpadom, kvalitetna voda i čisti zrak. Neke od zastrašujućih brojki oko 2012. godine su da godišnje ima manje  $\approx 3,5$  milijuna hektara obradivog tla i  $\approx 11$  milijuna hektara šuma, a  $\approx 6$  milijuna hektara pustinja više. Što se tiče industrije i njezinih otpadnih tokova zabilježeno je godišnje ispuštanje otrovnih kemikalija u količini od  $\approx 5$  milijardi tona u okoliš i  $\approx 30$  milijardi tona ugljikovog dioksida. Gospodarstvo je u današnje vrijeme uvjetovano isključivo potražnjom stanovništva i zadovoljavanjem tih potreba opterećuje se okoliš. Napredak u periodu industrijske revolucije postigao je vrlo visoku razinu industrijske aktivnosti (što je prikazano na vremenskoj crti na slici 2.8.) i životnog standarda za većinu stanovništva, što zajedno ima veliki utjecaj na okoliš.[20]





2.8. Razvoj industrijske revolucije kroz povijest

### 2.2.1. Onečišćenje okoliša

Kao što je prije spomenuto, onečišćenja okoliša možemo podijeliti na ona nastala prirodnim i antropogenim putem. U prirodne se ubrajaju: vulkanske erupcije, pustinjske i prašnjave oluje, kisele kiše, a u antropogene: promet, industrija, krčenje šuma, nuklearno oružje i drugo.

#### 2.2.1.1. Vulkanske erupcije

Čestice prašine i pepela koje izbacuje vulkan, kao i industrijski dimnjaci, imaju rashlađujući učinak na atmosferu. Općenito, vulkanske čestice sastoje se od fragmenata lave i kristalnog materijala, plavca (šuplja i spužvasta stijena vulkanskog podrijetla), kalcijevog i amonijevog sulfata te pepela i prašine. Prva veća vulkanska erupcija zabilježena kroz povijest je erupcija Tambore koja je 1815. godine odnijela 12 000 ljudskih života i izbacila u atmosferu oko 80 km<sup>3</sup> pepela i kamenja. Neke od tih čestica ušle su u stratosferu i tamo se zadržale duže vrijeme što je izazvalo hlađenje tla. Godine 1816. upravo taj veći pad temperature rezultirao je u ljetnom

periodu u sjevernim dijelovima SAD-a i sjevernijim zemljama veliki propast usjeva. Vulkanska prašina, pepeo, vodena para dosegнули su velike visine i razneseni su vjetrovima diljem svijeta, a taloženje tih čestica trajalo je godinama. Iste te čestice izbačene u atmosferu raspršile su sunčevu svjetlost i tako privremeno povećale Zemljin albedo. Ta erupcija 1815. izbacila je pet puta više vulkanskog materija nego vulkan Krakatau. Krakatau je privukla više pozornosti i smatra se najjačom vulkanskom erupcijom u povijesti čovječanstva. Dana, 27. kolovoza 1883. godine oblak nakon erupcije na otoku u Indoneziji dosegnuo je visinu od 30 km i u 150 km udaljenoj Bataviji od centra erupcije, dan se pretvorio u noć. Val tsunamija izazvan padom odlomljenog dijela otoka Krakatoa, obišao je velik dio kopna (obale Jave i Sumatre) i dizao se preko 40 metara, a krajem studenog iste godine uočeni su rijetki optički fenomeni u Europi gdje je tijekom zalaska Sunca ostajalo ljubičasto obojenje. Snažna erupcija vulkana Gunung Agnug na Baliju 1963. godine unijela je čestice u gornji dio troposfere i stratosferu, što je dovelo do spektakularnih zalazaka Sunca diljem svijeta. Ta erupcija uzrokovala je porast temperature stratosfere za oko 5 °C u rasponu visina od 18 do 20 km (60-80 hPa). U tablici 2.2. prikazane su neke od vulkanskih erupcija važne za povijest čovječanstva.[2]

**Tablica 2.2.** Značajne vulkanske erupcije kroz povijest

NAZIV VULKANA	VRIJEME	PROCIJENJENA KOLIČINA ISPUŠTANJA (km <sup>3</sup> )
<b>MOUNT MAZAMA</b>	4600. pr. Kr.	42
<b>MOUNT SAINT HELENS</b>	1900. pr. Kr.	4
<b>VESUVIUS</b>	79. g.	3
<b>TAMBORA</b>	1815.g.	80
<b>KRAKATOA</b>	1883.g.	18
<b>MOUNT KATMAI</b>	1912.g.	12

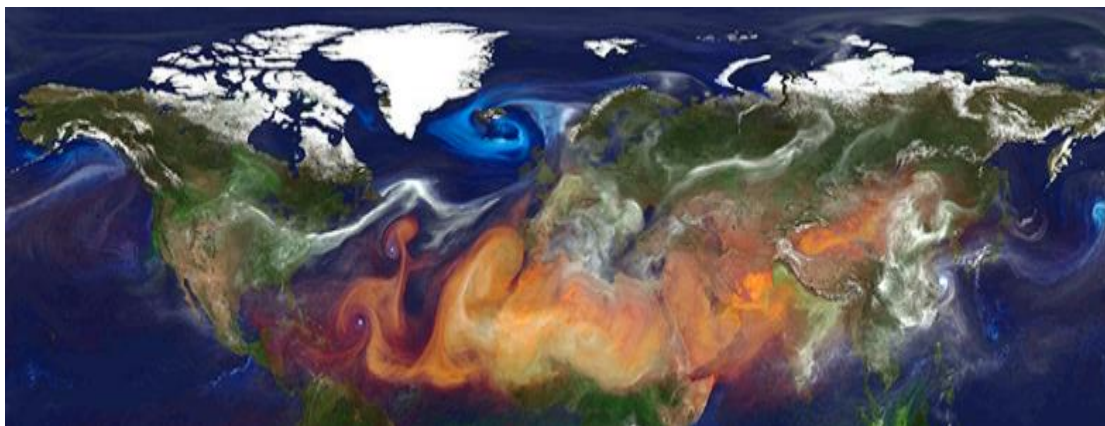
### 2.2.1.2. Pješčane i prašnjave oluje

Pješčane i prašnjave oluje (eng. *Sand and dust storms*, SDS) su događaji na području niže atmosfere nastale kao posljedica erozije vjetrom oslobađajući sediment sa površine tla. Pješčane oluje javljaju se relativno blizu površine tla, dok se oluje sitnih čestica prašine mogu dizati kilometrima visoko u atmosferu gdje pušu jaki vjetrovi koji ih mogu prenijeti na velike udaljenosti. Ovi događaji su karakteristični u

polusušnim i sušnim područjima gdje je vegetacijski pokrov pomalo oskudan. Pješčane oluje mogu putovati tisućama kilometara iz područja izvora, prolazeći i kopnom i oceanima te odlaganjem (taloženjem) tih čestica daleko od njihova izvora. Većina trenutnih emisija prašine dolazi iz prirodnih (75 %), a ne antropogenih izvora, te je zapravo najveći izvor prašine u svijetu topografske depresije u sušnim područjima, daleko od naseljenih mjesta. Aktivnost prašnih oluja u prošlosti su bile znatno veće nego danas, no i dalje nije poznato koliko je ljudska aktivnost utjecala na same oluje. Na slici 2.9. prikazani su kontinenti te atmosferski vrtlozi od aerosola prašine, dok u tablici 2.3. maksimalne emisije aerosola od pješčanih oluja i prašine u različitim regijama koje su usko povezane s padalinama te postoje dokazi da prašina može u nekim situacijama spriječiti taloženje. Mjerenje je provedeno od strane NASA - *National Aeronautics and Space Administration* uz pomoć satelitskog instrumenta TOMS – *Total Ozone Mapping Spectrometer* koji daje spektrometar za mjerenje ozonskog omotača.[21]

**Tablica 2.3.** Maksimalne srednje vrijednosti indeksa aerosola (AI) za glavne globalne izvore prašine određene podacima iz NASA satelitskog instrumenta (TOMS), 2006.

