

# Klimatske promjene i poljoprivreda

[nova/postojeća prijetnja]

**Studijski program:** Preddiplomski sveučilišni studij, Mediteranska poljoprivreda  
**Naziv predmeta:** Agroekologija i agroklimatologija  
**Kod predmeta:** MPO02  
**Status predmeta:** obavezni  
**Nositelji predmeta:** prof. dr. sc. Danijel Jug, doc. dr. sc. Gabriela Vuletin Selak, doc. dr. sc. Tomislav Radić  
**Tematska cjelina:** Agroklimatologija  
**Vrsta izvođenja nastave:** 20 sati predavanja; 5 sati seminara  
**Predavač na tematskoj cjelini:** Prof. dr. sc. Danijel Jug

**Vrijeme** (*Weather*) – trenutno stanje atmosfere (vremenske prilike u kratkom periodu vremena)

**Klima** (*Climate*) – prosječno stanje atmosfere (prosječne vrijednosti meteoroloških elemenata u dužem periodu vremena – standardni period vremena = 30 godina)

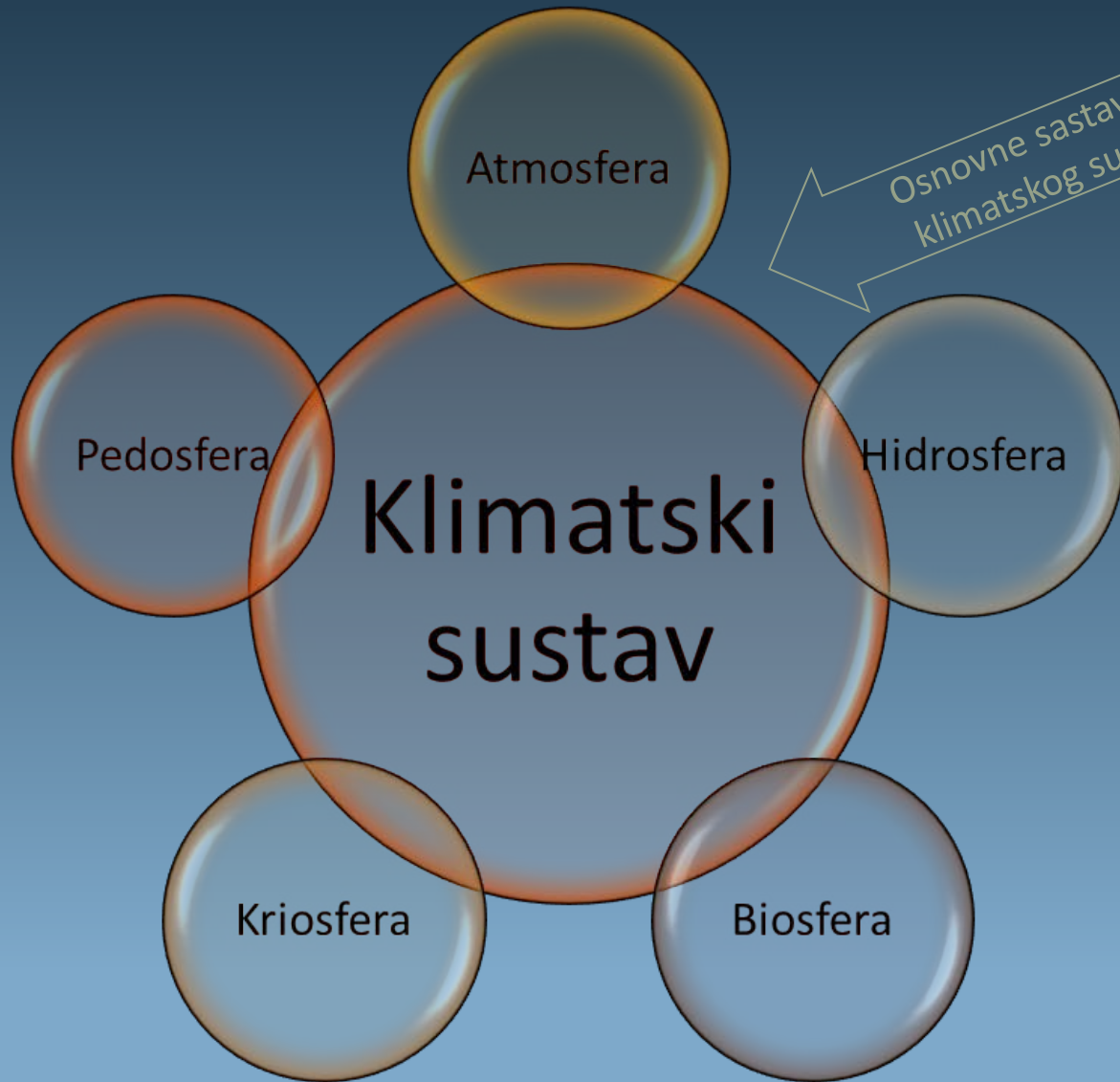
**Učinak (efekt) staklenika** (*Green house effect*) – proces pri kojem se toplinsko zračenje (infracrveno zračenje) s površine Zemlje adsorbira u atmosferi, a adsorbiraju ga staklenički plinovi te dolazi do ponovnog zračenja u svim smjerovima. Dio tog zračenja dolazi natrag u niže slojeve atmosfere i na Zemljinu površinu što dovodi do povećanja prosječne temperature zraka

**Klimatske promjene** (*Climate change*) – Statistički značajne promjene srednjeg stanja ili varijabilnosti klimatskih veličina koje traju desetljećima, stoljećima i duže – [*dugotrajne promjene = long-term effect*]

**Klimatske varijacije** (*Climate variability*) – Značajne promjene klimatskih (okolišnih) veličina za određeni prostor i vrijeme, a može trajati od nekoliko tjedana do nekoliko desetljeća [*kratkoročne promjene = short-term effect*]

**Globalno zatopljenje** (*Global warming*) – iznad prosječno i statistički značajno povećanje temperature zraka na globalnoj razini, nastalo kao posljedica prirodnih i antropogenih utjecaja (u periodima vremena od nekoliko desetljeća ili duže) – često sinonim za klimatske promjene

**Globalno zahlađenje** (*Global cooling*) – proces snižavanja prosječne temperature Zemlje na statistički značajnoj razini, nastao kao indirektna posljedica globalnog zagrijavanja (poremećaj u cirkulaciji atmosfere i oceana)



Osnovne sastavnice klimatskog sustava

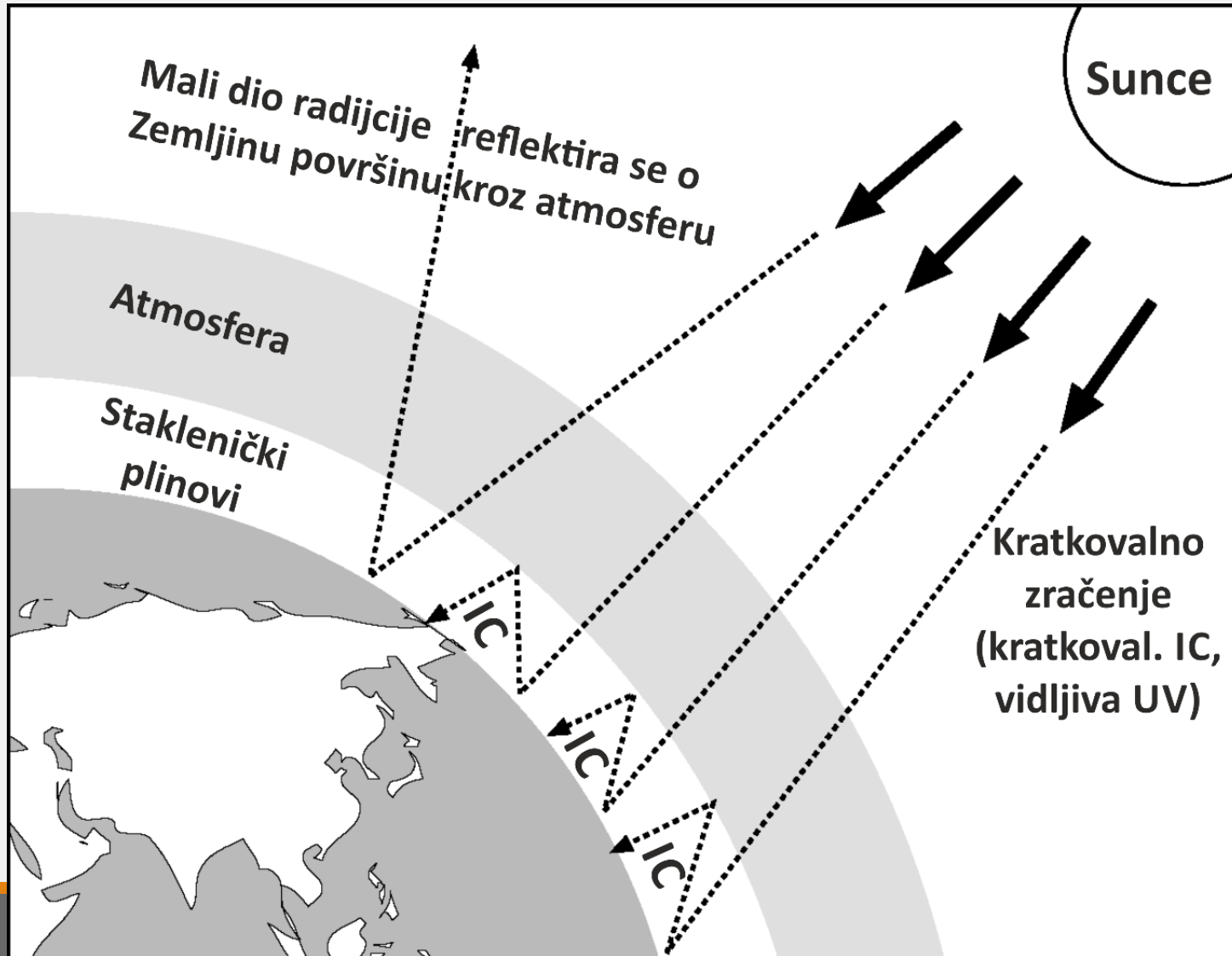
**Antropogeni utjecaj**  
(vanjski čimbenici)

- ----
- ----
- poljoprivreda
- ----

**Prirodni utjecaj**  
(Unutarnji i vanjski čimbenici)

- Južna oscilacija – El-Nino
- Sjeverno – atlantska oscilacija
- Sunčevo zračenje
- Vulkanska erupcija

**Učinak (efekt) staklenika** (*Green house effect*) – proces pri kojem se toplinsko zračenje (infracrveno zračenje) s površine Zemlje adsorbira u atmosferi, a adsorbiraju ga staklenički plinovi te dolazi do ponovnog zračenja u svim smjerovima. Dio tog zračenja dolazi natrag u niže slojeve atmosfere i na Zemljinu površinu što dovodi do povećanja prosječne temperature zraka

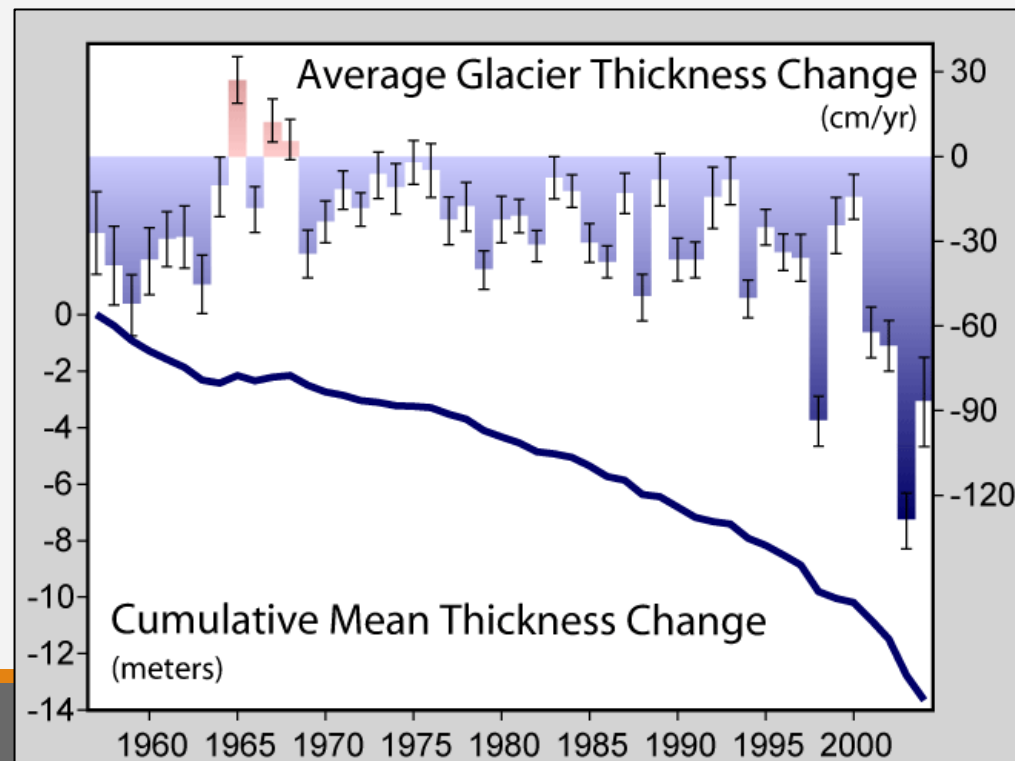
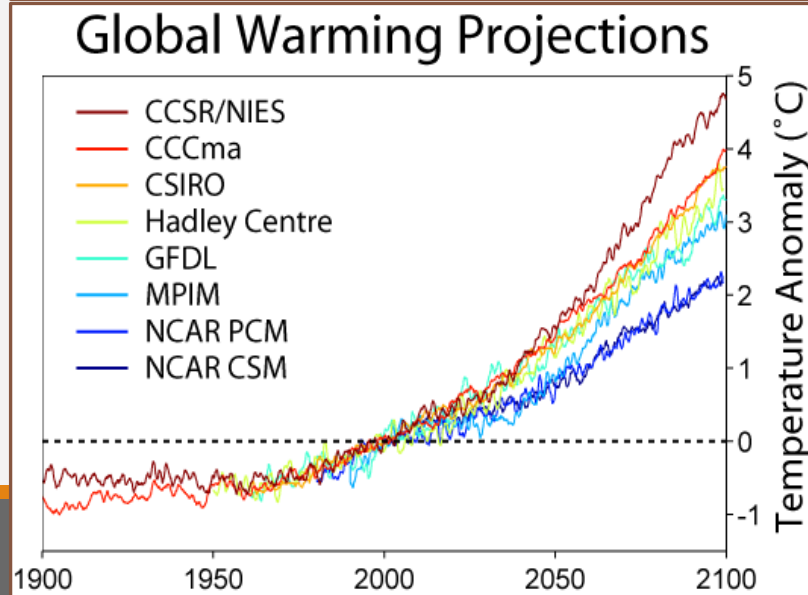
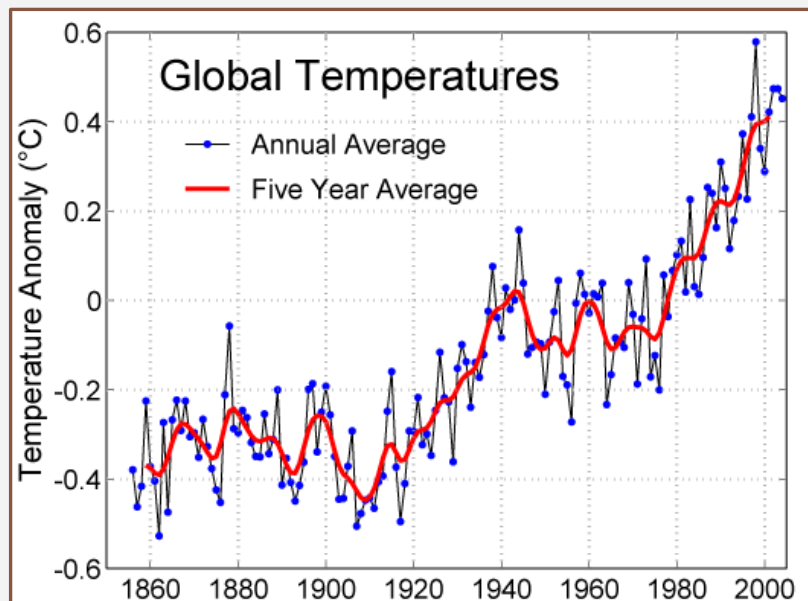


