Poljoprivredna proizvodnja u okvirima globalnih klimatskih promjena

Domazetović, Dinko

Undergraduate thesis / Završni rad

2021

Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:
Josip Juraj Strossmayer University of Osijek, Faculty of Agrobiotechical Sciences Osijek / Sveučilište Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku, Fakultet agrobiotehničkih znanosti Osijek

Permanent link / Trajna poveznica: https://urn.nsk.hr/urn:nbn:hr:151:377149

Rights / Prava: In copyright / Zaštićeno autorskim pravom.

Download date / Datum preuzimanja: **2024-04-24**

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

zir.nsk.hr

dabar
DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dinko Domazetović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer: Bilinogojstvo

Poljoprivredna proizvodnja u okvirima globalnih klimatskih promjena

Završni rad

Osijek, 2021.

SVEUČILIŠTE JOSIPA JURJA STROSSMAYERA U OSIJEKU

FAKULTET AGROBIOTEHNIČKIH ZNANOSTI OSIJEK

Dinko Domazetović

Preddiplomski sveučilišni studij Poljoprivreda

Smjer: Bilinogojstvo

Poljoprivredna proizvodnja u okvirima globalnih klimatskih promjena

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, 2021.

TEMELJNA DOKUMENTACIJSKA KARTICA

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

Završni rad

Poljoprivredna proizvodnja u okvirima globalnih klimatskih promjena

Sažetak: Potrebno je razgraničiti što su klimatske promjene, a što prirodne promjene koje se događaju svake godine na Zemlji. Klimatske promjene su sveprisutne te imaju svoje izvore i posljedice. U radu će se razlučiti obje vrste promjena i objasniti utjecaje klimatskih promjena na poljoprivredu te će se dati pregled načina na koji određene poljoprivredne grane doprinose ubrzavanju klimatskih promjena i emisiji stakleničkih plinova. Proučit će povijest promjena klime na Zemlji te jesu li se promjene događale kroz cijelu povijest čovječanstva. Cilj rada je predstaviti rješenja problema klimatskih promjena te kako poljoprivreda može smanjiti svoj utjecaj na klimu. Rad će dati pregled prilagodbi klimatskim promjenama te će razmotriti pitanja poput: može li poljoprivreda krenuti prema održivosti i ravnoteži sa Zemljom, može li u isto vrijeme zadovoljiti potrebe sve većega broja ljudi na Zemlji za hranom i poljoprivrednim proizvodima. Na kraju, rad će pokušati objasniti budućnost koja čeka poljoprivredu, pozitivnu, ali i negativnu te pokazati koliko je krhka ravnoteža između povoljnih klimatskih uvjeta i onih ekstremnih koji mogu uništiti cijeli proizvodni proces.

Ključne riječi: poljoprivredna proizvodnja, globalne klimatske promjene, prilagodba, održivost

29 stranica, 9 slika, 18 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 Agrobiotechnical Sciences Osijek
Undergraduate university study Agriculture, course Plant production

BSc Thesis

Agricultural production in the context of global climate change

Summary: It is necessary to distinguish what are climate changes and what are natural changes which occur every year on planet Earth. Climate changes are present and have their resources and consequences. The paper will try to explain and distinguish both type of changes and give an overwiev of how certain agricultural sectors contribute to the acceleration of climate change, as well as, greenhouse gas emissions. Also, the paper will study the history of climate changes on Earth and did the climate changes occur throughout the whole human history. The aim of this paper is to present the solutions for the problem of climate change and how can agriculture minimize the impacts of agricultural production on climate. The paper will, also, give an overwiev of possible adaptations to climate change. Questions like: can agriculture move towards sustainability and balance with the Earth and in the same time, satisfy the needs for food and agricultural goods of an increased number of human population, will be considered in the paper. Finally, the paper will try to explain the future of agriculture, both, positive and negative and show how fragile is the balance between favorable and extreme climate conditions, such that can destroy the whole production process.

Keywords: agricultural production, global climate change, adaptation, sustainability

29 pages, 9 figures, 18 references

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

SADRŽAJ

1. UVOD 1
2. ZEMLJIN KLIMATSKI SUSTAV 3
3. GODIŠNJE PROMJENE KLIME 5
4. UTJECAJ ATMOSFERE NA OBLIKOVANJE KLIME NA ZEMLJI 6
5. OCEANSKE STRUJE 7
6. POVIJEST GLOBALNIH PROMJENA KLIME 8
7. KLIMATSKE PROMJENE 10
8. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA POLJOPRIVREDU 13
9. UTJECAJ POLJOPRIVREDE NA KLIMATSKE PROMJENE 15
9.1.Utjecaj klimatskih promjena na pčelarstvo 15
9.2. Utjecaj klimatskih promjena na ribarstvo 16
9.4. Utjecaj klimatskih promjena na vinogradarstvo 18
9.5. Utjecaj klimatskih promjena na voćarstvo 19
9.6. Utjecaj klimatskih promjena na ratarstvo 20
9.7. Utjecaj klimatskih promjena na povrćarstvo 22
10. PRILAGODBA POLJOPRIVREDE NA KLIMATSKE PROMJENE 24
11. ZAKLJUČAK 26
12. POPIS LITERATURE 27

1. UVOD

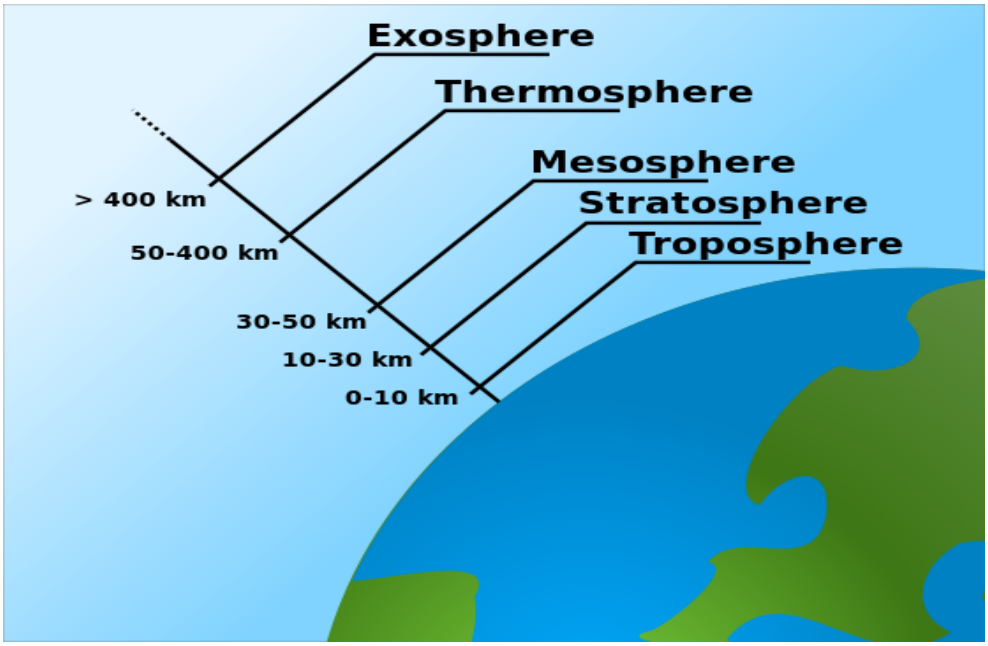
Klimatske promjene predstavljaju jedan od gorućih problema današnjega društva. S jedne strane, imamo dio država koji ih ne priznaje, ne želi vjerovati u njih i pravi se da se ništa ne događa, a s druge imamo države i pojedince koji čvrsto podržavaju promjene društva i načina kako živimo i djelujemo. No, teško je reći da se ništa ne događa s našim domom, planetom Zemljom. Svjedoci smo sve većih promjena klime i događanja na Zemlji. Nikada do sada nisu zabilježene toliko ekstremne temperature, poplave, vjetrovi i odstupanja u lokalnim klimama. Bitno je napomenuti da u nekim djelatnostima, poput poljoprivrede, promjene klime postoje u uzajamnom djelovanju od početaka poljoprivredne proizvodnje. Prve ljudske zajednice su se od samih početaka poljoprivredne proizvodnje, prije desetak tisuća godina, susretali s promjenama klime koje su utjecale na njihove zajednice, a te su promjene često imale dubok učinak na ljudsku kulturu i samo društvo. Pod tim promjenama podrazumijevamo godišnje i dekadne klimatske fluktuacije. Nadalje, imamo promjene velikih razmjera koje su se događale tijekom stogodišnjih pa čak i tisućljetnih vremenskih razdoblja. Vjeruje se da su takve promjene utjecale negativno, no, neke su čak potaknule početnu kultivaciju biljaka, usjeva, kao i pripitomljavanje i pastoralizaciju životinja. Poljoprivreda je grana proizvodnje na koju klima i vremenske prilike najviše utječu. Međutim, jedna stvar je ostala ista u poljoprivredi od davnina, a to je da se najveći dio proizvodnje odvija pod vedrim nebom i na otvorenom prostoru. Navedeno u današnje vrijeme posebno dolazi do izražaja, budući da su poljoprivredne površine sve veće, a klimatske promjene sve izraženije. Vrijeme i klima direktno utječu na prinos i kvalitetu uroda. Može se reći da bez zadovoljavajućih klimatskih uvjeta nema ni poljoprivredne proizvodnje. S druge strane, ljudska društva mijenjala su se sukladno promjenama klime, odnosno kao odgovor na klimatske varijacije. Postoje dokazi da su određena društva i civilizacije nestale i urušile se suočene s brzim i teškim klimatskim promjenama. Povijesni dokazi uočeni na koraljima i ledenim jezgrama ukazuju na to da se klima mijenjala u posljednjih tisuću godina u stogodišnjim vremenskim razdobljima. Navedeno ukazuje na činjenicu da nisu postojala dva stoljeća koja su bila potpuno ista. Tijekom posljednjih 150 godina Zemljin klimatski sustav nastao je iz razdoblja zvanog Malo ledeno doba. Ovo razdoblje su karakterizirale relativno niske temperature. Dvadeseto stoljeće posebno je zabilježilo značajan obrazac zagrijavanja u mnogim regijama svijeta. Dio toga zagrijavanja može se pripisati prijelazu iz Malog ledenog doba i drugim prirodnim uzrocima. No, velika većina znanstvenika, klimatologa, vjeruje da uzrok zagrijavanju u dvadesetom stoljeću,

posebno u kasnijim desetljećima, jest direktna posljedica atmosferskog nakupljanja stakleničkih plinova, osobito ugljičnog dioksida (CO_2). Zbog svega navedenog, potrebno je utvrditi osnovne značajke globalnih klimatskih promjena te njihov utjecaj na sadašnju i buduću poljoprivrednu proizvodnju. Isto tako, potrebno je predstaviti rješenja problema klimatskih promjena te kako poljoprivreda može smanjiti svoj utjecaj na klimu. Rad će dati pregled prilagodbi klimatskim promjenama.