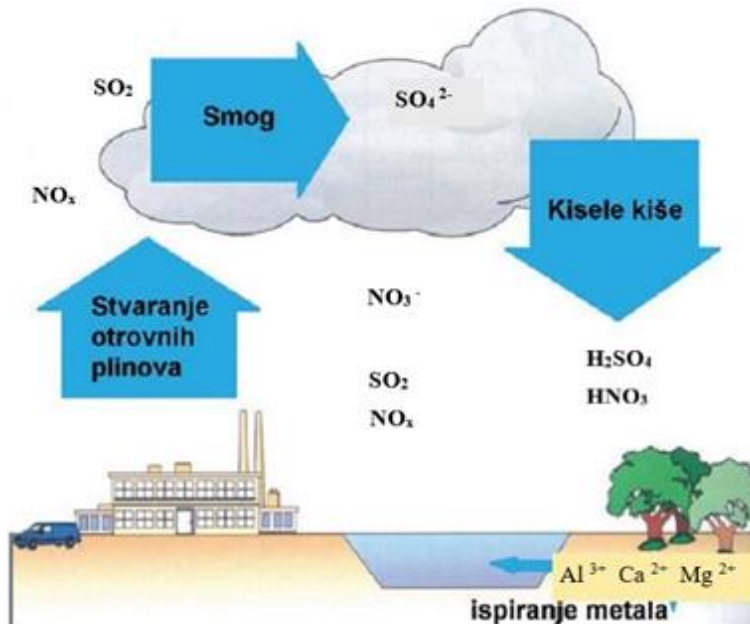
Lokacija	Ukupna vrijednost	Prosječna godišnja količina padalina (mm)
Bodélé depresija južne središnje Sahare	>30	17
Zapadna Sahara u Maliju i Mauritaniji	>24	5-100
Arabija (granica Južni Oman/Saudijska Arabija)	>21	<100
Istočna Sahara (Libija)	>15	22
Jugozapadna Azija (Makran-obala)	>12	98
Taklamakan / Tarimski bazen (Kina)	>11	<25
Etosha Pan (Namibija)	>11	435-530
Jezero Eyre (Australija)	>11	150-200
Makadikadi bazen (Bocvana)	>8	460
Salar de Uyuni (Bolivija)	>7	178
Great Basin (dio Velikog bazena, SAD)	>5	400



Slika 2.9. Atmosferski vrtlozi aerosoli prašine crveno/žute boje

### 2.2.1.3. Kisele kiše

Kisele kiše su jedan od većih ekoloških problema današnjice, a rezultat su onečišćenosti atmosfere nastale velikim dijelom zbog brzog industrijskog razvoja. Na slici 2.10. prikazano je kako sa svakodnevnom ljudskom aktivnošću ispušni plinovi stvaraju kisele spojeve u dodiru s oblacima.[22]



Slika 2.10. Nastanak kiselih kiša

Kisele kiše nastaju kao posljedica onečišćenja zraka kada su prisutni štetni plinovi kao što su oksidi ugljika, dušika i sumpora. Djeluju na okoliš, jezera, rijeke, cijeli životinjski i biljni pokrov, uključujući sva dobra stvorena od čovjeka (baština i

spomenici). Za mnoge vrste problemi započinju već kod  $pH \leq 6$ , a samo nekoliko otpornih vrsta preživljava kod  $pH \leq 4,7$ . Kiselost mijenja kemijski i biokemijski sastav tkiva, smanjuje osmoregulaciju, utječe na razinu hormona u krvi, djeluje na smoltifikaciju (fiziološke, morfološke i anatomske promjene u organizmu) riba te prekida njihovu reprodukciju.[22]

#### 2.2.1.4. Promet

Bez obzira o vrsti prometa, cestovni, zračni, pomorski ili bilo koji drugi oblik, podatci o onečišćenju okoliša vrlo su negativni i zabrinjavajući. Iz tablice 2.4. može se vidjeti povezanost benzina i dizela s onečišćenjem okoliša, točnije količinom ispušnih plinova u više vrsta prometa.[24]

**Tablica 2.4.** Emisija štetnih ispušnih plinova prema vrsti prometa

Naziv štetnih tvari	% u jediničnoj količini	% po vrsti prometa			
		Željeznički	Cestovni	Zračni	Vodeni
Ugljikov monoksid (CO)	68	1	98	0,3	0,2
Dušikovi oksidi (NO <sub>x</sub> )	17	4	90,5	0,5	5
Ugljikovodici (CH)	9	1	95	1	3
Sumporov dioksid (SO <sub>2</sub> )	2	10	74	2	14
Krute čestice	1	5	85	3	7
Ostali nusprodukti (olovo, gorivo, gume, azbestne čestice i sl.)	3				

Gledajući na cestovni promet, prvenstveno dolazi do onečišćenja zraka izgaranjem goriva, koje se može podijeliti na potpuno i nepotpuno, a ovisi o količini kisika u zraku koji dolazi do motora vozila. Kod potpunog izgaranja kako bi nastao samo ugljikov dioksid i vodena para potrebno je 14,7 kg kisika za 1 kg goriva, dok kod nepotpunog izgaranja nastaju štetni ispušni plinovi, ugljikov monoksid, ugljikovodici, sumporov dioksid, dušikov oksid, kao i čađa i dim uz dušik, kisik,

vodenu paru i ugljikov dioksid. Ugljikov monoksid, CO, je plin bez boje i mirisa, izrazito otrovan jer sprječava prijenos kisika u krvi i u mnogim slučajevima mala količina izaziva smrt. Za cestovni promet, odnosno motorna vozila, najvažnija je nafta, odnosno njezini derivati bez kojih današnji promet ne bi bio moguć, a najpoznatiji derivati su benzin i dizel. Također uz naftu, ostali neobnovljivi izvori energije su ugljen, prirodni plin i nuklearna energija.[24]

### 2.2.1.5. Industrija

Postoji mnogo različitih načina kako onečišćujuće tvari ulaze u okoliš. Neke od tih su industrijske otpadne vode, koje sadrže fenolne spojeve i otapala, ugljen i naftni derivati iz postrojenja proizvodnje plina, namjerno unošenje pesticida u poljoprivredi, propuštanje kemikalija iz podzemnih spremnika ili iz odlagališta otpada u tlo, izljevi nafte. Kemijski spojevi nastali kao su rezultat ljudske proizvodnje, odnosno aktivnosti, uneseni u okoliš pri čemu izazivaju nepoželjne učinke nazivaju se ksenobiotici. Mikrobnim enzimima za razgradnju ne prepoznaju te štetne unesene strukture u okoliš što dovodi do njihove akumulacije. Mogućnost njihova sudjelovanja u biotičkim i abiotičkim procesima dovodi do promjene kemijskog stanja te tako i njihove toksičnosti i reaktivnosti, što je privuklo veliku pozornost čovječanstva da otkrije kako uz pomoć mikroorganizama se ksenobiotici mogu prevesti u ugljikov dioksid, vodu i/ili mineralne elemente. Najčešći onečišćivači tla i podzemnih voda su naftni ugljikovodici (mješavina različitih ugljikovodika) zbog rasprostranjenosti korištenja i skladištenja naftnih goriva te na tom području je značajan postotak izljeva opasnih tvari u okoliš.[25]

### 2.2.1.6. Deforestacija (krčenje šuma)

Šume, kao obnovljivi izvor energije u prirodi, od velike su važnosti. To se očituje od prehrambene industrije (voće, orašasti plodovi, sjemenke, začini) do ogrjevnog drveta ili ugljena, tekstilne industrije, papirne industrije do vlakna, konaca, gume, lijekova, smole i sl. Širom svijeta šume zauzimaju oko 10 % kopnene površine. Najveće tropske guste šume na svijetu nalaze se uz rijeku Amazonu u Južnoj Americi. Nažalost, šume se uništavaju diljem svijeta u svrhu poljoprivrede (metoda paljenja i sječe šume – pepeo spaljenog drveća služi za poboljšane svojstva tla, međutim nakon

nekoliko godina tlo prestaje bit plodno) i industrije (ogrjev, rudarstvo, izgradnju infrastrukture, drvna industrija i sl.). Godišnja potrošnja drva u svijetu procjenjuje se na oko 3,7 milijardi metričkih tona, a oko 1,5 milijardi ljudi u različitim zemljama svijeta ovisi o ogrjevnom drvetu kao primarnom izvoru energije. Zato su šume vrijedan resurs za dobrobit čovječanstva, a također zelene biljke se smatraju „plućima Zemlje“.[2]

### 2.2.1.7. Nuklearno oružje

Kroz povijest čovječanstva poznati su mnogi ratovi uz koje idu naprave i oružja koja imaju negativan učinak na okoliš. Neki od primjera su eksplozija atomske bombe u Hirošimi 6. kolovoza 1945. godine uz oslobođenu energiju od  $8 \cdot 10^{10}$  erg (1 džul =  $10^7$  erga). Sjeverna Koreja testirala je hidrogensku (vodikovu) bombu 3. rujna 2017. te se naziva najvećom nuklearnom detonacijom ikad. Ta eksplozija je bila pet puta veća od one u Hirošimi i izazvala je potres magnitude 6,3. Od 1945. godine provedeno je blizu 2056 nuklearnih pokusa, od kojih je samo 10 provedeno nakon sveobuhvatnog Ugovora o zabrani nuklearnih pokusa 1996. Nakon potpisivanja ugovora, Indija i Pakistan izveli su po dva nuklearna pokusa 1998. godine i potom objavili jednostrani moratorij, dok je Sjeverna Koreja izvela takvih šest pokusa.[2]

