

# Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju

---

Veseli, Domagoj

Undergraduate thesis / Završni rad

2020

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:*

**Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechnical Sciences Osijek /  
Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:120969>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-08-04**



Sveučilište Josipa Jurja  
Strossmayera u Osijeku

**Fakultet  
agrobiotehničkih  
znanosti Osijek**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Agrobiotechnical  
Sciences Osijek - Repository of the Faculty of  
Agrobiotechnical Sciences Osijek](#)



SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Domagoj Veseli

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer: Bilinogojstvo

**Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju**

Završni rad

Osijek, 2020.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU  
FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Domagoj Veseli

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer: Bilinogojstvo

**Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju**

Završni rad

Povjerenstvo za ocjenu završnog rada:

1. Prof. dr. sc. Danijel Jug, mentor



2. Prof. dr. sc. Irena Jug, član

3. Doc. dr. sc. Bojana Brozović, član

Osijek, 2020.

## TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

---

Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek  
Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda, smjer Bilinogojstvo  
Domagoj Veseli

Završni rad

### Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju

**Sažetak:** Klimatske promjene imaju velik utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju. Sve definicije klimatskih promjena vode do glavnog zajedničkog čimbenika odgovornog za promjene u klimi diljem svijeta: ljudsko djelovanje. Promjene u određenoj mjeri možemo predvidjeti i pratiti uz pomoć klimatskih modela koji su bazirani na matematičkim i fizičkim zakonima i podacima iz brojnih promatranja. Cilj ovog rada bio je utvrditi osnovne značajke klimatskih promjena i njihov utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju na globalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini. Kako bi se umanjio učinak klimatskih promjena, potrebna je adekvatna i pravovremena prilagodba na svim razinama društva. Brojni znanstvenici i stručnjaci sve više naglašavaju potrebu za daljnjim razvojem održive poljoprivredne proizvodnje koja će biti kompatibilna sa različitim ekosustavima, dok će se paralelno obnavljati degradirane poljoprivredne površine. Pojednostavljeno rečeno, potrebno je istovremeno provoditi mjere ublažavanja i prilagodbe na klimatske promjene.

**Ključne riječi:** klima, klimatske promjene, poljoprivreda, prilagodba, staklenički plinovi

25 stranica, 9 slika, 26 literaturnih navoda

Završni rad je pohranjen: u Knjižnici Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek i u digitalnom repozitoriju završnih i diplomskih radova Fakulteta agrobiotehničkih znanosti Osijek

## BASIC DOCUMENTATION CARD

---

Josip Juraj Strossmayer University of Osijek  
Faculty of Agrobiotehncial Science Osijek  
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc Thesis

### Impact of climate changes on agricultural production

**Summary:** Climate changes have great impact on agricultural production. All definitions of climate changes lead to main common factor responsible for changes in climate around the world: human activity. We can partially anticipate and track the changes using climate models which are based on mathematical and physical laws, and on data collected from numerous observations. The aim of this paper was to determine the basic features of climate change and their impact on agricultural production at the global, regional and local levels. To reduce the effect of climate changes, it requires adequate and prompt adjustment on all levels of society. Numerous scientists and experts are increasingly emphasizing the need to further develop sustainable agricultural production that will be compatible with different ecosystems, while in parallel the degraded agricultural areas will be restored. In simple terms, it is necessary to simultaneously implement measures to mitigate and adapt to climate change.

**Keywords:** climate, climate changes, agriculture, adaptation, greenhouse gases

25 pages, 9 figures, 26 references

BSc Thesis is archived in Library of Agrobiotehncial Science Osijek and in digital repository of Faculty of Agrobiotehncial Science Osijek

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. KLIMA I ELEMENTI KLIME .....	3
2.1. Insolacija .....	4
2.2. Temperatura zraka .....	5
2.3. Tlak zraka .....	5
2.4. Vjetar .....	5
2.5. Vlažnost zraka.....	6
2.6. Oborine .....	6
2.7. Naoblaka .....	7
3. KLIMATSKE PROMJENE I NJIHOV UTJECAJ .....	9
3.1. Procjene utjecaja klimatskih promjena .....	12
3.2. Nesigurnost klimatskih modela .....	13
4. SMANJENJE UČINKA I PRILAGODBE NA KLIMATSKE PROMJENE.....	15
4.1. Prilagodba na klimatske promjene.....	15
4.2. Smanjenje učinka klimatskih promjena .....	17
5. ZAKLJUČAK .....	21
6. POPIS LITERATURE .....	22

## 1. UVOD

Klima ili podneblje je prosječno stanje atmosfere nad nekim mjestom ili područjem u određenom vremenskom razdoblju. U novije doba klima se definira kao izmjereni atmosferski uvjeti specifičnog, ali šireg područja u periodu od najmanje 30 godina (Farmer, 2015.).

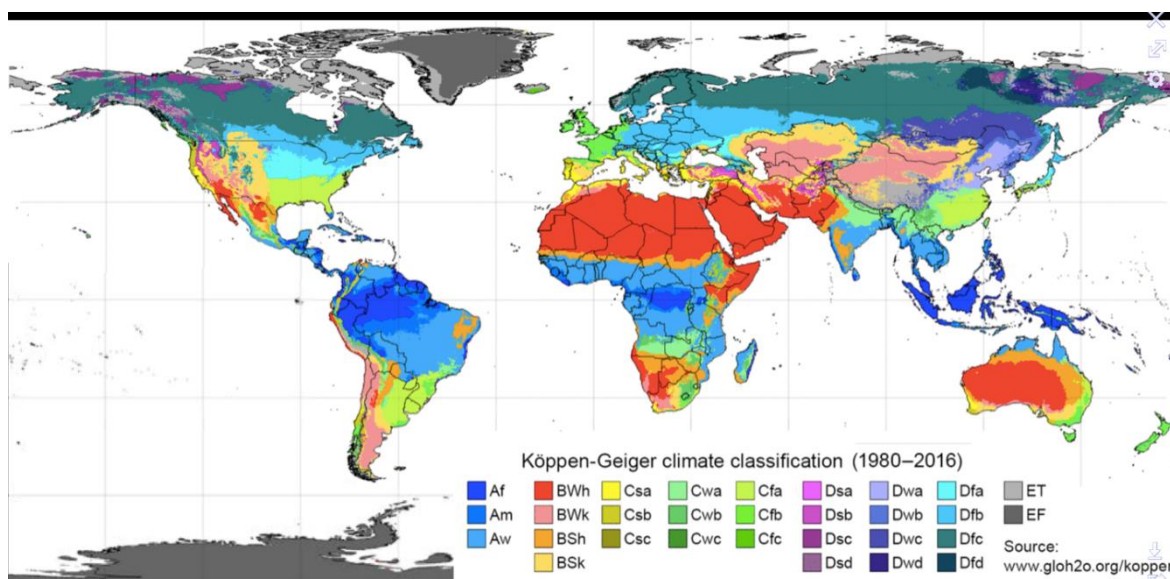
Utjecaj i sama pojava globalnog zatopljenja i ostalih klimatskih promjena više nisu upitne. Svjedoci smo povećanju temperatura zraka i oceana, topljenja snijega i leda na polovima u količinama koje su zabrinjavajuće te porastu razine mora. U periodu od 1995. do 2006. godine, jedanaest od dvanaest godina tog perioda su zabilježene kao najtoplije godine ikada otkako se mjeri površinska temperatura (1850.). Također, u periodu od 1906. do 2005. godine, globalna temperatura je porasla za 0,74°C. Tijekom dvadesetog stoljeća, globalna razina mora je porasla za 17 cm zahvaljujući povećanom topljenju snijega i leda. Glečeri su se smanjili, led na rijekama i jezerima se topi ranije nego inače, a biljne i životinjske vrste su primorane prilagoditi se brojnim klimatskim promjenama koje se odvijaju neprimjetno većini čovječanstva. Zahvaljujući tim promjenama, znanstvenici su predvidjeli veći i ubrzaniji rast mora i dulje i intenzivnije toplinske valove. Uvjereni su da će temperatura rasti na globalnoj razini čak idućih nekoliko desetljeća, a jedan od glavnih razloga tome su upravo staklenički plinovi koje proizvodimo diljem svijeta. Promjene koje isti ti znanstvenici predviđaju, a vrlo su moguće ako čovječanstvo nastavi ovakvim "tempom", su nastavak klimatskih promjena i u idućem stoljeću, kontinuirani porast srednjih vrijednosti temperatura, promjene u učestalosti i količini oborina, povećanje suša i toplinskih valova, daljnji porast razine svjetskih mora, i u konačnici potpuno otapanje Arktika u ljetnim mjesecima.