#### Staklenički plinovi:

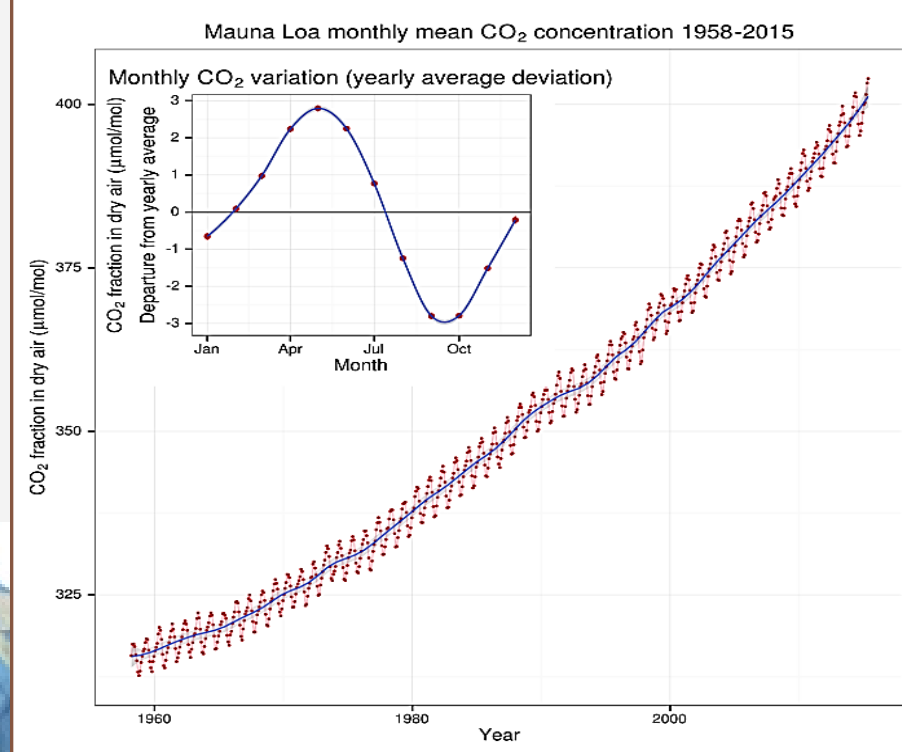
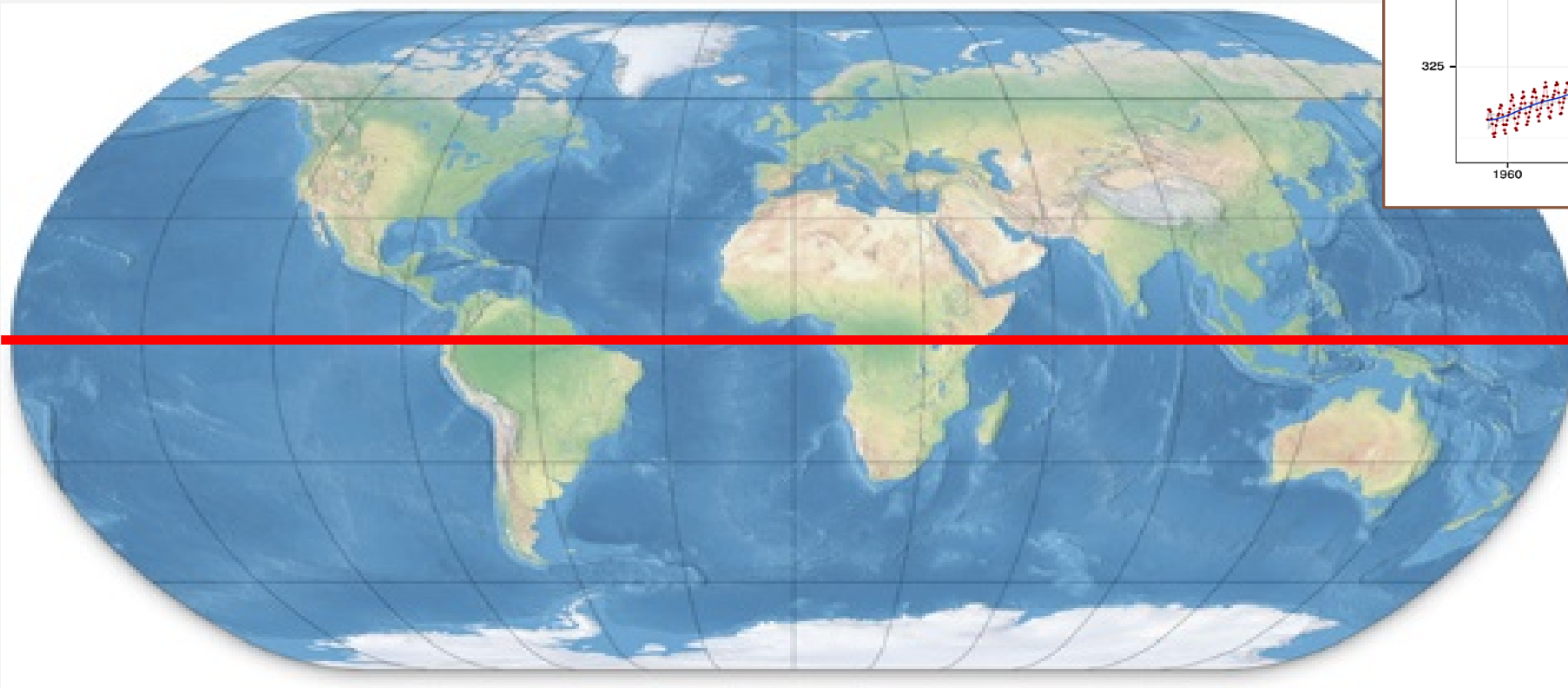
- vodena para ( $H_2O$ )
- ugljikov dioksid ( $CO_2$ )
- metan ( $CH_4$ )
- didušikov oksid ( $N_2O$ )
- klorofluorougljici (freoni)
- ozon ( $O_3$ ) u troposferi
- sumporni dioksid ( $SO_2$ )

Oko 30% zračenja koje dolazi na Zemlju reflektira se natrag u Svemir dok se 70% apsorbira

**Globalno zatopljenje** (*Global warming*) – iznad prosječno i statistički značajno povećanje temperature zraka na globalnoj razini, nastalo kao posljedica prirodnih i antropogenih utjecaja (u periodima vremena od nekoliko desetljeća ili duže) – često sinonim za klimatske promjene



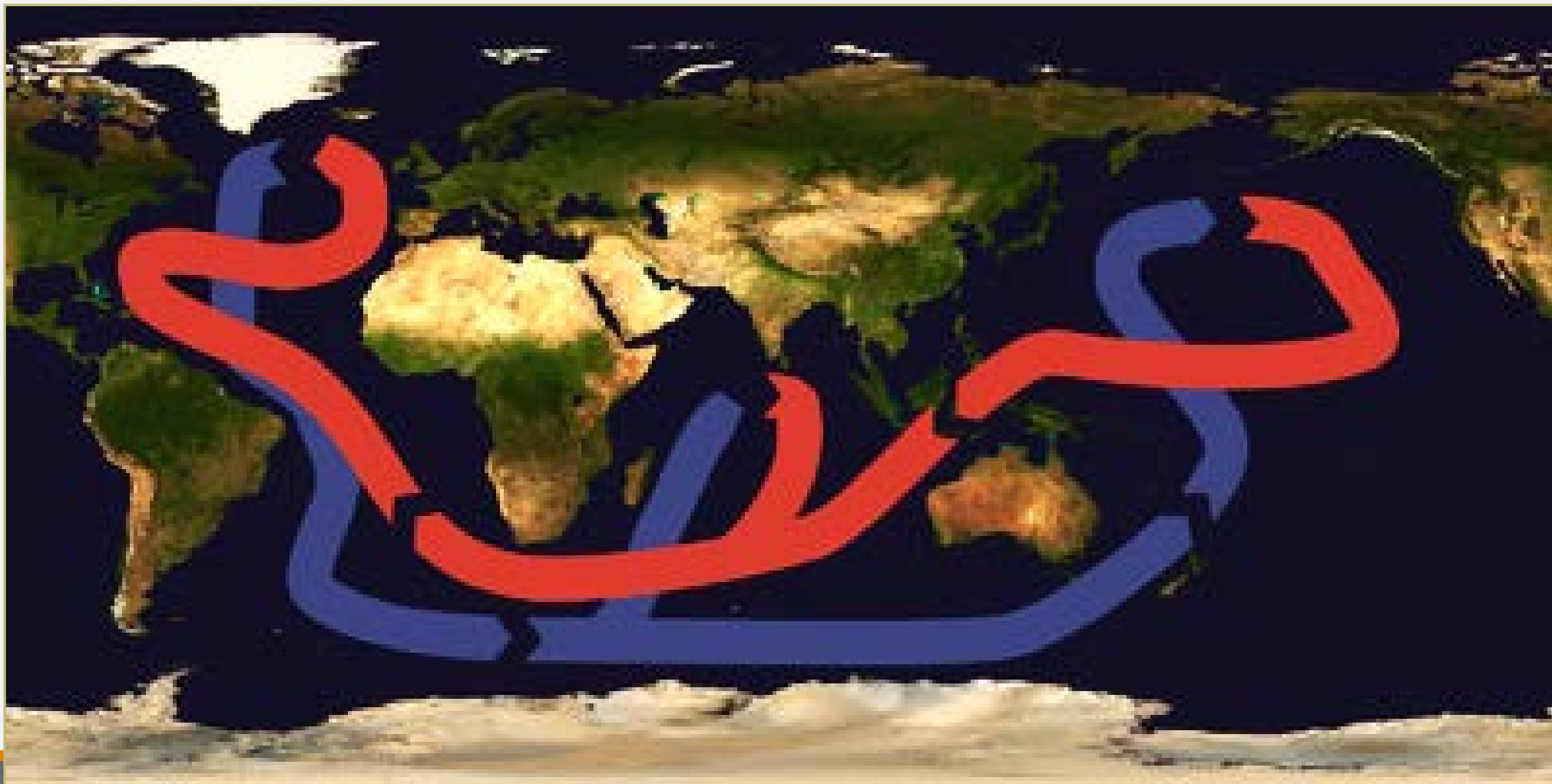
**Fluktuacije koncentracije  
CO<sub>2</sub> u atmosferi na  
godišnjoj razini**



← Ekvator

**Globalno zahlađenje** (*Global cooling*) – proces snižavanja prosječne temperature Zemlje na statistički značajnoj razini, nastao kao indirektna posljedica globalnog zagrijavanja (poremećaj u cirkulaciji atmosfere i oceana)