U radu će se razmotriti i pitanja poput: može li poljoprivreda krenuti prema održivosti i ravnoteži sa Zemljom te može li u isto vrijeme zadovoljiti potrebe sve većega broja ljudi na Zemlji za hranom i poljoprivrednim proizvodima.

2. ZEMLJIN KLIMATSKI SUSTAV

Zemljin klimatski sustav kao i procesi koji oblikuju vrijeme i klimu na zemlji izrazito su složeni, a predstavljaju skup procesa u kojima sudjeluje više čimbenika. Za potpuno razumijevanje klimatskih promjena bitno je razumjeti procese koji oblikuju klimu na cijeloj Zemlji. Spomenuti procesi primjer su prirodnih promjena klime, koje se događaju već tisućama godina i koji uvelike određuju život na Zemlji. Promjene utječu i na svekoliku proizvodnju na Zemlji, a pogotovo na poljoprivrednu proizvodnju. Poznato je da je za poljoprivrednu proizvodnju posebno bitno imati povoljnu raspodjelu oborina i dobre klimatske uvjete. Također, svaki ekstrem i nepogoda dovode do negativnih učinaka na proizvodnju. Nadalje, postoje određene promjene u ovim procesima koje su uzrokovane ljudskim faktorom. Osim povećanja temperature na Zemlji, koja se povećava za oko 0,13 stupnjeva po desetljeću, postoje promjene i u samim procesima. Promjene koje se primjerice događaju u procesu El Nino su sljedeće: povećava se frekvencija pojavljivanja na svakih 10 godina, Pacifičke oluje se pojačavaju, izbjeljivanje koralja je sve češća pojava, a tropske kiše i oluje sve više mijenjaju smjer. Također, predviđa se da će se događati jači utjecaji na tropske ciklone. Atmosfera (Slika 1.) je pod utjecajem Zemlje i povezana je s drugim značajkama poput oceana, tala, ledenih masa (ledenjaci i ledena mora) i vegetacije.



Slika 1. Podjela Zemljine atmosfere (Izvor: https://techhydra.com)

Zajedno, oni tvore integrirani Zemljin sustav u kojemu su sve komponente u interakciji i uzajamnome djelovanju. Često su te interakcije izrazito kompleksne. Primjer toga djelovanja je klima koja djeluje na distribuciju vegetacije na Zemljinoj površini. Sukladno tomu, vidimo da su na Zemlji pustinje prisutne u sušnim regijama, a šume u vlažnim regijama. S druge strane, vegetacija utječe na klimu reflektiranjem zračne energije nazad u atmosferu, čime se transferira voda i latentna toplina iz tla u atmosferu što utječe na horizontalno kretanje zraka kroz kopnene površine.

3. GODIŠNJE PROMJENE KLIME

Svi ljudi na Zemlji, bez obzira na lokaciju i položaj na planetu, doživljavaju klimatsku varijabilnost i promjene tijekom svoga života. Najčešće, one promjene koje se redovito događaju jesu sezonski ciklusi. Prema njima prilagođavamo puno stvari u životu poput: odjeće, aktivnosti na otvorenom, poljoprivredne proizvodnje, hrane koju jedemo, putovanja i dr. Bitno je napomenuti da su rijetko dva ljeta ili dvije zime iste, što znači da svaka godina ima svoju klimatsku posebnost. Klimatske varijacije odgovorne su za godišnje razlike u primjerice prinosima usjeva, opasnosti od šumskih požara te cijenama goriva. Također, potrebno je napomenuti kako promjene vremena i klime mogu biti pozitivne, ali i negativne. Neke promjene, poput jednogodišnjih poplava uzrokovanih oborinama, mogu uzrokovati ozbiljnu gospodarsku štetu. Poplave nisu jedina elementarna nepogoda koja može uzrokovati štetu i gubitak ljudskih života već treba istaknuti i požare, oluje, uragane, toplinske udare i dr. Klimatske promjene i varijacije mogu se pojaviti tijekom duljih vremenskih razdoblja. Neke promjene imaju zabilježeno trajanje desetljećima. Određena područja Zemlje redovito pogađaju višegodišnje suše, poplave i druge nepogode. Desetljetne varijacije klime predstavljaju izazov za ljudske aktivnosti i sam život. Primjeri koji dokazuju tvrdnju su višegodišnje suše koje mogu poremetiti zalihe vode, uništiti usjeve i uzrokovati ekonomsku i društvenu dislokaciju. Jedan od takvih primjera bila je suša "Dust Bowl" u središnjem dijelu Sjeverne Amerike tijekom 1930. godina prošloga stoljeća (Slika 2.). Nadalje, dugotrajna suša može biti uzrok gladi, kao u sjevernoj Africi tijekom 70. i 80. godina prošloga stoljeća.

Slika 2. Dust Bowl u Sjevernoj Americi (Izvor: https://www.usda.gov/media)

4. UTJECAJ ATMOSFERE NA OBLIKOVANJE KLIME NA ZEMLJI

Svako mjesto na Zemlji prolazi kroz sezonske varijacije u klimi. U nekim regijama, poput tropskih, taj pomak je blag. Ciklička varijacija potaknuta je sezonskim promjenama u opskrbi Sunčevog zračenja Zemljinom atmosferom i površinom. Budući da je Zemljina orbita oko Sunca eliptična bliže je suncu otprilike 147 milijuna kilometara u blizini zimskoga solsticija, a dalje od Sunca 152 milijuna kilometara u blizini ljetnoga solsticija na sjevernoj hemisferi. Zemljina os rotacije odvija se pod kosim kutom s obzirom na njegovu orbitu. Navedeno bi značilo da je svaka hemisfera nagnuta od Sunca tijekom zimskog razdoblja i nagnuta prema Suncu u ljetnome razdoblju. Kada je hemisfera nagnuta od Sunca prima manje sunčevoga zračenja od suprotne hemisfere, koja je u to vrijeme usmjerena prema Suncu. Navedeno dovodi do zaključka da unatoč većoj blizini Sunca tijekom zimskog solsticija, sjeverna hemisfera prima manje sunčevog zračenja tijekom zime nego tijekom ljeta. Također, kao posljedica nagiba kada je na sjevernoj hemisferi zima na južnoj je ljeto. Zemljin klimatski sustav određen je solarnom radijacijom, a sezonske razlike u klimi rezultat su sezonskih promjena u zemljinoj orbiti. Cirkulacija zraka u atmosferi i vode u oceanima, reakcije su na sezonske varijacije dostupne energije od Sunca. Specifične sezonske promjene u klimi koje se događaju na bilo koji dan na Zemljinoj površini, uvelike su rezultat prijenosa energije iz atmosferske i oceanske cirkulacije. Razlike u površinskim zagrijavanjima događaju se između ljeta i zime. Navedene razlike uzrokuju promjenu položaja i snage olujnih putanja i tlačnih centara. Razlike u zagrijavanju također potiču sezonske promjene u naoblaci, oborinama i vjetru. Sezonski odgovori biosfere, posebno vegetacije te kriosfere poput ledenjaka, morskoga leda, snježnih polja, uklapaju se u atmosfersku cirkulaciju i klimu. Primjer toga predstavlja nakupljanje snijega te se povećava albedo kopnenih površina i često dovodi do pojačavanja zimskih učinaka.

5. OCEANSKE STRUJE

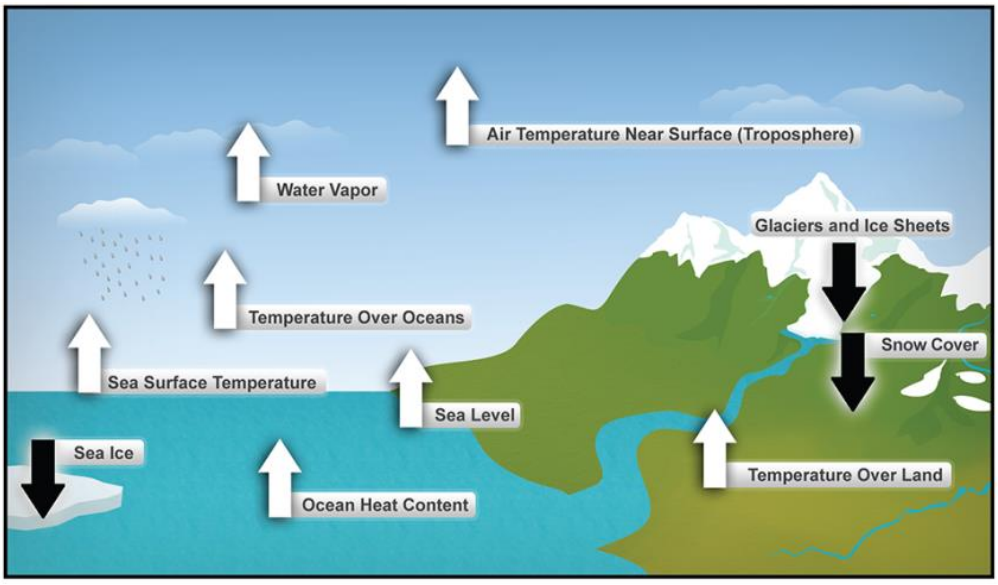
Međugodišnje klimatske varijacije poput poplava, suša i drugih pojava, uzrokovane su nizom složenih faktora i interakcija Zemljinoga sustava. Jedan od najbitnijih faktora, koji igra ulogu i u oceanskim cirkulacijama u tropsko pacifičkoj regiji je El Nino. Njegov utjecaj se proteže od Atlantskoga oceana do Europe, Azije i polarnih regija. Utjecaj El Nina nazivamo telekonekcija, a zbog njega dolazi do promjena u atmosferskoj cirkulaciji niske geografske širine. Važno je istaknuti da obrasci u pacifičkoj regiji utječu na atmosfersku cirkulaciju u susjednim i silaznim sustavima. Rezultat tih procesa je da su olujne putanje preusmjerene, ali preusmjereni su i atmosferski tlačni grebeni, odnosno područja visokoga tlaka kao i korita s niskim tlakom izvan svojih uobičajenih putanja. Najbolji primjer djelovanja El Nina vidljiv je kada istočni vjetrovi u tropskome Pacifiku promijene smjer. Navedeno dovodi do uzdizanja *(upwelling)* dubokih, hladnih voda uz zapadnu obalu Južne Amerike. Rezultat je zagrijavanje istočnoga Pacifika i poništenje gradijenta atmosferskoga tlaka. Djelovanje se nastavlja s pomicanjem zraka na površini prema istoku od Australije do Indonezije i prema centralnome Pacifiku te na kraju do Amerika. Sve navedene promjene dovode do jakih kiša i bujičnih poplava uz inače suhu obalu Perua. Međutim, dovode i do suša u inače vlažnim regijama sjeverne Australije i Indonezije. Osobito ozbiljne promjene koje uzrokuje El Nino su sprječavanje monsuna u Indijsko-oceanskoj regiji. Navedeno dovodi do intenzivnih suša u Indiji i istočnoj Africi. El Nino, kao što je navedeno ranije, nije ograničen na jedan kontinent, već se njegov utjecaj osjeti i u drugim dijelovima svijeta. Efekti El Nina pojavljuju se u prosjeku svake dvije do sedam godina.