Klimatske promjene su nedvojbeno inducirane i ubrzane ljudskim djelovanjem i predstavljaju potencijalno veliku opasnost čovječanstvu svojim utjecajem na smanjenje proizvodnje hrane. Vjerojatno najugroženiji sektor je upravo poljoprivreda, stoga je važno ublažiti i prilagoditi se klimatskim promjenama uz pomoć novih strategija razvoja i održivosti. Brojni znanstvenici i stručnjaci sve više naglašavaju potrebu za daljnjim razvojem održive poljoprivredne proizvodnje koja će biti kompatibilna sa različitim ekosustavima, dok će se paralelno obnavljati degradirane poljoprivredne površine. (Jug, 2016.)

Upravo održiva poljoprivreda može osigurati veće i stabilnije prinosa poljoprivrednih usjeva, bolju iskorištenost hranjivih tvari iz tla, bolju i pametniju uporabu kemijskih sredstava za tretiranje usjeva te pomaže pri očuvanju tla, odnosno smanjuje njegovu degradaciju. Glavni razlog zbog kojeg većina ljudi izbjegava razmišljati, a kamoli pokušati sa takvim načinom poljoprivrede je prvenstveno nedostatak informiranosti pa zatim i financijska nemogućnost za potrebne prilagodbe. Nažalost, "glavne" države u svijetu dugo su odbacivale dokaze o štetnom ljudskom utjecaju na svjetsku klimu, što je značilo da je bilo jako malo ili gotovo nimalo potpora od strane država za prilagodbu na održivi način poljoprivrede, dodatno otežavajući tranziciju iz tradicionalnog načina gospodarenja tлом i zemljištem.

Cilj ovog završnog rada je utvrditi osnovne značajke klimatskih promjena i njihov utjecaj na poljoprivrednu proizvodnju na globalnoj, regionalnoj i lokalnoj razini.

## 2. KLIMA I ELEMENTI KLIME



Slika 1. Köppen-Geigerova klasifikacija klime

Izvor: <https://qph.fs.quoracdn.net/main-qimg-b196f30024e16048a9c5f0e9468c7773>

Da bi se odredila klima nekog prostora, potrebno je bilježiti podatke o vremenu u razdoblju od (najčešće) 25 do 30 godina. Nakon mjerenja izračunavaju se prosječne vrijednosti određenih elemenata prema kojima će se moći odrediti vrsta klime toga prostora.

Elementi klime koji se uzimaju u obzir pri određivanju klime su insolacija, temperatura zraka, tlak zraka, smjer i brzina vjetrova, vlažnost zraka, padaline i naoblaka, a mijenjaju se pod utjecajem klimatskih faktora ili modifikatora (zemljopisna širina, reljef, morske struje, nadmorska visina, rotacija, revolucija, atmosfera, udaljenost od mora, jezera, tlo i biljni pokrov, utjecaj čovjeka).

Köppenova klasifikacija klime ima prednost u tome što se temelji na točno određenim godišnjim i mjesečnim vrijednostima temperature i padalina. U područjima bliže ekvatoru važna je srednja temperatura najhladnijeg mjeseca, a u područjima bliže polovima srednja temperatura najtoplijeg mjeseca. Vegetacija također ima veliku ulogu u klasifikaciji klime.

Sve se klime svrstavaju u pet klimatskih razreda:

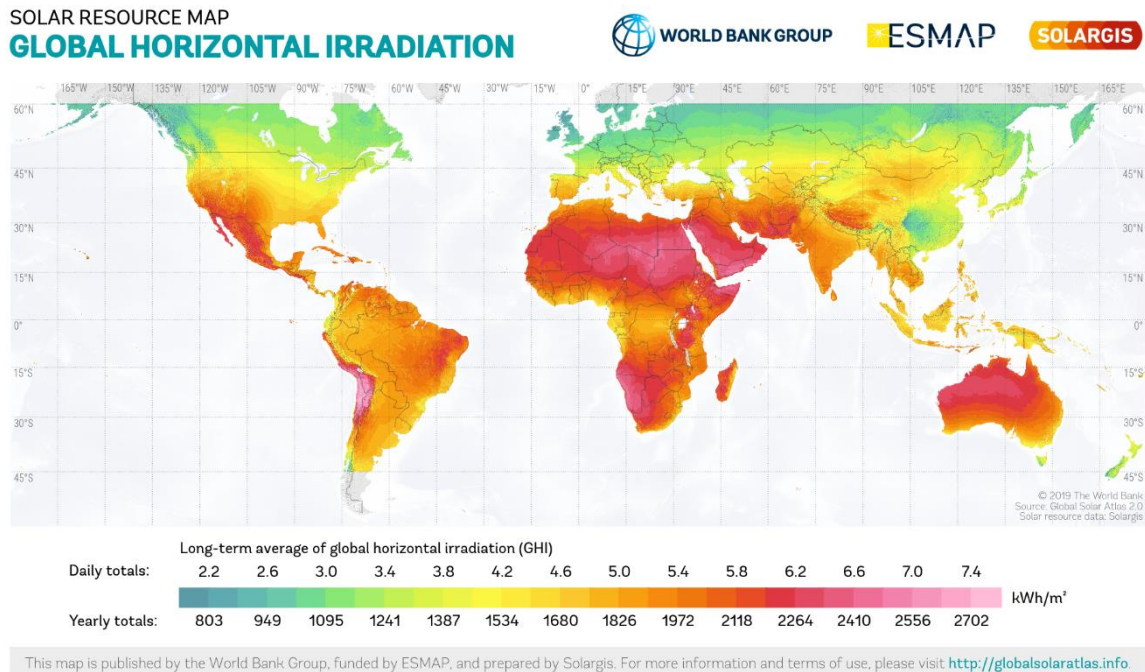
- A. Tropske kišne klime
- B. Suhe klime
- C. Umjereno tople kišne klime



D. Snježno-šumske (borealne) klime

E. Snježne (polarne) klime

## 2.1. Insolacija



Slika 2. Insolacijska karta svijeta

Izvor: <https://solargis.com/maps-and-gis-data/download/world>

Insolacija (eng. insolation, izvedeno od "incoming solar radiation" što znači "nadolazeća solarna radijacija") je trajanje obasjavanja Suncem, to jest vrijeme u kojem je neko mjesto na Zemlji izravno ozračeno Sunčevim zrakama. Razlikujemo stvarno osunčavanje, koje ovisi o otvorenosti obzora, duljini vidljivog dijela dana i naoblaci, te astronomski moguće osunčavanje koje se može izračunati uz pomoć Sunčeve deklinacije i zemljopisne širine promatranog mjesta. Insolacija je svakoga dana najjača u podne. Također je važno spomenuti da tropska područja primaju maksimalnu godišnju količinu osunčavanja, dok prema polovima ta količina opada.

U Hrvatskoj najviše sati osunčavanja imaju mjesta na srednjem i južnom Jadranu (godišnje približno 2700 sati), dok se prema unutrašnjosti godišnje osunčavanje smanjuje do približno 2000 sati.

## **2.2. Temperatura zraka**

U meteorologiji, temperatura zraka je temperatura u prizemnom sloju atmosfere koja nije uvjetovana toplinskim zračenjem tla i okoline ili Sunčevim zračenjem. Mjeri se na visini od 2 metra iznad tla. Temperatura zraka se mijenja tijekom dana i tijekom godine. Dnevni hod ovisi o dobu dana i veličini i vrsti naoblake, te se može znatno promijeniti pri naglim prodorima toploga ili hladnoga zraka. Godišnji hod ovisi o položaju Zemlje prema Suncu, zemljopisnom položaju mjesta te o klimatskim promjenama. Područja čija je prosječna temperatura 19 °C, prosječna vlaga zraka oko 60% te odstupanje od prosječne temperature do 10 °C smatraju se idealnima u pogledu pogodnosti za ljudsku vrstu. Većina takvih područja se nalaze u prijelazu između umjerenih i tropskih klima, naročito u sjevernoj hemisferi. U našim zemljopisnim širinama, u prosjeku je najhladniji mjesec siječanj, a najtopliji srpanj.

Zbog utjecaja topline tla, uz samo tlo temperatura zraka naglo se mijenja, pa razlika između temperature zraka na 2 metra visine iznad tla i one pri tlu može iznositi i do 10 stupnjeva. Temperatura zraka pri tlu mjeri se termometrima postavljenima 5 centimetara iznad tla.

## **2.3. Tlak zraka**

Atmosferski tlak ili tlak zraka je tlak na bilo kojem dijelu Zemljine atmosfere. Standardna atmosfera iznosi 101,325 Pa što je ekvivalent 760 mm žive. Područja nižeg tlaka imaju manju masu atmosfere iznad sebe, a područja s većim tlakom imaju veću masu. Sukladno tome, porastom nadmorske visine atmosferski tlak opada. Na morskoj razini atmosferski tlak je najveći, te je tim tlakom određen tlak od jedne atmosfere. Rekordno visoki tlak je zabilježen na području Mrtvog mora 21. veljače 1961. kada je izmjeren tlak od 1081,8 hPa na 430 metara ispod morske razine.