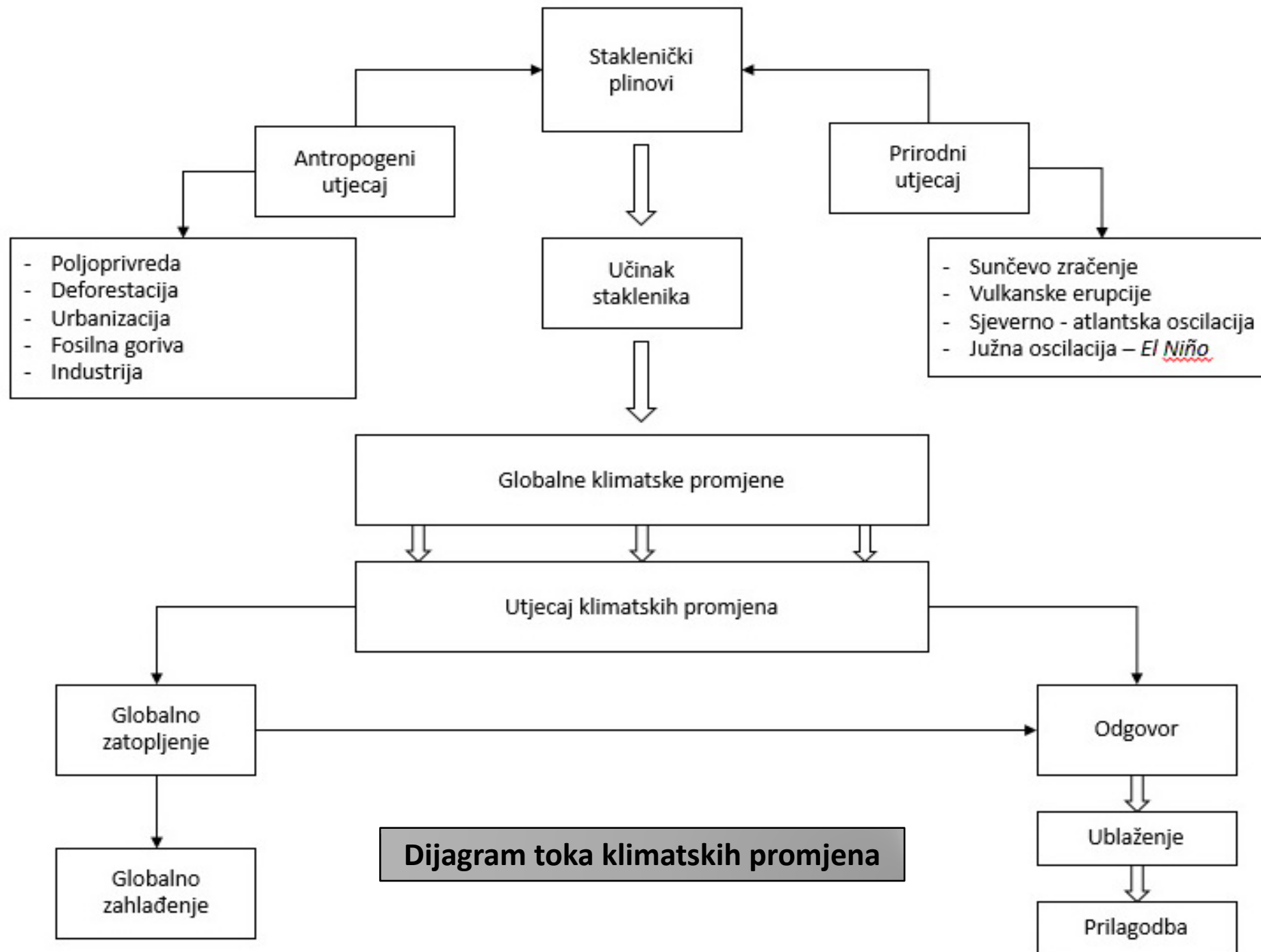
### Termohalina cirkulacija



## Novo ledeno doba ?







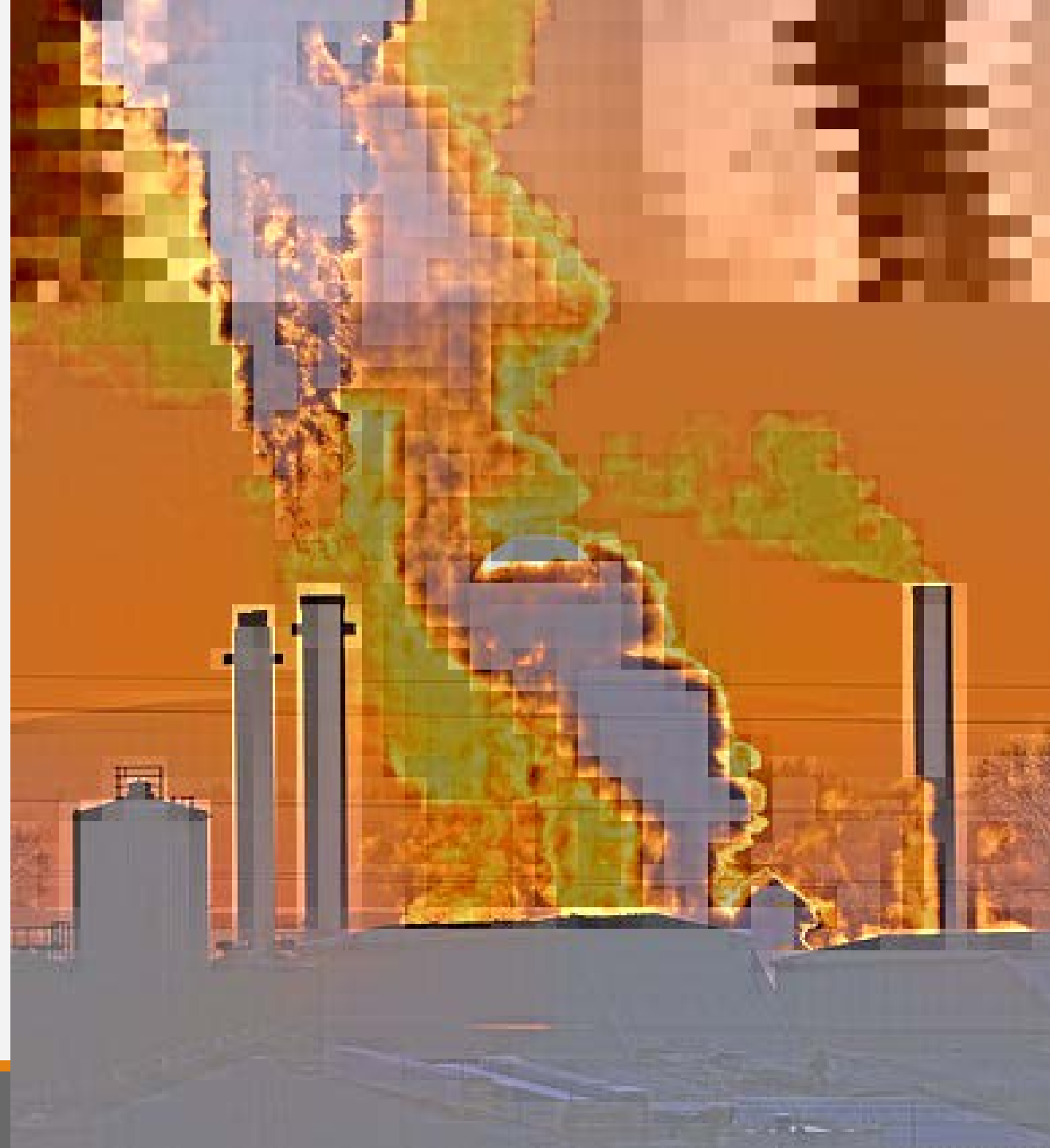
**Dijagram toka klimatskih promjena**

# Učinak staklenika i emisije stakleničkih plinova



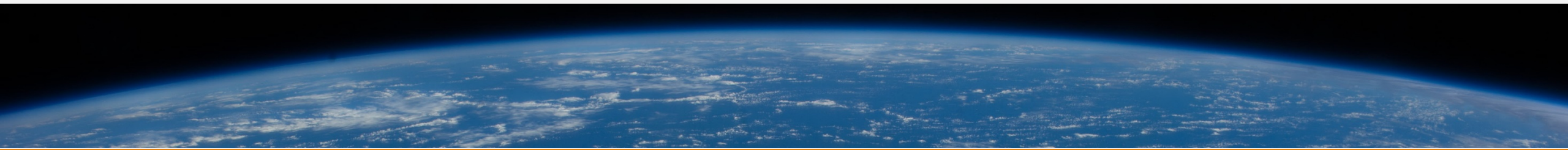
Kemijski sastav suhog zraka po obujmu [IPCC 2014]

Plin	(%)
Dušik (N <sub>2</sub> )	78,084
Kisik (O <sub>2</sub> )	20,946
Argon (Ar)	0,9340
Ugljikov dioksid (CO <sub>2</sub> )	0,039
Neon (Ne)	0,001818
Helij (He)	0,000524
Metan (CH <sub>4</sub> )	0,000179
Kripton (Kr)	0,000114
Vodik (H <sub>2</sub> )	0,000055
Didušikov oksid (N <sub>2</sub> O)	0,00003
Ugljikov monoksid (CO)	0,00001
Ksenon (Xe)	0,000009
Ozon (O <sub>3</sub> )	0 do 7·10 <sup>-6</sup>
Dušikov dioksid (NO <sub>2</sub> )	0,000002
Jod (I <sub>2</sub> )	0,000001
Amonijak (NH <sub>3</sub> )	u tragovima
Nije uključeno u gornji suhi zrak:	
Vodena para (H <sub>2</sub> O)	~0,40% po cijeloj atmosferi uglavnom 1-5% na površini

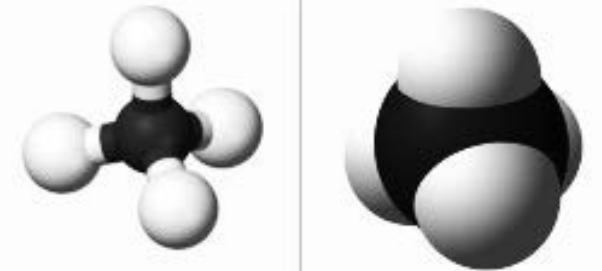
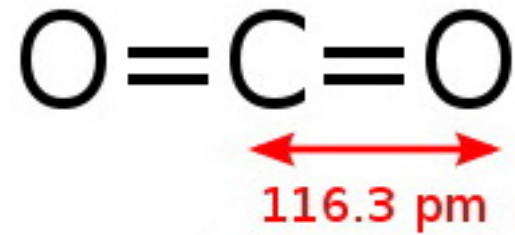
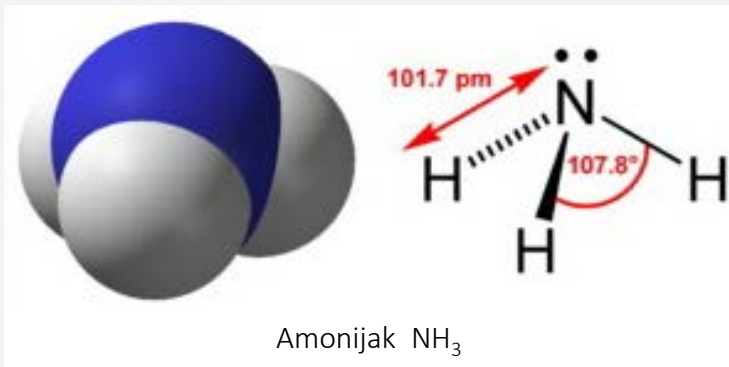
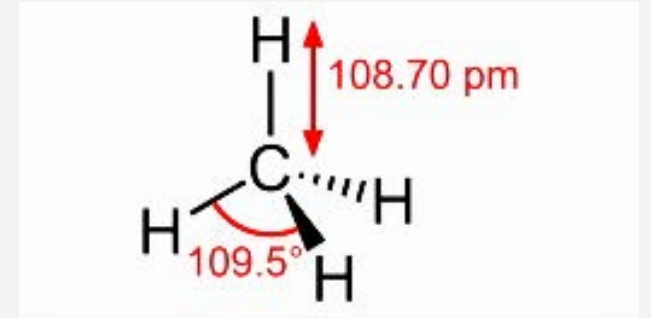
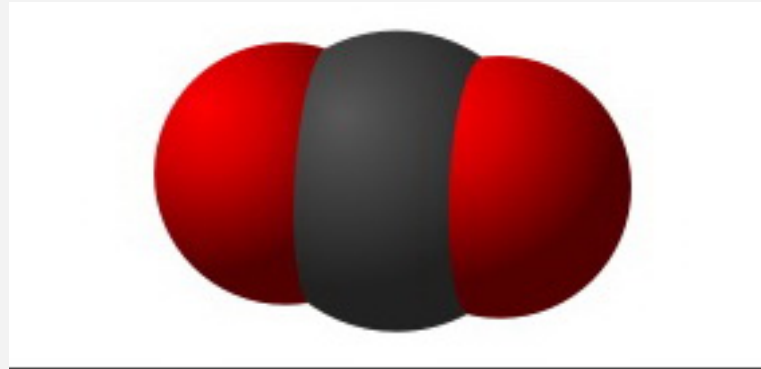
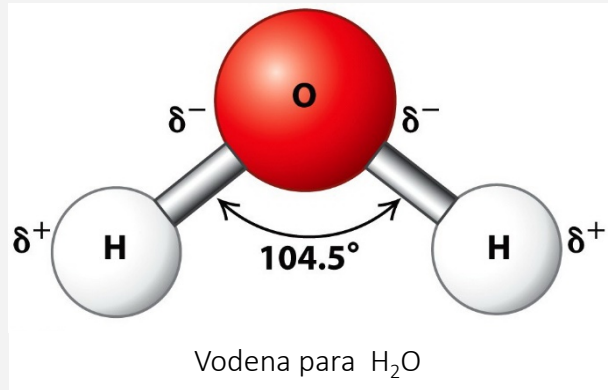


## Staklenički potencijal – neke činjenice

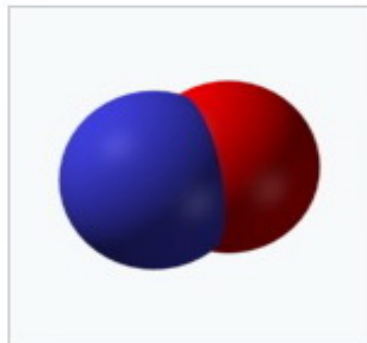
- 🌍 Pojedini staklenički plinovi različito doprinose efektu staklenika
- 🌍 Emisija stakleničkih plinova iskazuje se kao ekvivalentna emisija ugljikovog dioksida (CO<sub>2</sub> eq)
- 🌍 Emisija svakog plina množi se s njegovim stakleničkim potencijalom
- 🌍 Uklanjanje emisija – odliv
- 🌍 C ≠ CO<sub>2</sub> – odnos je 12/44
- 🌍 Preračunavanje C u CO<sub>2</sub> množenjem s faktorom 3,67
- 🌍 Stratosferski ozon (O<sub>3</sub>) je također staklenički plin (ima pozitivan i negativan radijacijski učinak)
- 🌍 Staklenički potencijal je u izravnoj i neizostavnoj uzročno-posljedičnoj vezi s klimatskim promjenama
- 🌍 Klimatske promjene su u uzročno-posljedičnoj vezi s načinom gospodarenja tlom



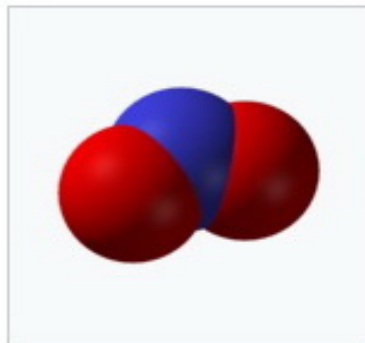
## Najznačajniji staklenički plinovi



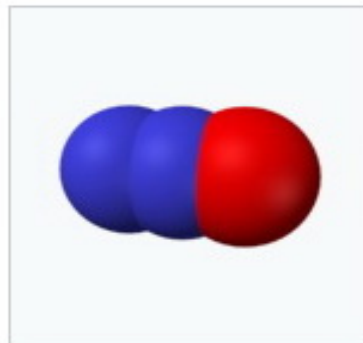
Metan  $\text{CH}_4$



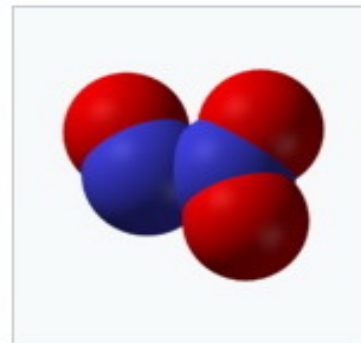
Dušikov monoksid,  $\text{NO}$



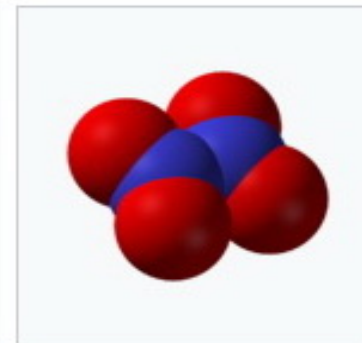
Dušikov dioksid,  $\text{NO}_2$



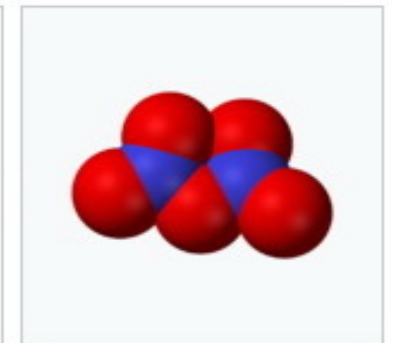
Dušikov suboksid,  $\text{N}_2\text{O}$



Didušikov trioksid,  $\text{N}_2\text{O}_3$



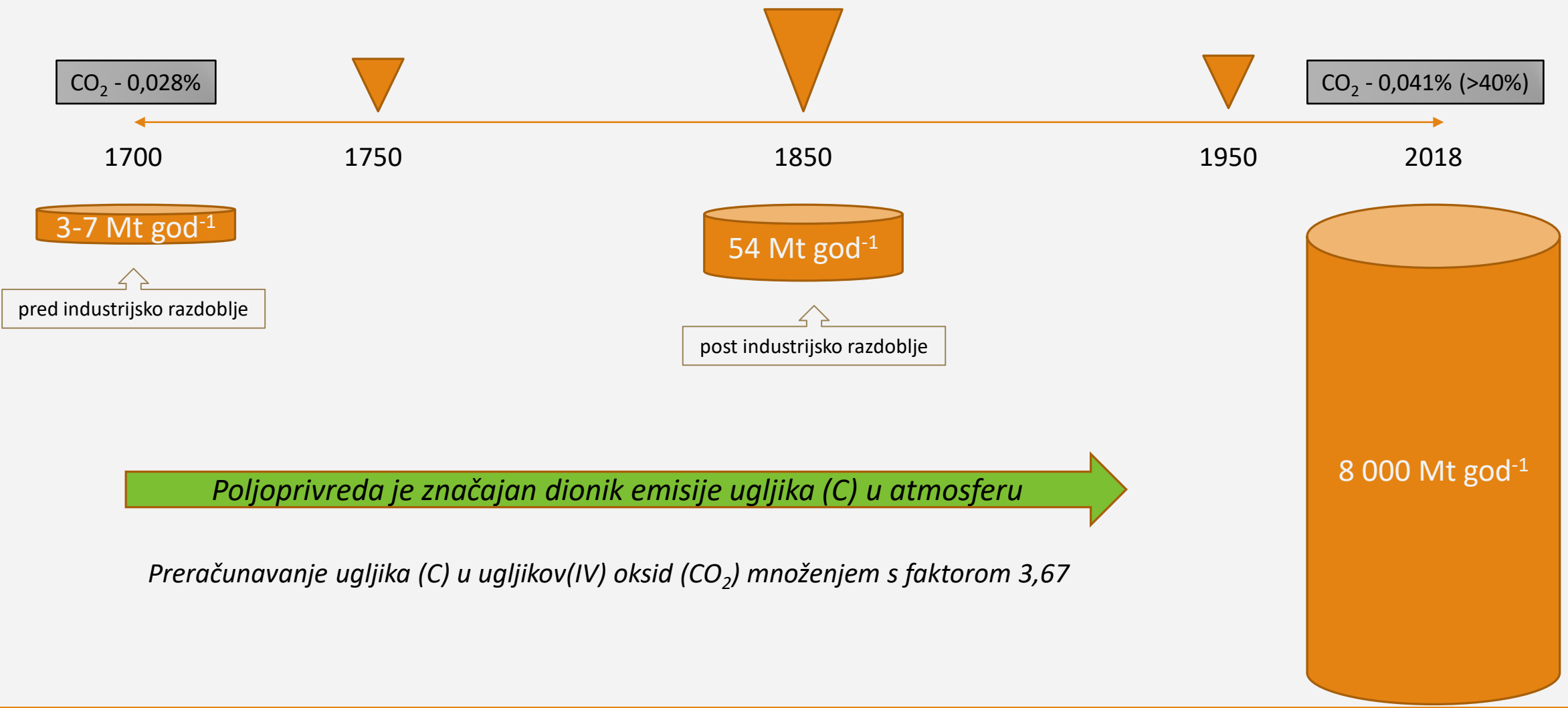
Didušikov tetraoksid,  
 $\text{N}_2\text{O}_4$