### 2.2.2. Prilagodba klimatskim promjenama

Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja sudjeluje u radu raznih tijela Europske komisije i Vijeća Europske unije na daljnjem razvoju politike prilagodbe klimatskim promjenama na razini EU-a. Ne postoje posebni propisi EU-a (direktive, uredbe) vezani za prilagodbu klimatskim promjenama, već se koncept prilagodbe integrira u razne druge politike kao i u proračun EU-a te se izrađuju razne smjernice. Ostale moguće mjere uključuju unaprjeđenje usklađenosti politike s različitim političkim područjima i razinama upravljanja (EU, transnacionalna, nacionalna i lokalna), fleksibilnije upravljanje te kombinaciju tehnoloških rješenja, pristupa temeljenih na ekosustavu i neobvezujuće mjere. 24. veljače 2021. Europska komisija usvojila je novu strategiju EU-a za prilagodbu klimatskim promjenama koja utvrđuje kako se Europska unija može prilagoditi neizbježnim klimatskim promjenama i postati otporna na nadolazeće promjene do 2050. godine. Strategijom iz 2013. obuhvaćeni su

bili poljoprivreda, infrastruktura i osiguranje, novom strategijom je prošireno i uključeno: 1. učiniti prilagodbu pametnijom kroz poticanje djelovanja temeljenog na pouzdanim podacima i alatima za procjenu rizika dostupnima svima; 2. učiniti prilagodbu sustavnijom, jer klimatske promjene imaju utjecaj na sve sektore; 3. učiniti prilagodbu bržom, jer već sada osjećamo posljedice klimatskih promjena; te 4. pojačati djelovanje na međunarodnoj razini, jer je prilagodba međusektorski element vanjskog djelovanja EU-a i država članica koji obuhvaća međunarodnu suradnju, migraciju, trgovinu, poljoprivredu i sigurnost. Također je objavljen četvrti po redu izvještaj Europske agencije za okoliš (EEA) “*Climate change, impacts and vulnerability in Europe, 2017.*” (Klimatske promjene, posljedice i osjetljivost na klimatske promjene u Europi, 2017.) koji se sastoji od 6 glavnih dijelova: Politički kontekst, promjene u sastavu klime, utjecaj promjene klime na sustave okoliša, utjecaj promjene klime na društvo, multisektorska ranjivost i rizici i jačanje baze znanja. Ovim izvještajem obuhvaćene su sljedeće zemlje: Austrija, Belgija, Bugarska, Cipar, Češka, Danska, Estonija, Finska, Francuska, Hrvatska, Njemačka, Grčka, Mađarska, Island, Irska, Italija, Latvija, Lihtenštajn, Litva, Luksemburg, Malta, Nizozemska, Norveška, Poljska, Portugal, Rumunjska, Slovačka, Slovenija, Španjolska, Švedska, Švicarska, Turska i Velika Britanija.[26, 27]

Na nacionalnoj razini usvojen je od strane Hrvatskog sabora prvi strateški dokument 7. travnja 2020. Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. s pogledom na 2070. godinu. Cilj Strategije je osvijestiti važnost i prijetnje klimatskih promjena za društvo te nužnost integracije koncepta prilagodbe klimatskim promjenama u postojeće i nove politike, smanjiti ranjivost okoliša, gospodarstva i društva uz potaknuta znanstvena istraživanja na temu kompleksnog utjecaja klimatskih promjena. U Strategiji je prikazano osam sektora ranjivosti na klimatske promjene u koje se ubraja vodni resursi, poljoprivreda, šumarstvo, ribarstvo, bioraznolikost, energetika, turizam i zdravlje i dva međusektorska tematska područja, prostorno planiranje i uređenje te upravljanje rizicima. Također, navedeno je 83 mjere prilagodbe koje su raspodijeljene u pet skupina na temelju procjene potrebnih iznosa i izvora financiranja prema sektorima.[27, 28]



### 3. PREGLEDNI DIO

#### 3.1. POSLJEDICE KLIMATSKIH PROMJENA

##### 3.1.1. Bioraznolikost

*Bio* - znači život, a *raznolikost* - znači da postoji više varijacija. Upravo te varijacije svih živih organizama na razini vrste mogu se nazvati biološkom raznolikošću. Moguće su individualne varijacije unutar bilo koje vrste, gdje biljka ili životinja kao jedinka može biti genetski predisponirana da preživi npr. stres dehidracije, jaku oluju ili poplavu, za razliku od drugih jedinki. Takva sićušna promjena, na razini mikrostaništa utječe na cijelu hranidbenu mrežu, mijenjajući u konačnici sastav i svojstva na razini krajolika.[2] Postoji više od 1,5 milijuna imenovanih vrsta živih organizama, dok se nepoznatih vrsta procjenjuje na 10 do 100 milijuna. Od 1. do 19. listopada 2012. godine održana je u Hyderabadu (Indija) 11. Konferencija stranaka Konvencije o biološkoj raznolikosti u kojoj je sudjelovalo više od 193 zemlje i gdje se raspravljalo o poduzimanju potrebnih koraka u očuvanju planete Zemlje, njegovih milijuna biljnih i životinjskih vrsta i njihova staništa. Biosigurnost se odnosi na poljoprivredu, zdravlje i biotehnologiju i zahtijeva konzultacije s tim sektorima. Svijet se već duže vrijeme suočava s krizom izumiranja bioraznolikosti izazvane zbog klimatskih promjena. Nekoliko studija modeliranja pokazuje da će mnoge vrste vjerojatno izumrijeti. Tako na primjer 1-10 % biljnih vrsta u Europi bit će izgubljeno do 2100. ovisno o klimatskim uvjetima i pretpostavkama o migracijama vrsta, a u nedostatku migracija 10-50 % biljaka vjerojatno će nestati. [2, 29] Dokazano je da klimatske promjene direktno utječu na bioraznolikost promjenom meteorološkog elementa, temperature i procesom precipitacije te su sve češće klimatske katastrofe, suša, poplave, požari i oluje. [30] Kroz nekoliko primjer bit će prikazano utjecaj klimatske promjene na živa bića.

##### 3.1.1.1. Opskrba slonova vodom tijekom suše

U Sahelu Gourma, Mali, ostalo je oko 350 slonova (*Loxodonta africana*), što je pad s broja 550 u manje od 40 godina. Njihov areal (područje rasprostranjenosti neke biljke ili životinjske vrste) znatno se smanjio uglavnom zbog klimatskih

promjena i degradacije njihovog staništa od strane stoke. Tijekom sušne sezone slonovi se okupljaju na jezerima na sjeveru Afrike, posebno na jezeru Banzena. koje se smanjuje zbog erozije vjetrom i vodom zbog krčenjem šuma. Do 2012. godine tu regiju je pogodilo četiri ozbiljne suše koje su ugrozile opstanak slonova. Svaki put je Vlada, zajedno s nevladinim organizacijama, poduzela akciju opskrbe slonova vodom. Suša 1983. potpuno je isušila jezero Banzena i Vlada je poslala cisterne s vodom kako bi pomogla u spašavanju populacije slonova. Djelomična suša 2000. dovela je do izgradnje dviju dubokih bušotina opremljenih pumpama za crpljenje vode za slonove. Godine 2009., najgora suša od 1983. ponovno je isušila jezero Banzena, ostavljajući za sobom samo 30 cm muljevite vode pune sedimenta. S nestankom glavnog rezervoara vode, slonovi su počeli ozbiljno patiti, a šest ih je umrlo od uzroka povezanih sa sušom (toplinski stres, izgladnjivanje i onečišćena voda). Dvije tada postojeće bušotine do kraja su iskoristili pastiri i stoka te su istisnule slonove koji su mogli doći do vode samo noću. Kao izazov opskrbe vodom i stoke i slonova, neprofitna organizacija *Save the Elephants* izgradila je betonski rezervoar dizajniran na takav način da se voda ne može pretvorit u mulj. Sadrži dovoljno vode za napojiti 100 slonova dnevno i može se koristiti cijelo vrijeme tijekom sušnog razdoblja. Sljedeća, 2010. godina, donijela je još jednu sušu te u razdoblju od dva tjedna i preostala populacija slonova je doživjela veliki pritisak pri čemu je uginuo dvadeset i jedan slon. Za 50 000 stoke duž rute migracija pustinjskih slonova počela osiguravati voda produblivanjem postojećih jezera s pumpama na solarni pogon. Jezero Banzen je rezervirano isključivo za slonove (endemska vrsta prikazana na slici 3.1.).[30]