Osim visine, tlak se mijenja s promjenom količine vlage u zraku. S obzirom da je vlaga lakša od zraka, sa povećanom količinom vlage u zraku tlak će biti manji, i obrnuto.

## **2.4. Vjetar**

Vjetar je pretežno vodoravno strujanje zraka određeno smjerom (stranom svijeta odakle vjetar puše) i brzinom.

Vjetar je posljedica više čimbenika: razlike tlaka između dvaju područja (struji od područja višeg tlaka prema području nižeg tlaka), Zemljine rotacije, Coriolisove sile (na sjevernoj polutki vjetar skreće u desno, a na južnoj u lijevo), centrifugalne sile te sile trenja s

podlogom. Trenje sa podlogom također utječe na vjetrove na način da pušu prema područjima nižeg tlaka.

Pri tlu je u umjerenim širinama često bezvjetreno stanje, no u uvjetima velikih razlika tlaka, kao naprimjer u uraganima, tornadima i tropskim ciklonama, brzina vjetra može dosegnuti vrijednosti i od više stotina kilometara na sat te prouzročiti velika razaranja.

Mnogi vjetrovi, osobito lokalni, imaju karakteristična imena od kojih su se neka kod nas sačuvala od davnina. U primorje se ubrajaju bura, garbin, lebić, jugo, levant, maestral, oštro, pulenat, tramontana, a na kontinentu košava, sjeverac i drugi.

Brzina vjetra se mjeri uz pomoć anemometra, ili se prema Beaufortovoj ljestvici procjenjuje s pomoću učinaka vjetra na okoliš. Beaufortova ljestvica skalira od 0 do 17, a svaki stupanj te ljestvice se razlikuje po brzini vjetra, te su nula i brojevi blizu nule lagani povjetarci pa čak i umjereni vjetrovi, a brojevi bliže drugom kraju ljestvice su uragani. U Hrvatskoj su brzine vjetra znatno veće na području priobalja i otoka nego u kopnenom dijelu.

## **2.5. Vlažnost zraka**

Vlažnost zraka izražava se količinom vodene pare u zraku na različite načine, i to kao apsolutna vlažnost, relativna vlažnost, tlak vodene pare i ostalim načinima.

Relativna vlažnost je fizikalna veličina za iskazivanje udjela vodene pare u zraku koja se izražava omjerom parcijalnog tlaka prisutne vodene pare i parcijalnog tlaka zasićene vodene pare pri određenoj temperaturi i tlaku zraka. Izražava se i omjerom apsolutne vlažnosti i maksimalno moguće apsolutne vlažnosti pri istom tlaku i temperaturi. Relativna vlažnost iznosi 0% kada je zrak potpuno suh, a 100% kada je zrak potpuno zasićen vodenom parom.

Relativna vlaga zraka također utječe na temperaturu zraka i na ljudski osjet temperature, primjerice u vrućim ljetnim mjesecima kada dođe do porasta relativne vlage zraka, tada osjećamo kao da je temperatura veća nego što doista je, a razlog tome je što veća vlaga zraka usporava i/ili otežava ljudsko znojenje.

## **2.6. Oborine**

Oborina je voda koja u tekućem ili čvrstom stanju pada iz oblaka na tlo ili nastaje na tlu kondenzacijom. Oborine se mogu podijeliti na konvekcijske (izazvane konveksnim procesima u kojima padaju najčešće u obliku pljuska iz kumulonimbusa), orogene (nastaju prisilnim dizanjem vlažnog zraka uz obronke planina pod utjecajem vjetra), te na frontalne

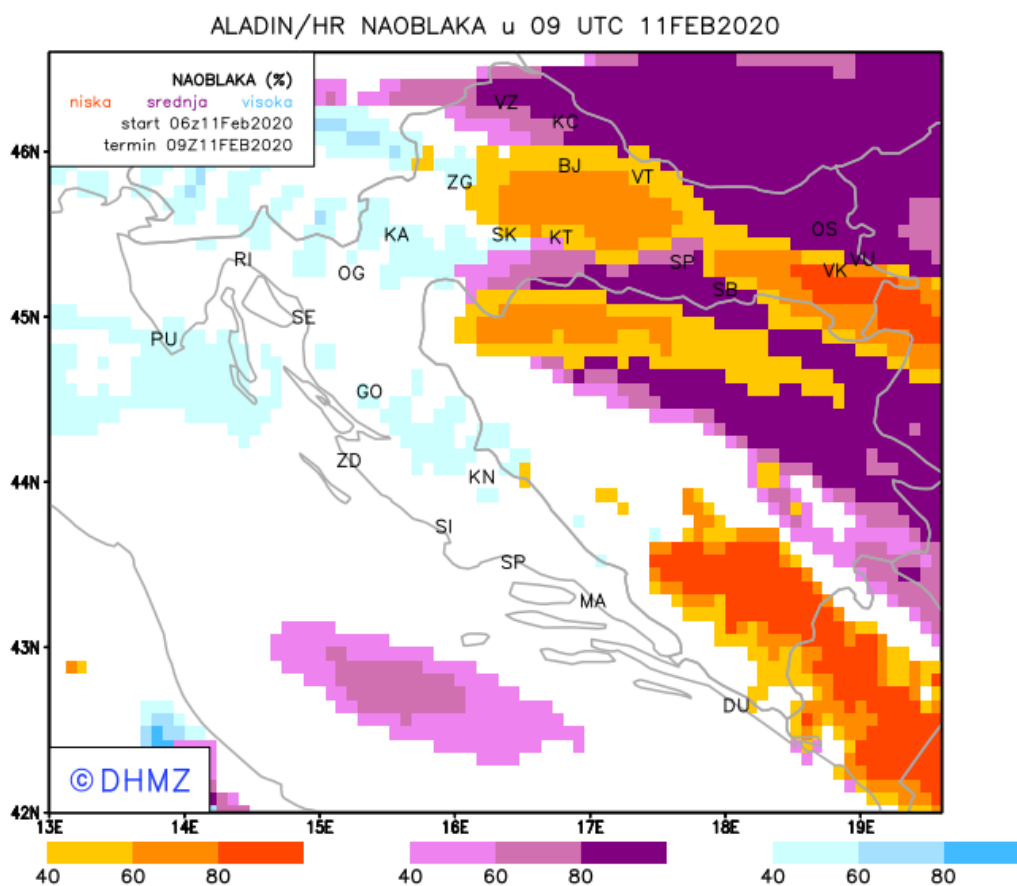
(nastaju polaganim dizanjem zraka uzduž frontalnih ploha u ciklonama); najčešće nastaju kombinacijom dvaju ili sva tri tipa.

Količina oborina tijekom godine, kao i broj dana s određenom količinom oborina te maksimalne količine koje se mogu očekivati u nekom dužem razdoblju, ubrajaju se među glavnim značajkama klime. Oborine su vremenski i prostorno vrlo promjenjive.

Količina oborina od 1 mm odnosi se na površinu od 1 m<sup>2</sup>, što znači da je na svaki kvadratni metar tla pala jedna litra vode. Općenito se uzima da je godišnji prosjek količine oborina za Zemlju u cjelini 1000 mm, s najvećom prosječnom količinom od 11.340 mm u mjestu Cherrapunji, i s najmanjom od 10 mm u Arici u sjevernom Čileu.

Po godišnjem kretanju količine oborina razlikuje se šest klimatskih tipova oborina: ekvatorski, tropski, monsunski, subtropski, kontinentalni i oceanski tip oborina.