Didušikov pentoksid,  
 $\text{N}_2\text{O}_5$

	Plin [gas]	Životni vijek – godine [lifetime – years]	Potencijal globalnog zagrijavanja u određenom vremenu [GWP time horizon]			Referenca izvješća [Report Reference]
			20 godina [years]	100 godina [years]	500 godina [years]	
	Ugljikov(IV) oksid (CO <sub>2</sub> )	Complex	1	1	NA	IPCC 2013 – AR5
			1	1	1	IPCC 2007 – AR4
			1	1	1	IPCC 2001 – TAR
			1	1	1	IPCC 1996 – SAR
	Metan (CH <sub>4</sub> )	12,4	84	28	NA	IPCC 2013 – AR5
		12	72	25	7,6	IPCC 2007 – AR4
		12	62	23	7	IPCC 2001 – TAR
		12	56	21	6,5	IPCC 1996 – SAR
	Didušikov oksid (N <sub>2</sub> O)	121	264	265	NA	IPCC 2013 – AR5
		114	289	298	153	IPCC 2007 – AR4
		114	275	296	156	IPCC 2001 – TAR
		120	280	310	170	IPCC 1996 – SAR
	HFC-23	222	10 800	12 400	NA	IPCC 2013 – AR5
		270	12 000	14 800	12 200	IPCC 2007 – AR4
		260	9 400	12 000	10 000	IPCC 2001 – TAR
		264	9 100	11 700	9 800	IPCC 1996 – SAR
	HFC-134a	13,4	3 710	1 300	NA	IPCC 2013 – AR5
		14	3 830	1 430	435	IPCC 2007 – AR4
		13,8	3 300	1 300	400	IPCC 2001 – TAR
		13,8	3 400	1 300	420	IPCC 1996 – SAR
	CF <sub>4</sub> (Tetrafluorometan)	50 000	4 880	6 630	NA	IPCC 2013 – AR5
		50 000	5 210	7 390	11 200	IPCC 2007 – AR4
		50 000	3 900	5 700	8 900	IPCC 2001 – TAR
		50 000	4 400	6 500	10 000	IPCC 1996 – SAR
	SF <sub>6</sub> (Sumporov heksafluorid)	3 200	17 500	23 500	NA	IPCC 2013 – AR5
		3 200	16 300	22 800	32 600	IPCC 2007 – AR4
		3 200	15 100	22 200	32 400	IPCC 2001 – TAR
		3 200	16 300	23 900	34 900	IPCC 1996 – SAR
NA-nije dostupno	NF <sub>3</sub> (Dušikov trifluorid)	500	12 800	16 100	NA	IPCC 2013 – AR5
		500	12 300	17 200	20 700	IPCC 2007 – AR4
		740	7 700	10 800	13 100	IPCC 2001 – TAR
		740	NA	NA	NA	IPCC 1996 – SAR

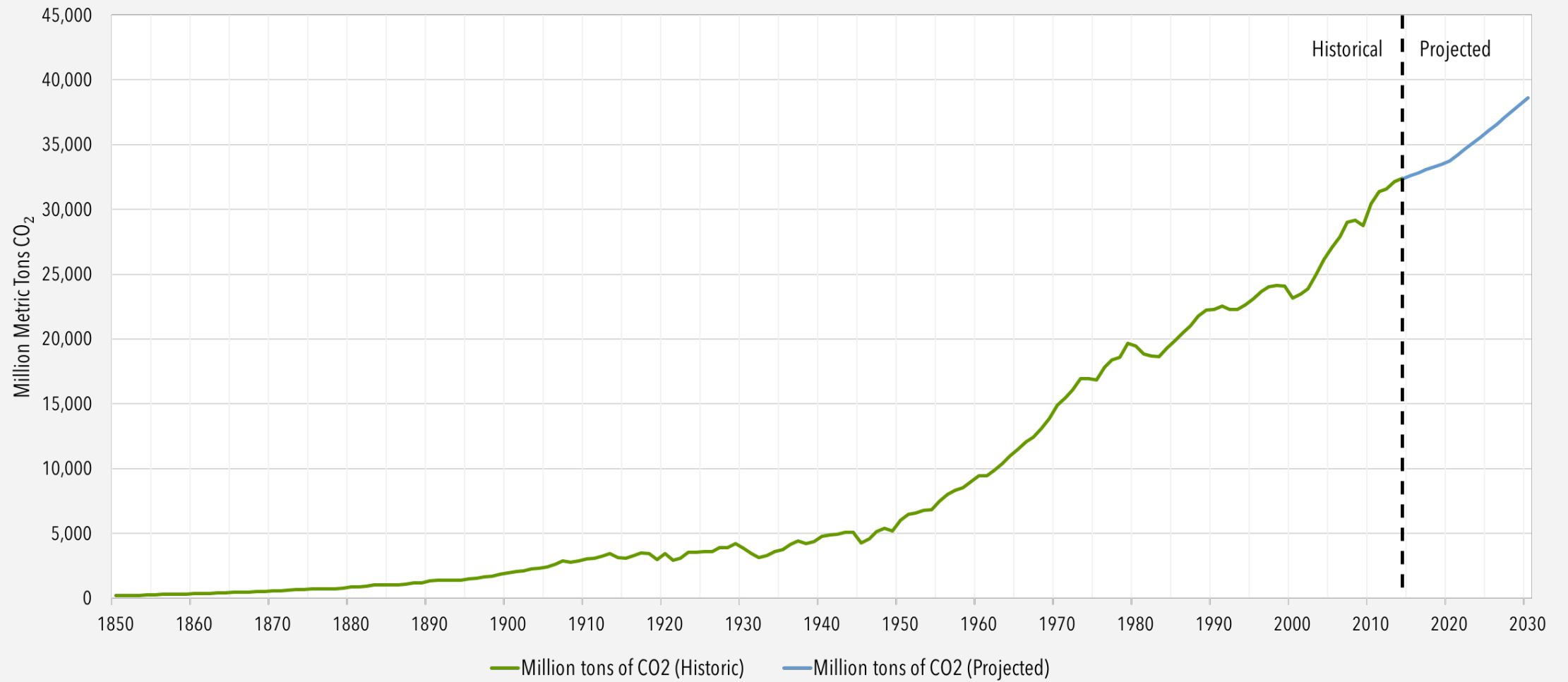
Globalna emisija CO<sub>2</sub>



Poljoprivreda je značajan dionik emisije ugljika (C) u atmosferu

Preračunavanje ugljika (C) u ugljikov(IV) oksid (CO<sub>2</sub>) množenjem s faktorom 3,67

## Globalna emisija CO<sub>2</sub> (1850.–2030.)



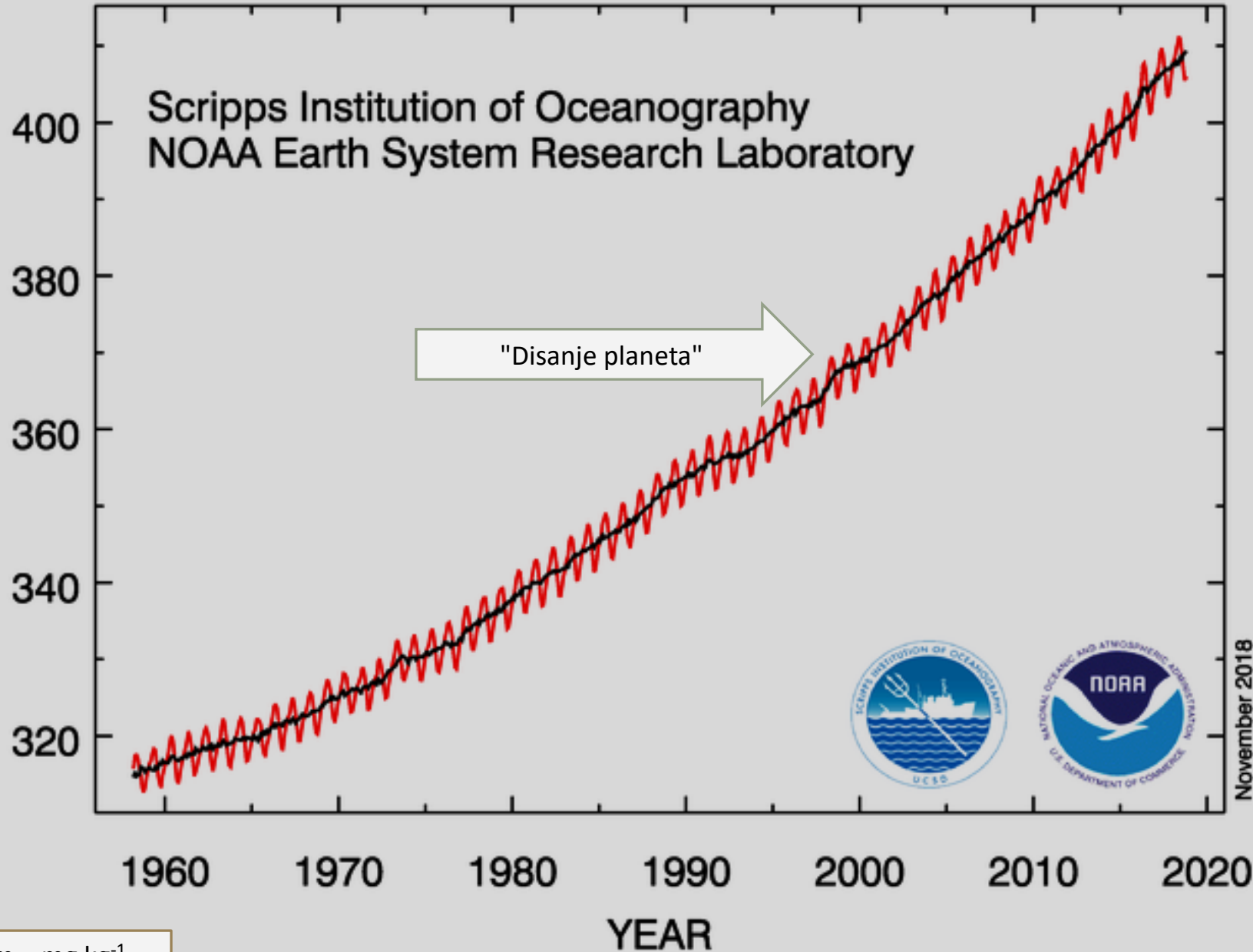
[Carbon Dioxide Information Analysis Center](#) (Oak Ridge National Laboratory 2017)



# Atmospheric CO<sub>2</sub> at Mauna Loa Observatory

Scripps Institution of Oceanography  
NOAA Earth System Research Laboratory

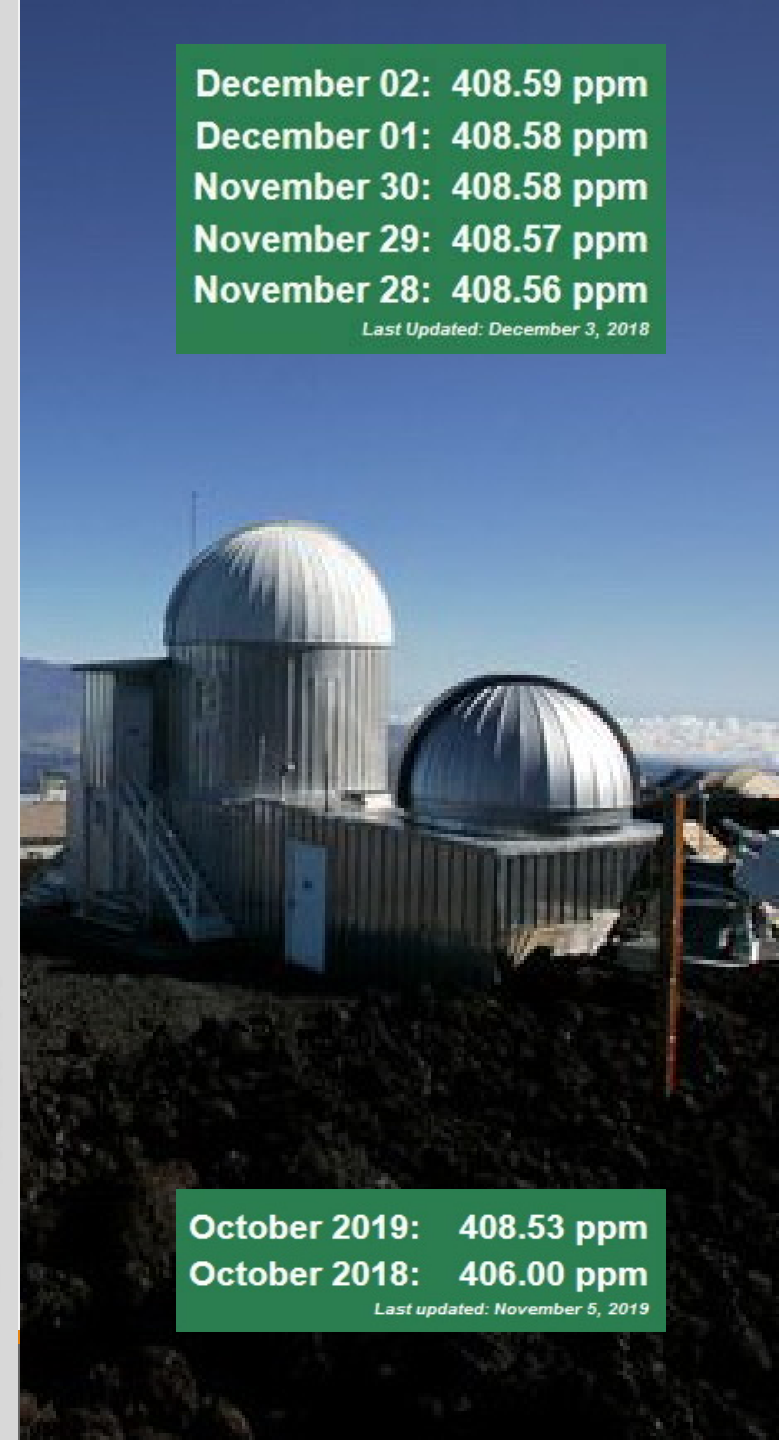
PARTS PER MILLION



ppm = mg kg<sup>-1</sup>

December 02: 408.59 ppm  
December 01: 408.58 ppm  
November 30: 408.58 ppm  
November 29: 408.57 ppm  
November 28: 408.56 ppm