Drugi primjer međugodišnje varijacije jest Sjeverno atlantska oscilacija (NAO), koja također ima bitan utjecaj na Zemljin klimatski sustav i utječe na klimu na sjevernoj hemisferi. Fenomen se zasniva na promjeni gradijenta tlaka ili razlika u atmosferskom tlaku, između Suptropske visoke *(Subtropichigh),* koja je obično smještena između Azora i Gibraltara i između Islandske niske *(Icelandiclow),* koja se nalazi između Islanda i Grenlanda. Princip funkcioniranja jest sljedeći; kada je gradijent tlaka strm zbog jake suptropske visoke i duboke islandske niske, sjeverna Europa i sjeverna Azija dobivaju tople i vlažne zime s jakim zimskim olujama, dok je u isto vrijeme južna Europa suha. To se najbolje osjeti u mediteranskoj regiji koja u toj fazi dobiva zimske kiše, dok je u isto vrijeme sjeverna Europa hladna i suha. Zajedničko je ovim ciklusima da ih pokreće interakcija između oceana i atmosfere. Važno je naglasiti kako ovakvih procesa ima više, ali su ovo procesi koji su najbitniji za oblikovanje klime na Zemlji.

6. POVIJEST GLOBALNIH PROMJENA KLIME

Navedeni procesi bitni su za klimatske promjene i za njihovo potpuno shvaćanje. Potrebno je naglasiti da ovaj period promjena klime na Zemlji nije prvi. Promjene su se događale više puta kroz povijest. Poznato je da od početaka ljudske vrste dolazi do promjena klime. Homo Sapiens je još prije petnaest tisuća godina prošao kroz klimatske varijacije i promjene. Specifično, to su bila dva puna ledena interglacijalna ciklusa. Skoro svaki dio povijesti ljudske civilizacije praćen je klimatskim promjenama, a civilizacije su se ili prilagodile ili su nestale. Najbolji primjer jest Majanska civilizacija koju su pogodile jake suše i glad. Navedeno se dogodilo između 750. i 950. godine naše ere, a postupno je dovelo do uništenja cijele civilizacije. Današnje promjene klime nisu iznimka od povijesnoga uzorka. Klima predstavlja prosjek vremenskih uvjeta tijekom nekoliko desetljeća. Klimatolozi su proučavanjem nekoliko različitih indikatora (Slika 5.) poput: ledenih kora, jezera, fosila i prstenova na drvetu, zaključili da se klima trenutno globalno mijenja prema toplijim uvjetima, ali u različitim regijama ona se mijenja različitom stopom. Zapisi iz Zemljine geološke povijesti nam govore da se klima mijenjala i postupno i naglo. Tijekom zadnjih tri milijuna godina, Zemlja je prošla kroz nekoliko ledenih doba, s razdvojenim kratkim periodima zatopljenja. Geološki zapisi govore i da su globalna temperatura i koncentracija stakleničkih plinova u uskoj korelaciji proteklih 80 000 godina. Navedeno bi značilo da je temperatura rasla, kako se koncentracija stakleničkih plinova povećavala. Jedine oscilacije zabilježene su zadnjih 150 godina gdje dolazi do rapidnog zagrijavanja zraka, povećanja temperature oceana i povećanja emisije stakleničkih plinova. Sukladno s rapidnim zagrijavanjem dolazi do povećanja temperature za (0,8) Celzija u prosjeku od 1880. godine. Povećanje temperature tla i oceana posebno raste od 1970. godine. Čak 90% Zemljinog zagrijavanja zadnjih pedeset godina, dogodilo se u oceanima. Navedeno se događa zbog toga što oceani imaju veliki kapacitet za opuštanje i zadržavanje topline. Ubrzano povećavanje globalne temperature od 19. stoljeća, uzrokovano je i povećanjem atmosferske koncentracije ugljičnog dioksida. Potvrdu toga povećanja vidimo i u tomu što je globalna koncentracija ugljičnoga dioksida bila 405 dijelova na milijun u 2017. godini, što bi značilo da je razina ugljičnog dioksida u atmosferi 45% veća, nego tijekom bilo kojeg drugog toplog razdoblja u zadnjih 400 tisuća godina. Sljedeći zabrinjavajući podatak, koji je vezan uz klimatske promjene, jest rast razine mora i oceana. Razina mora i oceana u prosjeku raste dvadeset centimetara godišnje od sredine 19. stoljeća. Navedeno dovodi do smanjenja: morskoga leda, ledenoga pokrova i veličine glečera. Rezultat toga je mijenjanje uzoraka kiše i snježnih padalina, ali i sve veće smanjenje površina

prekrivenih snijegom. Nepravilni klimatski režimi očituju se i kroz iznenadnu pojavu mraza. Problem vezan za ledene površine su i toplinski rekordi koji se kroz godine i desetljeća iznova povećavaju. Deset najtoplijih godina od početka vođenja evidencije 1880. godine dogodile su se do početka 2000. godine. Navedeno dovodi do povećanja rasta razine mora i zagrijavanja oceana, koji kako su topliji brže tope led. Dokaz tomu su i satelitske snimke koje pokazuju da se razina mora od 1992. godine dvostruko povećavala u usporedbi s istim razdobljem prethodnoga stoljeća. Povećanje razine mora dovodi do još jednog negativnog učinka i u konačnici do povećavanja koncentracije ugljičnog dioksida. Površina oceana je u prosjeku 30% više kiselija od sredine 19. stoljeća. Sve navedeno dovodi do negativnih učinaka na morski život i faunu te predstavlja čvrste dokaze da je koncentracija stakleničkih plinova uzrokovana ljudskim aktivnostima i drugim utjecajima poput promjene namjene zemljišta ***(****land use changes****)*** dovela do ubrzanog zagrijavanja od sredine 20. stoljeća do danas. Upravo porast temperature zajedno s porastom koncentracije stakleničkih plinova predstavlja obilježje perioda u kojem se nalazimo. Taj period je globalno zatopljenje.



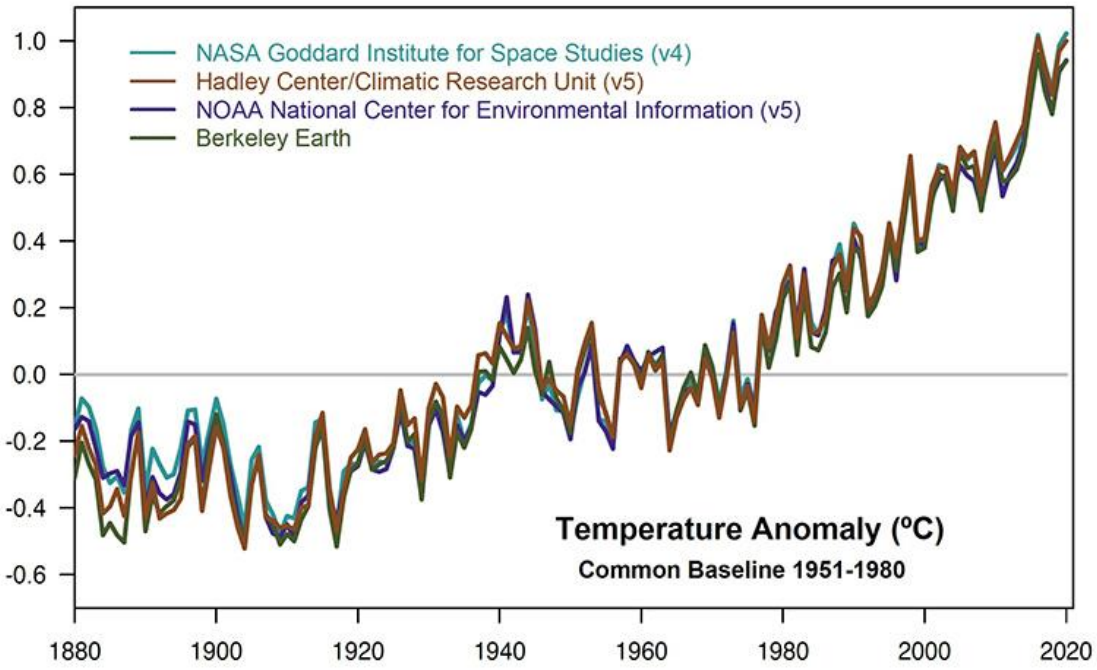
Slika 3. Indikatori globalnog zatopljenja (Izvor:https://www.britannica.com/science)