**Slika 3.1.** *Loxodonta africana* na području sjeverne Afrike

### 3.1.1.2. Gorile u planinama Virunga

Područje Nacionalnog parka Virunga, u središnjoj Africi sadrži staništa najveće populacije planinskih gorila *Gorilla beringei beringei* (slika 3.2.) i mnoge druge endemske vrste životinja i biljaka koje su dugotrajno izložene prijetnjama krivolova i degradaciji staništa. Republika Kongo, Ruanda i Uganda uz veliki napor očuvanja od strane Vlade, nevladinih organizacija, lokalne zajednice i privatnih sektora prema popisu Nacionalnog parka Virunga iz 2010. godine vidi se oporavak gorila. Brojka populacije planinskih gorila od 242 iz 1981. godine se udvostručila na 480 do 2010. godine, i godišnje se povećava za 3,7 %. Ovo je dobra vijest za tisuće ljudi zaposlenih u „gorila turizmu“ i uzgajivače u regiji. Nacionalni park Vulkani u Ruandi zauzima 0,5 % površine zemlje uz oko 10 % oborina, što rezultira najproduktivnijom i najgušće naseljenom poljoprivrednom površinom u Africi. Sve je to ugroženo klimatskim promjenama, odnosno predviđenim promjenama temperature i padalina u središnjoj Africi, gdje će endemi Virunga pri još toplijim uvjetima izumrijeti, ukoliko se ne presele uz ljudsku intervenciju.[30]



**Slika 3.2.** Planinske gorile na području Nacionalnog parka Virunga

Europske i Sjevernoameričke ptice pomiču se prema sjeveru. U Ujedinjenom Kraljevstvu Velike Britanije i Sjeverne Irske, Thomas i Lennon (1999. godine) usporedili su rasprostranjenost ptica između 1968-1972. i 1988-1991. Otkrili su da su južne vrste pomaknule svoja područja rasprostranjenosti prema sjeveru, u prosjeku za 18,9 km tijekom tog dvadesetogodišnjeg razdoblja, točnije 0,945 km/godišnje. Koristeći istu metodu, Brommer (2004. godine) je usporedio rasprostranjenost ptica u

Finskoj između 1974–1979. i 1986–1989. Otkrio je da su se granice rasprostranjenosti južnih ptica pomaknule prema polovima, otprilike na istu udaljenost (18,8 km) kao u Ujedinjenom Kraljevstvu u otprilike pola vremena (12 godina, tj. stopa od 1,567 km/godišnje). Ova stopa pomaka može ukazivati na to da su sjeverne vrste na visokim geografskim širinama, poput onih u Finskoj, osjetljivije na klimatske promjene od onih u srednjoj Europi. Također, sličan rezultat je dobiven u Sjevernoj Americi. Hitch i Leberg (2007. godine) usporedili su rasprostranjenost ptica između 1967–1971. i 1998–2002. i utvrđeno je da južna vrsta ima značajni pomak prema sjeveru od 2,35 km/godišnje. Veći pomak se dogodio u Sjevernoj Americi, jer je upravo tamo bilo najveće zagrijavanje unutar kontinenata. S obzirom da temperatura utječe na klimu i uspješnost razmnožavanja, migracije i rasprostranjenost vrsta, vrlo je vjerojatno da su klimatske promjene pokretački čimbenik iza ovih promjena. Na slici 3.3. prikazana je vrsta Pine siskin (*Carduelis pinus*), sjevernoamerička ptica, koja se pomaknula sjevernije za gotovo 58 km.[30]

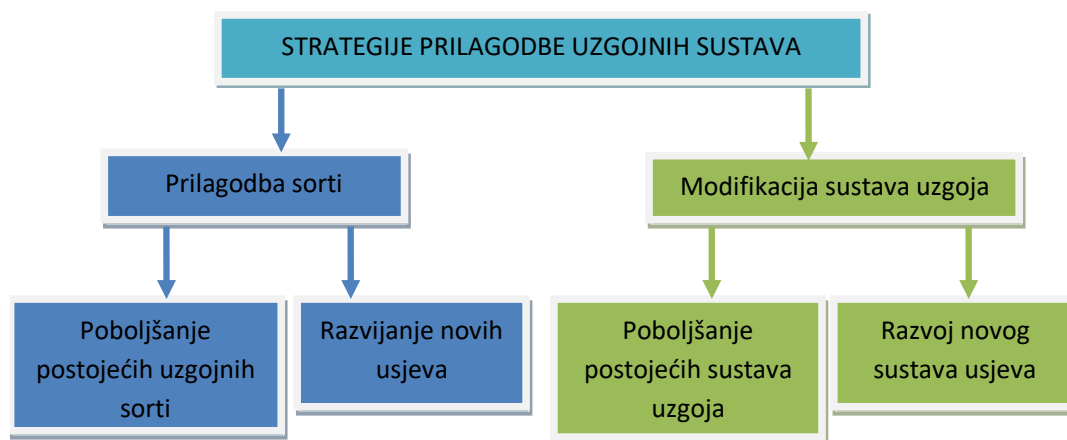


Slika 3.3. Sjevernoamerička ptica Pine siskin (*Carduelis pinus*)

#### 3.1.2. Poljoprivreda i uzgoj hrane

Osjetljivost poljoprivrede na klimatske promjene očituje se kroz klimatsku varijabilnost, sezonsku izmjenu, promjenu prosječne količine oborina, dostupnost vode, ali i pojavu novih patogenih mikroorganizama i bolesti. Znanstvenici su izvijestili o mogućim pozitivnim učincima klimatskih promjena: dulje razdoblje rasta, kraće vrijeme rasta, uvođenje novih usjeva u hladnim područjima i potencijalne negativne učinke: smanjena dostupnost vode, povećan toplinski stres zbog okolne temperature, porast korova, štetočina i bolesti, problem s cvjetanjem, povećana

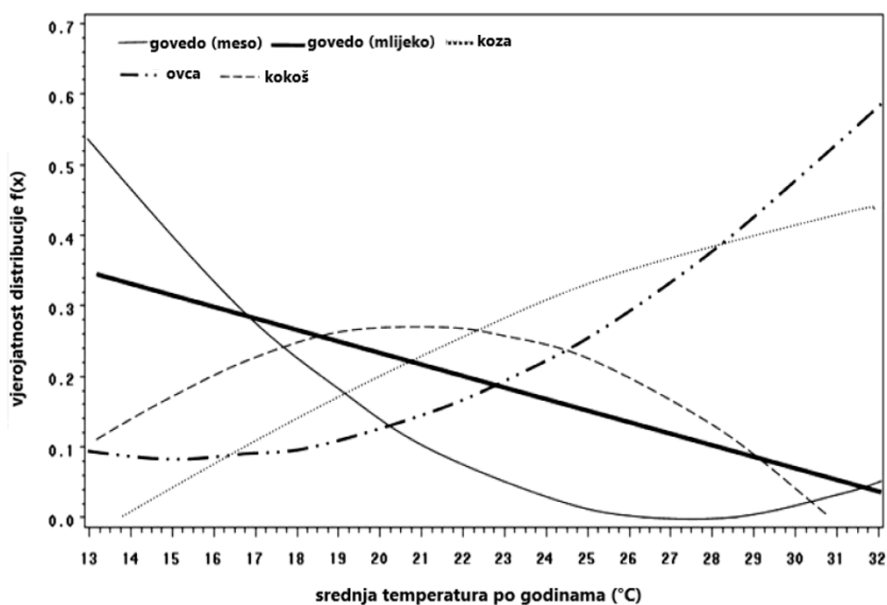
salinizacija, povećana učestalost suša, itd. Pokušava se pronaći najbolje načine za minimiziranje utjecaja klimatskih promjena na poljoprivredu kroz različite strategije prilagodbi i ublažavanja. Ove mjere se provode na različitim razinama, pojedinačno, lokalnim institucijama, putem političkih odluka na nacionalnoj razini i razini koje osiguravaju financiranje, istraživanje, razvoj i prijenos znanja te vlasnička prava ili zakonske okvire kako bi se omogućilo individualno ili kolektivno djelovanje. U osnovi, danas postoje dvije glavne skupine primarnih pristupa za prilagodbu sustava uzgoja promjenjivim uvjetima u proizvodnji prikazanih na slici 3.4.[31, 32]