*Last Updated: December 3, 2018*

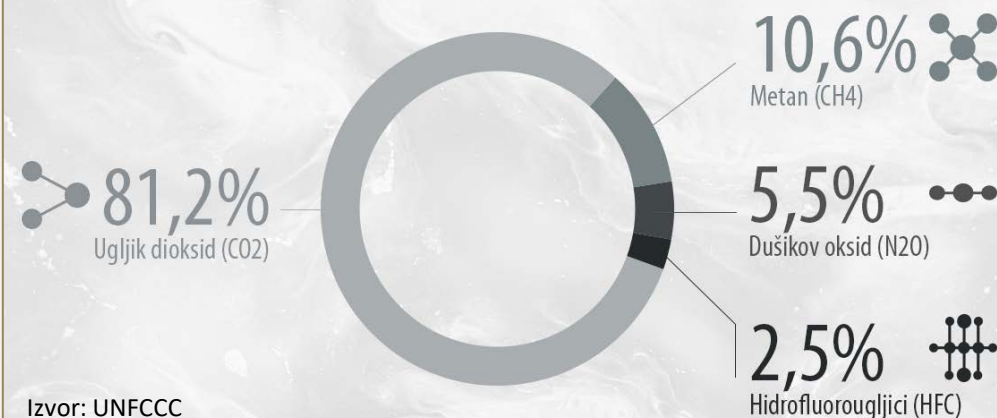


October 2019: 408.53 ppm  
October 2018: 406.00 ppm

*Last updated: November 5, 2019*

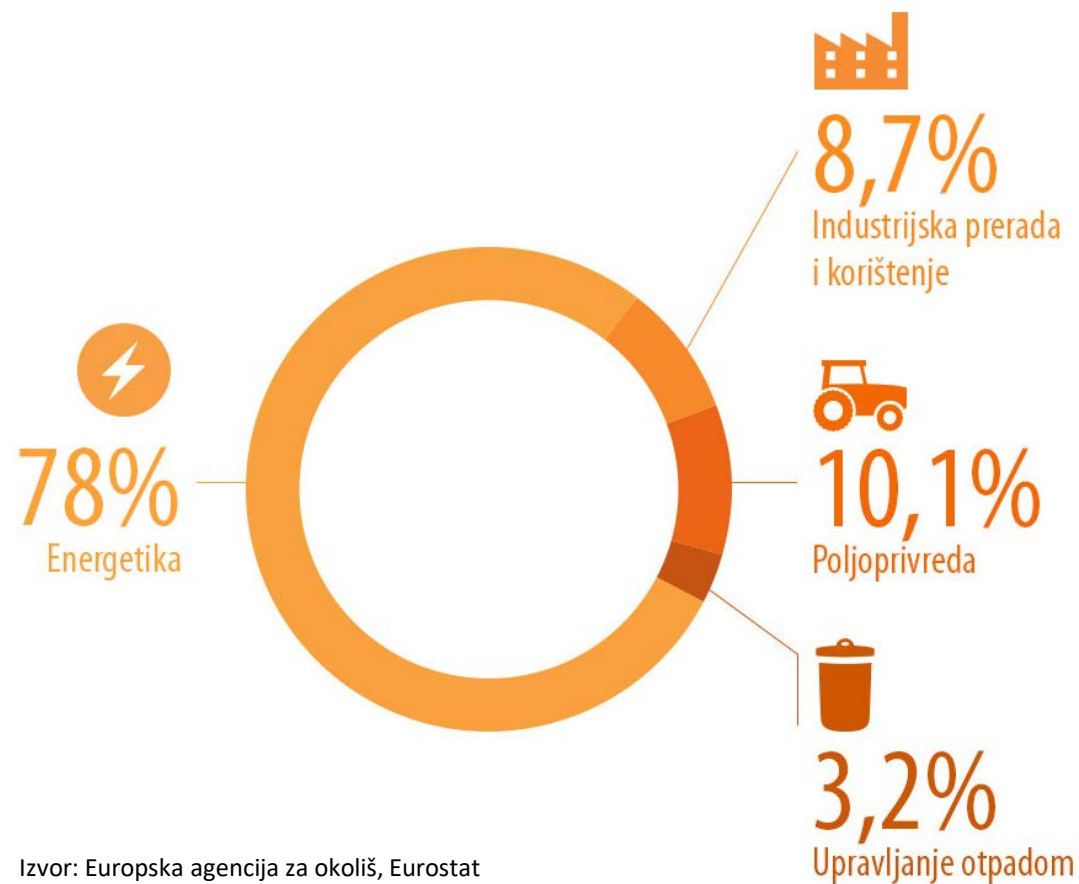
# Svjetske emisije prema zagađivaču

(2015)

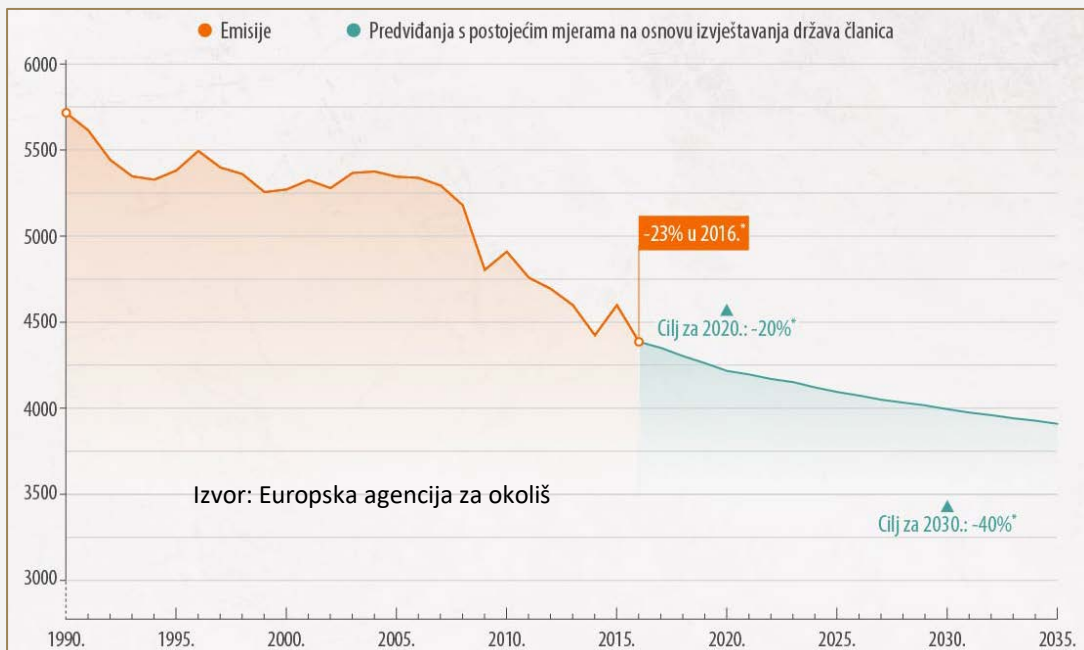


Izvor: UNFCCC

# Emisije stakleničkih plinova u EU-u po sektoru u 2015.



Izvor: Europska agencija za okoliš, Eurostat

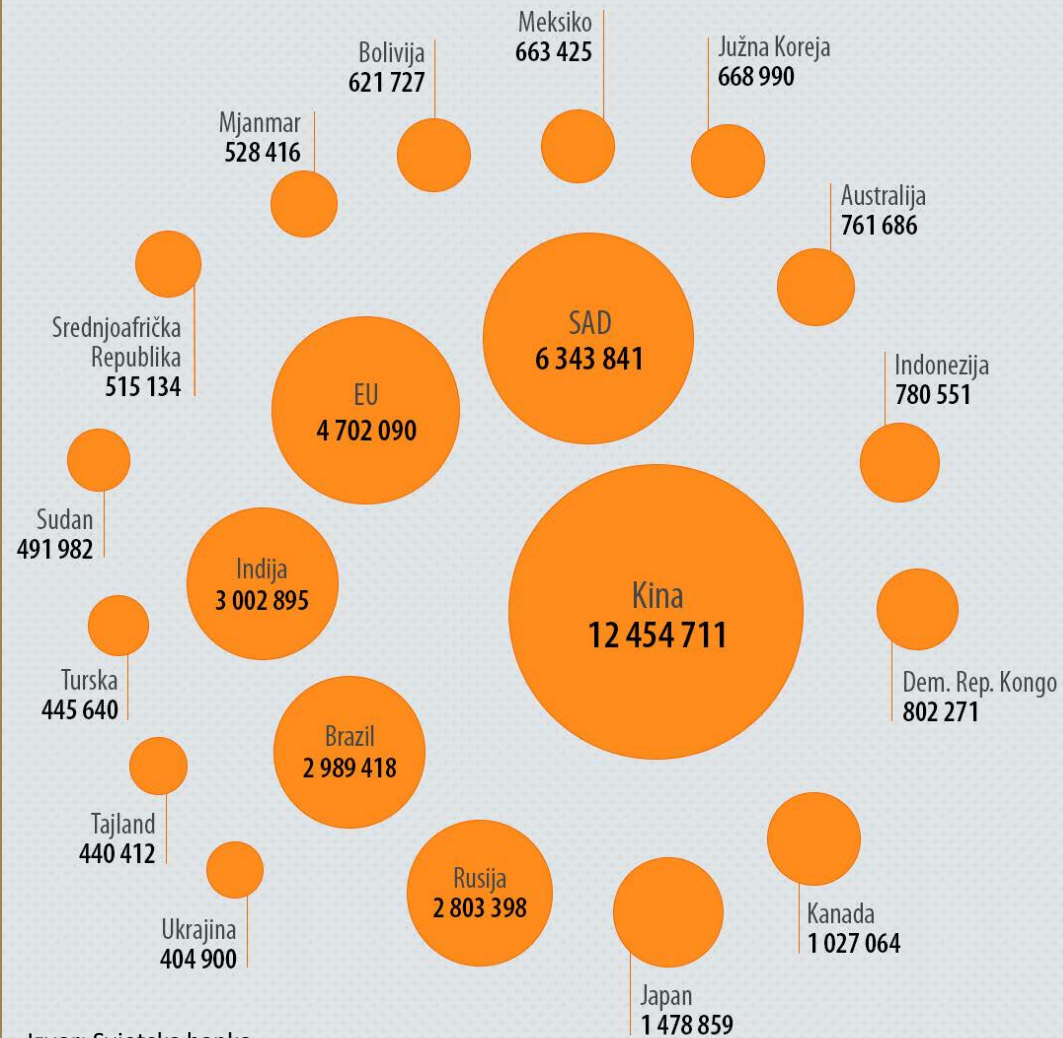


Izvor: Europska agencija za okoliš

Emisije stakleničkih plinova (trendovi i ciljevi za EU)

# Najveći zagađivači stakleničkim plinovima na svijetu u 2012.

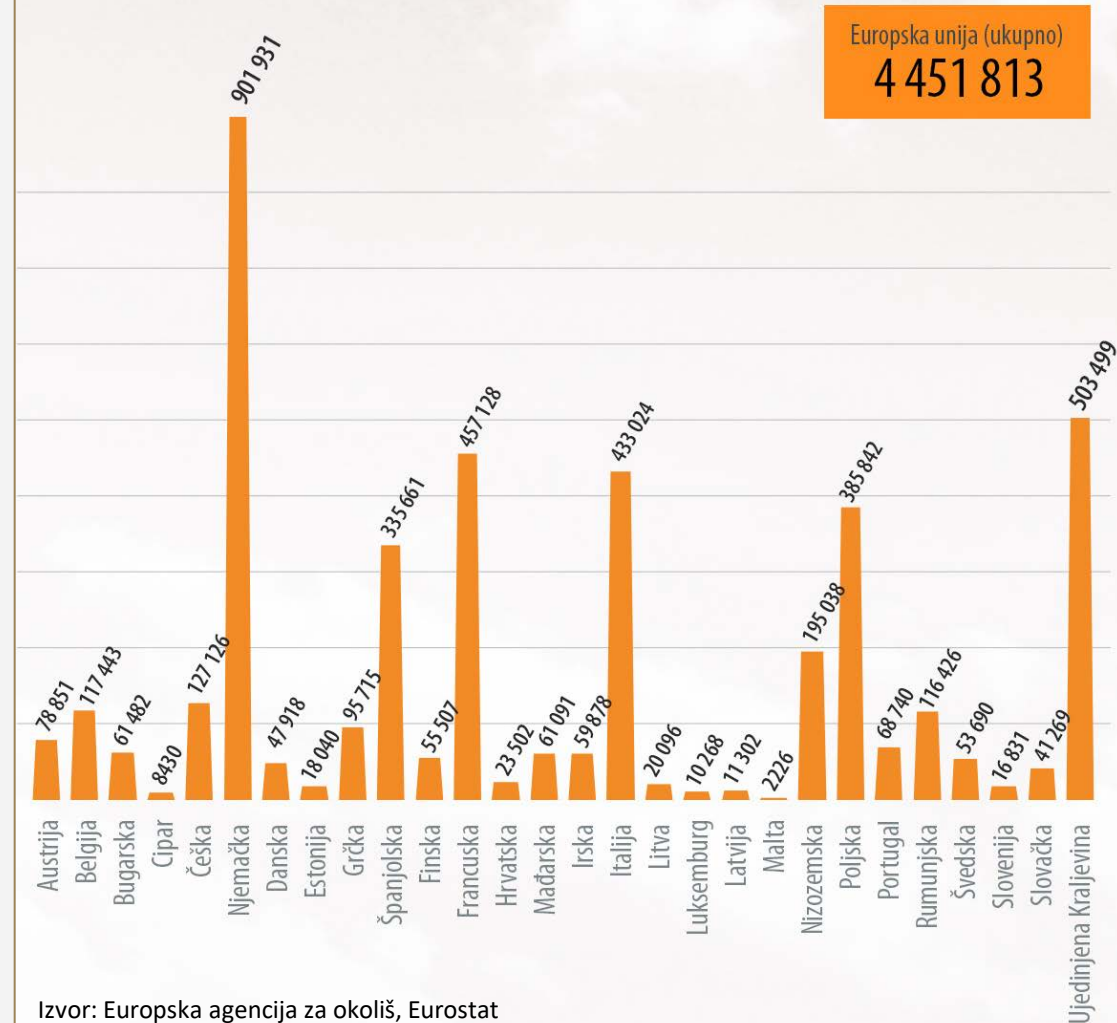
(kilotona ekvivalenta CO<sub>2</sub>)



Izvor: Svjetska banka

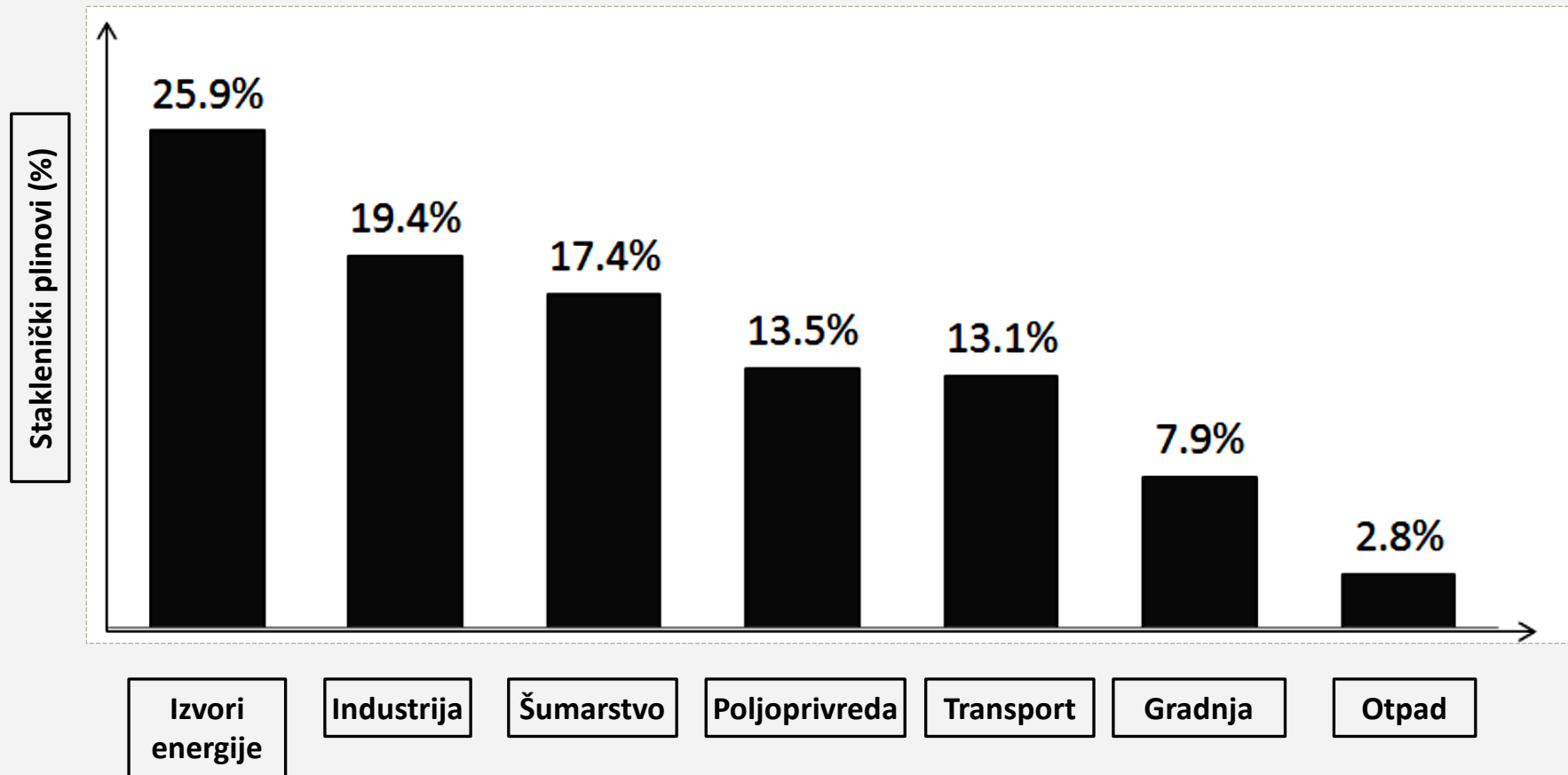
# Ukupne emisije stakleničkih plinova\* po zemlji u 2015

(kilotona ekvivalenta CO<sub>2</sub>\*\*)



Izvor: Europska agencija za okoliš, Eurostat

Glavni sektori koji sudjeluju u emisiji stakleničkih plinova (IPCC, 2007.)