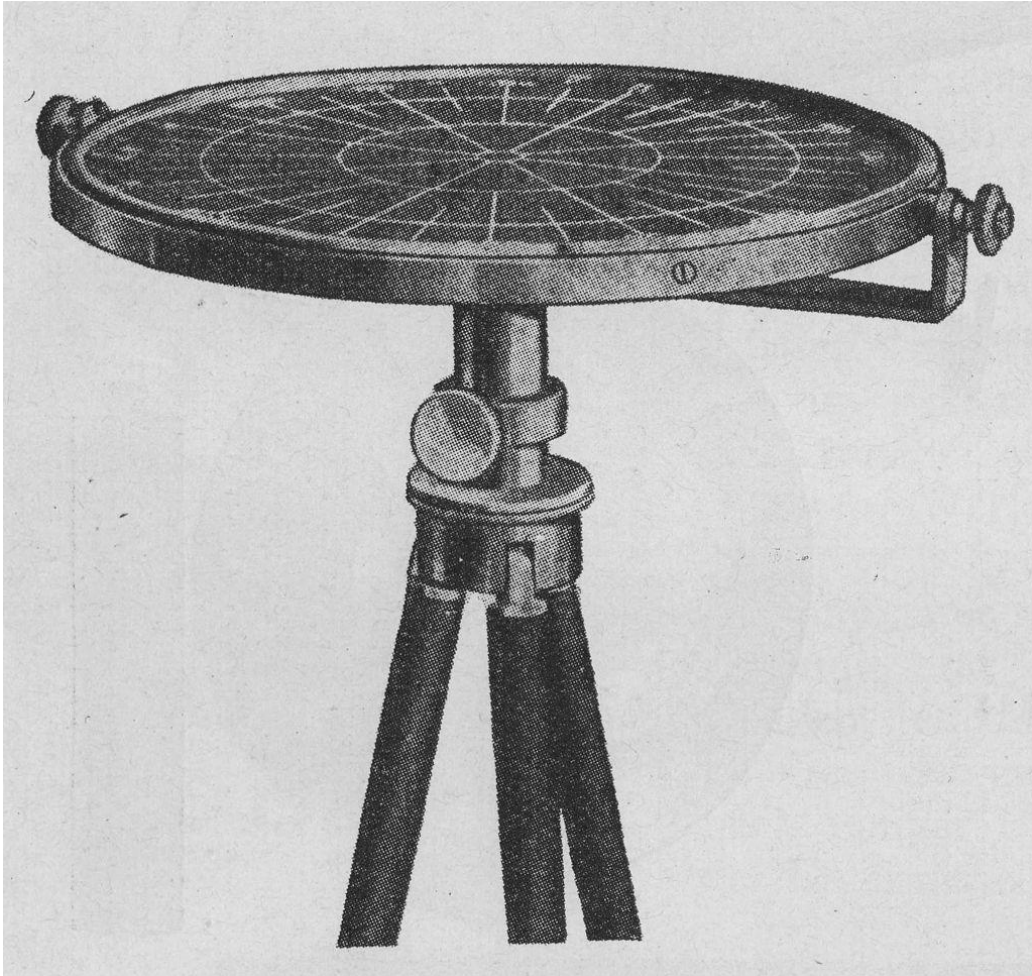
## 2.7. Naoblaka



Slika 3. Naoblaka u Hrvatskoj

Izvor: DHMZ, [https://prognoza.hr/aladinHR/web\\_naob\\_03.png](https://prognoza.hr/aladinHR/web_naob_03.png)

Naoblaka je pokrivenost neba oblacima bez obzira na njihovu vrstu i visinu. U meteorologiji, kada se procijeni koliki je dio neba zastrt oblacima, naoblaka se određuje brojčano: u desetinama (u klimatologiji) ili osminama (za potrebe prognoze vremena). Tako je 0 oznaka za potpuno vedro nebo, a 10 ili 8 znači da je nebo potpuno zastrto oblacima. Za mjerenje smjera i brzine gibanja oblaka koristimo nefoskope; ravna ogledala promjera 200 milimetara sa ugraviranim koncentričnim krugovima. Mjerenjem pomaka slike dijela oblaka od jednog do drugog kruga u ogledalu možemo odrediti smjer gibanja i relativnu brzinu oblaka.



Slika 4. Nefoskop

Izvor: [https://hr.wikipedia.org/wiki/Naoblaka#/media/Datoteka:Nephoskop\\_01.jpg](https://hr.wikipedia.org/wiki/Naoblaka#/media/Datoteka:Nephoskop_01.jpg)

Ona je važan čimbenik u toplinskoj bilanci Zemlje: danju sprječava da izravno Sunčevo zračenje dopre do tla, a noću da tlo gubi toplinu.

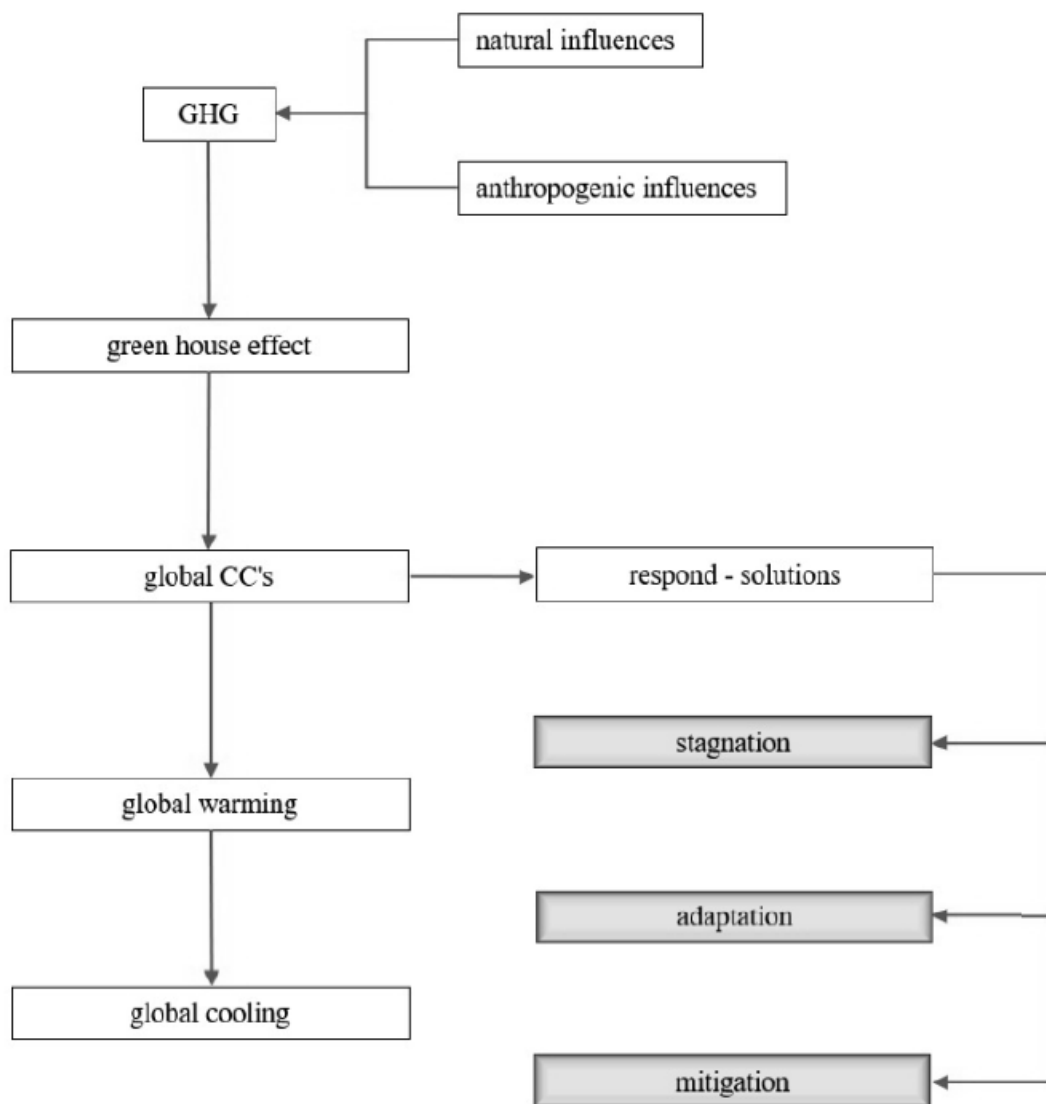
### **3. KLIMATSKE PROMJENE I NJIHOV UTJECAJ**

Mnogi znanstvenici i znanstvene organizacije imaju vlastite definicije klimatskih promjena, ali gotovo sve definicije uključuju direktno ili indirektno ljudsko djelovanje (Rahman, 2013.). Sukladno tome, ljudska aktivnost tijekom posljednjeg stoljeća je glavni krivac za sve veću promjenjivost vremena i klime (IPCC, 2007.; DCCEE, 2012.). U današnje vrijeme postoje dvije različite i suprotne teorije o uzrocima i posljedicama klimatskih promjena (Jug i sur., 2017.).

Prema prvoj teoriji, klimatske promjene nisu novost i događale su se u donekle regularnim ciklusima kroz posljednjih 400.000 godina (Farmer, 2015.). i često su se nazivale "prirodno uzrokovane promjene". Drugu teoriju, takozvanu "antropološku" teoriju klimatskih promjena, podržava većina znanstvenika, i prema njima, ljudski utjecaj je jedinstveni čimbenik u brzini trenutnih klimatskih promjena (IPCC, 2014a). Ako bi netko usporedio promjene u temperaturi u sadašnjosti i prošlosti, današnje promjene temperatura su puno brže nego prije, i to gotovo 30 puta brže (Flannery, 2005.).

Izraz "globalno zatopljenje" ili "globalno zahlađenje" se često upotrebljava kao sinonim za klimatske promjene, što je u biti netočno, ali je moguće objasniti zašto dolazi do takve pogreške. Porast srednje temperature zraka je najizričitiji i ključan pokazatelj vidljive globalne promjene. Globalno zatopljenje je statistički značajan porast u globalnoj temperaturi zraka koja je uzrokovana prirodnim i ljudskim utjecajima kroz nekoliko desetljeća ili duži period. Ovaj fenomen je posljedica efekta staklenika i trebao bi se promatrati na globalnoj razini, a ne u kontekstu lokalnih i/ili sezonskih odstupanja u meteorološkim podacima (Jug i sur., 2018.)