7. KLIMATSKE PROMJENE

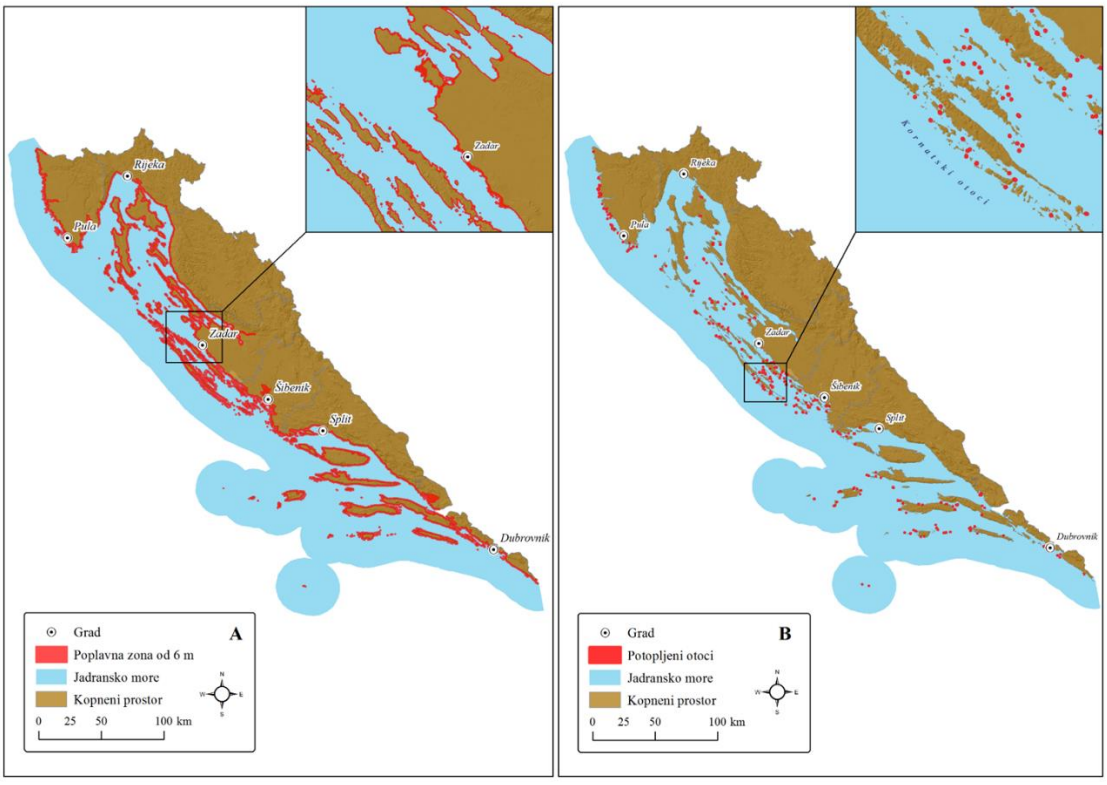
Navedeno u prethodnim poglavljima ovoga rada predstavlja neoborive dokaze da se događaju rapidne i opasne promjene klime na Zemlji, to su utvrdili Sippel i sur. (2020.). Nadalje, može se zaključiti da klimatske promjene predstavljaju periodične izmjene Zemljine klime, koje se događaju kao rezultat promjena u atmosferi. Promjene se događaju i zbog interakcija između atmosfere i drugih geoloških, bioloških, kemijskih i geografskih čimbenika unutar Zemljinoga sustava. Klimatske promjene su isto tako promjene uobičajenog vremena koje se nalazi na nekome mjestu, a očituje se kroz sve učestaliju pojavu različitih klimatskih ekstrema (Slika 4.), što su utvrdili Swain i sur. (2020.). Slika 5. predstavlja zabilježene klimatske ekstreme vezane za temperaturne anomalije. Promjene mogu biti odstupanja u količini kiše tijekom jedne godine ili promjene u uobičajnoj temperaturi za jedan mjesec i sezonu što uključuje i promjene u Zemljinoj klimi. Nadalje, tu su i promjene uobičajne temperature ili promjene gdje će se dogoditi padaline poput kiše ili snijega. Uslijed nabrojanih promjena dolazimo do bitnih razlika koje je važno navesti i razumjeti. Vrijeme se može promijeniti u nekoliko sati, a klimi treba nekoliko stotina pa čak i milijuna godina da bi se promijenila. Izvori za ove promjene su različiti. Prirodni izvori već su navedeni ranije u radu. Ako gledamo izvore koji potječu od ljudske aktivnosti oni su također različiti. Ljudske aktivnosti koje utječu na ispuštanje stakleničkih plinova su sljedeće: izgaranje fosilnih goriva (koja se koriste za transport i dobivanje energije), rezanje drveća u gradovima i mjestima koja bi apsorbirala ugljikov dioksid i poljoprivredna industrija. Sve navedeno dovodi do vodećih problema današnjega društva, a to su: izgaranje fosilnih goriva i ugljena, ulja, ali i prirodnoga plina. Također, dolazi do uništavanja prašuma i drugih ekoloških sustava, kao i porasta koncentracije metana, koji je također staklenički plin i njegova koncentracija raste raspadanjem biljnih i životinjskih ostataka. Vodeći izvor metana je poljoprivredna industrija te ostale industrijske tehnologije. Bitno je napomenuti što su staklenički plinovi. Staklenički plinovi su oni plinovi koji uzrokuju efekt staklenika u planetarnoj atmosferi. Plinovi podižu temperaturu atmosfere. Kako ekonomija raste zajedno s populacijom troši se sve više robe i proizvoda, a to dovodi do odbacivanja više smeća te dolazi do stvaranja velikih odlagališta otpada. Odlagališta su izvor smeća i raspadajućeg otpada, koji ispuštaju tone metana u atmosferu. Izvor zagađenje može biti i u našemu domu, gdje koristimo plinove poput klorofluorougljika i hidroklorofluorougljika. To su kemikalije koje se koriste u hladnjacima i aerosolnim sprejevima, a one također spadaju u stakleničke plinove. Postavlja se pitanje što nas čeka u budućnosti, ako ne promijenimo svoj pristup i smanjimo emisiju stakleničkih

plinova? Predviđanja nisu dobra. Znanstvenici očekuju ako se situacija nastavi mijenjati rapidno kao do sada da nas čekaju velike promjene. Te promjene uključuju nagli porast temperatura, koji bi mogao dovesti do otapanja polarnih kapa kroz nekoliko desetljeća. Navedeno bi imalo za posljedicu rast mora i oceana, a što bi dovelo do nestanka otoka i plavljenja obalnih područja, zbog čega bi ugrožen bio i prostor Hrvatske obale (Slika 6.), navedeno su utvrdili Domazetović i sur. (2017.). Osim toga, jake klimatske promjene dovele bi do težih vremenskih obrazaca, primjeri toga bili bi povećanje broja uragana, tajfuna i tornada. Isto tako, došlo bi do porasta oborina na određenim mjestima, a u drugima bi ih bilo znatno manje. Predviđanja znanstvenika idu i dalje te navode kako će regije gdje rastu usjevi postupno postajati pustinje. Mijenjat će se i navike živih bića, što će za posljedicu imati sve više životinjskih vrsta, koje će biti ugrožene, baš kao i njihova staništa. Mnoga ljudska društva ovise o specifičnom usjevu ili hrani, odjeći i trgovini, no, ako se klima u tim regijama promijeni, ljudi koji naseljavaju ta područja neće više biti u mogućnosti uzgajati usjeve koji im trebaju za preživljavanje. Znanstvenici predviđaju da će kako se Zemlja bude zagrijavala, određene tropske bolesti poput malarije, virusa zapadnog Nila i žute groznice početi širiti u umjerena područja. Navedeno nam treba pokazati da se na Zemlji događaju promjene koje su opasne. Kako će ljudska populacija sada reagirati na njih uvelike će odrediti ljudsku budućnosti. Situacija se vrlo brzo mora promijeniti na bolje kao i odnos prema Zemlji. U ovome radu fokus će biti stavljen na međuodnos između klimatskih promjena i poljoprivredne proizvodnje. Prikazat će i kako poljoprivreda utječe na klimu i obrnuto.

Slika 4. Primjer klimatskih ekstrema (Izvor: https://climate.nasa.gov/effects/)



Slika 5. Temperaturni ekstremi u zadnjih 140 godina (Izvor: https://climate.nasa.go)



Slika 6. Utjecaj porasta morske razine na Hrvatsku obalu (Izvor: Domazetović i sur., 2017.)

8. UTJECAJ KLIMATSKIH PROMJENA NA POLJOPRIVREDU

Događanja koja prate poljoprivrednu proizvodnju i pojačavanje klimatskih promjena trebali bismo pratiti sa strepnjom, određenom dozom opreza i strahom. Dokazano jest da bez poljoprivrede nema hrane niti osnovnih potrepština koje su ljudskoj vrsti nužne za život. Može se reći da ljudsko postojanje na ovom planetu uvelike ovisi o poljoprivredi. Znanstvenici upozoravaju da ukoliko dopustimo da klima dovede poljoprivredu na rub opstanka, ljudsku vrstu čekaju teška vremena (Howden i sur., 2007.). Također, nije pretjerano očekivati da ljudsku vrstu čeka vraćanje u prošlost što može dovesti do velikih problema s opstankom civilizacije i prehranom stanovništva. Sljedeći veliki problem je sve veći rast populacije ljudi na Zemlji, a upravo taj proces traži sve veće poljoprivredne proizvodne kapacitete kako bi se svi mogli prehraniti. Poznata je činjenica da bez klime i njezinih utjecaja ljudi nemaju jednak pristup hrani te velik dio ljudske populacije živi bez osnovnih potrepština i uvjeta za život. Ukoliko se dogodi da poljoprivreda izgubi svoje kapacitete teška sudbina čeka sve više ljudi. Stoga se može zaključiti da su klimatske promjene i poljoprivreda povezani procesi i oba se događaju na globalnoj razini. Nepovoljni učinci klimatskih promjena utječu izravno i neizravno na poljoprivredu. Poljoprivredna proizvodnja, proizvodnja hrane i distribucija, glavni su čimbenici u rastu stakleničkih plinova. Proizvodnja hrane odgovorna je za 37% od ukupne emisije stakleničkih plinova, a navedena brojka bi do 2050. godine mogla narasti na 40% zbog rasta populacije i promjena u ishrani. Danas je poljoprivreda direktno odgovorna za 14% ukupne emisije stakleničkih plinova. Velik utjecaj imaju i promjene poljoprivrednih površina, poput šuma u poljoprivredne površine. Znanstvenici predviđaju da je u zadnjih 150 godina oko 486 milijardi tona ugljika bilo ispušteno s poljoprivrednih zemljišta, velikom većinom zbog neprikladnog uzgoja i ispaše. Tijekom 2017. godine, poljoprivreda je bila odgovorna za ispuštanje 20 milijuna tona ugljičnog dioksida u Zemljinu atmosferu. Utjecaj klime na poljoprivredu možemo, također, promatrati kroz promjene prosječnih temperatura, padaline, ali i kroz klimatske ekstreme. Primjeri ekstrema bili bi sljedeći: toplinski valovi *(heatwaves)*, promjene u pojavi bolesti i štetnika, promjene u atmosferskim koncentracijama ugljičnoga dioksida. Dobar primjer djelovanja klimatskih promjena na poljoprivredu su promjene u obrascima oborina. Navedene promjene mogu prouzročiti sušno razdoblje, kao i jače oborine i poplave u istoj regiji. Previše vode može biti štetno, isto kao i premalo vode. Ukoliko dolazi do učestalijih poplava to može dovesti do uništenja usjeva i stoke. Isto tako, zagađuje se voda i uništava se infrastruktura, dok s druge strane suša smanjuje zalihe vode, povećava šanse za požar i smanjuje prinose. Nadalje, poljoprivrednici su suočeni s