## Udio stakleničkih plinova iz poljoprivrede u ukupnoj emisiji

Poljoprivreda sudjeluje s preko 20% emisije stakleničkih plinova iz antropogenih izvora

- 🌱 CO<sub>2</sub> (21%–25% od ukupne CO<sub>2</sub> emisije) iz fosilnih goriva s farmi, ali većinom zbog deforestacije i prenamjene tla
- 🌱 CH<sub>4</sub> (55%–60% od ukupne CH<sub>4</sub> emisije) iz uzgoja riže, prenamjene tla, paljenja biomase, fermentacije preživača, životinjskih ekskremenata
- 🌱 N<sub>2</sub>O (65%–80% od ukupne N<sub>2</sub>O emisije) uglavnom iz dušičnih gnojiva s obradivih površina i životinjskih ekskremenata (OECD, 1998).



## Najznačajniji staklenički plinovi u sektoru poljoprivrede

- 🌍 Tlo je izvor (*source*) i skladište (*sink*) plinova staklenika, a najznačajniji od njih su: CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> i N<sub>2</sub>O
- 🌍 Način gospodarenja tlom u značajnoj mjeri utječe na intenzitet emisije i dinamiku plinova
- 🌍 Od ukupne količine stakleničkih plinova iz poljoprivrednih izvora, 35% CO<sub>2</sub>, 47% CH<sub>4</sub>, 53% N<sub>2</sub>O i 21% dušičnih oksida (NO), oslobađa se iz tla (IPCC, 2007.)
- 🌍 Tok (*flux*) emisije plinova tla uvelike ovisi o vlažnosti, temperaturi, pristupačnosti hraniva i pH reakciji + pokrivenost tla + sustav gospodarenja (pojednostavljeno, o kompleksu agroekoloških uvjeta)
- 🌍 Antropogeni utjecaj pomiče prirodnu ravnotežu

Prirodni izvori (CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + N<sub>2</sub>O) ≈ (±) ↔ prirodna skladišta (*sink*)

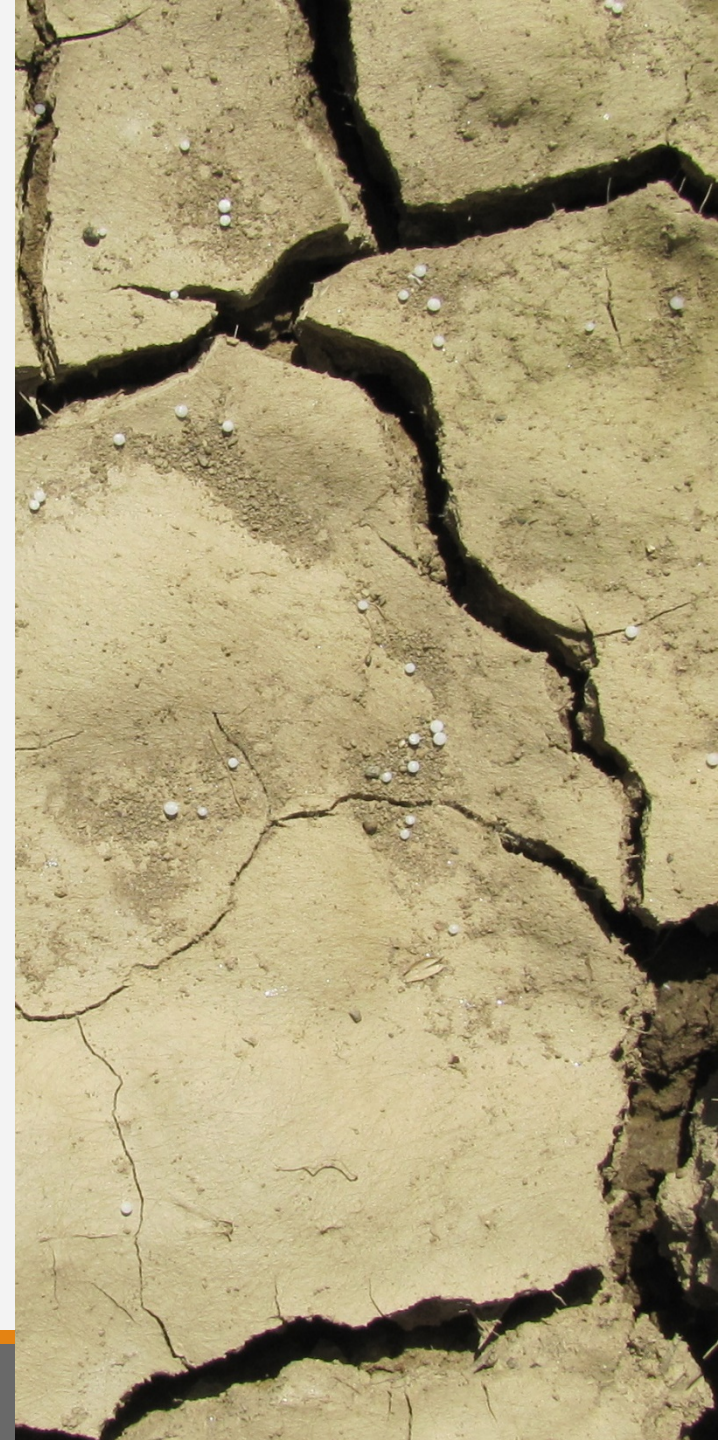
Ravnotežni sustav - *aequilibrium*

Antropogeni izvori (CO<sub>2</sub> + CH<sub>4</sub> + N<sub>2</sub>O) ≠ (+) ↗ prirodna skladišta (*sink*)

Neravnotežni sustav

## Ugljik u tlu – činjenice

- 🌱 Obrada uzrokuje gubitak  $\approx 50\%$  organskog C iz tla, stimuliranjem aerobnih procesa mikrobiološke respiracije
- 🌱 Disanje tla se procjenjuje na  $\approx 98$  Pg C po godini, čime postaje najveći dionik C iz kopnenih ekosustava u atmosferu
- 🌱 Tlo je drugi najveći rezervoar ugljika i sadrži dvostruko veću količinu C u odnosu na atmosferu, tri puta veću u odnosu na vegetaciju
- 🌱 Kao potencijalno skladište C može biti ključni faktor po pitanju klimatskih promjena
- 🌱 TLO: na svjetskoj razini, 2 700 Gt C uskladišteno je u tlu, 150 Gt C u tresetištima i močvarnim staništima i 50 Gt C u biljnim ostacima na površini tla
- 🌱 ATMOSFERA: 780 Gt C / ŽIVI ORGANIZMI: 600 Gt C / OCEANI: 38 200 Gt C
- 🌱 120 Gt C je godišnja ravnotežna bilanca ("ulaz-izlaz")



## Osnovne značajke glavnih plinova u poljoprivredi

Plin	CO <sub>2</sub>	CH <sub>4</sub>	N <sub>2</sub> O
<b>Značaj</b>	Glavni plinovi po pitanju klimatskih promjena i sustava gospodarenja u poljoprivredi i šumarstvu		
<b>Izvor</b> (u tlu)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Disanje tla (korijenje*, aerobni i anaerobni m.o.)</li> <li>- Disanje ekosustava (disanje nadzemnog dijela viših biljaka)</li> <li>- Mineralizacija organske tvari</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Anaerobni uvjeti u tlu (metanogeneza)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Nitrifikacija** (aerobni uvjeti)</li> <li>- Denitrifikacija*** (anaerobni uvjeti u tlu)</li> </ul>
<b>Početak mjerenja</b>	19. st. u laboratoriju	1980-tih	1950-tih (NO, 1970-tih)
<b>Glavni utjecaj</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Fotosinteza (&gt;konc. CO<sub>2</sub> → veća bioprodukcija-pozitivan efekt)</li> <li>- Konc. 1% i više toksičan za životinje</li> <li>- Od 1750. koncentracija &gt;43%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 84 puta veće djelovanje na zagrijavanje od CO<sub>2</sub></li> <li>- Od 1750. koncentracija &gt;150%</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Kisele kiše</li> <li>- Formiranje i degradacija ozona</li> <li>- 2644 puta veće djelovanje na zagrijavanje od CO<sub>2</sub></li> </ul>
<b>Opaska</b> (drugi izvori)	Ljudska aktivnost (ugljen, fosilna goriva, cement, deforestacija, spaljivanje biomase...)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Metan iz permafrosta na Arktiku (potencijalna opasnost)</li> <li>- Stočarstvo (preživači, organska gnojiva)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Stočarstvo (organska gnojiva)</li> </ul>

\* Korijenje viših biljaka pridonosi s ~50% od ukupnog disanja tla, a u ovisnosti godišnjem dobu i tipu vegetacije, može varirati 10-95%

\*\* Nitrifikacija = oksidacija NH<sub>4</sub><sup>+</sup> do NO<sub>3</sub><sup>-</sup> preko NO<sub>2</sub><sup>-</sup>

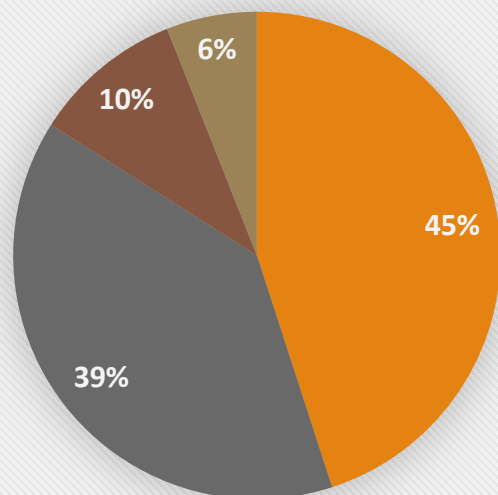
\*\*\* Denitrifikacija = redukcija NO<sub>3</sub><sup>-</sup> do N<sub>2</sub>O i N<sub>2</sub>



## Staklenički plinovi iz stočarstva

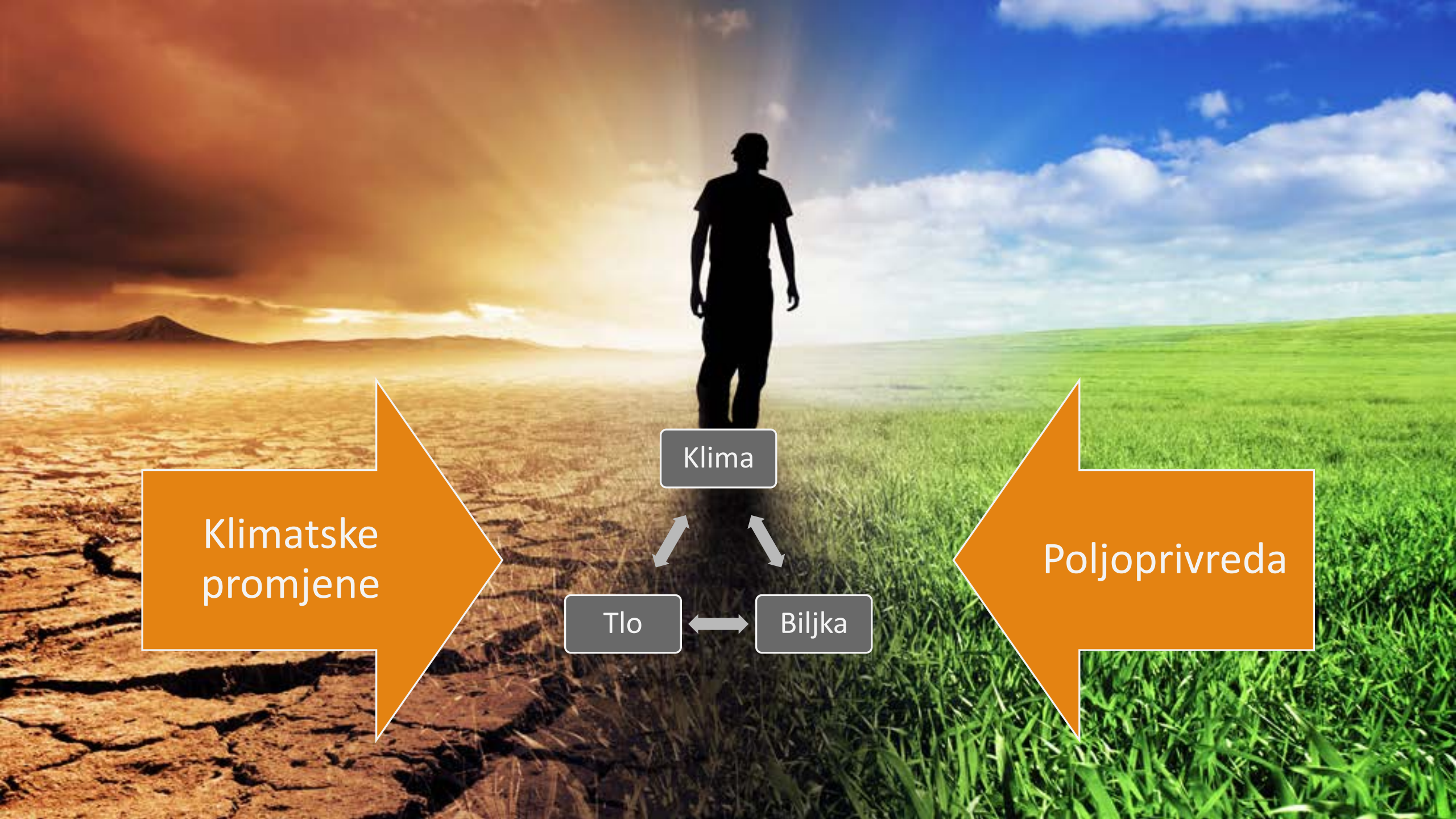
- 🌱 Najznačajniji staklenički plinovi iz stočarstva su metan ( $\text{CH}_4$ ) i didušikov oksid ( $\text{N}_2\text{O}$ )
- 🌱 Metan se razvija u želucu preživača (želučana fermentacija → eruktacija) i u stajskom gnoju
- 🌱 Preživači u razvijenim zemljama sudjeluju sa >50% produkcije metana, a značajan dio otpada na mliječne krave
- 🌱 Didušikov oksid nastaje nitrifikacijskim i denitrifikacijskim procesima iz dušika u stajskom gnoju

Emisija stakleničkih plinova iz stočarstva prema izvoru



■ Proizvodnja i procesuiranje hrane ■ Želučana fermentacija  
■ Odlaganje stajskog gnoja ■ Transport i procesuiranje



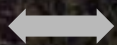


Klima



Tlo

Biljka



Klimatske  
promjene

Poljoprivreda

# Utjecaj poljoprivrede na klimatske promjene

Klimatske promjene su u uzročno-posljedičnoj vezi s načinom gospodarenja tlom / poljoprivrednom proizvodnjom

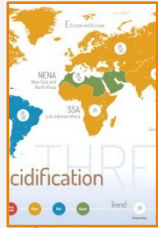


**Utjecaj izravnih i neizravnih čimbenika na klimatske promjene (sektor poljoprivrede i šumarstva):**

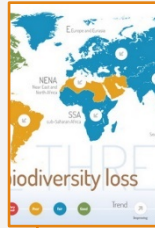
- gubitak bioraznolikosti
- erozija tla
- gubitak organske tvari tla
- salinizacija
- acidifikacija
- onečišćenja
- deforestacija
- dezertifikacija