**Slika 3.4.** Dva glavna pristupa proizvodnji usjeva

Provedenom analizom utvrđeno je da će najsiromašniji ljudi na svijetu snositi najveći teret učinka klimatskih promjena, osobito ako svijet karakterizira niski rast dohotka i visok rast stanovništva. Ova analiza pokazuje da je najvažniji način pomoći siromašnim ljudima da se prilagode klimatskim promjenama rješavanjem problema siromaštva. Političke mjere za postizanje širokog gospodarskog rasta, poboljšanje uspješnosti usjeva koji su važni za siromašne poljoprivrednike i potrošače. Također je ključno odmah početi usporavati rast emisije, budući da poljoprivreda doprinosi čak jednoj trećini emisije stakleničkih plinova te je cilj moderne poljoprivrede da se do 2050. postigne „poljoprivreda bez ugljika“.[31] Također utjecaj klimatskih promjena vidljiv je i u proizvodnji prehrambenih proizvoda od kojih su istaknuti mlijeko (mliječni proizvodi) i govedina (meso). Važno je sagledati cjelokupnu sliku i optimizirati proizvodnju mlijeka i govedine za sigurnu opskrbu hranom i smanjenu emisiju stakleničkih plinova. Utjecaj klimatskih promjena u tom području u budućnosti može se odraziti na: smanjenje proizvodnje stočne hrane (suha zemljišta i

potrebno navodnjavanje pašnjaka što posljedično dovodi do porasta cijene hrane za životinje), smanjenje proizvodnje žitarica (viši troškovi stočne hrane), smanjenje proizvodnje mlijeka, smanjeni dobitak težine životinja, smanjenje stope reprodukcije, niža učinkovitost pretvorbe hrane, porast ukupnog broja oboljelih od vektorskih zaraznih bolesti (uzročnik bakterija, virus, parazit). Životinje zbog povećanja temperature pokazuju toplinski stres te je dokazano da se to kod goveda može primijetiti kada je indeks temperature i vlažnosti zraka viši od 22,2 °C. Prag otpornosti na toplinu ovisi o genotipu, ali i razini proizvodnje. Životinje su obično osjetljivije na visoke temperature i vlažnost. Intenzitet toplinskog stresa i duljina razdoblja oporavka igraju važnu ulogu u sposobnosti oporavka od stresnog razdoblja. U područjima svijeta gdje je to izraženije i smatra se problemom, dnevni prosjek sati izloženosti životinja stresu je 13, dok paleoklimatolozi predviđaju da bi prosječni dnevni broj sati u istim područjima mogao porasti čak na 17 sati do 2050. godine. Goveda, točnije krave, podložne su uvjetima toplinskog vala povezanog s klimatskim promjenama jer se proizvodnja mlijeka smanjila za 10–14 %. Stopa reprodukcije kod krava također trenutno predstavlja problem jer se razdoblja između teljenja s vremenom povećavaju, a uz to i potražnja za proizvodnjom te se smatra da će ovaj trend vjerojatno postati još veći problem u uvjetima koji slijede, ako se ne poduzmu određene mjere.[33]



Slika 3.5. Osjetljivost odabira stoke prema temperaturama [33]

Slika 3.5. prikazuje odnos između vjerojatnosti odabira vrste stoke i godišnje temperature. Vjerojatnost odabira toвне stoke brzo opada kako temperatura raste, kao i vjerojatnost odabira mliječne stoke. Nasuprot tome, vjerojatnost odabira koza i ovaca postaje sve veća kako temperature rastu. Kod kokoši je procijenjena vjerojatnost u obliku zvona (normalna distribucija), s maksimumom pri trenutnoj srednjoj temperaturi od 22 °C za Afriku. Dakle, vidi iz prikazanog da je izbor životinja u današnjoj Africi osjetljiv na temperaturu.

## 3.2. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA MORSKI SVIJET

Svi ljudi na Zemlji izravno ili neizravno ovise o oceanu i kriosferi. Globalni ocean pokriva 71 % površine Zemlje i sadrži oko 97 % vode na Zemlji. Kriosfera se odnosi na smrznute komponente Zemljinog sustava. Oko 10 % kopnene površine Zemlje prekriveno je ledenjacima ili ledenim pločama. Ocean i kriosfera podržavaju jedinstvena staništa i međusobno su povezani s drugim komponentama klimatskog sustava kroz globalnu razmjenu vode i energije. Na temelju poznatih podataka i mjerenja sumiraju se i predviđaju odgovori oceana i kriosfere na prošle i sadašnje emisije stakleničkih plinova te utjecaj klimatskih promjena kroz desetljeća do tisućljeća na sav morski svijet.[34]

### 3.2.1. Podizanje razine mora

Tijekom posljednjih desetljeća klimatske promjene dovele su do široko rasprostranjenog smanjivanja kriosfere s gubitkom mase od ledenih ploča i ledenjaka, smanjenjem snježnog pokrivača i opsega i debljine arktičkog morskog leda i povećana temperatura permafrosta. Između 2006. i 2015. godine ledena ploča Grenlanda gubila je ledenu masu prosječnom brzinom od  $278 \pm 11$  Gt ( $0,77 \pm 0,03$  mm godišnje). U razdoblju 2006-2015. antarktički ledeni pokrivač gubio je masu prosječnom brzinom od  $155 \pm 19$  Gt godišnje ( $0,43 \pm 0,05$  mm godišnje). Ledenjaci diljem svijeta, osim Grenlanda i Antarktika, gubili su masu prosječnom brzinom od  $220 \pm 30$  Gt godišnje ( $0,61 \pm 0,08$  mm godišnje) u istom razdoblju. Raspon arktičkog lipanjskog snježnog pokrivača na kopnu smanjivao se za  $13,4 \pm 5,4$  % po desetljeću od 1967. do 2018. godine, što je ukupni gubitak od približno 2,5 milijuna  $\text{km}^2$  uglavnom zbog povećanja globalne temperature zraka. U gotovo svim visokim planinskim područjima, opseg i



trajanje snježnog pokrivača smanjuje se tijekom posljednjih desetljeća, osobito na nižim nadmorskim visinama. Također, od 1980-ih temperature permafrosta (vječno zamrznuto tlo) porasle su do rekordno visokih razina, uključujući veće povećanje za  $0,29 \pm 0,12$  °C od 2007. do 2016. za polarna i visokoplaninska područja na globalnoj razini. Arktički i borealni permafrost sadrže 1460-1600 Gt organskog ugljika, gotovo dvostruko više od ugljika u atmosferi te se provode detaljnija istraživanja, ispuštaju li sjeverna permafrost područja trenutno dodatni metan i CO<sub>2</sub> zbog otapanja. U razdoblju 1979-2018. opseg arktičkog morskog leda se smanjio, posebno u mjesecu rujnu, gdje je po desetljeću prosječno smanjenje  $12,8 \pm 2,3$  %. Promjene u arktičkom morskom ledu imaju potencijal utjecati na klimu čak i na srednjoj geografskoj širini Zemlje.[34]

#### 3.2.2. Izbjeljivanje koraljnih grebena

Koralji su simbioza između životinjskog domaćina i mikroalgi iz roda *Symbiodinium*. Povišenjem temperature povezane s klimatskim promjenama uzrokuju izbjeljivanje koralja i smrtnost koja prijeti koraljnim grebenima na globalnoj razini (slika 3.6.).[35]



**Slika 3.6.** Primjer koralja prije i poslije procesa izbjeljivanja/odumiranja

Otkriveno je da se širom svijeta rizik izbjeljivanja povećao za 4 % godišnje, 80-ih godina to je iznosilo 8 %, sve do 2016. godine kada je taj postotak iznosio 31 % izloženosti. Promatranjem izbjeljivanja koralja od 1998. do 2017. na 3351 lokacija u



81 zemlji na temelju ekoloških varijabli i temperaturnih raspodjela provedene su analize izbjeljivanja. Izbjeljivanje koralja bilo je najčešće na mjestima koja su doživljavala anomalije toplinskog stresa visokog intenziteta i visoke frekvencije, međutim izbjeljivanje je bilo znatno rjeđe na mjestima s velikom varijacijom u promjeni površinske temperature mora. Geografski, najveća vjerojatnost izbjeljivanja koralj dogodila se na tropskim mjestima srednje geografske širine (15-20° sjeverno i južno od ekvatora). Unatoč vrlo sličnim uvjetima na ekvatoru, gdje je raznolikost koralja najveća, pojave nisu jednake. U posljednjem desetljeću, početak izbjeljivanja koralja dogodio se pri znatno višim površinskim temperaturama mora (za  $\approx 0,5$  °C), nego u prethodnom desetljeću, što sugerira da su toplinski osjetljivi genotipovi možda opali i/ili prilagođeni tako da preostale populacije koralja sada imaju viši toplinski prag za izbjeljivanje. Rezultati vode do nekoliko hipoteza koje potencijalno objašnjavaju različito izbjeljivanje koralja među geografskim širinama. Pretpostavlja se da su tropi niske geografske širine manje izbjeljivali zbog: i) geografskih razlika u sastavu vrsta, ii) veće genotipske raznolikosti na niskim geografskim širinama (što uključuje genotipove manje osjetljivosti na toplinu), iii) neki koralji bili su unaprijed prilagođeni, zbog viših temperatura na niskim geografskim širinama prije toplinskog stresa izazvanog globalnim zagrijavanjem. Provedena istraživanja dovela su do rezultata da lokaliteti koji obično imaju velike dnevne, tjedne ili sezonske raspone površinskih temperatura mora mogu sadržavati koralje i vrste simbionta koralja koji su otporniji na ekstremne temperature.[35]