konstantnim abnormalnim i atipičnim vremenom. Primjeri toga bi bili manjak snijega za vrijeme zime što može rezultirati slabim prinosom kod ozimih kultura. U abnormalnosti spadaju još i ekstremno topla ljeta i ekstremno hladne zime ili obrnuto od toga, tople zime i hladna ljeta. Bitan utjecaj je i atipičan nedostatak padalina što dovodi do stvaranja potrebe za umjetnim navodnjavanjem u regijama u kojima je to prije činila priroda. Potpuno suprotan efekt ima još jedan faktor utjecaja promjene klime, a to je prekomjerna vlaga. Biljke su osjetljive na plavljenje jednako kao i na sušu, oba slučaja će dovesti do ugibanja. Navedeni efekti su neravnomjerno raspoređeni po cijelome svijetu. Pretpostavlja se da će buduće klimatske promjene vjerojatno utjecati na biljnu proizvodnju u području tropa negativno, dok promjene na sjevernoj hemisferi mogu biti i pozitivne i negativne. Nabrojane promjene u održivosti usjeva i stoke tjeraju poljoprivrednike da nađu bolje sorte usjeva i otporniju stoku koji će biti otporni na promjene temperature i razinu dostupne vode te primoravaju poljoprivrednike da uče o novim tehnikama te ulažu u moderniju tehnologiju i opremu. No, unatoč tomu, veliki broj ljudi i dalje koristi metode poljoprivrede koje su se koristile prije tisuću godina te nema pristup modernim znanjima i tehnologiji. Uz sve navedeno, sve veći problem predstavljaju bolesti, napadi štetnika i insekata. Nadalje, rast temperatura dovodi do toga da biljke rastu brže i dolazi do produljenja sezone rasta. Temperatura, u isto vrijeme, pogoduje insektima na način da povećava brzinu metabolizma i broj uzgojnih ciklusa u populaciji insekata. Insekti koji su prije imali dva uzgojna ciklusi sada bi mogli dobiti još jedan.

Slika 7. Posljedica višemjesečnih visokih temperatura i suše u polju kukuruza (Izvor: vlastita fotografija s prakse na Selešu, Žito d.o.o., srpanj, 2021. godine)

9. UTJECAJ POLJOPRIVREDE NA KLIMATSKE PROMJENE

Proučavanjem utjecaja poljoprivrede na klimatske promjene dolazimo do spoznaje da su još neki čimbenici bitni osim stakleničkih plinova i stvaranja novih poljoprivrednih površina. Ostali bitni čimbenici su sljedeći: iscrpljivanje i degradacija tla, a problemi koji se kod ovih procesa pojavljuju su da dolazi do erozije tla, redukcije organske tvari, salinizacije, zakiseljavanja i gubitka plodnosti. Sljedeći negativni utjecaj je krčenje šuma. Šume su izvor plodnoga tla, no, zbog pretjeranoga korištenja dostupnog tla i osiromašivanja istog šume se koriste kao izvor novog tla za obradu. Bitan utjecaj je i gubitak biološke raznolikosti budući da se prilikom obrade tla uništavaju prirodna staništa. Problem predstavlja i nepravilno rukovanje s postojećim površinama i proizvodnjom. Kemikalije i otpad koji završi u prirodi opasnost su za sva živa bića. Ostali bitni utjecaji su: zagađenje rijeka, voda, mora i oceana, kao i zakiseljavanje oceana. Završni rad će se fokusirati na utjecaj promjene klime na poljoprivredne djelatnosti što znači da će proučiti kako promjene klime utječu na samu djelatnost, ali i obrnuto. Utjecaj je bitno promatrati za poljoprivredne djelatnosti poput: pčelarstva, ratarstva, stočarstva, ribarstva, voćarstva i vinogradarstva. Kada se prouči utjecaj na poljoprivredne djelatnosti, može se dobiti potpuna slika i shvatiti trenutna situacija.

9.1.Utjecaj klimatskih promjena na pčelarstvo

Pčelarstvo je poljoprivredna djelatnost koja je izrazito bitna za poljoprivrednu proizvodnju, ali i za cjelokupni ekosustav. Zaslužne su za opstanak mnogih biljnih i životinjskih vrsta, a među njima i ljudi. Osim što proizvode hranu poput meda, saća, propolisa, matične mliječi, odgovorne su i za polinaciju. Polinacija predstavlja najveći doprinos svjetskim usjevima. Ovim procesom podupire se proizvodnja 87% usjeva diljem svijeta. Koliko je polinacija bitan proces govori i podatak da samo u Sjevernoj Americi pčele oprašuje usjeve u vrijednosti od petnaest milijardi dolara godišnje. No, treba navesti kako su klimatske promjene utjecale na ove insekte. Prva bitna promjena je promjena mirisa biljaka, jer su klimatske promjene dovele do toga da su biljke promijenile miris. Uzrok ovoga je promjena u okolišnim uvjetima poput nedostatka vode ili ekstremnih vrućina. Navedeno dovodi do stresa kod biljaka, a kao direktna posljedica događa se da biljke oslobađaju obrambene spojeve kako bi se zaštitile od nepovoljnih uvjeta. Međutim, ti spojevi imaju i negativan učinak, jer mijenjaju miris biljaka i time se otežava pčelama put do biljaka koje su im izvor hrane. Manjak hrane može dovesti do ugibanja pčelinjih zajednica. Drugi problem je da se vrijeme cvatnje i vrijeme kada pčelinje

zajednice imaju period izlijeganja moraju poudarati. Klimatske promjene su poremetile ova razdoblja te je došlo do neusklađenosti između razdoblja kada biljke stvaraju pelud i kada se pčele mogu njime hraniti. To stvara probleme za pčele kojima se remeti period ranijeg izlijeganja što predstavlja velik udarac na ekosustave. Rezultat svega toga je smanjenje proizvodnje sjemena i slabije oprašivanje biljka koje su stranooplodne. Uništavanje prirodnih staništa i krčenje šuma, također se odražava na pčele. Velik dio divljih pčela živi u šumama ili livadama te nisu sve uvjetovane ljudskom kontrolom i uzgojem. Upravo su autohtone pčelinje vrste u najvećoj opasnosti. Predviđa se da pčele samo u Europi godišnje izgube oko 300 km^2 svoga prirodnoga teritorija. Pčele se teško prilagođavaju promjeni staništa i rijetko mijenjaju svoja prirodna staništa. Zbog toga se suočavaju sa sve većim izazovom gdje smjestiti svoje kolonije. Također, treba obratiti pažnju na povećanu opasnost od bolesti i napada štetnika. Bolesti kojima su pčele izložene nisu samo prirodne. Ulogu u trovanju pčelinjih zajednica ima i čovjek. Sve veći problem predstavlja pogrešno tretiranje pesticidima kultura koje oprašuje pčele poput jabuka i suncokreta. Određene kemikalije, ako se njima ne rukuje pravilno, mogu uništiti cijele zajednice. Drugi problem, pojavljuje se zbog manjka hladnoga vremena pa su pčele više izložene napadima štetnika u razdoblju kada su u zimskom mirovanju. Probleme s klimatskim promjenama, koje direktno utječu na pčele, vrlo bi se brzo mogli reflektirati i na ljudsku populaciju, budući da su pčele glavni polinatori i oprašivači. Dopusti li se njihovo izumiranje, dovodi se cijelo čovječanstvo u veliku opasnost.

9.2. Utjecaj klimatskih promjena na ribarstvo

Ranije navedeni čimbenici poput rasta temperatura oceana i acidifikacija oceana globalni su dokazi za utjecaj klimatskih promjena na ribarstvo, to su utvrdili Barange i sur. (2018.). Utjecaji radikalno mijenjaju morske vodene ekosustave. Isto tako, slatkovodni eko sustavi također pate od posljedica, a to su: mijenjanje temperature vode, protoka vode i gubitak staništa riba. Klimatske promjene modificiraju rasprostranjenost ribe i produktivnost morskih i slatkovodnih vrsta. Utjecaji nisu ograničeni samo na riblje vrste, nego se navedene promjene odražavaju i na ljude. Mnoge zajednice na Zemlji žive od ribolova i ribarstva stotinama godinama. S rastom razine mora i oceana obalne ribolovne zajednice su u sve većoj opasnosti. Oceani su izrazito bitni u klimatskoj dinamici budući da apsorbiraju 93% topline koja se akumulira u Zemljinoj atmosferi. Isto tako, apsorbiraju i četvrtinu ugljičnog dioksida koji se ispušta u atmosferu od fosilnih goriva. Znanstvenici predviđaju da će temperature oceana rasti za 1-4^oC do 2100. godine. Morske struje, koje mijenjaju tijekove i zagrijavanje voda mijenjaju

distribuciju ribljih zaliha diljem svijeta, a time se narušava struktura eko sustava. Svjetska ribarska industrija ovisi o ribogojilištima. Ribogojilišta su bitna, jer su to nakupine regionalnih ribljih populacija koje ljudi mogu loviti i imati ekonomsku korist od njih. Međutim, istraživači predviđaju da se u prosjeku broj riba u rizičnim uzgajalištima smanjio za 4% od 1930. godine. Najgore su pogođena uzgajališta u Sjevernome moru i u morima oko Japana koja su pretrpjela gubitak od čak 35%. Također, problem za ribarstvo predstavlja i rast svjetske populacije. Do 2050. godine sa sadašnjom stopom rasta stanovništva svijet će morati udvostručiti svoju proizvodnju hrane. Upravo iz toga razloga sve se više oslanja na ribu kao vodeći izvor proteina za milijune ljudi. No, nisu sva mjesta jednako zahvaćena, područje tropskih krajeva moglo bi izgubiti do 40% u potencijalnom ulovu morskih plodova do 2050. godine. S druge strane, mjesta viših geografskih širina poput Sjevernog Atlantika i Pacifika bilježe porast u ribljim vrstama. Jedan od uzroka pada ribljeg fonda je i prekomjeran ulov i izlovljavanje ribe. Pretjerani ribolov pojačava učinke klimatskih promjena, jer stvara uvjete koji riblju populaciju čine osjetljivom na promjene u okolišu. Velik problem je i moderna tehnologija koja omogućava sve veći ulov ribe.

