

# UTJECAJ GLOBALNIH KLIMATSKIH PROMJENA NA UZGOJ VOĆA

---

**Doljanin, Jasna**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2016**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Polytechnic in Pozega / Veleučilište u Požegi**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:112:734546>

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

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-01-29**



**VELEUČILIŠTE U POŽEGI**  
STUDIA SUPERIORA POSEGANA

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Polytechnic in Pozega - Polytechnic in Pozega Graduate Thesis Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJI

**VELEUČILIŠTE U POŽEGI**



**JASNA DOLJANIN, MBS: 657**

**UTJECAJ GLOBALNIH KLIMATSKIH PROMJENA  
NA UZGOJ VOĆA**

***ZAVRŠNI RAD***

Požega, 2016. godine

VELEUČILIŠTE U POŽEGI  
POLJOPRIVREDNI ODJEL  
VINOGRADARSTVO-VINARSTVO-VOĆARSTVO

**UTJECAJ GLOBALNIH KLIMATSKIH PROMJENA  
NA UZGOJ VOĆA**

**ZAVRŠNI RAD**

IZ KOLEGIJA: VOĆARSTVO I

MENTOR: mr. sc. Ivica Šnajder

STUDENT: Jasna Doljanin

Matični broj studenta:657

Požega, 2016. godine

## Sažetak

Brojna istraživanja potvrđuju da se kao rezultat ljudskih aktivnosti od početka industrijske revolucije klima na Zemlji drastično promijenila. Osnovni predmet istraživanja ovog završnog rada su globalne klimatske promjene i njihov utjecaj na današnji uzgoj voća. Nakon provedenog istraživanja došlo se do zaključka da se danas količina ugljika vezana u humusu, u obliku organske tvari smanjila, te se taj ugljik oslobađa u obliku CO<sub>2</sub> i odlazi u atmosferu što dovodi do povećanja prosječne srednje temperature te pojave ekstremnih suša imaju negativne posljedice na proizvodnju voća. Sve je veća tendencija uvođenja novih voćnih sorti u područja umjerene klime, primjerice agrumi koji se uzgajaju u području mediteranske klime.

Ključne riječi: CO<sub>2</sub>, efekt staklenika, klimatske promjene, voće, temperatura

## Summary

Numerous studies confirm that since the beginning of the industrial revolution the Earth's climate changed drastically as a result of human activities. The main subject of this final work is global climate change and its impact on today's growing fruit. After a research the results led to the conclusion that today the amount of carbon bound in humus, in the form of organic matter decreased, and this carbon is released in the form of CO<sub>2</sub> into the atmosphere and leading to an increase in the average mean temperature and the appearance of extreme drought have negative effects on production fruit. There is a growing tendency to introduce new fruit varieties in the temperate zone, such as citrus fruits which are grown in the Mediterranean climate.

Keywords: CO<sub>2</sub>, greenhouse effect, climate change, fruits, temperature

# SADRŽAJ

1. UVOD .....	1
2. PREGLED LITERATURE .....	2
2.1. Nastanak tla .....	2
2.2. Povijest nastanka tla .....	4
2.3. Globalne klimatske promjene i njihov utjecaj na klimatske komponente .....	6
2.3.1. Klima .....	6
2.3.2. Klimatske promjene.....	8
2.3.3. Globalno zatopljenje.....	8
2.4. Klimatske komponente.....	10
2.4.1. Kruženje ugljika u prirodi .....	10
2.4.2. Efekt staklenika .....	12
2.5. Plodnost tla.....	14
2.6. Voda u tlu .....	15
3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA .....	18
4. REZULTATI I RASPRAVA .....	20
4.1. Prilagođavanje tehnologije uzgoja .....	21
4.1.1. Povećanje humusa u tlu.....	21
4.1.2. Smanjivanje isparavanja iz tla (evaporacija) .....	23
4.2. Sadnja novih sorti i novih vrsta voća .....	24
5. ZAKLJUČAK .....	26
6. POPIS LITERATURE .....	27

## 1. UVOD

U posljednje vrijeme, svijet se suočava s klimatskim promjenama i prirodnim katastrofama neviđenih razmjera. Dosadašnje posljedice globalnog zatopljenja samo su početak destruktivne faze čiji će se intenzitet povećavati sljedećih godina. Klimatske promjene mijenjaju iz korijena život na Zemlji tijekom 21. stoljeća. Premda možemo ignorirati upozorenja o klimatskim promjenama, danas se njihove posljedice više ne mogu poreći.

Istraživanja u području klime potvrdila su da se kao rezultat ljudskih aktivnosti od početka industrijske revolucije klima na Zemlji drastično promijenila. Industrija, poljoprivreda, energija, promet i šumarstvo su samo neke od djelatnosti koje su dovele ili do povećanja razine emisija stakleničkih plinova ili do sprečavanja apsorpcije tih plinova. Ovi staklenički plinovi, kao na primjer ugljični dioksid (CO<sub>2</sub>) smatraju se glavnim krivcem za povećanje globalnih temperatura, što dovodi do globalnih klimatskih promjena.

Upravo ove globalne klimatske promjene predstavljaju osnovni predmet istraživanja u ovom završnom radu. Pri istraživanju globalnih klimatskih promjena i raznolikosti njihovih utjecaja, središte proučavanja bit će njihov utjecaj na današnji uzgoj voća.

## 2. PREGLED LITERATURE

U sklopu pregleda dosadašnjih istraživanja postoje brojni radovi koji se bave ovom problematikom, od kojih će biti istaknuti oni koji su doprinijeli izradi ovog završnog rada. Šegota, T. i Filipčić, A. (1996) u svojoj knjizi "Klimatologija za geografe" definiraju osnovnu razliku između pojmova "klima" i "vrijeme" te objašnjavaju razloge zbog kojih dolazi danas do promjene klime. Također definiraju sve klimatske elemente i modifikatore. U knjizi pod nazivom "Ishrana bilja" autori Vukadinović Vladimir i Vesna detaljno razmatraju nove metode, tehnologije i trendove u gnojidbi bilja uz niz primjera kako učinkovito gnojiti vodeći računa o profitabilnosti, visini prinosa i kakvoći proizvoda, plodnosti tla kao i zaštiti okoliša od onečišćenja agrokemikalijama. Lončarić i Rastija (2014) u priručniku "*Plodnost i opterećenost tala u pograničnome području*" pišu o plodnosti tala i tipovima tala u pograničnom području Republike Hrvatske. Mikić (2010) u svom radu analizira emisije CO<sub>2</sub> i njegov utjecaj na pojavu globalnog zatopljenja. Bartolec D. (2012) istražuje utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu i šumarstvo u kontinentalnoj Hrvatskoj.

### 2.1. Nastanak tla

Tlo predstavlja najznačajniji i najveći prirodni resurs čovječanstva. Lončarić i Rastija (2014) navode da je tlo prirodno djelo nastalo od čvrste ili rastresite stijene pod utjecajem:

1. *pedogenetskih činitelja* (matični supstrat, klima, organizmi, reljef i vrijeme) i
2. *pedogenetskih procesa* (trošenje primarnih minerala, stvaranje i razgradnja organske tvari sa sintezom humusa, tvorba sekundarnih minerala i organomineralnih tvari).

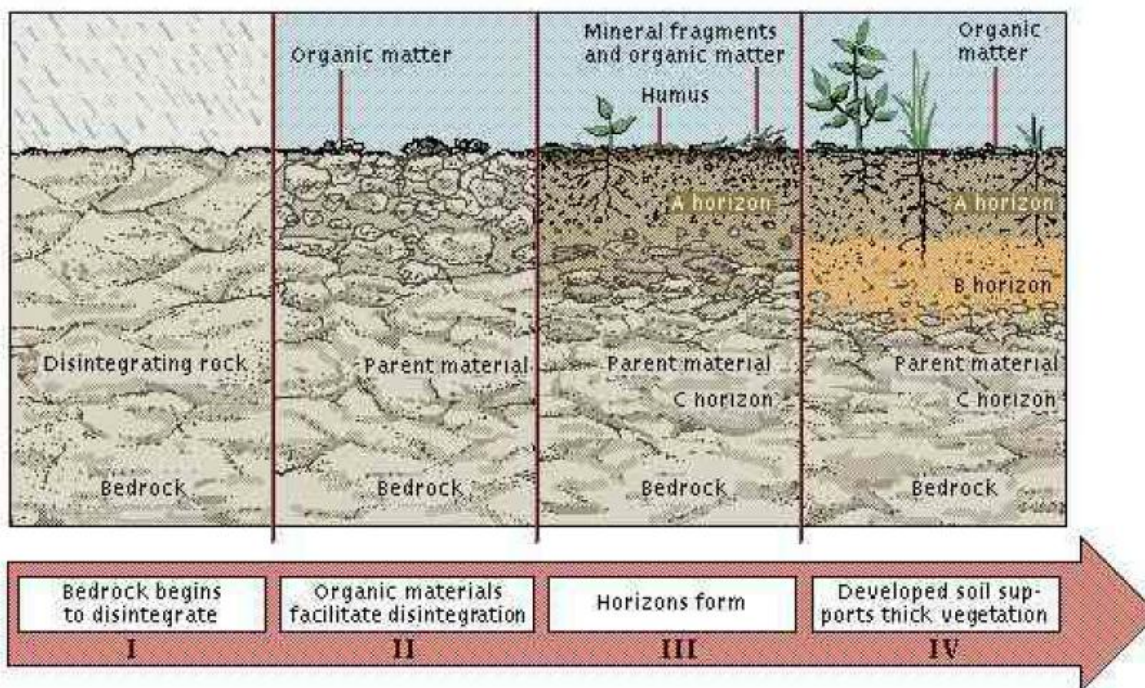
Nekoliko je faktora koji tvore tlo, a to su: matični supstrat, klima, reljef, biljke i životinje te utjecaj čovjeka. Pod matičnim supstratom podrazumijeva se stijena iz koje se procesima trošenja oslobađa mineralna komponenta. Kemijski i mineralni sastav stijena određuju značajke tla te pravac i tijek pedogenetskih procesa. Klimu kao faktora koji tvori tlo karakteriziraju klimatski elementi (padaline, temperatura, vjetrovi, plinovi i sl.). Razlikuju se aridna i humidna klima. U aridnoj klimi su količine padalina manje od isparavanja, dok su u humidnoj količine padalina veće od isparavanja. Tipovi klime u korelacijskim su odnosima s tlom i vegetacijom. Izmjenom klimatskih područja mijenjaju se tipovi tala, ali i vegetacija. Ova pojava se naziva horizontalna zonalnost. Od istoka prema zapadu naše zemlje raste