### **3.3. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA ČOVJEKA**

#### **3.3.1. Migracije**

Prisilne migracije uslijed klimatskih promjena u suvremeno doba postaju jedan od ključnih faktora svjetskih migracije. Takve prisilne migracije potaknute ekološkim pokretačem vuku i promjene socijalnog, demografskog, političkog i ekonomskog karaktera. Predviđa se da će klimatske promjene u 21. stoljeću povećati raseljavanje ljudi. Rizik od raseljavanja povećava se kada stanovništvo kojem nedostaju resursi i izloženi su većoj ekstremnoj vremenskoj prilici, kako u ruralnim tako i u urbanim područjima.[36] U tablici 3.1. prikazano je 10 zemalja gdje je stanovništvo najviše pogođeno ekstremnim klimatskim uvjetima.[37]

**Tablica 3.1.** Podaci o migracijama za 10 najpogođenijih zemalja

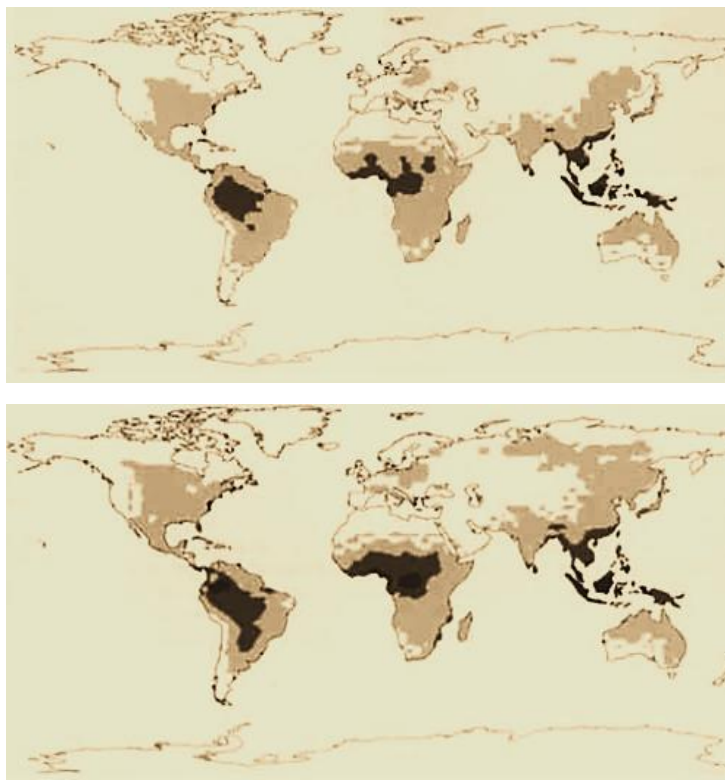
Zemlje	Uzrok migracije	Postotak novoraseljenog stanovništva zbog iznenadnih ekstremnih vremenskih događaja u prosjeku svake godine između 2008.–2018.	Globalni rang migracije po glavi stanovnika (od 193 države članice UN-a od 2014.)
<b>Kuba</b>	Tropski cikloni (atlantski uragani)	4,8 %	127.
<b>Dominika</b>	Tropski cikloni (atlantski uragani)	4,6 %	96.
<b>Tuvalu</b>	Tropski cikloni	4,5 %	158.
<b>Filipini</b>	Tropski cikloni (tajfuni sjeverozapadnog Pacifika), poplave	3,5 %	170.
<b>Sint Maarten</b>	Tropski cikloni (atlantski uragani)	2,8 %	(nema podatka)
<b>Vanuatu</b>	Tropski cikloni	2,4 %	131.
<b>Fiji</b>	Tropski cikloni, poplave	1,5 %	190.
<b>Sri Lanka</b>	Poplave, oluje	1,4 %	147.
<b>Tonga</b>	Tropski cikloni	1,3 %	121.
<b>Somalija</b>	Poplave	1,1 %	132.

Prema istraživanju neprofitne organizacije Oxfam, zbog ekstremnih vremenskih katastrofa uzrokovanih klimatskim promjenama, svake je godine tijekom prošlog desetljeća svoje domove napustilo preko 20 milijuna ljudi. Oxfamovo istraživanje pod nazivom „*Forces from Home: climate – fuelled displacement*“ objavljeno je uoči 25. konferencije UN-a o klimatskim promjenama (COP25) u Madridu, a njime se proučava broj „klimatskih izbjeglica“, od 2008. do 2018. godine. Stanovništvo siromašnijih zemalja poput Indije, Nigerije i Bolivije ima četiri puta veću vjerojatnost raseljavanja zbog katastrofa i ekstremnih vremenskih uvjeta od

stanovništva bogatih zemalja poput SAD-a. Također, Azija je najviše izložena posljedicama klimatskih promjena te oko 80 % ljudi koji su se raselili tijekom prošlog desetljeća upravo je s tog kontinenta. Danas postoji sedam puta veća vjerojatnost da će se ljudi unutar granica jedne zemlje seliti radi ciklona, poplava (pogotovo podizanja razine mora) i požara nego zbog potresa i erupcija vulkana te tri puta veća vjerojatnost u odnosu na migracije izazvane oružanim sukobima, što je navedeno u istraživanju uz korištenje podataka vala više svjetskih zemalja i međunarodnih agencija, kao i medijskih izvještaja.[37]

#### 3.3.2. Zdravlje ljudi

Dokazana je činjenica da klimatske promjene izazivaju širenje zaraznih bolesti, uzrokovane raznim virusima i bakterijama. Prema matematičkom modelu za malariju na slici 3.7. prikazana je karta svijeta i zatamnjena rizična područja za prijenos malarije danas i predviđanje za 2050. godinu.[5]



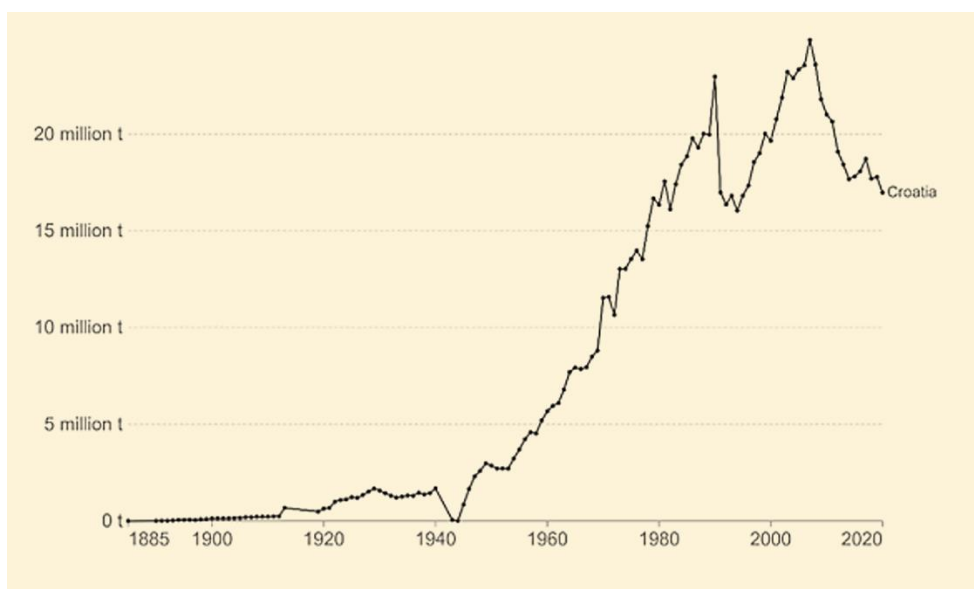
**Slika 3.7.** Rizična područja prijenosa malarije danas (karta gore) i predviđanje za 2050. uz pomoć modela (karta dolje)