9.3. Utjecaj klimatskih promjena na stočarstvo

Rast populacije, urbanizacija i rast prihoda u zemljama u razvoju razlozi su za povećanu potražnju za stočarskim proizvodima, to su utvrdili Rust i sur. (2013.). Stočarski sektor zahtijeva veliku količinu prirodnih resursa za proizvodnju. Upravo zbog toga, ovaj je sektor odgovoran za čak 14.5% od ukupne antropogene emisije stakleničkih plinova. Staklenički plinovi koje stvara stočarska industrija su metan i dušikov oksid. Metan se stvara uglavnom zbog enteričke fermentacije i skladištenja stajskog gnojiva. Stajski gnoj djeluje kao izvor emisije metana i dušikovog oksida. Količina koja se emitira povezana je s načinom gospodarenja i sastavom gnojiva. Metan ima utjecaj na globalno zagrijavanje 28 puta veći od ugljičnog dioksida. Dušikov oksid nastaje zbog skladištenja stajskoga gnojiva i uporabe organskih i anorganskih gnojiva. Emisije dušikovog oksida emitiraju se kada se na tlo unose organska i anorganska gnojiva. Odbacivanje i taloženje gnojiva na poljima i pašnjacima generira značajnu količinu emisije dušikovog oksida. Dušikov oksid je molekula koja ima potencijal za globalno zagrijavanje 265 puta veće od ugljičnoga dioksida. Sadržaj organske tvari i dušika u izlučevinama glavne su karakteristike koje utječu na emisiju metana i dušikovog oksida. Stočarstvo, zajedno s poljoprivrednom proizvodnjom i rastom proizvodnje na farmama dovodi do rasta emisije ugljičnoga dioksida u tlu. Na dinamiku ugljika u tlu utječe

više faktora, a to su: raspadanje biljnih ostataka, mineralizacija organske tvari iz tla, promjena namjene zemljišta uzrokovane čovjekom, korištenje fosilnih goriva za obradu tla i ostalih operacija na farmama i zemljištima. Sljedeći problem je proizvodnja stočne hrane. Emisije stakleničkih plinova od proizvodnje stočne hrane odgovorne su za 45% stakleničkih plinova od cijelog stočarskog sektora. Klimatske promjene, također, imaju velik utjecaj na stočarstvo. Postoji sve više pokazatelja da će klimatske promjene utjecati na ekonomsku održivost stočarskih sustava proizvodnje diljem svijeta. Uvjeti okoliša izravno utječu na mehanizme i stope dobitka ili gubitka topline kod životinja. Nedostatak odgovarajućih vremenskih prilika rezultira katastrofalnim gubitcima u stočarskoj industriji. Primjer tih gubitaka možemo promatrati kroz slučajeve u Sjevernoj Americi gdje su toplinski valovi kroz razdoblje od 1995. do 1999. godine doveli do gubitaka u pojedinim saveznim državama i do pet tisuća grla svake godine. Problem ne predstavljaju samo visoke već i niske temperature (hladnoća). Više snijega i veća brzina vjetra ozbiljan su problem za novorođenu telad. Snježne oluje mogu biti problem i za opskrbu strujom za zgrade u kojima životinje obitavaju.

9.4. Utjecaj klimatskih promjena na vinogradarstvo

Klimatske promjene predstavljaju velik izazov za vinogradarstvo i proizvodnju vina, općenito. Sastav vina ovisi o mikroklimi i makroklimi. Prilikom proizvodnje visoko kvalitetnih vina mora se održavati ravnoteža klime i tla. Velik problem predstavlja rast temperatura i sve veći nedostatak vode. Organske kiseline su ključne u kvaliteti vina. Fenolni spojevi poput antocijana i tanina pomažu vinu da dobije boju, gorčinu i antioksidativni kapacitet. Istraživanja su pokazala da je vinova loza koja je bila konstantno izložena temperatura iznad 30ºC imala znatno manju koncentranciju antocijana, nego vinova loza koja je bila izložena temperaturama oko 20ºC. Više temperature ubrzavaju sazrijevanje, a kao posljedica toga premješta se faza zrenja u toplija razdoblja ljeti. Navedeno utječe i na sastav grožđa i njegove prinose, kao i na spojeve koji utječu na aromu. Također, povećanje u vodenom stresu smanjuje prinose i mijenja sastav grožđa. Sve više regija u kojima se uzgaja vinova loza proživljava nedostatak vode. Na vinogradarstvo utječu i promjene u obrascima oborina. Višak padalina može dovesti do erozija koje su velik izazov i problem za vinograde. Ravnomjernost u padalinama je posebno bitna u ovoj grani proizvodnje. Kiše su ključne na početku vegetacijske sezone zbog razvoja pupoljka i cvata, dok su sušna razdoblja bitna za razdoblje cvatnje i dozrijevanja. Vinogradarstvo ima velik i dugotrajan utjecaj na okoliš i klimu. Također, ono utječe na kvalitetu staništa i značajno utječu na izvore vode. Uspostava

vinograda zahtijeva uklanjanje autohtone vegetacije. Isto tako, potrebna je veća dubina oranja, fumigacija kemikalijama, poput metil bromida ili drugih za sterilizaciju tla te primjenu gnojiva i fungicida. Korištenje vode za potrebe vinograda stvara velike probleme za očuvanje slatkovodnih staništa. U određenim vinarskim regijama, poput Kalifornije u SAD-u već je došlo do smanjenja protoka u potocima. Klimatske promjene bi mogle dovesti i do uspostave vinograda na višim nadmorskim visinama što opet stvara velike probleme za gorske ekosustave i može dovesti do pretvorbe prirodne vegetacije kako se mijenja proizvodnja. Klimatske promjene pogoduju vinarstvu u određenim zemljama. Zemlje Sjeverne Europe poput: Njemačke, Švicarske i Velike Britanije, bilježe sve kvalitetniju proizvodnju vina, dok su druge, otprije poznate vinarske regije, poput Francuske, Australije i Sjeverne Amerike sve pogođenije promjenama klime.

9.5. Utjecaj klimatskih promjena na voćarstvo

Problemi vezani uz klimatske promjene u voćarstvu, ozbiljni su. Pretpostavlja se da bi mogli dovesti do velikih promjena u toj grani poljoprivredne proizvodnje. Znanstvenici upozoravaju da određene vrste poput jabuke koju svi konzumiramo uskoro mogle u određenim regijama nestati ili drastično poskupjeti. Upravo kroz primjere jabuka i krušaka vidimo utjecaj promjene klime. Proizvodnja jabuka je već pogođena ljetnim sušama i zimskim oborinama. Porast temperature doveo je do ranijeg proljeća i dužih, toplijih ljeta. Navedeno povećava potražnju za vodom i upijanjem vode kod jabuka i krušaka, ali i povećava pritisak na vitalne vodene resurse. Voćnjaci, posebno oni u kojima se vrši intenzivna proizvodnja, zahtijevaju odgovarajuću opskrbu vodom tijekom sezone rasta. Razina vode je posebno bitna za prinos i kvalitetu u proljeće i ljeto. Sve češće, razdoblje voćnog punjenja podudara se s razdobljem kada je vode najmanje. Sljedeći problem je što toplije vrijeme povećava toplinsko opterećenje na drvetu što za posljedicu ima povećavanje brzine isparavanja iz lišća. Također, iz tla se izvlači više vode, jer se proces transpiracije ubrzava. Isto tako, gubi se vlaga iz područja korijena, a za pravilan razvoj korijena on mora imati dovoljno vode. Proizvodnja u voćarstvu i kvaliteta voća može se direktno i indirektno povezati s izloženosti visokim temperaturama i razinama ugljičnog dioksida u atmosferi. Također, nepravilni klimatski režimi utječu na veću učestalost ekstremnih događaja poput iznenadnog pada temperature i pojave mraza (Slika 8.), koji može u voćarstvu uzrokovati znatne štete. Porast u razini atmosferskog ugljikovog dioksida ima direktan i indirektan utjecaj na sekundarnu sintezu metabolita u biljkama. Rast temperature utječe izravno na fotosintezu uzrokujući promjene u: razini šećera, sadržaju

flavonoida i promjene u organskim kiselinama. Voćarstvo daje velik doprinos klimatskim promjenama, budući da sve veći voćnjaci i površine na kojima se uzgaja voće i agrumi zahtijevaju velike resurse. Voćarstvo predstavlja problem za eko sustave i za kukce. Velika količina pesticida i insekticida koji se primjenjuju problem je za pčele i ostale prirodne oprašivače.