količina padalina, a pada temperatura. Na isti način se izmjenjuju i osnovni tipovi tala, od područja černoze prema smeđim i lesiviranim tlima, a daljnjim povećanjem padalina pojavljuje se područje pseudogleja. U planinama, u uvjetima perhumidne klime, javljaju se podzoli. Vertikalna zonalnost vezana je uz planinska područja gdje s porastom nadmorske visine raste količina padalina, a prati je izmjena tala i biljnih zajednica. Klima sa svojim klimatskim elementima utječe na brojne značajke tla. Padaline, toplina i plinovi utječu na procese trošenja, te na transformaciju i premještanje tvari i energije. Tlo se opskrbljuje vodom iz atmosfere. Izvor topline u tlu je solarna energija, od koje se jedan dio odbija kao albedo, a drugi služi za zagrijavanje tla i prizemnog sloja atmosfere. Jaki vjetrovi mogu prouzročiti eolsku eroziju, pospješuju isparavanje i transpiraciju biljaka.

Do sada opisani pedogenetski čimbenici su materijalnog karaktera, a reljef utječe na procese tvorbe tla posredno. Svojim isponima, ravnicama i udubljenjima djeluje na preraspodjelu energije, vode i u njoj otopljenih tvari. Reljef je također važan čimbenik preraspodjele solarne energije. Najjače zagrijavanje pristranaka je pod kutom od  $90^{\circ}$  C. Najbolje prihvaćaju energiju južni, zatim zapadni, tek onda istočni i na kraju sjeverni pristranci (ekspozicija). Izloženost suncu ili ekspozicija od osobite je važnosti za vinogradarsku proizvodnju. Vegetacija, životinje i čovjek svojom životnom aktivnošću mijenjaju prirodnu zastupljenost pedogenetskih čimbenika i na taj način djeluju na procese tvorbe tla i njegove značajke. U intenzivnoj poljoprivrednoj proizvodnji čovjek poduzima različite mjere gospodarenja tлом kao što su odvodnja, navodnjavanje, obrada, gnojidba, uporaba pesticida i slično. Sječom šuma mijenja vodni režim i pospješuje erozijske procese. Obradom se smanjuje razina opskrbljenosti humusom, odnosno intenziviraju se procesi mineralizacije itd.

Tlo se neprestano mijenja u prirodnim ciklusima održavajući povoljnu strukturu i oslobađajući hranjive elemente neophodne za život u i na tlu. Omjer pojedinih frakcija mehaničkih elemenata tla kreće se u određenim granicama u kojima tlo predstavlja povoljan supstrat biljne ishrane (Vukadinović, V. i Vukadinović, V., 2011). Upravo pedogenetski procesi oblikuju matičnu stijenu u posebno izdvojeni dio Zemljine kore u kojem se razlikuju pedogenetski horizont sa specifičnim fizikalnim, kemijskim i biološkim svojstvima, bitno drugačijim od početne matične podloge (Slika 5.).





**Slika. 1.** Proces nastanka tla

Izvor: Anđelković, T. (2007) Hemija životne sredine– ključ u rešavanju problema antroposfere, Stil 6

## 2.2. Povijest nastanka tla

Pojedina geološka razdoblja mogu se prepoznati u tlima na osnovi značajki koje su tla naslijedila iz prošlosti. Geološka starost Zemlje procjenjuje se na 4,5 milijarde godina. Izvršena je podjela geološke starosti Zemlje, prema Herak 1990. na ere, doba, epohe i periode (tab 1).

Tablica 1. Geološka razdoblja prošlosti Zemlje

Era	Doba, epohe, periodi		Vrijeme (godine)
<b>Prekambrij</b>	Arhaik, Algonkij		<b>4 milijarde</b>
<b>Paleozoik</b>	Kambij, Ordovicij, Silur Devon (donji, srednji, gornji) Karbon (donji, gornji) Perm (donji, gornji)		<b>375 milijuna</b>
<b>Meozoik</b>	Trijas (donji, srednji, gornji) Jura (lijas, doger, malm) Kreda (donja, gornja)		<b>155 milijuna</b>
<b>Kenozoik</b>	Tercijar	Paleogen (paleocen, eocen, oligocen) Neogen (miocen, pliocen)	<b>72 milijuna</b>
	<b>Kvartar</b>	Pleistocen (ili diluvij) Holocen (ili aluvij)	

Najstarija era postanka i oblikovanja Zemljine kore i stvaranja prigorja jest prekambrij. Ona je započela nakon formiranja Zemljine kore, kad su nastale stijene i planine, kad se pojavila erozija i taloženje. Bilo je to vjerojatno prije otprilike 3,6 milijardi godina, a ta je era trajala oko 2 milijarde godina. Stijene arhaika doživjele su velike promjene, te su zbog tlaka i povišenih temperatura najvećim dijelom vjerojatno bili uništeni ostaci prvih organizama. U algonkiju nastaju velike količine taložnih stijena u čijem nastanku sve više sudjeluju i organizmi.

Prije oko 600 milijuna godina započela je velika geološka era paleozoik. Trajala je oko 370 milijuna godina, a između prethodnog proterozoika i početka paleozoika postojale su snažne vulkanske aktivnosti i glacijacija. U početku se još uvelike giba Zemljina kora, oceani poplavljuju kopno i ponovno se povlače, vlažna i topla razdoblja smjenjuju se s razdobljima suše i jakog vulkanizma. Vlažno razdoblje karbona pogodovalo je pak silnom razvoju najprije golemih papratnjača, visokih preslica (do 10 m) i divovskih crvotočina koje su činile čitave prašume i dale velike naslage kamenog ugljena.

Mezozoik je geološka era koja je započela prije približno 230 milijuna, a trajala je oko 160 milijuna godina. Dijeli se na tri perioda: trijas, juru i kredu. Karakteristične naslage trijasa su crveni pješčenjaci i evaporati koji dokazuju postojanje tople i suhe klime. Po onome što se može zaključiti, nije bilo ledenog pokrova nigdje na kopnu u tom periodu. U Republici Hrvatskoj, stijene nastale u mezozoiku nalazimo najviše u Gorskom kotaru i Lici (vapnenici i dolomiti nastali taloženjem morskih organizama). Trošenjem vapnenca i dolomita nastaje crvenica, tip tla koji je glinovit i rahle strukture, ali sadrži samo 1-3% humusa. Kao što je navedeno, ovaj tip tla nastaje trošenjem vapnenca i dolomita pa tvori njegov nerazgradivi ostatak, a oblikuje se po dnu ponikava, dolina i kraških polja. Međutim, crvenica lako upija i dugo zadržava vodu što omogućuje biljkama da na njoj opstanu tijekom suhoga, vrućeg i dugog sredozemnog ljeta. Na višim nadmorskim visinama, zbog porasta oborina, ispiranjem prelazi u kambisole i podzole. Crvenica je najvažnije plodno tlo u jugozapadnoj primorskoj Hrvatskoj, tj. najviše od južne Istre do Konavala i na jadranskim otocima. Crvenica je prikladna za uzgoj vinove loze i južnog voća (smokve, masline i dr.).

Posljednja geološka era je kenozoik, koji je započeo prije otprilike 63 milijuna godina i još traje. To je era u kojoj se pojavljuju prvi sisavci. Dijeli se na dva perioda: na stariji i mnogo dulji tercijar, koji je trajao oko 62 milijuna godina, te na kvartar koji traje već oko 1 milijun godina.

## 2. 3. Globalne klimatske promjene i njihov utjecaj na klimatske komponente

Klima nije strogo statična već se, kroz neko dulje razdoblje, može mijenjati. Promjenu klime nekog područja treba razlikovati od varijacija unutar nekog klimatskog razdoblja, jer se varijacije odnose na razlike unutar puno kraćih razdoblja, primjerice od jedne godine do druge. Međutim, ako nastupi trajna promjena u statističkoj razdiobi klimatskih elemenata, obično u razdoblju od nekoliko desetljeća pa sve do milijuna godina, onda se govori o promjeni klime (Branković, 2014).

### 2.3.1. Klima

Klima na Zemlji se mijenja, a aktivnosti čovjeka u području industrije, poljoprivrede, deforestacije i energetike glavni su uzroci tih promjena. Da bi se shvatile klimatske promjene, prvo se mora definirati osnovna razlika između pojma "*klima*" i "*vrijeme*", jer se vrlo često ta dva pojma poistovjećuju.