## Glavne prijetnje prema tlu



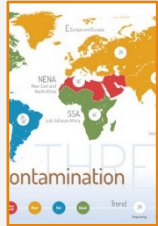
Zakiseljavanje



Smanjenje bioraznolikosti



Zbijenost



Onečišćenje



Zaslanjivanje i alkalizacija



Disbalans hraniva



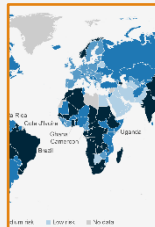
Prekrivanje



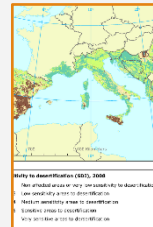
Gubitak organskog ugljika



Erozija

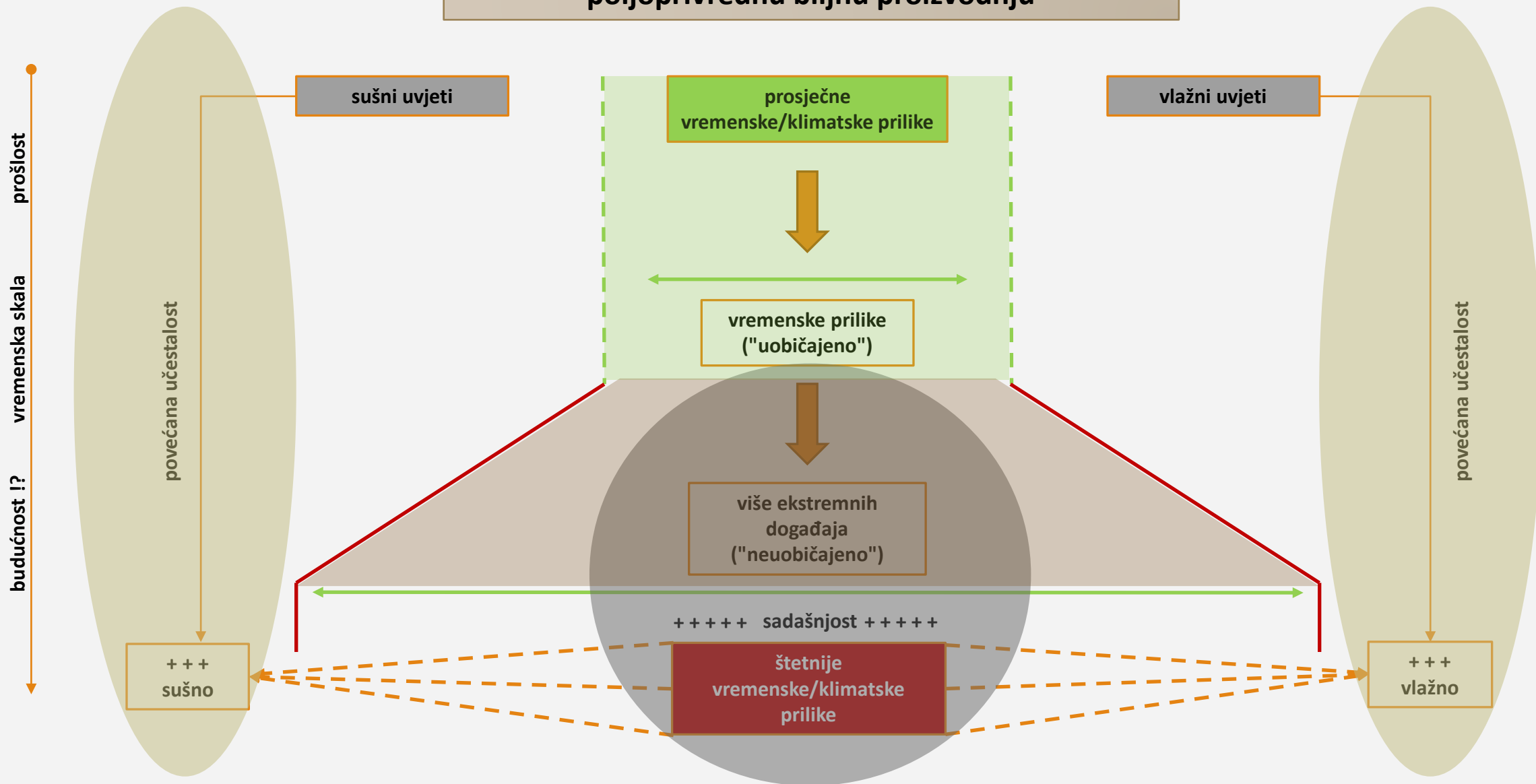


Deforestacija

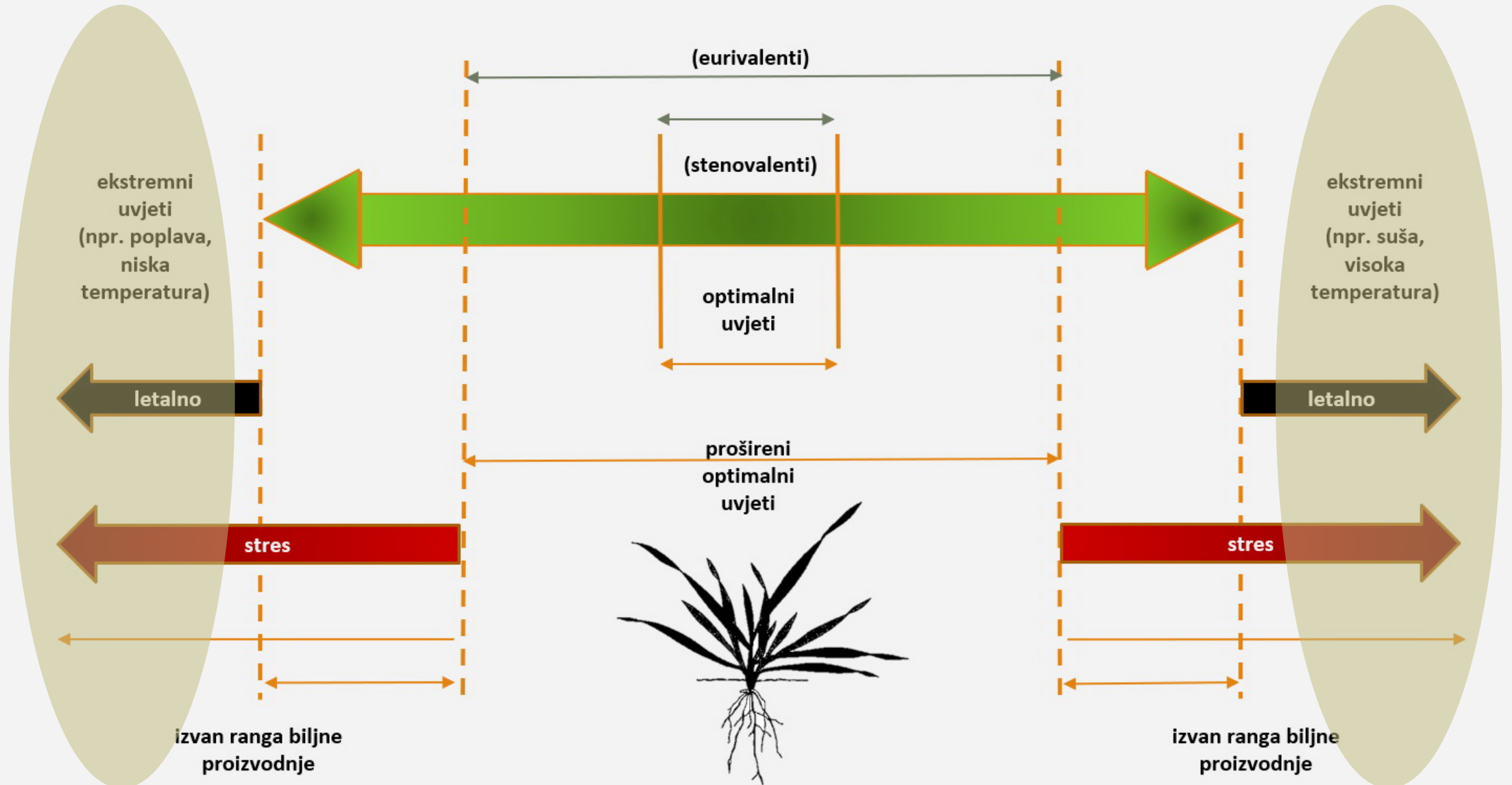


Dezertifikacija

# Odnos klimatskih i vremenskih prilika na poljoprivrednu biljnu proizvodnju

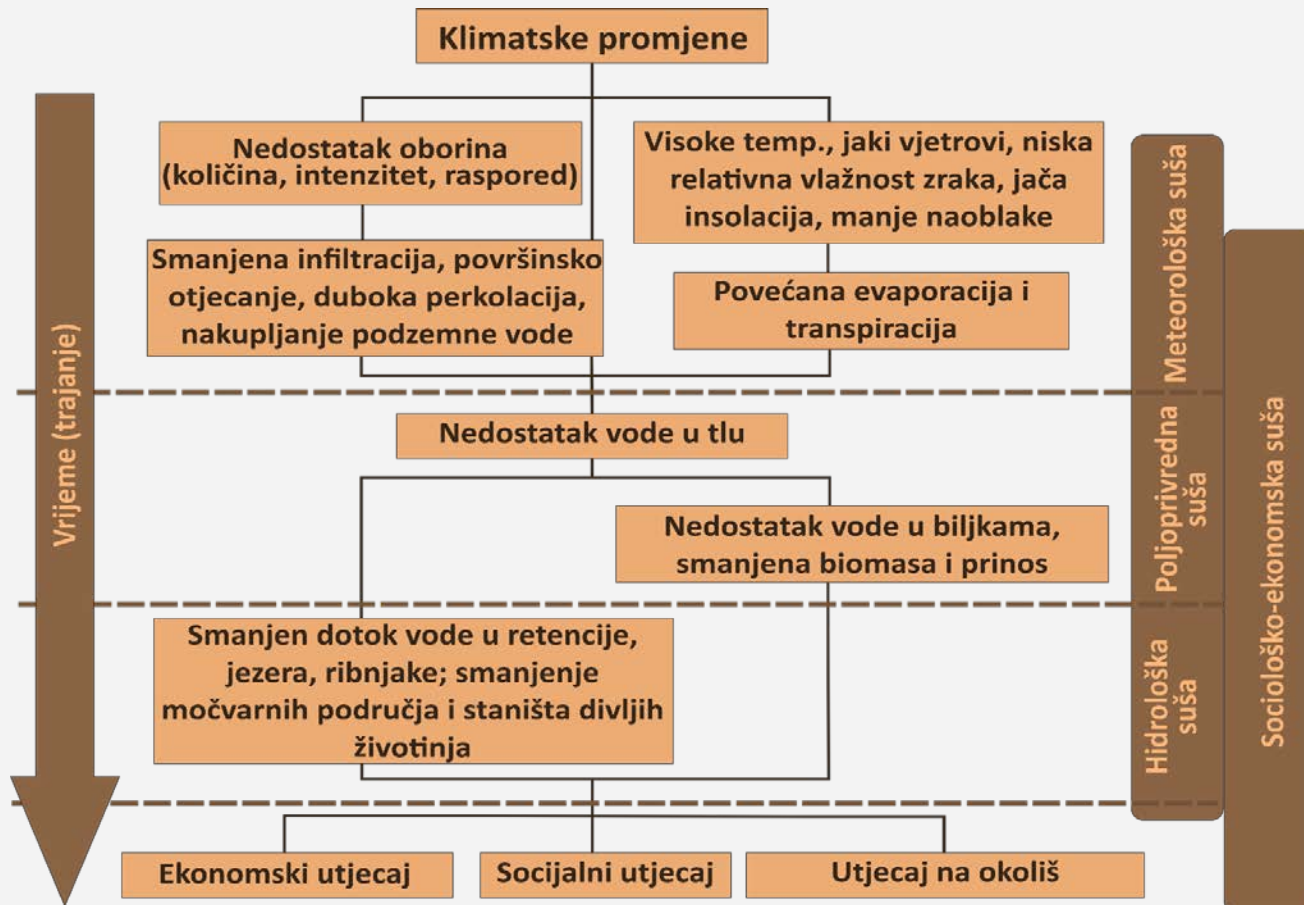


# Agroekološki rang biljne proizvodnje (uglavnom tlo i vremenske prilike)



## Tolerantnost usjeva na stres

- Klimatske promjene → abiotski i biotski stres → najznačajniji faktor ograničenja proizvodnje hrane
- Prilagodba kopnenih biljaka na različite uvjete životne sredine ≈ 400 milijuna godina
- Tolerantnost na ekstremne uvjete uvjetovana je složenim biokemijsko-fiziološkim mehanizmima
- Spora prilagodba biljaka na klimatske promjene
- Dulje vrijeme izloženosti biljaka stresu uvijek rezultira smanjenjem prinosa



## Ekstremne vremenske prilike

### **Suša** (nedostatak vode)

- u prosjeku svakih 3 – 5 godina >>> smanjenje uroda 20 – 90%

**Stres uzrokovan sušom**  
(*nedostatak vode*)



### **Poplava** (saturiranost tla vodom)

**Anaerobioza**  
(*nedostatak kisika*)





○ Lokalno izražene epizode jačih oborina i drugih meteoroloških elemenata

○ Potencijalno povećanje poplavnih i sušnih razdoblja



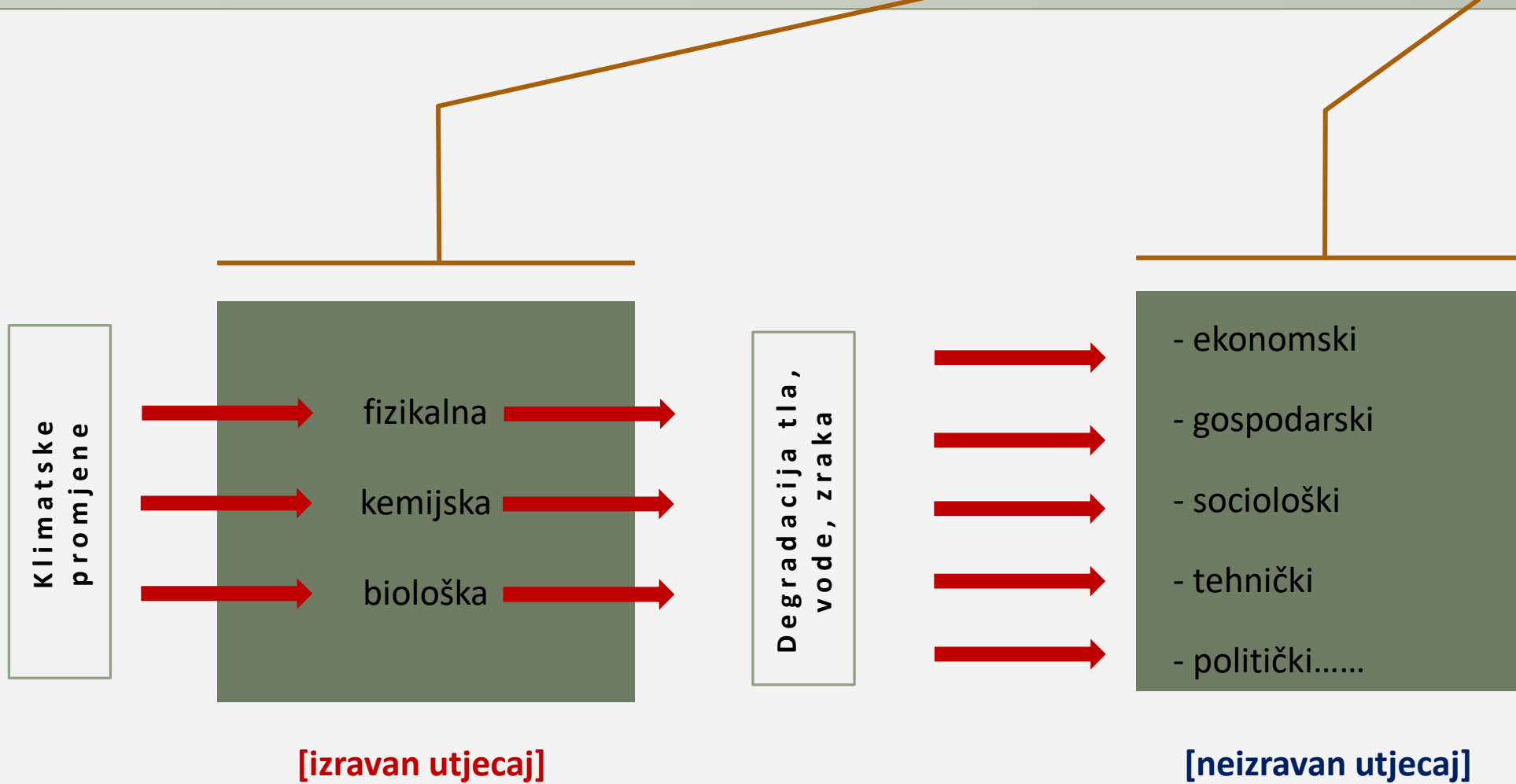
Drenovci, 2014.