Počevši od atmosfere u kojoj čovjek živi, nužno utječe na njega posredno i neposredno. Neposredni utjecaji obuhvaća meteorotropnih bolesti, kao što su vaskularne bolesti, astme, reume ili rak kože, dok posredni učinci na čovjeka pri prijenosu zaraznih bolesti su utjecaj na proizvodnju hrane, dostupnost pitke vode i sl. Od svih meteoroloških događaja (oluje, poplave, tornada), najviše smrtnih slučajeva evidentirano je kao reakcija na toplinske valove. Toplinski val koji je zahvatio Europu u 2003. godini uzrokovao je 21 000 smrtnih slučajeva, što je više od prosjeka, te je ustanovljeno da su neurovegetativne smetnje veće kod viših temperatura zraka, iznad 36 °C. Kako klimatske promjene imaju sve veći utjecaj, rezultat će sve većom učestalosti toplinskih valova tijekom ljeta, ali i smanjenjem broja zimskih hladnih epizoda. To može uzrokovati povećanje smrtnosti tijekom ljeta, ali istovremeno u zimskom razdoblju smanjenje smrtnosti kod kardiovaskularnih bolesti i astme, što se može smatrat posljedicom klimatskih promjena. Uz to, kako je ozonski sloj oštećen te su UV zračenja jača, dolazi do povećanog rizika obolijevanja od raka kože. Utjecaj klimatskih promjena, odnosno povećanje temperature, utječe na posrednika prijenosa vektorske zarazne bolesti, a sama vektorska bolest se sastoji od tri elementa: uzročnika (virus, bakterija, parazit), prijenosnika (vektora – npr. insekti – komarac, krpelj) i čovjeka. Porast temperature ubrzava metabolizam vektora. Oni se češće hrane te su tako češće u dodiru s čovjekom (budućim nositeljem bolesti) i na taj način dolazi do veće infekcije. Također, klimatske promjene povećavaju proizvodnju jajašaca i skraćuju vrijeme inkubacije. Njihovo preživljavanje se može smanjiti ili povećati ovisno o populaciji prijenosnika. Nadalje može doći do promjene osjetljivosti prijenosnika na neke patogene organizme promjenom brzine povećanja populacije prijenosnika, sezone njihova pojavljivanja i prijenosa te rasprostranjenost, što je uočeno na primjeru širenja malarije u Africi na veće nadmorske visine. Prema tim istraživanjima poveznice klimatskih promjena i infektivnih bolesti u svijetu, došlo je do razvoja više modela za prognozu širenja infektivnih bolesti, te ih dijelimo u tri skupine: statistički model, matematički model, model baziran na krajobrazu i model za sistem ranog upoznavanja.[5]

#### 3.4. PODRUČJE REPUBLIKE HRVATSKE

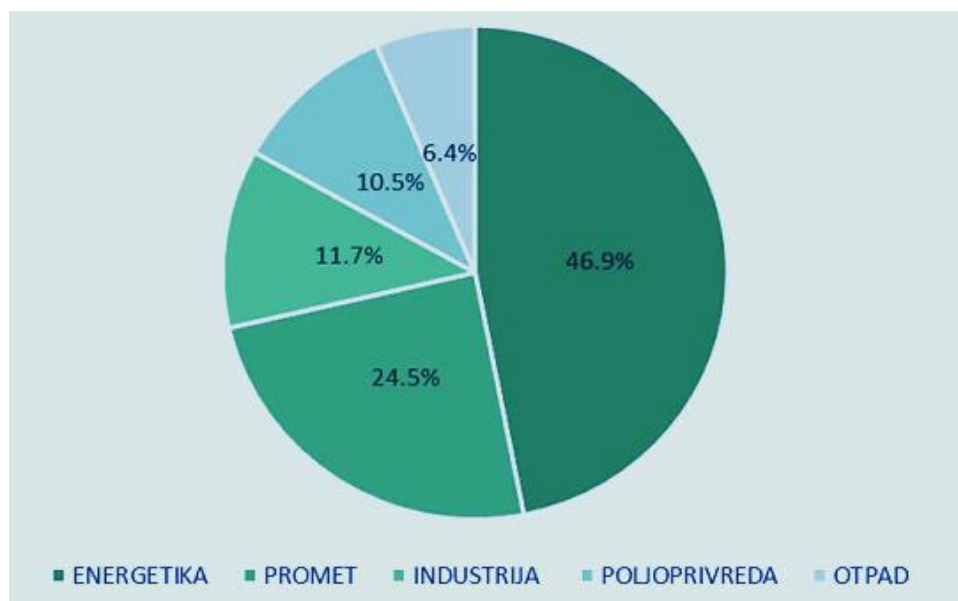
Kao i ostatak svijeta, klimatske promjene pogodile su i Republiku Hrvatsku. Prema podacima godišnjih emisija, u 2020. godini Hrvatska je emitirala ukupno 16,98

milijuna t CO<sub>2</sub>, što je iznosilo oko 0,05 % ukupne svjetske emisije. EU prosjek emisije CO<sub>2</sub> po četvornom metru iznosi 6,42 t/godišnje. Hrvatska je među zemljama EU na mjestu s najmanjom emisijom od 4,14 t/godišnje. Na slici 3.8. prikazan je graf sa godišnjim emisijama CO<sub>2</sub> u razdoblju 1885-2020. godine te se vidi kako od 2000. godine je zabilježen pad emisije.[38]



**Slika 3.8.** Godišnje emisije CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj od 1885. do 2020.

U službenim dokumentima Republike Hrvatske emisija se dijeli u sektore: sektor energetike, prometa, industrije, poljoprivrede, gospodarenja otpadom i korištenje zemljišta, prenamjena zemljišta i šumarstvo. Tim proračunima je obuhvaćena emisija koja je posljedica ljudskog djelovanja. Porast emisije potiču gospodarska aktivnost i današnji životni standard. Na slici 3.9. prikazan je doprinos svakog pojedinog sektora na emisiju CO<sub>2</sub> u Hrvatskoj. Iz podataka se vidi da je sektor energetike upravo onaj koji predstavlja najveći izvor antropogene emisije i doprinosi sa velikih 46,9 % u ukupnoj emisiji. Vezano za temperaturu, Hrvatska spada u područje mediteranske regije te prema podacima Programa Ujedinjenih naroda za okoliš (*United Nations Environment Programme, UNEP*) ovo geografsko područje se zagrijava 20 % brže od globalnog prosjeka pa se smatra jednom od globalnih vrućih točaka. U odnosu na predindustrijsko razdoblje prosječni porast temperature na Mediteranu je sada +1,54 °C, a procjenjuje se da će do 2040. godine ta brojka biti +2,2 °C.[38]



**Slika 3.9.** Doprinosi pojedinih sektora emisijama stakleničkih plinova u Republici Hrvatskoj

Jedan od negativnih učinaka klimatskih promjena je i ekonomski gubitak , do sada je najpogođeniji sektor poljoprivreda u 2000. i 2007. godini. Zbog ekstremnih vremenskih uvjeta nanosena je šteta od 173 milijuna eura. Suša u 2003. godini prouzročila je štetu između 63 i 96 milijuna u energetsom sektoru. Klimatske promjene utječu na zdravlje stanovništva te je u kolovozu 2003. stopa smrtnosti porasla za 4 % zbog dugotrajnog toplinskog vala. Po meteorološkim podacima i mjerenjima u periodu od 1979. do 2020. god. značajno se promijenila učestalost temperaturnih ekstrema, pri čemu su češće pojave maksimalnih dnevnih temperatura  $>35\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a noću najnižih temperatura  $<-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Podizanje razine mora problem je i u Hrvatskoj. U kombinaciji s učestalijim i intenzivnijim ciklonima dolazi do sve češćih potapanja obalnih područja od kojih su najugroženija mjesta na otocima Cres, Mali i Veli Lošinj, Krk, Rab, Krapanj i Vela Luka, a od priobalja Nin, Trogir i Ston.[38]

## 4. ZAKLJUČAK

Na temelju saznanja o utjecaju i posljedicama koje uzrokuju klimatske promjene na okoliš može se zaključiti sljedeće:

- ❑ Emisija stakleničkih plinova u velikom udjelu uništava ozonski sloj i dolazi do pojave sve većeg i jačeg sunčevog zračenja na Zemlju što ugrožava život ljudi i svih živih bića.
- ❑ Prioritet u svijetu je niskouglični razvoj, kako bi se ograničilo buduće zagrijavanje, ali i smanjile emisije stakleničkih plinova uz korištenje obnovljivih izvora energije, energetske učinkovitost i energetske sigurnost.
- ❑ Oporavak bioraznolikosti zaštitom i obnovom prirode te osiguravanjem funkcioniranja ekosustava važan je za održivost svih živih bića.
- ❑ Broj „klimatskih izbjeglica“, koji su prisiljeni napuštati svoje domove zbog posljedica klimatskih promjena, u bližoj budućnosti će rasti te njihov utjecaj će bit vidljiv na socijalnoj, ekonomskoj, političkoj i kulturnoj razini.
- ❑ Klimatske promjene neosporno predstavljaju rastući javnozdravstveni problem te edukacijom stanovništva, provođenjem istraživanja na temu negativnog utjecaja klimatskih promjena na okoliš i ljudsko zdravlje, smanjuje se izloženost društva zaraznim bolestima.
- ❑ O temi okoliša i klimatskim promjenama te ekološkom pristupu potrebno je više posvetiti pažnje i informirati stanovništvo, jer samo tako se može ostvariti djelovanje od pojedinca do cijele zajednice, što bi rezultiralo kvalitetnijim i sigurnijim životom u budućnosti.