Šegota i Filipčić (1996) klimu definiraju kao "*prosječno stanje atmosfere nad određenim mjestom u određenom razdoblju uzimajući u obzir prosječna i ekstremna odstupanja*". Klima zapravo predstavlja skup svih klimatskih elemenata, a oni su slijedeći:

- radijacija
- temperatura
- tlak zraka
- smjer i brzina vjetra
- vlaga zraka i evaporacija
- naoblaka i trajanje sijanja sunca
- padaline
- snježni pokrivač.

Za razliku od klimatskih elemenata koji su promjenjive, meteorološke prirode, klimatski modifikatori su stalni i nepromjenjivi. Zapravo se klimatski elementi mijenjaju pod utjecajem klimatskih faktora. Prema Šegota i Filipčić (1996) klimatski modifikatori su:

- Zemljina rotacija i revolucija
- geografska širina
- atmosfera
- nadmorska visina
- raspodjela kopna i mora
- morske struje
- udaljenost od mora
- jezera
- reljef
- vrste tala i biljni pokrov
- rad čovjeka.

Za razliku od klime, vrijeme se definira kao "*trenutačno stanje atmosfere nad nekim mjestom*" (Šegota, Filipčić, 1996.). Vrijeme određujemo prema dominantnom elementu (sunčano, kišno, vjetrovito, itd.).

Analizom podataka o temperaturi, padalinama, tlaku, oštrim zimama, duljini planinskih ledenjaka i slično zaključilo se da se klima mijenja. Međutim, te su promjene tako polagane da se ne mogu primijetiti u tako kratkom periodu. Stoga, da bi se odredila klima nekog mjesta ili nekog većeg područja potreban je dugogodišnji niz pouzdanih podataka kako bi iz toga izvedeni srednjaci bili reprezentativni. Upravo iz tog razloga je Međunarodna meteorološka organizacija donijela zaključak da je za dobivanje reprezentativnih podataka potreban period od 25-30 godina motrenja.

### 2.3.2. Klimatske promjene

Klimatske promjene su dugotrajne promjene u razdoblju od desetak godina pa do čak milijun godina što predstavlja glavnu razliku od vremenskih promjena koje su kratkotrajne i nemaju značajan utjecaj na klimu nekog područja (Šegota, Filipčić, 1996.).

Promjena klime obuhvaća porast prosječne temperature u prizemnim slojevima atmosfere, djelomično zahlađenje iznad sjeverozapadnih dijelova Atlantika i srednjih geografskih širina Tihog oceana, porast koncentracije stakleničkih plinova, pojačanje vremenskih nepogoda, porast razine mora i smanjenje površine alpskih glečera te stanjivanje ledenog pokrivača na Grenlandu. Promjene se mogu odnositi na određeno promatrano područje, ali i na cijelu Zemlju stoga ih nazivamo globalnim klimatskim promjenama (Bartolec, 2012).

### 2.3.3. Globalno zatopljenje

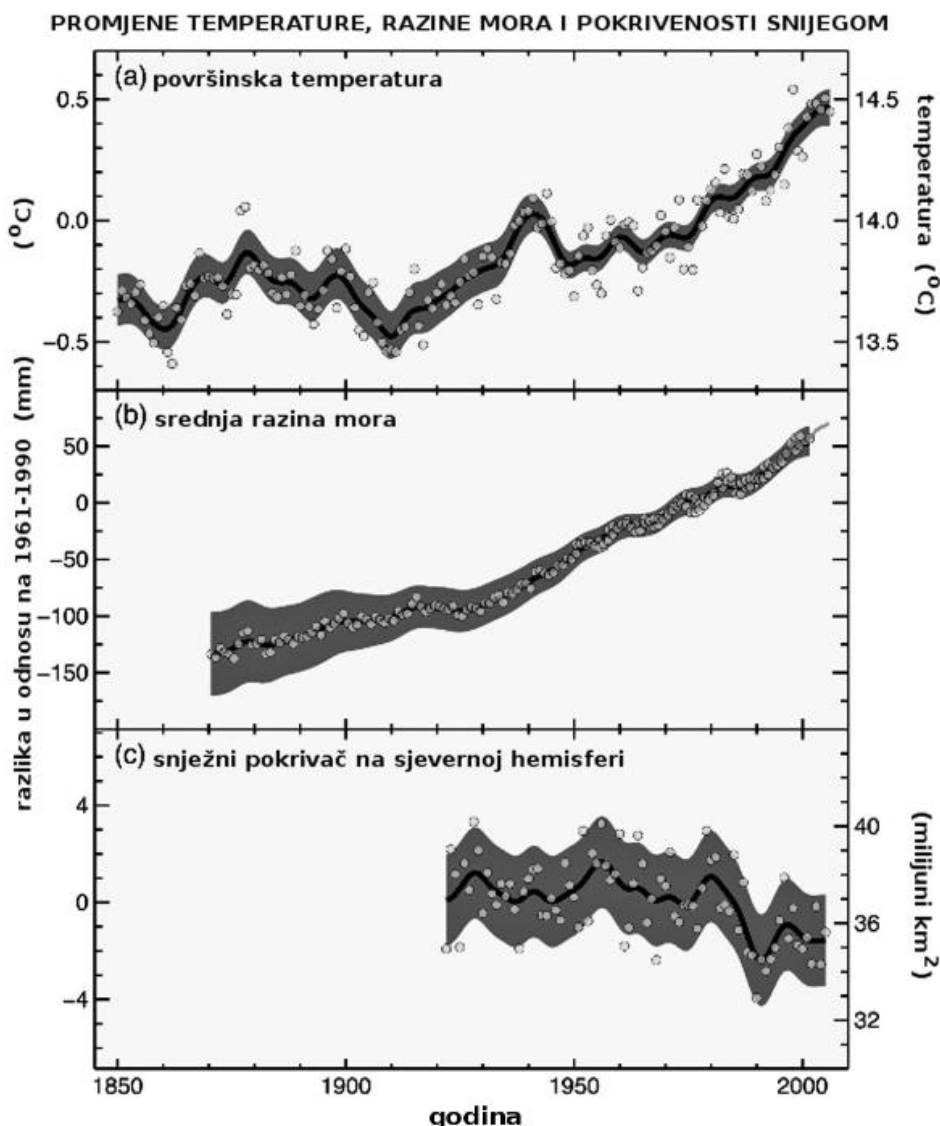
Globalno zatopljenje predstavlja povećanje prosječne temperature na površini Zemlje koje zapravo nije jednoliko na svim dijelovima Zemlje. Primjerice, zagrijavanje kopnenih masa veće je od zagrijavanja oceana, osobito u razdoblju nakon 1970. godine. Stoga je, zbog raspodjele kopna i mora na Zemlji, zagrijavanje izraženije na sjevernoj nego na južnoj polutki s dvostruko većim povećanjem prosječne temperature zraka na Arktiku u odnosu na globalno zatopljenje unazad 100 godina. Ovakve promjene se najviše događaju zbog različitih ljudskih aktivnosti (industrija, promet, sječa šuma itd...).

Prema Četvrtom izvješću Međuvladinog panela za klimatske promjene iz 2007. godine globalna koncentracija ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub>) u atmosferi povećala se s 280 ppm (*ppm - udio molekula stakleničkog plina u milijun molekula suhog zraka*) u predindustrijskom dobu na 379 ppm u 2005. godini. Najveća stopa porasta koncentracije ugljikovog dioksida izmjerena je u razdoblju od 1995. do 2005. godine (Houghton, 2011).

Analiza podataka o temperaturi zraka od 1900. godine do 2005. pokazuje neprestani porast i povećanje temperature zraka od 0,4 do 0,8°C. Promatra li se posljednjih 50 godina tog razdoblja, porast je bio gotovo dvostruko veći nego u cijelom 100-godišnjem razdoblju, te još veći u posljednjih 25 godina. Prema Houghton (2011) procjenjuje se da će do 2100. godine

prosječno povećanje temperatura na planeti Zemlji biti između 1,4°C do 5,8°C ukoliko se ispuštanje stakleničkih plinova nastavi kao do sada.

Trend porasta temperature zraka u 20. stoljeću zabilježen je i na postajama u Hrvatskoj. Prema Gajić-Čapka i sur. (2010) stoljetni nizovi mjerenja temperature zraka upućuju na porast između 0.02°C i 0.07°C na 10 godina. Kao i na globalnoj razini, trend porasta temperature zraka osobito je izražen u posljednjih 50, odnosno 25 godina. Kao posljedica globalnog zagrijavanja dolazi do smanjenja snježnog pokrivača, osobito u proljeće i ljeti, te do topljenja leda što opet utječe na porast globalne razine mora (Sl.1.).



**Slika 2.:** Opažene promjene globalne (a) površinske temperature, (b) srednje razine mora, (c) snježnog pokrivača na sjevernoj hemisferi

**Izvor:** Državni hidrometeorološki zavod; Klima i klimatske promjene. URL: [www.dhmz.hr](http://www.dhmz.hr) (05.08.2016.)

## 2.4. Klimatske komponente

Klima u širem smislu riječi se odnosi na srednje stanje klimatskog sustava koji se sastoji od niza komponenata i njihove međusobne interakcije. Klimatski sustav čini pet osnovnih komponenata:

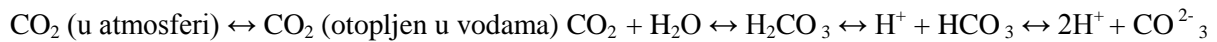
1. atmosfera (omotač oko Zemljine površine koji se sastoji od plinova i krutih i tekućih čestica)
2. hidrosfera (oceani, rijeke, jezera, površinske i podzemne vode)
3. kriosfera (ledenjaci, morski led, led u rijekama i jezerima, smrznuto tlo, snijeg)
4. pedosfera (tlo)
5. biosfera (sva živa bića na Zemlji).