Slika 8. Mraz u voćnjacima. (Izvor: https://www.agrobiz.hr/)

9.6. Utjecaj klimatskih promjena na ratarstvo

Proizvodnja žitarica osnova je egzistencije čovječanstva od samih njenih početaka. Žitarice su osnovni dio naše ishrane i ishrane životinja. Gubitak ili pad prinosa direktno bi pridonio povećanju gladi kod životinja i ljudi. Isto tako, tlo je osnova za početak svake kvalitetne poljoprivredne proizvodnje, zato se podrazumijeva da bez tla nema poljoprivrede. Gubitak i osiromašivanje tala predstavlja velik problem i izazov, što su utvrdili Nelson i sur., (2010.). Tlo na Zemlji podupire 95% sveukupne proizvodnje hrane. Do 2060. godine tlo će biti pred još većim izazovom zbog velikog prirasta stanovništva trebat će proizvesti toliko hrane koliko smo konzumirali u zadnjih 500 godina. Posljednjih 150 godina izgubljena je polovica humusa tla, a degradacijom tla dolazi do drastičnog pada produktivnosti i prinosa poljoprivrednih površina diljem svijeta. Degradacija tla uzrokovana čovjekom opasna je za ljudsko zdravlje, kao i nestanak životinjskih vrsta, ali i doprinosi ubrzavanju klimatskih promjena. Uvelike osiromašeno tlo doprinosi raseljavanju ljudi, ali i širenju sukoba oko tla i obradivih površina. Smatra se da je poljoprivreda odgovorna za 80% degradacije tla u Europi. Isto tako, smatra se da je samo u Europi oko 40% tala je već trajno osiromašeno zbog ljudskih aktivnosti. Globalne posljedice su također velike. Predviđa se da je globalno 24% kopnene površine pogođeno degradacijom, a kao direktnu posljedicu toga 1.5 milijardi ljudi živi na degradiranim tlima. Degradacija uzrokovana čovjekom oštetila je i zahvatila 1965 milijuna hektara. Nadalje, degradacija dovodi i do širenja pustinja (povećanje površine za 10% u 100

godina). Degradacija tla predstavlja proces u kojem vrijednost tla i njegovog biofizičkog okoliša dolazi pod utjecaj kombinacije ljudskih djelovanja i neprirodnih pojava. Degradacija ima više izvora, a jedan od glavnih je intenzivna poljoprivreda. Navedeni proces kao posljedicu ima različite faktore počevši od zbijanja tla koje je potaknuto korištenjem strojeva te dovodi do smanjenja poroznosti i propusnosti te pretjerano korištenje pesticida, koje dovodi do erozije jer se uklanja prvi sloj tla, deforestacija i uzgoj monokultura, pod kojom se podrazumijeva sječa šuma da bi se sadila samo jedna kultura, poput soje, a što za posljedicu ima pretjerano iscrpljivanje tla, potom salinizacija tla navodnjavanjem. Sve navedeno dovodi do gubitka minerala i nutrijenata koji su neophodni za rast biljaka. Naravno, ovo negativno utječe i na usjeve kojima trebaju pravilni uvjeti za rasti razvoj. Uzgoj usjeva posebno je osjetljiv na klimatske promjene. Dugoročni trendovi poput prosječne količine padalina, temperature, međugodišnje klimatske varijabilnosti, ekstremni vremenski događaji, šokovi tijekom fenoloških faza uvelike utječu na usjeve. Različiti čimbenici različito djeluju na različite tipove usjeva. Primjer toga vidimo u povećanju atmosferske razine ugljičnog dioksida što direktno utječe na C3 biljke u koje spadaju krumpir, suncokret, duhan, soja, riža i drugi. Kod tih biljaka se fotosinteza oslanja na koncentraciju ugljičnog dioksida koji je prirodno dostupan u atmosferi što znači da će imati mali učinak na gnojidbu ako svi ostali čimbenici ostanu povoljni. Nepovoljni uvjeti vlage tijekom vegetacije, nedovoljna raspoloživost dušika, temperature iznad optimalnog raspona mogu smanjiti ovaj učinak. S druge strane, C4 biljke u koje spadaju: kukuruz, šećerna trska, sirak i drugi, imaju sposobnost povećanja koncentracije ugljičnog dioksida u njihovom lišću prije početka fotosinteze. Povećanje ugljičnog dioksida za njih neće imati doprinos. Biljke uzgajane u višim koncentracijama ugljičnog dioksida imaju nižu stomatalnu vodljivost i transpiraciju. Velik problem predstavljaju promjene temperature. Usjevi su najosjetljiviji na visoke temperature u reproduktivnom stadiju i stupnju punjenja zrna. Porast prosječne temperature za samo jedan stupanj kod većine usjeva može dovesti do pada prinosa i do 10%. Visoke temperature iznad trideset stupnjeva mogu trajno fizički oštetiti biljke, a kada prijeđu 37ºC može doći do oštećenja sjemena tijekom skladištenja. Sljedeći problem su promjene u obrascima padalina. U ovome području bilježi se sve veći rast ekstremnih vremenskih događaja. Problemi nastaju zbog toga što uslijed promjena dolazi do obilnih kiša, oluja s tučom i poplava koje mogu fizički oštetiti usjeve (Slika 9.). Navedene pojave stvaraju izuzetno vlažne uvjete na polju koji mogu odgoditi sadnju ili berbu. S druge strane, dugotrajna suša može prouzročiti potpuni propast usjeva. Navedeni problemi dovode i do problema sa štetnicima. Klimatske promjene mijenjaju interakciju između biljaka i njihovih štetnika tijekom vremena. Ukoliko se štetnici

pomaknu u područja izvan širenja njihovih prirodnih neprijatelja učinkovitost biokontrole će drastično opasti. Bitan čimbenik u raspodjeli štetnika je temperatura. Štetnici čija tjelesna temperatura varira s temperaturom okolnog okoliša će se pomicati prema većim visinama. Također, ratarstvo ima velik utjecaj i na klimatske promjene. Gospodarenje tlom i vodom za biljnu proizvodnju ima iznimno jak negativan utjecaj na klimatske promjene. Brojne djelatnosti vezane za proizvodnju usjeva doprinose emisiji stakleničkih plinova posebno CO_2, CH_4, N_2O. Izvori emisija ugljičnog dioksida uključuju sagorijevanje ostataka usjeva na poljima. Navedeni proces dovodi do oslobađanja dušikovog oksida. Velik izvor stakleničkih plinova vezan je uz ratarske operacije, uglavnom za mehaničko obrađivanje tla i crpljenja za navodnjavanje. Izvori plinova dolaze i od proizvodnje te transporta biljnih proizvoda. Bitno je napomenuti ulogu oranja tla u povećanju emisije stakleničkih plinova budući da od svih operacija koje se rade na polju, oranje stvara maksimalan tijek ugljičnog dioksida u atmosferu. Također, postoje brojni izravni učinci na izmjenu ugljičnog dioksida između površine tla i atmosfere. Oranje remeti velik udio volumena tla i zahtijeva veliku količinu energije i goriva što izravno dovodi do posljedica u poticanju erozija tla i gubitaka organskog ugljiku u tlu.

Slika 9. Plavljenje polja zbog velike količine oborina (Izvor: https://www.agroklub.com/ratarstvo)

9.7. Utjecaj klimatskih promjena na povrćarstvo

Drastičan pad proizvodnje povrća kao posljedica klimatskih promjena doveo bi do manjka povrća na tržištu i kao posljedicu glad. Povrće je još jedna esencijalna namirnica u ljudskoj i životinjskoj ishrani. Uvelike ovisimo o povrću kao izvoru vitamina i minerala i izostanak povrća u ishrani može dovesti do zdravstvenih problema. Ključno je sačuvati proizvodnju povrća u optimalnim uvjetima. Klimatske promjene su primarni uzrok niske proizvodnje većine povrća diljem svijeta. Došlo je do smanjenja prinosa za većinu glavnih povrćarskih kultura. Usjevi povrća kao i drugi poljoprivredni usjevi izrazito su osjetljivi na klimatske

varijabilnosti. Povrće je najviše osjetljivo na klimatske ekstreme. Navedeni pad prinosa je uglavnom zbog visokih temperatura. Problem nije samo u rastu temperature, povrćarstvo će uslijed klimatskih promjena biti pogođeno i smanjenjem navodnjavanja, dostupnosti vode, poplavama, sušama i slanosti. Svi ovi čimbenici su limitirajući za održavanje i povećanje produktivnosti proizvodnje povrća. Međutim, ako se ne budu kontrolirali dovest će do velikog pada produktivnosti. Temperaturna kolebanja u dnevnom prosjeku između minimuma i maksimuma primarni su štetni utjecaji klimatskih promjena na proizvodnju povrća. Isto tako, mnoge fiziološke, biokemijske i metaboličke aktivnosti biljaka ovise o temperaturi. Sve navedeno dovodi do pada pupova, slabijeg razvoja cvjetova, opadanja proizvodnje peluda, smanjenje dostupnosti ugljikohidrata i dehiscencije. Primjer toga je da temperature iznad 25ºC drastično utječu na polinaciju kod rajčice. Drastičnije povećanje od 42 i 45ºC suzbija klijanje sjemenki krastavaca i dinje. Sljedeći problem je suša. Suša stvara najveće probleme u sušnim regijama, gdje je zabilježen pad prinosa i do 50%. Nedostatak vlage u tlu ili nedovoljne količine kiše mogu izazvati različite biokemijske, fiziološke i genetske reakcije u biljkama. Nadalje, vodeni stres u fazi cvatnje smanjuje fotosintezu i količinu dodijeljenih fotosintetskih asimilata u cvjetnim organima. Slanost je također problem koji se pojavljuje budući da ima veliku ulogu u reduciranju rasta i produktivnosti povrća. Solni stres uzrokuje gubitke turgora, smanjenje rasta, uvenuća, otpadanja lišća, smanjenje fotosinteze i konačno dovodi do smrti biljke. Poplave su još jedan bitan abiotički stres koji stvara opadanje prinosa. Najveća šteta u ovom procesu je redukcija zraka u zoni korijena koji inhibira aerobni proces. Isto tako, poplave utječu na fiziologiju biljaka povrća. Jedan od odgovora biljaka na plavljenje je smanjenje stomatalne provodljivosti. Također, poplave omogućuju lakše širenje patogena koji se prenose vodom. Predviđa se povećanje proljetnih temperatura što znači da će se tlo ranije zagrijavati što uzročno dovodi do veće vlažnost tla u istom periodu, a što će pogodovati klijanju kultura kao što su mrkva, luk i krastavac.