## 5. LITERATURA

1. Branković Č., Klima i klimatske promjene, *Matematičko-fizički list*, 64 (2014) 152-162.
2. Pandharinath N., *Introduction to Environment, Biodiversity and Climate Change*, CRC Press, London, 2022., str. 32-398.
3. Kovačević B., Kovačević I., Klimatske promjene (mit ili realnost), *Evropski defendologija centar za naučna, politička, ekonomska, socijalna, bezbjednosna, sociološka i kriminološka istraživanja*, Banja Luka, 2018., str. 7-11.
4. Jain P.C., Greenhouse effect and climate change: scientific basis and overview, *Renewable energy*, 3 (1993) 403-420.
5. Zanimović K., Gajić-Čapka M., Klimatske promjene i utjecaj na zdravlje, *Infektološki glasnik*, 28 (2008) 5-15.
6. Brozović D., Kovačec A., Ravlić S., *Hrvatska opća enciklopedija vol.5., Leksikografski zavod Miroslava Krleža*, Zagreb, 2003., str 700-725.
7. Šegota T., Filipčić A., Köppenova podjela klima i hrvatsko nazivlje, *Geoadria*, 8 (2003) 17-37.
8. Racz A., Međutjecaj klimatskih promjena i turističke djelatnosti – narativni pregled, *Zdravstveno veleučilište Zagreb*, 6 (2020) 91-115.
9. Intergovernmental panel on climate change IPCC, *Climate Change 2021 – The Physical Science Basis*, UN, SAD, 2021., str. 41.
10. Brozović I., Regent A., Grgurević M., Emisije stakleničkih plinova, osobito iz prometa, *Zbornik Veleučilišta Rijeka*, 2 (2014) 275-294.
11. Intergovernmental panel on climate change IPCC, *Climate Change 2013 – The Physical Science Basis*, UN, SAD, 2013., str. 11.
12. Kosor M., KYOTSKI PROTOKOL s posebnim osvrtom na pregovore Republike Hrvatske o „baznoj“ godini, *Pravnik*, 46 (2012) 81-104.
13. Piani G., Višković A., Saftić B., *Protokol iz Kyota – Ostvarenje i budući razvoj, zakonodavstvo, strategije, tehnologije*, Graphis, Zagreb, 2011., str. 3-5., 41- 43.
14. Europski parlament, *Infografika: Emisije stakleničkih plinova po zemlji i sektoru*, <https://www.europarl.europa.eu/news/hr/headlines/society/20180301STO98928/infografika-emisije-staklenickih-plinova-po-zemlji-i-sektoru> (pristup 17. kolovoza 2022.)
15. Vrančić T., Staklenički plinovi i globalno zagrijavanje- Emisije koje ugrožavaju našu budućnost, *Građevinar*, 64 (2012) 527-531.
16. Krajcar Bronić I., *Kruženje ugljika i vode u prirodi praćeno izotopima*, Institut „Ruđer Bošković“, (2007) 1-8.
17. Petrović A., Utjecaj hrvatskog i europskog zakonodavstva na naftnu djelatnost, *Nafta i plin*, 39 (2019) 15-24.



18. Feng L., Palmer P. I., Zhu S., Parker R. J., Liu Y., Tropical methane emissions explain large fraction of recent changes in global atmospheric methane growth rate, *Nature communications*, 13 (2022) 1-8.
19. Smith K., Nitrous oxide and climate change. Earthscan, New York, 2010., str. 1-4.
20. Udovičić B., Edukacija i zaštita okoliša, *Hrvatska akademija znanosti i umjetnosti*, 15 (2012) 65-75.
21. Kirn A., Održivi razvoj i environmentalističke vrijednosti, *Socijalna ekologija Zagreb*, 9 (2000) 149-162.
22. Shepherd G. , Terradellas E., Baklanov A., Kang U., Sprigg W. A. , Nickovic S., Bolorani A. D. , Dousari A. A., Basart S. , Benedetti A., Sealy A., D. Tong, X. Zhang, J. Shumake-Guillemot, Z. Kebin, P. Knippertz, Abdulkareem A. A. Mohammed, M. Al-Dabbas, L. Cheng, S. Otani, F. Wang, C. Zhang, S. Boom Ryoo, J. Cha, Global Assessment of Sand and Dust Storms, United Nations Environment Programme (UNEP), Nairobi, 2016., str. 1-21.
23. R. Čož- Rakovac, M. Hacmanjek, Z. Teskeredžić, M. Tomec, E. Teskeredžić, V. Šojat, D. Borovečki, Kisele kiše- problem današnjice, *Ribarstvo*, 53 (1995) 25-42.
24. Ivanković D., Onečišćenje okoliša u cestovnom prometu, *Paragraf*, 6 (2022) 47-81.
25. Bobić V., Onečišćenje tla naftnim ugljikovodicima – bioobnova: mogućnosti, učinkovitost, iskustva, *Goriva i maziva*, 44 (2005) 9-34.
26. Vojvodić V., Klimatske promjene predstavljaju sve veći rizik za ekosustave, ljudsko zdravlje i gospodarstvo u Europi, *Zaštita okoliša*, 66 (2017) 197-198.
27. Ministarstvo gospodarstva i održivog razvoja Republike Hrvatske, e-Građani, Prilagodba klimatskim promjenama, <https://mingor.gov.hr/o-ministarstvu-1065/djelokrug/uprava-za-klimatske-aktivnosti-1879/prilagodba-klimatskim-promjenama-1965/1965> (pristup 26. kolovoza 2022.)
28. Strategija prilagodbe klimatskim promjenama u Republici Hrvatskoj za razdoblje do 2040. godine s pogledom na 2070. godinu, *Narodne novine* 46/2020
29. Kapos V., Scharlemann J., Campbell A., Chenery A., Dickson B., Impact of Climate Change on Biodiversity, United Nations Environment Programme (UNEP), London, 2008., str. 1-56.
30. Kaeslin E., Redmond I., Dudley N., Wildlife in a changing climate, Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), Rome, 2012., str. 1-124.
31. Nelson G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray I., Ingersoll C., Robertson R., You L., Food security, farming, and climate change, International Food Policy Research Institute, 66 (2010) 1-8.
32. Jug D., Jug I., Brozović B., Vukadinović V., Stipešević B., Đurđević B., The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change, *Poljoprivreda*, 24 (2018) 35-44.
33. Rust J. M., Rust T., Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa, *South African Society for Animal Science*, 43 (2013) 255-267.

34. Pörtner H.O., Roberts D.C., Masson-Delmotte V., Zhai P., Tignor M., Poloczanska E., Mintenbeck K., Alegría A., Nicolai M., Okem A, Petzold J., Rama B., Weyer N. M., Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate, IPCC - Summary for Policymakers, UK, New York, 2019., str 1-35.
35. Sully S., Burkepile D. E., Donovan M. K., Hodgson G., van Woesik R., A global analysis of coral bleaching over the past two decades, Nature Communications, 10 (2019) 1-5.
36. Intergovernmental panel on climate change IPCC, Climate Change 2014 – Impacts, Adaptation, and Vulnerability, UN, SAD, 2014., str. 20.
37. OXFAM, Forced from Home, OXFAM media briefing, SAD, 2019., str. 1-14.
38. Vitali Čepo D., Klimatske promjene u Hrvatskoj, Projekt: CO2GO – Priče o klimi, priče za klimatsku akciju, (2021) 1-57.

## **ŽIVOTOPIS**

Dora Kovačević [REDACTED] Osnovnu školu kralja Tomislava i Osnovnu glazbenu školu „Kontesa Dora“ završila je u Našicama. Tijekom školovanja u glazbenoj školi osvaja brojne županijske i državne i jednu međunarodnu nagradu nastupajući sa zborom, orkestrom, komornim sastavom i solistički. Pred završetak osnovne škole započinje svoj volonterski život u Crvenom križu Našice, gdje je i danas aktivni član. Svoja znanja prve pomoći i djelovanja u katastrofama podučava i koristi na lokalnoj i široj razini kao predavač na skupovima mladih i ljetnim školama, intervencijama na festivalima, podučavanju mladih u školama, lokalnim aktivnostima društva i sl. Prirodoslovno matematičku gimnaziju u Srednjoj školi Isidora Kršnjavoga završila je u Našicama. Potom upisuje Fakultet kemijskog inženjerstva i tehnologije Sveučilišta u Zagrebu. Tijekom treće godine fakulteta, zapošljava se preko studentskog posla kao promotor.