Sve od navedenih komponenti su međusobno povezane i održavaju svojevrsnu ravnotežu. Bilo kakva promjena, bilo da je prirodna ili izazvana čovjekovim utjecajem može uzrokovati poremećaje klimatskog sustava i poremetiti njihove međusobne interakcije. U nastavku rada objasniti će se najvažniji klimatski poremećaji vezani za neke od komponenata klimatskog sustava. Promjene su prvenstveno prikazane u atmosferskoj komponenti klimatskog sustava (efekt staklenika, kruženje ugljika u prirodi jer se one neposrednije osjete i imaju najveći utjecaj na društvo i život; ostale promjene, kao što su primjerice dizanje razine mora ili topljenje ledenjaka, nisu detaljno objašnjene. Vezano uz pedosferu, tj. tlo, objasniti će se što je to plodnost tla i kako današnji procesi gnojidbe utječu na plodnost tla. Također govorit će se o vrstama voda u tlu, evapotranspiraciji, eroziji i slično.

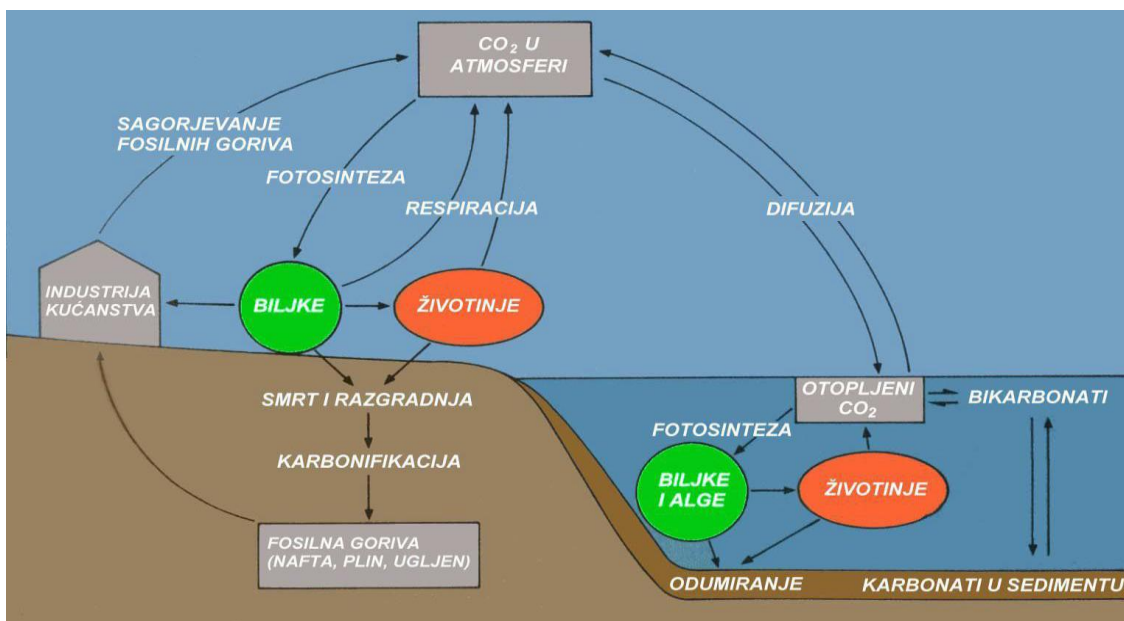
### 2.4.1. Kruženje ugljika u prirodi

Osnovni oblik ugljika u prirodi je ugljikov dioksid ( $\text{CO}_2$ ) kojega u atmosferi ima 0,03%. Zelene biljke procesom fotosinteze ugrađuju  $\text{CO}_2$  u ugljikohidrate, tj. u osnovne tvari svih hranidbenih lanaca. Razgradnjom tih organskih tvari u biosferi stvara se svake godine oko 70.000 milijuna tona  $\text{CO}_2$  (Mikić, 2010).

Ugljik je temelj svih organskih spojeva u organizmima, te čini 49% suhe tvari u organizmu. Jedan je od elemenata koji ima potpuniji ciklus, zbog veće brzine kojom kruži kroz neživo i živo, posredovanjem hranidbenih lanaca. Njegov temeljni oblik je  $\text{CO}_2$ , koji se kruženjem uključuje u sve komponente biosfere. Izmjena  $\text{CO}_2$  između hidrosfere, atmosfere i litosfere temelji se na sklopu reakcija:



Kruženje ugljika u prirodi je biogeokemijsko kruženje kojim je ugljik izmijenjen između biosfere, geosfere, hidrosfere i atmosfere Zemlje. Prilikom kruženja ugljika dolazi do promjene oksidacijsko-redukcijskog stanja. Nakon upotrebe fosilnih goriva kao izvora energije, ugljik se u obliku  $\text{CO}_2$  vraća u atmosferu i ponovno nastavlja kruženje u prirodi. Ugljikov dioksid s vodom stvara karbonate koji dalje mogu koristiti ugljik ili biljke iz karbonata koriste ugljik (Sl.2.).



**Slika 3.** Kruženje ugljika u prirodi

Izvor: Mikić, A. (2010) Emisije  $\text{CO}_2$  i globalno zatopljenje. Završni rad. Varaždin: Geotehnički fakultet.



## 2.4.2. Efekt staklenika

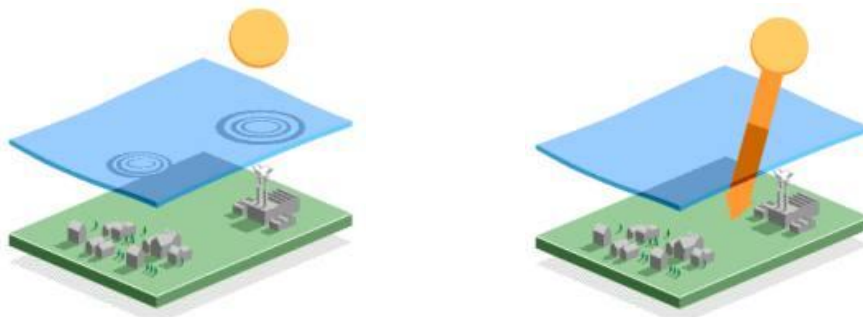
Od pojave prvih industrija do danas, značajno su se povećale koncentracije stakleničkih plinova u atmosferi, što je uzrokovalo jači efekt staklenika i veće zagrijavanje atmosfere od onog koje se događa prirodnim putem. Staklenički plinovi u atmosferi sprječavaju odvođenje topline sa Zemlje natrag u svemir, te tako uzrokuju zagrijavanje Zemlje. U proteklih 100 godina globalna temperatura je porasla u prosjeku 0.4 - 0.8 °C.

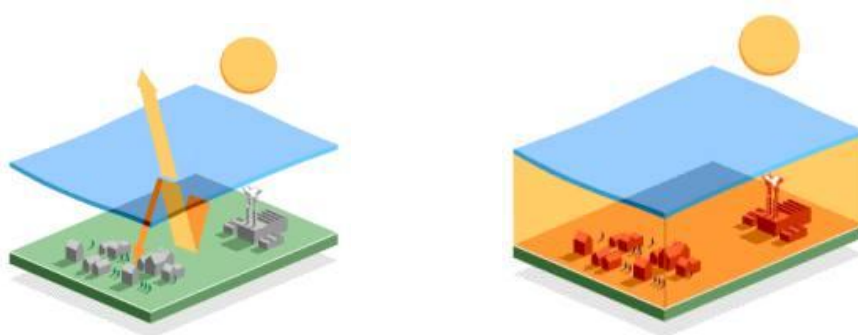
Glavni staklenički plinovi na Zemlji su vodena para koja uzrokuje oko 36–70% ukupnog efekta, CO<sub>2</sub> (9–26%), CH<sub>4</sub> (4–9%), i ozon (3–7%). Ovi plinovi su nastali prirodnim aktivnostima, a izmiješani u cjelokupnom sloju atmosfere, čine zračni toplinski omotač oko Zemlje bez kojeg bi površina Zemlje bila 30°C stupnjeva hladnija nego što je danas.

Glavni izvori stakleničkih plinova su:

- izgaranje fosilnih goriva,
- industrijski procesi,
- odlaganje otpada,
- sječa šuma,
- poljoprivredna proizvodnja i
- stočarstvo.

Na slici 4. ilustriran je proces nastanka efekta staklenika. Proces je sljedeći. Sunce zagrijava površinu Zemlje, Zemlja se zagrijava i emitira toplinsko zračenje. Na taj način zemljina površina reflektira oko 70% sunčevog zračenja dospjelog na njezinu površinu. Staklenički plinovi u atmosferi apsorbiraju dio tog zračenja čime dolazi do zagrijavanja atmosfere, što se naziva "efekt staklenika" (Sl. 3).