Prema "logičnoj" strukturi razvoja klimatskih promjena, neki znanstvenici tvrde da je globalno zatopljenje samo korak do iduće globalne promjene; globalnog zahlađenja. Globalno zahlađenje je proces pada prosječnih temperatura zraka na Zemlji na statističko značajnoj razini kao direktna posljedica globalnog zatopljenja (Jug, 2016.).



Slika 5. Dijagram toka klimatskih promjena

Izvor: Jug, 2018.: Uloga konzervacijske poljoprivrede u ublažavanju i prilagodbi klimatskim promjenama

Vjerojatno najvidljiviji i degradirajući utjecaj klimatskih promjena je u poljoprivrednom sektoru i njegovoj glavnoj ulozi proizvodnje hrane za rastući populaciju (Aune, 2012.).

Istraživanja u poljoprivredi pokazuju da će porast temperature koji je povezan sa klimatskim promjenama biti štetan u proizvodnji raznih grupa usjeva i stoke. U mjestima na svijetu gdje su mogući nestašice vode i toplinski udari, ili čak i kombinacija oboje, usjevi žitarica su osjetljive čak i na vrlo male promjene u temperaturi. Svi usjevi će biti pogođeni



temperaturnim promjenama, promjenama u količini padalina i u porastu atmosferske koncentracije ugljikovog dioksida. Primjerice, kod riže se očekuje povećani urod upravo zbog koncentracije CO<sub>2</sub> koja je veća nego dosadašnjih godina (oko 380 ppm), ali se procjenjuje da će isti taj urod biti smanjen ako temperatura poraste za 3 ili 4 °C. Međutim, ove projekcije se baziraju na konstantnoj razini padalina i jednoliku dostupnost vode tijekom sezone, koja u najvećem dijelu utječe na promjene u količini uroda.

Iako utjecaj CO<sub>2</sub> može pokazati povoljni utjecaj na rast biljke u eksperimentima, teoretski očekivani rezultati će vjerojatno precijeniti stvarni učinak CO<sub>2</sub> zbog kompliciranih čimbenika koji se pojavljuju u stvarnim uvjetima kao što su nametnici, korovi, nedostatak i nadmetanje biljaka za potrebnim životnim elementima te ekstremne pojave. Prema nekim znanstvenicima (Easterling i sur., 2007.), ove interakcije nisu dobro shvaćene u velikim razmjerima niti su dobro implementirane u vodećim modelima.

Povećana frekvencija i intenzitet ekstremnih pojava, kao što su poplave, suše, toplinski udari i jaki naleti vjetrova, su značajniji čimbenici u većim gubitcima uroda nego bilo koji porast srednje temperature (Porter i Semenov, 2005.). Kratkotrajne pojave kao toplinski udari i suše, kao i dugotrajnije pojave sa povećanom temperaturom, potencijalno mogu uzrokovati značajne štete usjevima i prinosu ovisno o tome koliko se često pojavljuju u sezoni rasta. Velike promjene u cirkulaciji kao što je El Niño južna oscilacija (eng. El Niño Southern Oscillation; ENSO) imaju važan utjecaj na biljnu proizvodnju i BDP.



Slika 6. Prikaz suše u Sjevernoj Americi

Izvor: <https://phys.org/news/2017-10-climate-extreme-weather-migration.html>





Slika 7. Poplavljeno polje kukuruza u zapadnom dijelu Sjeverne Amerike

Izvor: <https://www.discovermagazine.com/environment/record-rain-is-drowning-fields-in-the-midwest-is-it-climate-change>

### **3.1. Procjene utjecaja klimatskih promjena**

Rezultati integrirane procjene i modeli usjeva unazad 20 godina konzistentno pokazuju da će udari u poljoprivrednom sektoru vjerojatno biti mali u prvoj polovici 21. stoljeća. Također je vjerojatno da će ti isti udari postati sve jači u drugoj polovici te će dovesti do porasta srednjih temperatura (IPCC, 2007.; 2001.). Međutim, nesigurnosti koje potencijalno mogu promijeniti ove rezultate procjene se sastoje od više faktora, od jačine i točke zasićenja povišenog CO<sub>2</sub> utjecaja na usjeve uzgojene u stvarnosti a ne u eksperimentalnim parcelama do tempiranja i implementiranja strategija prilagodbe i interakcije između ublažavanja i strategija prilagodbe (Tubiello i sur., 2007.).

Vjerojatnost događanja nekih iznenadnih pojava koje nisu uključene u procjene udara ne možemo isključiti, a neke od IPCC procjena navode tri glavna faktora koji se nisu razmatrali u dosadašnjim poljoprivrednim modelima:

- Porast frekvencije klimatskih ekstrema može dovesti do smanjenja uroda usjeva više nego prosjek klimatskih promjena. Povećana učestalost ekstremnih vremenskih uvjeta može utjecati na dugotrajne nasade i urod te može direktno oštetiti biljke u glavnim fazama razvoja ili odgoditi određene radnje na poljima što uzrokuje manju učinkovitost rada na polju (Porter i Semenov, 2005., Antle i sur., 2004.).
- Utjecaji klimatskih promjena na zahtjeve za navodnjavanjem mogu biti ogromni. Nedavna istraživanja pokazuju da bi do 2070. godine globalna potreba za navodnjavanjem usjeva mogla porasti za 5-8% sa značajnim varijacijama u pojedinim regijama (Döll, 2002.). Veći nedostaci vode su očekivani na Bliskom Istoku i u jugoistočnoj Aziji (Fischlin i sur., 2007.; Arnell, 2004.). Ovi porasti u obliku zahtjeva za većom količinom vode u navodnjavanju mogli bi potkopati bilo kakav potencijalno pozitivan učinak CO<sub>2</sub> gnojidbe.
- Stabilizacija CO<sub>2</sub> koncentracija smanjuje štetu u biljnoj proizvodnji u dugoročnom pogledu. Predviđa se da bi cjelokupni udari na svjetsku biljnu proizvodnju trebali biti značajno manji pod utjecajem nižih razina CO<sub>2</sub> stabilizacija (Arnell, 2004.; Tubiello i Fischer, 2007.). U prvoj polovici ovog stoljeća, neke regije bi mogle lošije proći sa mjerama ublažavanja nego bez njih zbog nižih razina CO<sub>2</sub> i rezultirajućim nedostatkom CO<sub>2</sub> stimulacijskih efekta na usjeve.

Utjecaji klimatskih promjena na poljoprivredu su karakterizirani raznim oblicima nesigurnosti. Prvo, kao u prijašnje navedenom tekstu, postoje razne nesigurnosti po pitanju veličine i stope samih klimatskih promjena. Drugo, nesigurnost postoji kada govorimo o biološkom odgovoru kod poljoprivrednih outputa, primjerice u slučaju sa CO<sub>2</sub> fertilizacijom. Treće, postoje nesigurnosti u načinu kako društvo reagira, ili ima li uopće kapaciteta da reagira, na projicirane i očekivane udare. Neki aspekti istraživanja klimatskih promjena su ograničena fundamentalnim i nesvodljivim nesigurnostima. Neke od tih nesigurnosti se mogu izmjeriti, ali većina se ne može iz čega proizlazi određena razina nesvodljivog neznanja u našim shvaćanjima budućih klimatskih nesigurnosti. (Dessai i Hulme, 2004.)

### **3.2. Nesigurnost klimatskih modela**

Procjene budućih klimatskih promjena se dobivaju pomoću klimatskih modela koji su matematičke procjene klimatskog sustava izražene kao računalni kod, te su razvijeni i usavršavani tijekom mnogo godina. Za neke klimatske varijable, poput temperature,

sigurnost kod procjena je relativno visoka, dok kod ostalih, poput padalina, sigurnost u procjenu je manja.

Klimatski modeli su bazirani na utemeljenim zakonima fizike i na velikom broju promatranja. Upravo ta promatranja i zakoni fizike daju osnovu sigurnosti u projekcije modela, kao i rutina i opširne procjene i usporedbe simulacija sa opažanjima iz stvarnog života. Uz to, modeli nam služe za simulacije drevnih klimatskih uvjeta te mogu reproducirati značajan broj povijesnih klimatskih prilika i promatranih aspekta klimatskih promjena unazad nekoliko stoljeća, pod uvjetom da su dostupni potrebni podatci iz tog vremena. Zbog ovih razloga postoji opravdanost vjerovanja u klimatske modele.