10. PRILAGODBA POLJOPRIVREDE NA KLIMATSKE PROMJENE

Globalno postoje dva pravca borbe s klimatskim promjenama. Prvi podrazumijeva sprječavanje klimatskih promjena putem smanjenja emisije stakleničkih plinova u atmosferi. Područje koje ima najveći potencijal za sprječavanje jest proizvodnja i potrošnja energije. U navedenome području provode se mjere obnovljivih izvora energije te uvođenje energetske efikasnosti. Drugi pravac predstavlja prilagodba klimatskim promjenama. Ovaj pravac podrazumijeva mjere koje za cilj imaju prilagodbu na već postojeće stanje. Cilj je minimiziranje štete od klimatskih promjena i iskorištavanje pozitivnih utjecaja klimatskih promjena. Mjere prilagodbe mogu biti različite: strukturne, nestrukturne, edukacijske, tehničke i konstrukcijske. Poljoprivreda se na klimatske promjene pokušava prilagodit putem autonomnih i dugoročnih mjera to jest planiranih mjera prilagodbe. U autonomne mjere ubrajamo: promjene sortimenta, promjene datuma sjetve i žetve, uporabu gnojiva i pesticida. Dugoročne su one mjere koje podrazumijevaju strukturne promjene, a koje za cilj imaju prilagodbu na klimatske promjene. U njih ubrajamo način korištenja poljoprivrednoga zemljišta, njegovu lokaciju, tip uzgoja, sorte i razne agrotehničke mjere. Bioraznolikost povećava otpornost na promjenjive uvjete i stresove. Jedna od prilagodbi je i odabir onih sorata koje su otporne na sušu, visoku razine soli, poplave i da su otporne na bolesti i štetnike. Oplemenjivači bilja rade intenzivno na odabiru biljnih i životinjskih sorata koje će zadovoljiti ove uvjete. Mjera je posebno važna za ratarsku proizvodnju kao i u vinogradarstvu, a stručnjaci predviđaju da će se najviše mijenjati kultivari ječma i kukuruza. Nadalje, posebno će biti bitno i gospodarenje vodama. Navedeno se posebno odnosi na Republiku Hrvatsku gdje se samo 1,1% poljoprivrednog zemljišta navodnjava. Isto tako, površinska odvodnja se obavlja se na oko 50% površina, a podzemna na svega 15% površina. Gospodarenje vodama podrazumijeva sustave odvodnje, navodnjavanja te izgradnju objekata za prikupljanje i skladištenje vode. Vrlo bitno bit će mijenjati stare načine obrade tala. Budućnost leži u konzervacijskoj obradi tla. Ovdje spada nekoliko tehnika koje još nazivamo i konzervacijskom poljoprivredom. Konzervacijska obrada tla je bilo kakva obrada tla, koja ostavlja barem 30% biljnih ostataka na površini tla, poslije obrade, a sve kako bi se spriječila erozija tla. Sprječavanje erozije postiže se primjenom izravne direktne sjetve odnosno što manjim mehaničkim utjecajem na tlo. U navedeno spada i direktna sjetva koja ne zahtijeva nikakav zahvat na promjenu položaja površinskog sloja tla. Malčiranje predstavlja vrlo bitan zahvat obrade tla gdje se tlo pripremi da poslije obrade ostane što više površinskog sloja tla. Navedeni procesi imaju vrlo pozitivan utjecaj na tlo te mogu znatno poboljšati strukturu tla,

povećati sadržaj organske tvari u tlu te smanjiti temperaturne i hidrološke oscilacije u tlu. Ovaj način obrade tla još podrazumijeva i obradu tla u grebenove kao i konturna obrada tla. Vrlo bitnu ulogu igrat će tehnologija i njezina primjena u poljoprivrednoj proizvodnji. Precizna poljoprivreda predstavlja upravljanje cijelim gospodarstvom putem od informacijskih tehnologija uporabe satelitskog pozicioniranja do daljinskog upravljanja strojevima. Sustavi omogućuju preciznu i učinkovitu uporabu gnojiva, povećanje proizvodnje u uvjetima smanjenog pristupa vodi i povećanje učinkovitosti po jedinici proizvodne površine. Također, ovakav sustav omogućuje stalni monitoring usjeva što smanjuje mogućnost pojavljivanja štetnika i bolesti. Isto tako, omogućuju pristup klimatskim podatcima. Takvi modeli mogu poslužiti za planiranje proizvodnje, planiranje koje kulture uzgajati te lakše predviđanje datuma sjetve, žetve, berbe, sadnje. Nadalje, ovi modeli upozoravaju i na vremenske ekstreme. Veliku ulogu igrat će i GIS računalni sustav za upravljanje geografski referenciranim podatcima. Ovaj sustav pokazuje podatke vezane za oborine, plodnost tla te analizu najpovoljnije lokacije za proizvodnju određene kulture. Bitno je i smanjenje masivnih pogona proizvodnje i postupni prijelaz na više manjih sustava proizvodnje koja će biti održiva i stabilna. Primjer toga je ekološka poljoprivreda koja zbog rotacije kultura i ekoloških praksi ima veću stopu bioraznolikosti biljnih i životinjskih vrsta. Koristi se manje vanjskih inputa, smanjuje emisija CO_2, CH_4, N_2O, zatvara se hranidbeni ciklus i optimalno se koriste dostupni resursi. Primjenom ekološke poljoprivrede povećava se plodnost tla i sadržaj humusa, a samim time prihvatni kapacitet za vodu. Navedeno je uzrokovano korištenjem organskih gnojiva te rotacijom usjeva koji uključuju leguminoze, čime se povećavaju i stabiliziraju količinu organske tvari u tlu. Ključnu ulogu svim ovim procesima i bitniji faktor od ulaganja novca je obrazovanje. Tijekom određenog protoka vremena dolazi se do novih spoznaja, ideja i činjenica. Iznimka nije ni poljoprivreda, ne može se raditi i koristi iste prakse kao i prije 40 godina. Potrebno je odbaciti stare prakse poput paljenja žetvenih ostataka, primjene monokulture, oranja i sl. Ukoliko ne dođe do potrebnih promjena i prilagodbi klimatskim promjenama, poljoprivredu čekaju loše prognoze koje su navedene u ovome radu. Vrijeme za promjene i prihvaćanje novih tehnologija i sustava je upravo u tijeku te višene smije biti odgađanja. U današnjem globalnom svijetu dostupne su informacije, edukacije i pomoć, ali treba volje da se nešto promijeni i treba prihvatiti da je prošlo vrijeme metoda koje su se koristile zadnjih stotinu godina. Ljudska vrsta ovisi o poljoprivredi te se upravo zbog toga ne smije dopustiti njezino propadanje.

11. ZAKLJUČAK

U ovome radu izneseni su jasni dokazi koji upućuju na globalne klimatske promjene. Isto tako, rad je dao pregled povijesnih tijekova promjena klime, kao i pregled ubrzanog zagrijavanja Zemlje. Prikazani su i navedeni uzroci i posljedice koji se događaju trenutno u svijetu. Nadalje, prikazana je uzročno posljedična veza između klimatskih promjena i poljoprivrede. U radu su navedena potencijalna rješenja problematike klimatskih promjena u poljoprivrednoj proizvodnji te kako se mogu usporiti posljedice koje dolaze. Također su navedeni i izravni krivci za rast emisije stakleničkih plinova u poljoprivredi te kako bi trebala izgledati poljoprivreda budućnosti koja bi ujedno bila održiva i ekološki prihvatljiva.

12. POPIS LITERATURE

1. Barange, M., Bahri, T., Beveridge, M. C., Cochrane, K. L., Funge-Smith, S., Poulain, F. (2018.): Impacts of climate change on fisheries and aquaculture: synthesis of currrent knowledge, adaptation and mitigation options, FAO.
2. Domazetović, F., Lončar, N., Šiljeg, A. (2017.): Kvantitativna analiza utjecaja porasta razine Jadranskog mora na hrvatsku obalu: GIS pristup, NAŠE MORE: znanstveni časopis za more i pomorstvo, 64 (2 Supplement), 33-43.
3. Howden, S. M., Soussana, J. F., Tubiello, F. N., Chhetri, N., Dunlop, M., Meinke, H. (2007.): Adapting agriculture to climate change, Proceeding softhenationa lacademy of sciences, 104(50), 19691-19696.
4. Jug, D. (2016.): Agriculture – A Stake holderin the Causality of Climate Change, Ephemerides theologicae Diacovenses (In Croatian), 24(1), 65-79. https://hrcak.srce.hr/157299
5. 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.
6. 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 Agriculturein Osijek, Agricultural Institute Osijek, Croatia, ISSN: 1848-8080 (Online) ISSN: 1330-7142 (Print) http://dx.doi.org/10.18047/poljo.24.1.5
7. Nelson, G. C., Rosegrant, M. W., Palazzo, A., Gray, I., Ingersoll, C., Robertson, R., You, L. (2010.): Food security, farming, and climate change to 2050: scenarios, results, policyoptions, Intl Food Policy ResInst., Vol. 172.
8. Rust, J. M., Rust, T. (2013.): Climate change and livestock production: A review with emphasis on Africa, South African Journal of Animal Science, 43(3), 255-267.
9. Sippel, S., Meinshausen, N., Fischer, E. M., Székely, E., Knutti, R. (2020.): Climate change now detectable from any single day of weather at global scale, Nature climate change, 10(1), 35-41.
10. Swain, D. L., Singh, D., Touma, D., Diffenbaugh, N.S. (2020.): Attributing extreme events to climate change: a newfrontierin a warming world, One Earth, 2(6), 522-527.
11. https://www.nationalgeographic.org/article. Pristupljeno 12.5.2021.
12. https://research.noaa.gov/. Pristupljeno 15.5.2021.

13. https://www.concernusa.org/story/. Pristupljeno 18.5.2021.
14. https://theecologist.org/2019/nov/15/. Pristupljeno 19.5.2021.
15. https://www.omicsonline.org/open-access/review, Pristupljeno 10.6.2021.
16. http://www.fao.org/climate-smart-agriculturePristupljeno 15.6.2021.
17. https://www.c2es.org/document/agricultures. Pristupljeno 12.6.2021.
18. https://eos.com/blog/climate-change. Pristupljeno 1.6.2021.