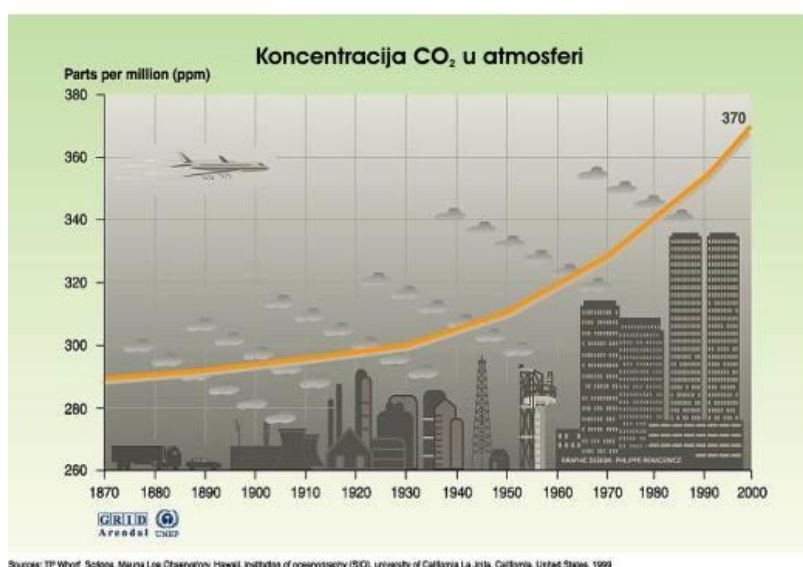




**Slika 4.** Proces nastanka efekta staklenika

Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode; Učinak staklenika. URL:www.mzoupu.hr (05.08.2016.)

Nakon industrijske revolucije, prvenstveno zbog sve veće uporabe fosilnih goriva, koncentracija stakleničkih plinova u atmosferi neprestano raste. Sljedeća slika prikazuje globalnu koncentraciju CO<sub>2</sub> u razdoblju od 1870. do 2000. godine.



**Slika 5.** Globalna koncentracija CO<sub>2</sub> u razdoblju od 1870. do 2000. godine

Izvor: Ministarstvo zaštite okoliša i prirode; Učinak staklenika. URL:www.mzoupu.hr (05.08.2016.)

Postoje različite mjere kojima bi se danas moglo utjecati na smanjenje emisija stakleničkih plinova. Neke od tih mjera mogu biti primjerice, korištenje obnovljivih izvora energije, povećanje energetske učinkovitosti, energetska korištenje otpada, razvrstavanje otpada, korištenje javnog prijevoza, korištenje automobila koji troše manje goriva ili pak pošumljavanje.

## 2.5. Plodnost tla

Lončarić i Rastija (2014) plodnost tla definiraju kao: "*svojstvo tla da omogući sintezu određene količine organske tvari neke biljne vrste na specifičnome staništu*". Takva definicija jest sinonim za efektivnu plodnost, a zasniva se na razlogu uporabe tla u poljoprivrednoj proizvodnji, ali i sposobnost tla da biljci istodobno, neprestano i optimalno osigura hranjiva, vodu, kisik i toplinu. Međutim, plodnost tla jest visoka razina integracije intenziteta i kvalitete svih činitelja plodnosti. Gnojidba je najvažniji činitelj plodnosti jer utječe na povećanje prinosa s više od 50% u odnosu na ostale agrotehničke mjere (obrada, zaštita itd.).

Najznačajnija svojstva tla koja se rabe kao indikatori plodnosti i pogodnosti tla za optimalnu ishranu i gnojidbu usjeva jesu:

1. dubina tla
2. tekstura i struktura tla
3. pH reakcija tla
4. sorpcijska sposobnost tla
5. sadržaj humusa i hraniva
6. vodni režim (Lončarić i Rastija, 2014).

Poljoprivredna tla moraju imati dovoljnu dubinu tla iznad matičnog supstrata zbog obrade, sjetve, sadnje, gnojidbe, a porastom dubine soluma povećava se korijenska zona i raste zapremina tla iz kojeg se biljke opskrbljuju vodom i hranjivima. Tekstura i struktura tla su dva svojstva koja su međusobno povezana. Pod teksturom se podrazumijeva učestće pojedinih čestica u građi krute faze tla ovisno o njihovoj veličini, dok je struktura prostorni raspored čestica. Ukoliko neko tlo ima povoljnu strukturu i teksturu to znači da ima dobre uvjete za rast korijena, dobru vododrživost i prozračnost tla. Sljedeći indikator plodnosti tla je pH tla kojim se izražava stupanj kiselosti ili lužnatosti tla. Danas zbog pojave kiselih kiša dolazi do zakiseljavanja tla pri čemu nastaje niz problema jer se glina premješta u dublje slojeve tla i pogoduje nastanku vodonepropusne zone što dovodi do daljnjeg zakiseljavanja što postaje otrovno za biljke. Sorpcija predstavlja proces vezivanja hranjiva u tlu u pristupačnom obliku. Većoj sorpcijskoj sposobnosti tla doprinose humusne čestice, minerali gline i optimalna pH reakcija tla. Lagana pjeskovita tla i tla siromašna humusa imaju vrlo nisku sorpcijsku sposobnost (Vukadinović, V. i Vukadinović, V., 2011).

Humus je stabilna organska tvar tla koja nastaje humifikacijom djelomično razložene svježije organske tvari. Utjecaj humusa na plodnost tla je višestruk jer poboljšava fizikalna svojstva, povećava elastičnost, poboljšava sorpcijska svojstva, smanjuje ispiranje i kemijsku fiksaciju hranjiva te regulira ravnotežu vodotopivih i izmjenjivih frakcija hranjiva. Humus poboljšava vodozračni režim i toplinska svojstva jer tlo s više humusa je tamnije boje i brže se zagrijava. Humus stvara mrvičastu strukturu tla i zato poboljšava prozračnost i drenažu tla, strukturna tla vežu više vode, manje su podložna eroziji i lakše se obrađuju. Humus je također važan u opskrbi biljaka fosforom, kalcijem i željezom.

Mnoštvo je čimbenika koji utječu na plodnost tla, osim ljudskih aktivnosti, velike prijetnje su i današnje visoke temperature te manjak ili višak oborine, kao i vjetar. Jedan od problema koji uzrokuju navedeni utjecaji je dezertifikacija koja je postala globalnim problemom jer pogađa trećinu tala na svijetu. Dezertifikacija je proces propadanja biološkog ciklusa, zbog odnošenja organske tvari u tlu u uvjetima stalne izloženosti visokoj temperaturi, pretjeranoj ispaši i nedostatku vlage. Dolazi do toga da se tlo stvrdnjava na površini zemlje, te se stvara tanak, neplodan sloj tla. Erozijski je također vrlo raširen problem kad su u pitanju tla, a odnosi se na površinsko odnošenje čestica tla najčešće vjetrom, vodom i čovjekovim utjecajem. Otjecanje vode i vjetar odnose čestice tla. Što je tečenje brže, a vjetar jači odnose se veće čestice i više njih. Erozijom se uzrokuje gubljenje organskih tvari i nutrijenata s površine tla, a ponekad i dubljih slojeva.

Gotovo uvijek, proces upropaštavanja tla je jednosmjernan, bez mogućnosti vraćanja u prethodno stanje. U procesu degradacije tla promjene su prividno male, barem u životu jedne ljudske generacije što smanjuje pozornost i pravovremeno poduzimanje mjera za zaustavljanje destruktivnih procesa.

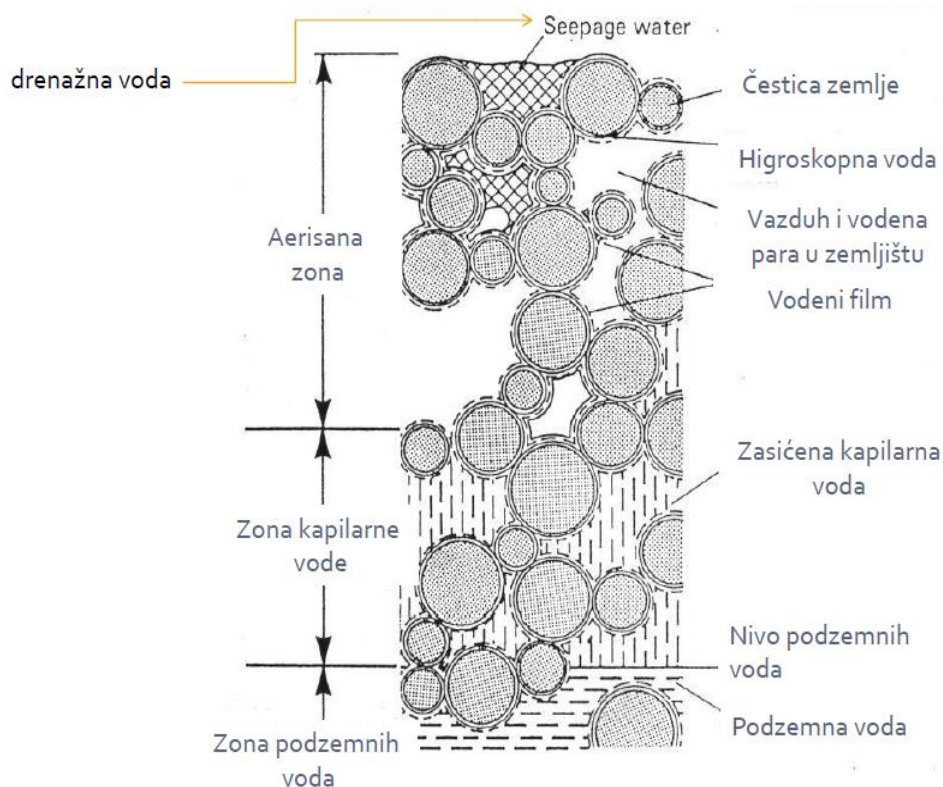
## 2.6. Voda u tlu

Voda je "medij života" i dobra opskrbljenost vodom svih živih bića izuzetno je važna. Biljke najveći dio vode uzimaju korijenom iz tla, premda je mogu uzimati i listom i svim drugim organima. Na pokretljivost vode u tlu djeluje niz čimbenika kao što su tekstura i struktura tla, dubina soluma, količina i raspored padalina, temperatura zraka i evaporacija,

intenzitet transpiracije itd. Količina vode u tlu najviše ovisi o teksturi i sadržaju organske tvari. Tla "fine" strukture zadržavaju više vode u odnosu na tla grube teksture

Prema Vukadinović, V. i Vukadinović, V. (2011). voda u tlu se dijeli u četiri klase:

1. gravitacijska
2. kapilarna
3. higroskopska
4. kemijski vezana voda.