Međutim, još uvijek postoje značajne nesigurnosti povezane sa nekim aspektima modela. Nedostatci kod tropskih padalina, oscilacije na velikim razmjerima i prikaz oblaka samo su neki od primjera gdje određena ograničenja u znanstvenom shvaćanju ili dostupnosti detaljnih promatranja i podataka vode ka greškama u modeliranju. Kao posljedica toga, modeli pokazuju znatan opseg globalnih temperaturnih promjena kao odgovor na specifične utjecaje stakleničkih plinova, i iz tog razloga su projekcije predstavljene kao opseg vrijednosti (Randall i sur., 2007.).

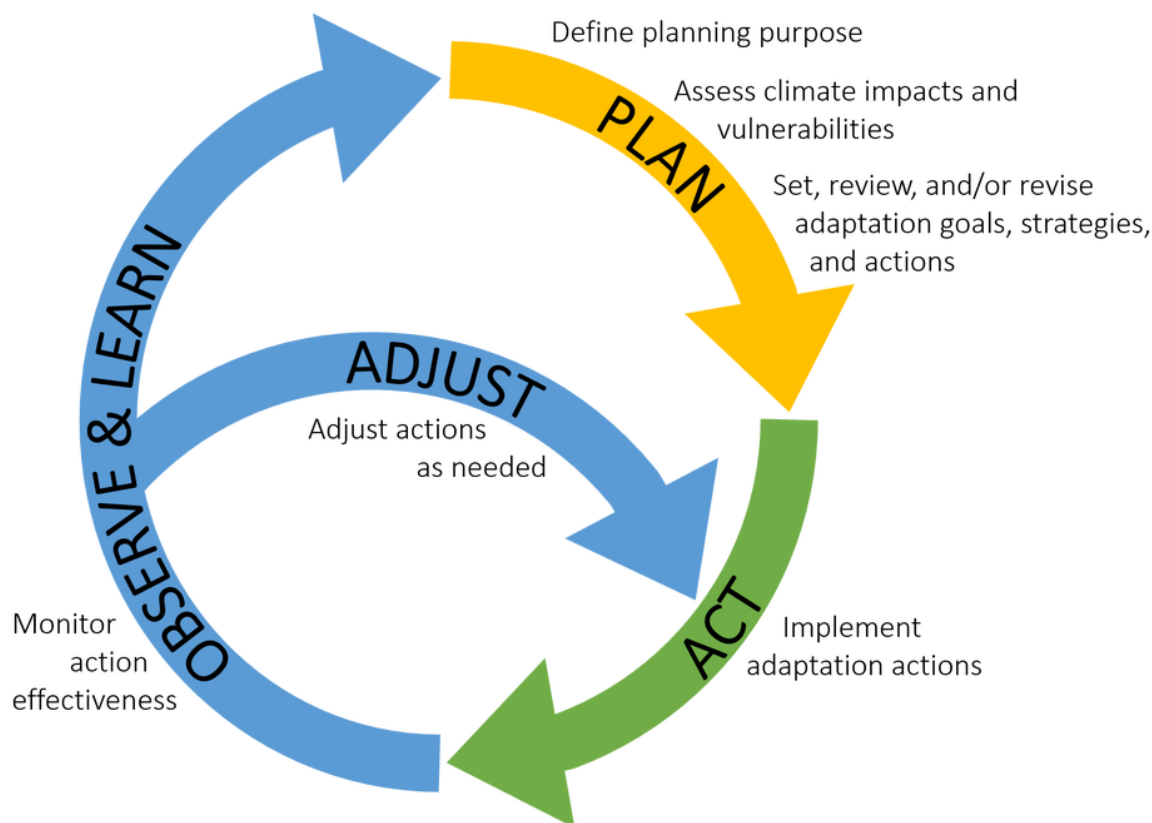
## **4. SMANJENJE UČINKA I PRILAGODBE NA KLIMATSKE PROMJENE**

### **4.1. Prilagodba na klimatske promjene**

Suočeni sa prijetnjom i izazovima koje nam klimatske promjene pružaju, postoje dva glavna odgovora za političku intervenciju u poljoprivredi. Prva strategija je smanjiti stopu i jačinu samih klimatskih promjena kroz smanjenje ljudskog utjecaja, primjerice smanjenje emisija stakleničkih plinova. Druga strategija, koja je komplementarna prvoj, je promovirati u svijetu i poticati svijet na prilagodbu klimatskim promjenama kako bismo umanjili njihov udar i pritom stvorili i iskoristili nove prilike. Kontekst same prilagodbe na klimatske promjene također uključuje prilagodbu na udare tih promjena diljem svijeta (primjerice mogući utjecaji na tržišta te povećana migracija) ili na promjene koje su rezultat smanjenja učinka kroz mjere poput povećane proizvodnje bio-goriva i promjene načina uporabe zemljišta. Javlja se i potreba za planski pristup gotovo svim proizvodnim sektorima, integrirajući različite aspekte poljoprivredne proizvodnje, naročito upravljanje i odnos prema dostupnoj vodi i tlu.

Sama prilagodba se često karakterizira kao prilagodba u ekološkim, socijalnim ili ekonomskim sistemima kao odgovor na promatranu ili očekivanu promjenu u klimi i utjecaj te promjene kako bi se ublažili razni udari uzrokovani klimatskim promjenama. Iz tog razloga prilagodba može uključivati povećanje prilagodbenih kapaciteta, čime bi se povećala mogućnost pojedinaca, grupa i organizacija za prilagodbu na te promjene, te mogu implementirati odluke vezane uz samu prilagodbu, poput odluke da se dio kapaciteta iskoristi kroz neki plan. Oba načina prilagodbe mogu se implementirati u pripremi ili kao odgovor na udare koje nam donosi promjena klime, stoga je prilagodba definirana kao kontinuirani tok aktivnosti, radnji, odluka i stavova u svim aspektima života koji se reflektiraju kroz postojeće društvene norme i procese. Postoje puno klasifikacija mogućnosti prilagodbi koje se baziraju prema njihovoj svrsi, načina provedbe ili njihovom institucijskom obliku.

Dok se na neki način prilagodba i smanjenje učinka mogu smatrati kao zamjena jedno drugome, u praksi se pokazalo da su to dvoje komplementarne radnje te su obje kao takve potrebne da bi se adekvatno postupilo u izazovu klimatskih promjena. Prilagodbu će biti potrebno izmijeniti sukladno emisijama plinova, a ublažavanja, odnosno smanjenje učinka, biti će potrebna kako bi se što više izbjegao negativni utjecaj tih klimatskih promjena.



Slika 8. Ciklus prilagodbe na klimatske promjene

Izvor: <https://blackfeetclimatechange.com/our-environment/climate-change-adaptation-plan/>

Reilly i Schimmelpfenning (2000.) su istaknuli kako se neka prilagodba događa bez svijesti da utječe na klimatske promjene, dok je neka prilagodba provedba mjera na temelju određenih klimatskih podataka. S obzirom da takva "slučajna" prilagodba ima mogućnost smanjenja učinkovitosti "namjerne" prilagodbe, integriranje odluka i radnji s ciljem smanjenja klimatskih promjena kroz sve sektore i dalje je ključan izazov u cilju efektivnosti prilagodbe u praksi.

Glavni tipovi prilagodbe su:

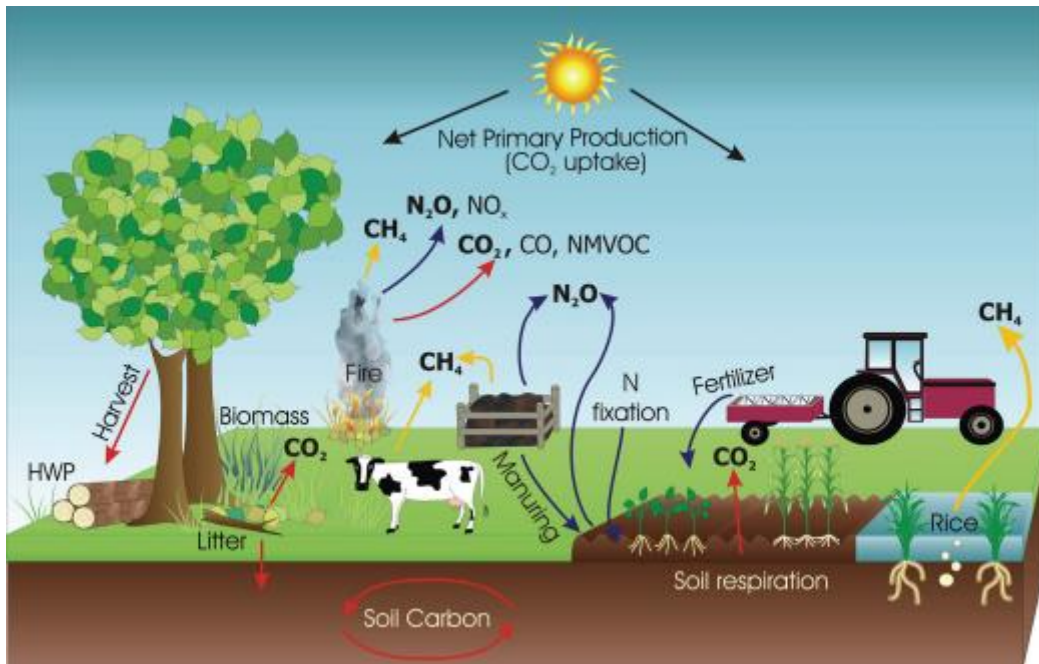
- *Smanjenje osjetljivosti* pogođenog sustava, koje se može postići primjerice ulaganjem u obranu od poplava ili povećanjem kapaciteta vodenog rezervoara; sadnjom jačih i tolerantnijih usjeva koji mogu podnijeti veću klimatsku varijabilnost,

ili osigurati infrastrukturu u područjima sklonim poplavama na način da izdrže poplave.