**Slika. 6.** Prikaz vrsta voda u tlu

Izvor: Anđelković, T. (2007) Hemija životne sredine– ključ u rešavanju problema antroposfere, Stil 6

Gravitacijska voda otječe pod djelovanje gravitacije, a zadržava se u krupnim porama tla. često se naziva i slobodna voda. Ukoliko dođe do jačih padalina ili poplava dolazi do otkazivanja funkcija korijenja i gušenja biljaka. Vlažnost tla preostala nakon otjecanja gravitacijske vode odgovara poljskom kapacitetu vlažnosti. Obzirom na brzo otjecanje gravitacijske vode iz zone korijenja, ova vrsta vode u tlu ima vrlo malu iskoristivost za potrebe biljaka. Za razliku od gravitacijske, kapilarna voda zadržava se u porama pod utjecajem površinskih sila čestica tla. Ova vrsta vode u tlu se drži silama površinskog napona

za zidove kapilara tla ili je pak "poduprta" razinom podzemne vode. Raspoloživa je za usvajanje i predstavlja najvažniji dio vode. Obzirom da adhezijske sile čestica tla smanjuju vodni potencijal, kapilarna voda ima sposobnost kretanja od vlažnijeg prema manje vlažnom dijelu tla. Higroskopna voda dio je kapilarne vode čije opne ne prelaze debljinu 15-20 molekula vode. Ovaj oblik vode određuje se sušenjem a  $105^{\circ}$  C i biljkama je potpuno nedostupan. S porastom sadržaja koloida tla i smanjivanjem njegovih čestica, sve je više higroskopne vode u tlu. Kemijski vezana voda ugrađena je u različite hidratizirane kemijske spojeve tla i nije raspoloživa za usvajanje (Vukadinović, V. i Vukadinović, V., 2011).

### 3. MATERIJAL I METODE ISTRAŽIVANJA

Teza:

- povećanjem količine humusa u tlu za 1%, CO<sub>2</sub> se veže u tlo, te je toliko CO<sub>2</sub> manje u atmosferi.

Organska tvar tla i kakvoća humusa snažno utječu na mogućnost rasta biljaka kao i na procese tvorbe tla. Sadržaj humusa u tlu ukazuje na način gospodarenja zemljištem te se mijenja ovisno o intenzitetu njegovog korištenja i gospodarenju organskom tvari: zaoravanje ili spaljivanje žetvenih ostataka, primjena i količina organskog gnojiva sideracija, rotacija usjeva, dubina i učestalost obrade i dr. Sadržaj humusa u uzorku tla se izračunava prema formuli:

$$\text{Humus} = \frac{1,72 \times 0,000514 \times \text{utrošeni ml KM}_n\text{O}_4 \times \text{normalitet} \times 10 \times 100}{\text{odvaga (0,20-0,50g)}}$$

1,72 = faktor za preračunavanje C u humusu (58% ugljika u humusu)

0,000514 = 1m<sup>3</sup> 0,1M KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> oksidira 0,000514 G ugljika u CO<sub>2</sub>

ml KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> = ukupna količina KM<sub>n</sub>O<sub>4</sub> (50 ml + ml za retitaciju) - količina oksalne kiseline.

Metoda određivanja humusa zasniva se na mokrom spaljivanju organske tvari pomoću K-bikromata. Pri tome se odvija sljedeća reakcija:



Standardi se obrađuju istovremeno i identično uzorcima tla. Na osnovu očitavanja standarda konstruira se kalibracijska krivulja iz koje se izračuna količina C u uzorcima tla. Izračunata količina C u mg odnosi se na 1g tla (odvagana uzorka). Dobivene vrijednosti potrebno je prvo preračunati na % C u uzorku, a zatim na % humusa u tlu (tablica 2).

Tablica 2. Preračunavanje vrijednosti  $C_{org.}$  u % humusa

Standard	$C_{org.}$ %	Humus %
0	0	0
0,1	0,4	0,69
0,2	0,8	1,38
0,3	1,2	2,07
0,4	1,6	2,76
0,5	2,0	3,44
1,0	4,0	6,88
2,0	8,0	13,76

Izvor: Đurđević, B. (2014) Praktikum iz ishrane bilja. Osijek: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku

Smatra se da humus u prosjeku sadrži 58% C što znači da 1% C odgovara sadržaju humusa 1,724% ( $100/58=1,724$ ). Na taj način množenjem % C s faktorom 1,724 dobije sadržaj humusa u tlu (Đurđević, 2014).

Tablica 3. Granične vrijednosti za sadržaj humusa u tlu (prema: Gračanin, 1947)

Opskrbljenost tla humusom	% humusa
Vrlo slabo humuzno tlo	<1
Slabo humuzno tlo	1-3
Dosta humuzno tlo	3-5
Jako humuzno tlo	5-10
Vrlo jako humuzno tlo	>10

Izvor: Đurđević, B. (2014) Praktikum iz ishrane bilja. Osijek: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku



## 4. REZULTATI I RASPRAVA

Tlo zauzima značajno mjesto u biološkom kruženju tvari i energije i predstavlja početnu i završnu kariku u lancu biotransformacije organskog ugljika te snažno utječe na sadržaj i ukupnu količinu kako CO<sub>2</sub> tako i drugih stakleničkih plinova. Naime, humosfera koja je treći po redu rezervoar ugljika i sadrži 23x10<sup>14</sup>kg (2300 Gt) ugljičnog dioksida, odmah poslije oceana koji sadrži najviše tj. 38x10<sup>15</sup>kg (38000 Gt) i litosfere koja sadrži 5x10<sup>15</sup>kg (5000 Gt). Ovaj humosferin rezervoar ugljika je u izravnoj vezi s rezervoarom biosfere koji sadrži ugljik u količini od 6x10<sup>14</sup>kg (600 Gt) i atmosfere sa njenih 77x10<sup>13</sup> kg (770 Gt) ugljika (Sofilić, 2014).

Primjerice, ako se s jednog hektara oranične površine odvoji površinski sloj tla do 30 cm, to odgovara količini tla od 3.000 m<sup>3</sup>. Ako je sadržaj humusa u tome tlu 2,5%, što je realna vrijednost, tada bi u sloju tla od 30 cm po hektaru bilo čak 100 tona humusa. Pretpostavimo li da ovaj humus sadrži 58% ugljika, to će u tih 100 tona po hektaru u površinskom sloju tla biti vezano 58 tona ugljika što odgovara količini od 212 t CO<sub>2</sub>/ha. Danas se količina ugljika vezana u humusu, u obliku organske tvari smanjila, te se taj ugljik oslobađa u obliku CO<sub>2</sub> i odlazi u atmosferu što opet dovodi do globalnog zatopljenja i povećanja temperature zraka. CO<sub>2</sub> je molekula koja ima moć akumulacije sunčeve topline te tako dolazi do povećanja temperature na pojedinim dijelovima Zemlje, kao i u Republici Hrvatskoj. Dakle, CO<sub>2</sub> kao jedan od stakleničkih plinova u atmosferi sprječava odvođenje topline sa Zemlje natrag u svemir, te tako uzrokuje zagrijavanje Zemlje.

Povećanjem temperature na Zemlji, dolazi do veće evapotranspiracije. Evapotranspiracija je proces isparavanja vode s površine tla te s biljaka i životinja. Potrebno je razlikovati potencijalnu (PET) i stvarnu evapotranspiraciju (ET). PET je procjena najveće moguće evapotranspiracije, a jednaka je količini vode koja bi mogla ispariti kada bi u tlu i biljkama bilo dovoljno vlage. ET je jednaka PET kada ima dovoljno vode za isparavanje ili manja od PET kada nema dovoljno vode. Isparavanje je najintenzivnije sa vlažnih i slabo propustljivih zemljišta. Što je zemljište vlažnije to je isparavanje veće. Isparavanje se povećava znatno sa povećanjem biljnog pokrivača. Kao posljedice evapotranspiracije pojavljuje se brže zasušivanje tla te biljke ostaju bez vode, dolazi do pojave suša. Jedna od najvažnijih uloga humusa je retencija vode, tj. zadržavanje vode u tlu što utječe na smanjenje poplava koje nastaju ukoliko je količina humusa u tlu mala pa se voda koja pada, primjerice u

obliku kiše, ne zadržava u tlu. Također, ovo zadržavanje vode u tlu utječe na smanjenje suša te biljke duži vremenski period imaju ravnomjerniju količinu vode na raspolaganju.

#### **4.1. Prilagođavanje tehnologije uzgoja**

Tehnologija uzgoja voća se vremenom polako mijenja. Klimatski uvjeti, posebice svjetlost i temperatura, uvjetuju izbor vrste i vrijeme uzgoja voća. Danas se vrlo često koriste zaštićeni prostori u kojima se uzgaja voće (niski, visoki tuneli te plastenici). Vrlo je česti uzgoj jagoda u plastenicima gdje je vrlo važno upravljati intenzitetom i kvalitetom svjetlosti, zbog toga se često upotrebljavaju fotoselektivne folije koje omogućavaju doziranje potrebne svjetlosti i smanjenje utjecaja štetočina. U zaštićenim prostorima se primjenjuju različiti postupci u svrhu osiguravanja optimalnih uvjeta za rast i razvoj uzgajanih kultura.

To su malčiranje tla i izravno prekrivanje usjeva agrotekstilom. U kombinaciji s malčiranjem najčešće se primjenjuje navodnjavanje kapanjem. Sustav za navodnjavanje kapanjem postavlja se ispod malča, a njime se može provoditi i prihrana, odnosno, fertirigacija. Ovim načinom se voda i hranjiva dodaju u optimalnim količinama u blizinu korijena biljaka.

##### **4.1.1. Povećanje humusa u tlu**

Osim povećane količine CO<sub>2</sub> u zraku, a time i prosječnih temperatura zraka, na današnji uzgoj voća, ali i ostalih poljoprivrednih kultura utječe i plodnost tla, količina humusa u tlu. Pretjeranim ili neodgovornim korištenjem tla dolazi do ubrzanog procesa razgradnje humusa te smanjivanja sadržaja organske tvari, tj. do snižavanja njegove produktivnosti i konačno degradacije. Održavanje razine humusa u tlu ima značajnu ulogu pri stvaranju stabilne strukture tla, što se odražava na niz fizikalnih svojstava (vodni, zračni i toplotni režim tla). Značajan utjecaj na sadržaj humusa u tlu ima plodored, a osobito udio okopavina u strukturi sjetve. Uvođenjem višegodišnjih trava i mahunarki u plodored, tlo se obogaćuje organskom tvari. Održavanje i povećanje sadržaja organske tvari u tlu moguće je postići smišljenim upravljanjem humusom; gnojdbom stajskim gnojem, unošenjem žetvenih ostataka u tlo, zelenom gnojdbom, povećanjem udjela višegodišnjih mahunarki i DTS-a u sjetvenoj strukturi na svakom poljoprivrednom gospodarstvu.

Primjena ekološke poljoprivrede također utječe na povećanje količine humusa u tlu. Za razliku od konvencionalne poljoprivrede čiji se negativni učinci gospodarenja tlo očituju u narušenoj strukturi tla, niskoj mikrobiološkoj aktivnosti u tlu i smanjenoj plodnosti tla, ekološka poljoprivreda pokazuje pozitivne učinke. Gospodarenje tлом u konvencionalnoj poljoprivredi dovodi do toga da se smanjuje količina humusa u tlu te dolazi do zakiseljavanja istog, dok primjenom ekološke poljoprivrede dolazi do povećanja količine humusa u tlu primjenom organskih gnojiva koji predstavljaju ključ gnojidbe u ovoj vrsti poljoprivrede.

Za obogaćivanje zemlje humusom treba odabrati organska gnojiva, jer ona manje opterećuju okoliš, poboljšavaju prozračnost tla pa se ono na proljeće prije ugrije, a ujedno vežu i veću količinu vode, što će biti korisno biljkama u sušnim mjesecima. Gnojidba organskim gnojivima je vrlo važna zbog održavanja dobre strukture zemljišta i njegove rahlosti. Ukoliko se gnojidba organskim gnojivima ne bi provodila ili se organska tvar u zemljištu ne bi nadoknadila na neki drugi način zemljište bi s vremenom postalo sve zbijenije pa bi njegova obrada bila znatno teža. Najbolje je koristiti zreli, fermentirani stajski gnoj, jer će tada njegovo djelovanje biti najveće. U godini u kojoj se primjenjuje stajnjak, količine mineralnih gnojiva mogu se smanjiti za trećinu. Svrha gnojidbe je da se biljna hranjiva dugogodišnjim iznošenjem ili ispiranjem vrata u tlo, kako bi se zadržala njegova prirodna plodnost, a onim tlima koja su prirodno siromašna dodaju biogeni elementi u skladu s potrebama kultura koje se žele uzgajati.

Kompostiranje je prirodni proces razlaganja organskog materijala kako bi se naposljetku dobilo ekološko gnojivo s udjelom humusa. Kompostiranje se odvija postupno i u kontroliranim uvjetima. Važnu ulogu imaju mikroorganizmi, koji biološki razlažu organski otpad na jednostavnije dijelove, koji se dalje pretvaraju u humusne spojeve. Od komposta se može napraviti i kompostna juha, koja će poslužiti kao blago tekuće gnojivo za nadohranu biljaka. Kompostna juha se priprema tako da se zreli kompost stavi u odgovarajuću posudu i prelije vodom u omjeru otprilike 1 naprama 6 (npr. jedna kantica komposta i šest kantica vode). Dobivena smjesa se dobro izmješa i ostavi nekoliko dana da se čvršće tvari slegnu. Dobivenom tekućinom se zaljeva tlo oko biljaka te se potiče mikrobiološka aktivnost tla (Dragović, 2014).

#### 4.1.2. Smanjivanje isparavanja iz tla (evaporacija)

Jedan od načina zadržavanja vlage u tlu, tj. smanjivanja isparavanje vode iz tla je malčiranje koje može biti organskim i anorganskim tvarima. Malčiranje tla organskim materijalima (slama, sijeno, usitnjena kukuruzovina, suho lišće, iglice bora, kompost) je agrotehnička mjera koja ima svrhu poboljšati uvjete uzgoja i olakšati njegu kultura tijekom vegetacije. Ova slojevita tehnika slična je "organskom sendviču" koja sprječava rast korova i potiče hranjivost same zemlje. Malčiranje anorganskim tvarima odvija se postavljanjem različite malč folije, geotekstila, folije protiv korova, mineralnog malča, stakla ili krhotina opeke. Primjenom crnih, prozirnih i poluprozirnih folija povećava se temperatura tla, što izravno utječe na brži rast biljaka, ranije dozrijevanje plodova, povećanje prinosa, ali i kvalitetu plodova. Ove folije se primjenjuju u zimskom i rano proljetnom uzgoju. Prije postavljanja folije, tlo treba biti dobro pripremljeno i usitnjeno kako bi se ostvario što bolji kontakt između folije i tla, što doprinosi boljem zagrijavanju tla. Folija na površini tla treba biti napeta s blagim padom prema rubovima, koji se ukapaju u tlo. Izravno prekrivanje predstavlja postavljanje agrotekstila (vlaknastog materijala) preko usjeva, odmah iza sadnje ili kasnije u vegetaciji. Svrha izravnog prekrivanja je skraćivanje vegetacije za 7 do 15 dana zbog povećanja temperature ispod pokrova, te djelomična zaštita od hladnoće. Agrotekstil se najčešće izrađuje od polipropilena i ima masu između 15 i 30 g/m<sup>2</sup>. Propušta između 65 i 90 % svjetlosti, dok propusnost za vodu i zrak iznosi od 10 do 20 %. Ispod agrotekstila su manja temperaturna kolebanja u odnosu na uzgoj bez pokrivanja, što ubrzava rast. Voda pri zalijevanju kišenjem polako prolazi kroz mikropore na tkanini i ravnomjerno vlaži biljke i tlo. Poslije se tlo postupno suši i ne stvara se pokorica. Zadržavanjem vode u mikroporama agrotekstila, pri padu temperature stvara se tanka ledena kora koja sprječava daljnje snižavanje temperature ispod tkanine.

Izbor materijala za malčiranje ovisi o mnogim čimbenicima, a neki od njih su: dostupnost, cijena, brzina razgradnje, izgled na tlu, kemijski utjecaji na tlo, klimatske prilike (Vegrin, 2013). Metoda malčiranja održava profil tla, ne gubi se organski materijal i ne remeti se ciklus plodnosti koji su prisutni u neizoranom tlu, dok oranje ili kopanje mijenja ovaj profil. Malč održava tlo toplim tijekom jeseni i zime, a hladnim tijekom ljeta, uvelike povećava sadržaj organskog materijala u tlu te smanjuje gubitak hranjivih tvari, što smanjuje i potrebu za gnojidbu biljaka. Također, ovom metodom se smanjuje erozija tla i osigurava dugotrajno sporo otpuštanje hranjivih tvari što je izvrsno za sadnju sadnica.

Na utjecaj smanjenja isparavanja vode iz tla veliki značaj ima i način same obrade tla. U slučaju da je na tlu pojačana evapotranspiracija, vrlo je važno da se primjenjuje plitka obrada tla (prašenje ili tanjuranje strništa), do 20cm, koja uključuje pripremu sjetvenog sloja, razbijanje pokornice, omogućuje prodor vode i zraka, disanje, grijanje tla, unošenje žetvenih ostataka, gnojiva za sjetvu ili sadnju nekih kultura . Obrada bi trebala biti što rjeđa kako ne bi došlo do prevelikog miješanja zemlje.

#### **4.2. Sadnja novih sorti i novih vrsta voća**

Zadnjih godina bilježimo stalni rast prosječnih temperatura, kao i dugotrajne toplije periode zimi, kako u zonama umjerene klime, tako i u suptropskoj zoni. Ovo je rezultiralo lošijim proizvodnim rezultatima u voćarstvu, čak i kod sorti koje su se donedavno uspješno uzgajale. Jedno od mogućih rješenja za ovakve probleme je svakako razviti kvalitetan model praćenja utjecaja temperatura na zahtjeve za hladnim jedinicama, prema vrsti i poziciji pojedinih pupova, kako bi voćar imao pouzdan alat za odabir najpogodnijeg trenutka za primjenu kemijskih sredstava koji će prekinuti mirovanje, i omogućiti jednoliku cvatnju (Soldo, 2014).

Republika Hrvatska pripada umjerenom području uzgoja voća, te su se nažalost i ovdje u posljednjih dvadesetak godina dogodile promjene u reakciji voćaka na promjenu klime. Prema istraživanjima V. Vučetić i B. Krulić, za normalni početak vegetacije jabuke u Republici Hrvatskoj treba biti ispunjen sljedeći uvjet za hladne jedinice:  $900 < CU < 1250$ . Sve dok je skupljeno dovoljno CU, cvjetni i lisni pupovi se razvijaju normalno. Ukoliko biljka ne skupi dovoljno CU u mirovanju može doći do odgođenog listanja te odgođenog i produženog cvjetanja koje dovodi do smanjenja uroda, te smanjenja kvalitete plodova.