- *Mijenjanje izloženosti* sustava klimatskim promjenama može se postići ulaganjem u pripremanje za opasnije pojave i sustav ranog upozorenja kao što su primjerice sezonske vremenske prognoze i ostale radnje i sustavi koji bi mogli predvidjeti nepovoljne pojave.
- *Povećanjem otpornosti* društvenog i ekološkog sustava kroz promociju održivosti i očuvanje resursa, ali i pomoću određenih mjera koje bi pogođenoj populaciji pomogle da se oporavi od gubitaka uzrokovanih elementarnim nepogodama (Tompkins i Adger, 2004.).

#### **4.2. Smanjenje učinka klimatskih promjena**

Poljoprivreda je veliki izvor emisije stakleničkih plinova u svijetu; prema podacima iz 2005. u poljoprivredi je emisija CO<sub>2</sub> iznosila između 5,1 do 6,1 Gt, a to predstavlja 10-12% ukupne antropogene svjetske emisije stakleničkih plinova (Smith i sur., 2007.) iako neki znanstvenici tvrde da bi ta brojka mogla iznositi 18-31%. Metan, koji nastaje većinom zbog enterične fermentacije, kultivacija riže i gnojenje pridonose 3,3 Gt CO<sub>2</sub> po godini; dušikov(I) oksid, koji je rezultat raznih postupaka obrade zemlje, doprinosi 2,8 Gt CO<sub>2</sub> po godini. Iako se na godišnjoj razini otpusti značajna količina CO<sub>2</sub> iz poljoprivrednih tala u atmosferu, porast u toj vrsti emisije je vrlo balansiran sa oko 0,04 Gt CO<sub>2</sub> godišnje, a u tu brojku su uključene i emisije od proizvodnje struje i uporaba goriva u kućanstvima/zgradama i u transportnom sektoru.



Slika 9. Poljoprivreda i šumarstvo kao izvor i "skladište" stakleničkih plinova

Izvor: <https://climatepolicyinfohub.eu/agriculture-and-climate-change-eu-overview>

Kada je riječ o poljoprivredi, postoji jako puno mjera i načina za ublažavanje klimatskih promjena koje se mogu kategorizirati kao: smanjenje emisija kroz povećanje učinkovitosti na farmama koje uključuje genetička poboljšanja, smanjenje emisija fosilnih goriva kroz uporabu alternativnih energetske izvora, i poboljšanje smanjenja atmosferskog CO<sub>2</sub> pomoću sekvestracije u tla i vegetaciju. Međutim, većina načina smanjenja učinka donosi dodatni trošak poljoprivrednicima zbog čega postavljaju pitanja poput "koje mjere mogu provesti na svojem gospodarstvu, kad, gdje i po kojoj cijeni, i koji će to učinak imati na emisije?". Da bi se donijeli odgovori na ta pitanja, potrebno je shvatiti relativnost troška između mjera smanjenja učinka i cijene po toni CO<sub>2</sub> emisije. Iz ovoga se može dobiti krivulja koja pokazuje da te mjere postaju skuplje kako bi se postigao cilj nauštrb većeg truda i napora i smanjenje prihoda. Kao posljedica toga, isplativost ublažavanja klimatskih promjena će vrlo vjerojatno biti manja od njenog tehničkog potencijala, u smislu da je apsolutna veličina emisija iz određenog izvora manje važna nego cijena smanjenja te veličine.

Može se reći da postoje brojne prepreke u implementaciji opcija ublažavanja u poljoprivrednom sektoru upravo zbog prirode same poljoprivrede, a to uključuje mogućnost financiranja, siromaštvo, institucijske, okolišne, tehnološke i druge probleme. Politika koja se bavi održivim razvojem i principima jednakosti je jako bitna za ublažavanje klimatskih

promjena, no takva politika pretpostavlja da kolektivna korist neće biti zasjenjena i zaustavljena od strane privatnih interesa. Većina ljudi smatra da su klimatske promjene stvar koju bi trebali rješavati drugi, a ne oni, što predstavlja veliki problem.

Države u razvoju često otežavaju i odugovlače sa provedbom zakona o ublažavanju klimatskih promjena iz razloga što bi moglo usporiti ekonomski rast, a sve više su pod opasnošću klimatskim promjenama i ne osjećaju se odgovornima za prijašnje emisije stakleničkih plinova. U nedavnim raspravama pojavljuje se sve veći fokus na sinergiju između prilagodbe i ublažavanja u smislu jednake regulacije i provedbe. Klimatski zakoni i provedbe su pod utjecajem kako pojedinci i organizacije gledaju na tu opasnost i koliko ih oni ozbiljno shvaćaju. Ponašanje pojedinaca, način života i sama kultura ljudi su glavni utjecaji u tome. Iako nije znanstveno utemeljeno, postoji veliki potencijal u smanjenju stakleničkih plinova u proizvodnji hrane u vidu promjena prehrane ljudi i smanjenje gubitaka hrane u lancima opskrbe.

Prema predviđanjima IPCC-a, do 2050. godine će većina afričkih zemalja iskusiti nepoznate klimatske uvjete na više od polovici obradive zemlje. Do 2080. u tropskim područjima će vrlo vjerojatno doći do negativnog utjecaja na prinose usjeva bez obzira na to hoće li se primjenjivati neka vrsta prilagodbi ili ne. Afrika je jedna od najranjivijih područja u pogledu osiguravanja hrane, ali klimatske promjene će također utjecati na količinu prinosa usjeva, opskrbu hranom i na lokalnu ekonomiju u središnjoj Americi, sjeveroistočnom Brazilu, dijelovima regija pod Andama i u južnoj Aziji. S druge strane, prinosi nekih usjeva bi se mogli povećati bez obzira na sve u nekim visokim tropskim područjima, kao primjerice riža u Madagaskaru. Usjevi poput kave arabice morati će se uzgajati na višim terenima kako bi imali koristi od nižih temperatura.

Rješenje tome moglo bi biti u "klimatsko pametnoj poljoprivredi" (CSA); koncept koji FAO promovira još od 2010. a baziran je na sinergiji prilagodbi i smanjenja učinka. CSA se fokusira na tri cilja: održiva proizvodnja hrane, prilagodba na klimatske promjene (ili uvođenje otpornosti usjeva na klimatske poremećaje) i ublažavanje klimatskih promjena kroz smanjenje emisija i pohranjivanja ugljika. Ovaj koncept je razvijen kao odgovor na shvaćanje činjenice da poljoprivreda u državama u razvoju mora proći velike promjene kako bi zadovoljila dovoljnu proizvodnju hrane i izazove koje donose klimatske promjene.



Tri su glavna obilježja FAO koncepta:

- Neke stvari u praksi zadovoljavaju gore navedenu definiciju, ali pristup orijentiran na ekosustav i više sektora (poljoprivredna proizvodnja, uzgoj stoke, šumarstvo itd.) je ključan;
- Potpora institucija i državne mjere su potrebne kako bi mali proizvođači mogli obaviti potrebnu tranziciju koja zahtijeva ogromnu količinu informacija i koordinacijskog truda, kao i bolju provedbu poljoprivrednih i mjera u pogledu klimatskih promjena;
- Trenutno dostupna sredstva su nedovoljna kako bi se postigla ta tranzicija, stoga je potrebno sklopiti nove financijske dogovore koji bi spojili privatne i državne izvore i usmjerili bi ih prema borbi sa klimatskim promjenama i poboljšanju opskrbe hrane, pritom uzimajući u obzir karakteristike raznih sektora.

Iz toga proizlazi da CSA nije toliko poljoprivredno orijentirana koliko je smatrana kao holistički pristup koji uzima u obzir praksu, državne mjere i zakone i mogućnost njihovog financiranja (Lipper i sur., 2014.); namjera CSA je suočiti se sa sva tri izazova najednom.