Godine sa uobičajeno hladnom zimom i normalno toplim proljećem sve su rjeđe. Osim što se bilježe sve raniji početci vegetacije, u zadnjem periodu bilježe se i znatnija produženja vegetacije. Soldo (2014.) navodi da se već dvije godine, na sorti Idared na području Baranje, bilježi sve veći postotak vršnih cvjetnih pupova koji prorastaju, kao i direktan gubitak određenog postotka cvjetnih pupova. Ovakvi slučajevi, mogli bi se povezati sa iznadprosječno toplom i vlažnom jeseni.

Vučetić (2013.) je provela analizu utjecaja klimatskih promjena na različite sorte jabuka koja je pokazala da je u svim klimatskim zonama raniji početak listanja i cvjetanja jabuka za 2–6 dana/10 god što je posljedica toplije zime i proljeća. Jesenske novije sorte jabuke (jonaton i zlatni delišes) više su osjetljive na klimatske varijacije nego starinske sorte, te je opaženo njihovo skraćivanje vegetacijskog razdoblja u unutrašnjosti Hrvatske i produljenje u gorskoj Hrvatskoj. Tendencija produljenja ukazuje na mogućnost sve povoljnijeg uzgoja jabuka u gorskoj Hrvatskoj.

Slično se događa i s ranijim početkom proljetnih fenofaza vinove loze za 2–3 dana/10 god u unutrašnjosti Hrvatske (graševina) i Istri (malvazija) (Vučetić,2013). Puno zrenje i berba pokazuju raniji početak u kontinentalnoj Hrvatskoj i Istri nego na srednjem Jadranu. Tako primjerice u ekstremno toplim godinama početkom 21. st. vinogradari su počeli uzgajati i crne sorte grožđa u unutrašnjosti Hrvatske. Za očekivati je da će se na postojećim vinorodnim područjima uzgajati i širi sortiment vinove loze čime bi se mogao izgubiti regionalni karakter vina.

Sve ove prethodne analize ukazuju na činjenicu kako danas dolazi do promjene sortimenata te se za uzgoj biraju voćne vrste koje mogu podnijeti sve veće temperature zraka koja nastaje kao posljedica globalnog zatopljenja. U prostoru umjerenih geografskih širina, sve više se počinje uzgajati egzotično voće. Navest ćemo nekoliko primjera iz Republike Hrvatske. U Donjoj Bistri, točnije u Hrvatskom zagorju, počele su se uzgajati mongolske borovnice, babaaco ili planinska papaja koja se uzgaja samo u Ekvadoru, tamarillo, guava , kwangoo i žuta lubenica, marakuja, jeju dinja, peruanska jagoda.

## 5. ZAKLJUČAK

U svakodnevnom životu susrećemo se s problematikom klimatskih promjena vezanih uz globalno zatopljenje. Istraživanja u svijetu pokazuju da utjecaj budućih klimatskih promjena neće biti ujednačen za sve poljoprivredne kulture. Tako će se pojaviti neka nova područja s optimalnim uvjetima za uzgoj nekih sorti koja to do sada nisu bila. Na drugim područjima, gdje su se tradicionalno uzgajale neke sorte, klimatski uvjeti neće više biti tako povoljni. Ista priča je vezana i uz uzgoj voća što se u prethodnom poglavlju detaljno objašnjeno.

Možemo zaključiti da su prosječne temperature zraka u posljednjih 30 godina rasle za  $0.3^{\circ}\text{C}$  po desetljeću. Ovakvo povećanje prosječne srednje temperature te pojava ekstremnih suša ima negativne posljedice na proizvodnju voća. Zbog povećanja maksimalnih temperatura dolazi do razlike između suhe i mokre faze. Kako su se voćne vrste počele sve više introducirati iz područja sa umjerenom klimom u područja sa toplijom klimom, tako je sve više došao do izražaja negativan utjecaj suhe klime na fazu mirovanja, pa tako i na rast i razvoj voćaka u vegetaciji. Najveći problemi su opaženi u proizvodnji jabuka i krušaka. Dobro razumijevanje utjecaja ovih promjena na uzgoj voća, od velikog je značaja za daljnji razvoj voćarstva.

Budući da hrvatsko voćarstvo idućih godina očekuju novi izazovi, od međunarodne konkurencije, ali i velikih klimatskih promjena, koje će uzrokovati sve više problema u voćarskoj proizvodnji, neminovno je razmišljati o novim mogućnostima i drugačijem pristupu voćarstvu.

## 6. POPIS LITERATURE

1. Anđelković, T. (2007) Hemija životne sredine – ključ u rešavanju problema antroposfere, *Stil* (6), str. 445-448.
2. Bartolec, D. (2012) Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu i šumarstvo u kontinentalnoj Hrvatskoj. Diplomski rad. Zagreb: Agronomski fakultet Sveučilišta u Zagrebu.
3. Branković, Č. (2014) Klima i klimatske promjene. *Matematičko-fizički list*, LXIV (3), str. 152-162.
4. Dragović, R. (2014). Kako izraditi kvalitetan kompost. Agroklub. URL: <http://www.agroklub.com/eko-proizvodnja/kako-izraditi-kvalitetan-kompost/14524/> (25.8.2016.)
5. Državni hidrometeorološki zavod; Klima i klimatske promjene. URL: [www.dhmz.hr](http://www.dhmz.hr) (05.08.2016.)
6. Đurđević, B. (2014) Praktikum iz ishrane bilja. Osijek: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku
7. Gajić-Čapka M., Zaninović K. i Cindrić K. (2010) Climate Change Impacts and Adaptation Measures - Observed Climate Change in Croatia. U: Fifth National Communication of the Republic of Croatia under the United Nation Framework Convention on the Climate Change, Ministry of Environmental Protection, Physical Planning and Construction, str. 137-151.
8. Houghton J.T., Ding Y., Griggs D.J., Noguer M., van der Linden P.J., Dai X., Maskell K., Johnson C.A. (2001) Climate Change 2001: The Scientific Basis. UK:Cambridge University Press
9. Lončarić, Z. i Rastija, P. (2014) Plodnost i tipovi tala u pograničnom području. *Plodnost i opterećenost tala u pograničnome području*. Osijek: Poljoprivredni fakultet Sveučilišta Josipa Jurja Strossmayera u Osijeku.
10. Mikić, A. (2010) Emisije CO<sub>2</sub> i globalno zatopljenje. Završni rad. Varaždin: Geotehnički fakultet.
11. Ministarstvo zaštite okoliša i prirode; Učinak staklenika. URL:[www.mzoupu.hr](http://www.mzoupu.hr) (05.08.2016.)



12. Sofilić, T. (2014). Onečišćenje i zaštita tla. Sisak: Sveučilište u Zagrebu, Metalurški fakultet
13. Soldo, T. (2014) Utjecaj globalnih klimatskih promjena na uzgoj voća. URL: <http://www.agroklub.com/vocarstvo/utjecaj-globalnih-klimatskih-promjena-na-uzgoj-voća/15574/> (14.08.2016.)
14. Šegota, T. i Filipčić, A. (1996) *Klimatologija za geografe*. Zagreb: Školska knjiga.
15. Vegrin, Lj. (2013). Malčiranje štedi vodu i trud u vrtu. GKTD Murvica d.o.o. Crikvenica
16. Vučetić, V. (2011) Modeliranje utjecaja klimatskih promjena na prinose kukuruza u Hrvatskoj. Disertacija. Zagreb: Prirodoslovno-matematički fakultet, Sveučilište u Zagrebu.
17. Vučetić, V. (2013) Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivrednu proizvodnju. Hrvatsko agrometeorološko društvo – Zbornik radova. AGROMETEOROLOGIJA U SLUŽBI KORISNIKA: „Klimatske promjene i poljoprivreda“, Zagreb.
18. Vukadinović, V. i Vukadinović, V. (2011) *Ishrana bilja*. Osijek: Sveučilište J. J. Strossmayera u Osijeku, Poljoprivredni fakultet u Osijeku

## POPIS SLIKA

Slika 1. Proces nastanka tla

Slika 2. Opažene promjene globalne (a) površinske temperature, (b) srednje razine mora, (c) snježnog pokrivača na sjevernoj hemisferi

Slika 3. Kruženje ugljika u prirodi

Slika 4. Proces nastanka efekta staklenika

Slika 5. Globalna koncentracija CO<sub>2</sub> u razdoblju od 1870. do 2000. godine

Slika 6. Prikaz vrsta voda u tlu

## POPIS TABLICA

Tablica 1. Geološka razdoblja prošlosti Zemlje

Tablica 2. Preračunavanje vrijednosti C<sub>org.</sub> u % humusa

Tablica 3. Granične vrijednosti za sadržaj humusa u tlu (prema: Gračanin, 1947)

Tablica 4. Ukupni sadržaj pora u tlu (P)

## **IZJAVA O AUTORSTVU RADA**

Ja, Jasna Doljanin, pod punom moralnom, materijalnom i kaznenom odgovornošću, izjavljujem da sam isključivi autor završnog rada pod naslovom „Utjecaj globalnih klimatskih promjena na uzgoj voća“ te da u navedenom radu nisu na nedozvoljen način korišteni dijelovi tuđih radova.

U Požegi, 29. kolovoza 2016.

Jasna Doljanin