## 5. ZAKLJUČAK

Unatoč tome što veliki broj pojedinaca, velikih organizacija, pa čak i određene države ne vide, ne priznaju i nisu svjesni da su klimatske promjene stvarne, glavni cilj onih koji jesu svjesni toga treba biti poticanje na suočavanje sa time i promovirati sve ove mjere protiv klimatskih promjena navedene u radu i sve one koje nisu navedene. Postoje razne projekcije koje nam mogu vrlo realno prikazati koliko smo zapravo uništavali ekosustav i atmosferu sa neodgovornim radnjama u poljoprivredi ali i u svim ostalim sektorima godinama, desetljećima, pa čak i stoljećima. Održiva poljoprivreda možda nije tako jednostavna i lagana u smislu provedbe, financiranja i organizacije kao konvencionalna poljoprivreda, ali u pogledu očuvanja klime kakvu poznajemo od početka ljudske vrste pa do danas, ona je ključna. Nadovezujući se na uvodne riječi, postoji opravdani strah od klimatskih promjena, strah od negativnih utjecaja koje smo već doživjeli i koje ćemo tek doživjeti, pa čak i strah za ljudsku vrstu. Iz godine u godinu svjedoci smo zanemarivanja ovog gorućeg problema od strane vodećih svjetskih zemalja, od strane medija, čak i od strane naših poznanika i prijatelja. Mjere koje se provode kako bi se smanjila emisija štetnih plinova i općenito naš utjecaj na klimatske uvjete i promjene zapravo su samo simbolične, tek mali dio od potencijalnih mjera za koje smo i više nego sposobni provesti i poboljšati kvalitetu našeg života ali i života budućih ljudi. Međutim, ove se mjere često puta ne provode sve dok ne bude prekasno, jer one utječu na velike korporacije koje žele zadržati postojeće stanje, odnosno ne žele provoditi promjene. I možda najvažnija poruka, misao i zaključak jest to da za poljoprivrednu proizvodnju po principima održivosti nije potrebno puno. Ponekad je dovoljna samo malo veća informiranost i malo više truda i vremena. Uključimo svoju savjest kako bismo mi i naši budući naraštaji imali velike koristi od toga. Svatko može doprinijeti.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Antle, J.M., S.M. Capalbo, E.T. Elliott and K.H. Paustian (2004), "Adaptation, spatial heterogeneity, and the vulnerability of agricultural systems to climate change and CO<sub>2</sub> fertilisation: an integrated assessment approach", *Climate Change*, 64.
2. Arnell, N.W. (2004), "Climate change and global water resources: SRES emissions and socio-economic scenarios", *Global Environmental Change*, 14.
3. Aune, J. B. (2012). Conventional, organic and conservation agriculture: production and environmental impact. In *Agroecology and strategies for climate change* (pp. 149-165). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/978-94-007-1905-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-94-007-1905-7_7)
4. DCCEE (Department of Climate Change and Energy Efficiency) (2012). Climate Change in a nutshell. Australian Government, Canberra. <http://www.climatechange.gov.au/en/climate-change.aspx>
5. Dessai, S. and M. Hulme (2004) "Does climate adaptation policy need probabilities?", *Climate Policy*, 4.
6. Döll, P. (2002), "Impact of climate change and variability on irrigation requirements: a global perspective", *Climatic Change*, 54.
7. Easterling, W.E. *et al.* (2007), "Food, fibre and forest products" in M.L. Parry *et al.* (eds), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability, Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
8. Farmer, G. T. (2015). Modern Climate Change Science. An Overview of Today's Climate Change Science. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-09222-5>
9. Fischlin, A. *et al.* (2007), "Ecosystems, their properties, goods, and services" in M.L. Parry *et al.* (eds), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press.
10. Flannery, T. (2005). The Weather Makers: The History and Future Impact of Climate Change. Algoritam, Zagreb.
11. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2001). Climate Change. IPCC Third Assessment Report. The Scientific Basis. Workbook.

12. IPCC (2007a), "Summary for Policymakers", in S. Solomon *et al.* (eds), *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom; and New York, United States.
13. IPCC, (2007b), M.L. Parry *et al.* (eds), *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom.
14. IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change) (2014a). IPCC Fifth Assessment report: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability, pp 113.-142.
15. Jug, D. (2016). Agriculture – A Stakeholder in the Causality of Climate Change. *Ephemerides theologicae Diacovensens* (In Croatian), 24 (1), 65-79. <https://hrcak.srce.hr/157299>
16. Jug D., Jug I., Vukadinović V., Đurđević B., Stipešević B. & Brozović B. (2017). Conservation soil tillage as a measure for climate change mitigation. University textbook (In Croatian). Croatian Soil Tillage Research Organization, Osijek, Croatia. ISBN: 978-953-7871-61-1.
17. Jug, D., Jug, I., Brozović, B., Vukadinović, V., Stipešević, B., Đurđević, B. (2018). The role of conservation agriculture in mitigation and adaptation to climate change. Faculty of Agriculture in Osijek, Agricultural Institute Osijek, Croatia. ISSN: 1848-8080 (Online) ISSN: 1330-7142 (Print) <http://dx.doi.org/10.18047/poljo.24.1.5>
18. Lipper L, Thornton P, Campbell BM, Baedeker T, Braimoh A, Bwalya M, Caron P, Cattaneo A, Garrity D, Henry K, Hottle R, Jackson L, Jarvis A, Kossam F, Mann W, McCarthy N, Meybeck A, Neufeldt H, Remington T, Sen PT, Sessa R, Shula R, Tibu F, Torquebiau EF (2014) Climate-smart agriculture for food security. *Nat Clim Change* 4(12):1068–1072
19. Porter, J.R. and M.A. Semenov (2005), "Crop responses to climatic variation", *Philosophical Transactions of The Royal Society, B*, 360.
20. Rahman, M. I. (2013). Climate change: a theoretical review. *Interdisciplinary Description of Complex Systems*, 11(1), 1-13. <https://doi.org/10.7906/indecs.11.1.1>

21. Randall, D.A. *et al.* (2007), "Climate Models and their Evaluation" in *Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, S. Solomon *et al.* (eds), Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom; and New York, United States.
22. Reilly, J. and D. Schimmelpfennig (2000), "Irreversibility, uncertainty, and learning: Portraits of adaptation to long-term climate change", *Climatic Change*, 45.
23. Smith, P. *et al.* (eds) (2007), *Climate Change 2007: Mitigation. Contribution of Working Group III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*, Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom; and New York, United States, [www.mnp.nl/ipcc/pages\\_media/FAR4docs/](http://www.mnp.nl/ipcc/pages_media/FAR4docs/).
24. Tompkins, E.L. and W.N. Adger (2004), "Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change?" *Ecology and Society*, Vol. 9, No. 2, [www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art10](http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art10).
25. Tubiello, F. and G. Fischer (2007), "Reducing climate change impacts on agriculture: Global and regional effects of mitigation, 2000-2080", *Technol. Forecasting Soc. Change*, 74.
26. Tubiello, F.N., J.-F. Soussana and S.M. Howden (2007), *Crop and pasture response to climate change. Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 104, No. 50.

### **Internetske stranice**

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Klima> (22.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Klimatologija> (22.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Insolacija> (22.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Temperatura> (22.2.2020.)

<https://www.enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=60787> (23.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Tlak> (23.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Vjetar> (23.2.2020.)

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Vlažnost\\_zraka](https://hr.wikipedia.org/wiki/Vlažnost_zraka) (23.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Oborina> (23.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Naoblaka> (23.2.2020.)

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Globalno\\_zatopljenje](https://hr.wikipedia.org/wiki/Globalno_zatopljenje) (23.2.2020.)

<https://hr.wikipedia.org/wiki/Odrzivost> (23.2.2020.)

<https://enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=64995> (23.2.2020.)

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=65042> (23.2.2020.)

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=3435> (23.2.2020.)

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?ID=52377> (23.2.2020.)

<https://www.enciklopedija.hr/natuknica.aspx?id=44599> (23.2.2020.)

<https://enciklopedija.hr/Natuknica.aspx?ID=42909> (23.2.2020.)

[https://meteo.hr/prognoze.php?section=prognoze\\_model&param=ala\\_k&el=web\\_naob\\_](https://meteo.hr/prognoze.php?section=prognoze_model&param=ala_k&el=web_naob_)  
(23.2.2020.)

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Atmosferski\\_tlak#Tlak\\_zraka](https://hr.wikipedia.org/wiki/Atmosferski_tlak#Tlak_zraka) (23.2.2020.)

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Temperatura#Temperatura\\_zraka](https://hr.wikipedia.org/wiki/Temperatura#Temperatura_zraka) (23.2.2020.)

[https://hr.wikipedia.org/wiki/Köppenova\\_klasifikacija\\_klime](https://hr.wikipedia.org/wiki/Köppenova_klasifikacija_klime) (23.2.2020.)

<https://www.eea.europa.eu/themes/climate/faq/how-is-climate-changing-and-how-has-it-changed-in-the-past> (20.4.2020.)

<https://climate.nasa.gov/effects/> (20.4.2020.)