Osijek, 2015.



Klimatske promjene >>>> degradacija prirodnih resursa >>>> izazovi





## Kako klima utječe na sustav uzgoja?

Kratko vremensko razdoblje

### Izravan utjecaj vremena

Jake oborine

Led

Tuča

Težak snijeg

Jak vjetar

Požari

### Neizravan utjecaj vremena

#### Abiotski stres

- Suša
- Poplava
- Erozija
- Temperature
- Salinizacija
- Acidifikacija

#### Biotski stres

- Štetnici
- Bolesti
- Korovi
- Disbalans hraniva

Duže vremensko razdoblje

#### Kompleks:

Tlo

Voda

Zrak

#### Kompleks:

Biljke

Usjevi

Biota tla

Najznačajnija i ujedno najveća nepoznanica je interakcija između različitih oblika stresa i njihovog utjecaja na usjeve.



## Utjecaj klimatskih promjena na ...

Najranjiviji sektori su: poljoprivreda, vodoprivreda, šumarstvo, bioraznolikost, kao i kritični/rubni ekosustavi

### Očekivane posljedice klimatskih promjena su:

- povećana potrošnja vode
- povećani rizik od poplava
- povećani rizik od erozije i pogoršanje kvalitete tla
- povećani rizik gubitka vodenih staništa
- izmijenjeni prirodni ekosustavi, gubitak staništa i potencijalni gubitak vrsta
- umanjena produktivnost komercijalnih šuma
- povećani rizik od šumskih požara
- negativne posljedice na poljoprivredu uslijed nestašice vode
- izmijenjeni potencijal ribarstva
- povećana materijalna šteta uslijed učestalih ekstremnih vremenskih prilika
- izmijenjeni turistički potencijali
- posljedice po ljudsko zdravlje
- migracije stanovništva

## Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu

The diagram consists of a dark green header bar at the top with the title 'Utjecaj klimatskih promjena na poljoprivredu'. Below the header, two grey rectangular boxes are positioned side-by-side. The left box is labeled 'Lokalna razina' and the right box is labeled 'Globalna razina'. Two thin black lines originate from the top center of the header bar and extend downwards to the top edge of each box, indicating that the overall impact of climate change on agriculture is being analyzed at both these levels.

Lokalna razina

Globalna razina

**Prema FAO, 2007. na globalnoj se razini mogu očekivati slijedeće posljedice u poljoprivredi:**

- smanjenje prinosa i razine proizvodnje
- smanjenje udjela poljoprivrede u BDP-u
- fluktuacije cijena na svjetskom tržištu
- povećanje broja gladnih
- migracije i socijalni nemiri

### ❑ **Poplave mogu:**

- uništiti usjeve (izravno i neizravno)
- umanjiti infiltraciju vode površinskim otjecanjem
- izazvati eroziju (gubitak hraniva tla, kontaminacija vodotokova sedimentom...)



### ❑ **Toplije noći i više minimalne temperature zraka mogu izazvati:**

- stres kod nekih biljaka (smanjen rast, razvoj i u konačnici prinos)
- ranije sazrijevanje
- poremećaj polinacije (smanjena produkcija i kvaliteta)
- povećana uporaba pesticida



### ❑ **Uslijed povećanja razine atmosferskog CO<sub>2</sub> može doći do:**

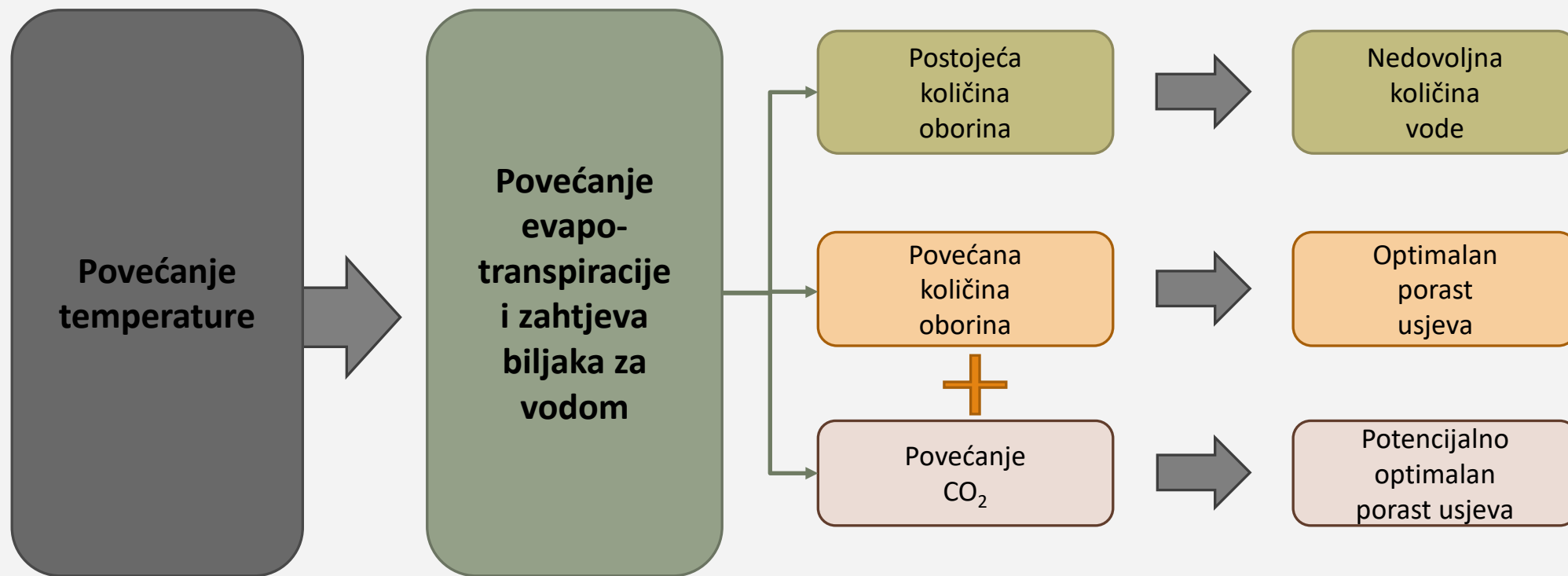
- promjene (disbalans) nutritivnih vrijednosti glavnih prehrambenih usjeva (povećanje sadržaja ugljikohidrata, a smanjenje proteina i vitamina)
- promjene (genetika i produktivnost) kultiviranih biljnih vrsta (npr. povećanje prinosa, a smanjenje nutritivnih vrijednosti)



## ❑ Utjecaj temperature na potrebu biljaka za vodom

- između temperature i količine vode (oborina) u sustavu tlo-biljka-atmosfera postoji vrlo složena interakcija

### Učinak povećane evapotranspiracije u tri scenarija





**Sigurnost hrane (*Food Security*)**

- dostatna količina
- cjenovna pristupačnost



**(Ne)sigurnost hrane (*Food insecurity*)**

**Zdravstvena ispravnost hrane (*Food Safety*)**

**Utjecaj klimatskih promjena na biljnu proizvodnju ogleda se kroz slijedeće odrednice:**

- dugotrajna promjena prosječnih temperatura zraka i količine oborina
- povećanje bolesti, korova i štetnika
- degradacija tla (fizikalni – kemijski – biološki aspekt) uslijed povećanja (ili smanjenja) učestalosti i intenziteta oborina
- produžetak vegetacije (pozitivan utjecaj)
- skraćenje vegetacije (kasno-proljetni i rano-jesenski mraz)



**❑ Utjecaj klimatskih promjena na stočarstvo ogleda se kroz slijedeće odrednice:**

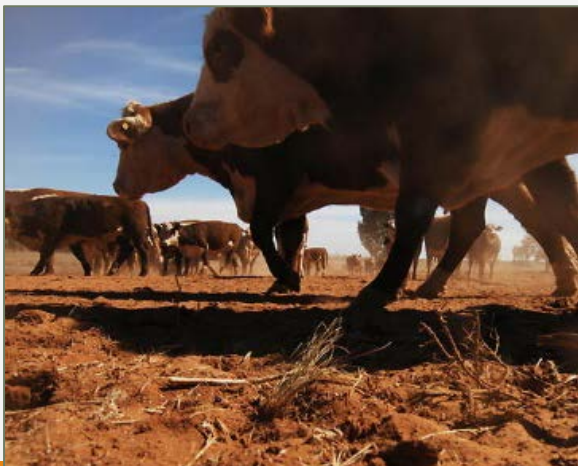
- dostupnost i cijena zrnatih žitarica u prehrani
- količina i kakvoća usjeva za ispašu i krmu
- zdravlje, porast i reprodukcija
- prenošenje bolesti i nametnika

**❑ Zdravlje životinja je izrazito ovisno o promjeni temperature:**

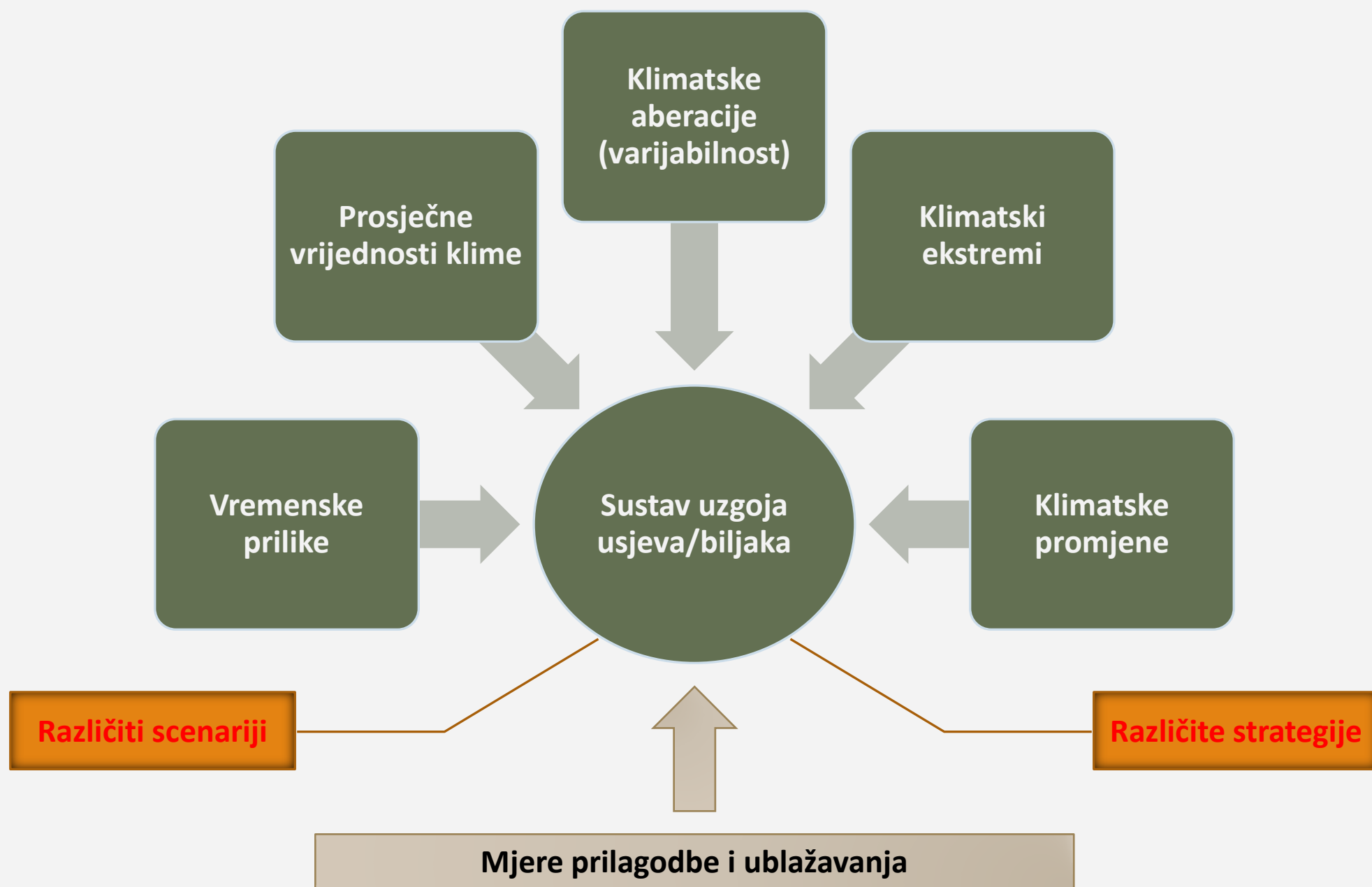
- toplinski stres negativno utječe na stoku, svinje, perad i ribe
- toplije zime mogu umanjiti mortalitet, ali ga toplija ljeta mogu povećati
- više temperature mogu umanjiti prirast, produkciju i reprodukciju

**❑ Klimatske promjene kod životinja mogu utjecati na:**

- frekvenciju, intenzitet i distribuciju bolesti i nametnika
- otpornost prema infekcijama i razvoju bolesti







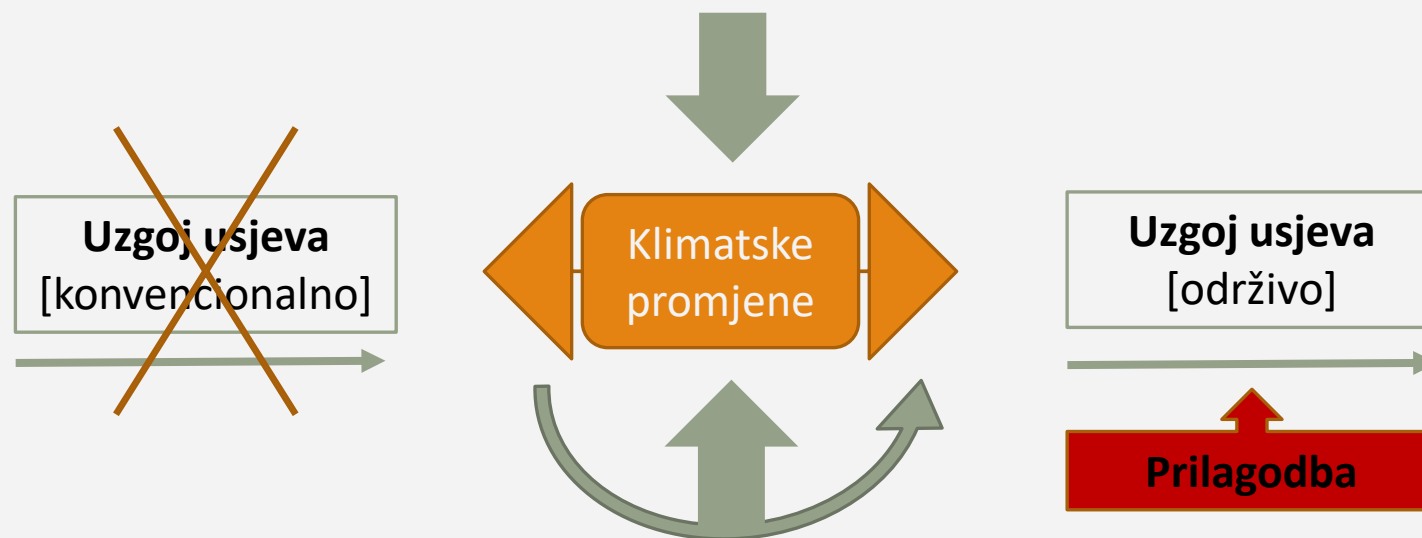


**FAO je definirala klimatski odgovornu poljoprivredu kao cjelinu koju čine tri glavna stupa:**

- sustavno povećavanje poljoprivredne produktivnosti i prihoda
- prilagodba i jačanje otpornosti na klimatske promjene
- smanjenje i/ili uklanjanje emisije stakleničkih plinova, gdje god je moguće

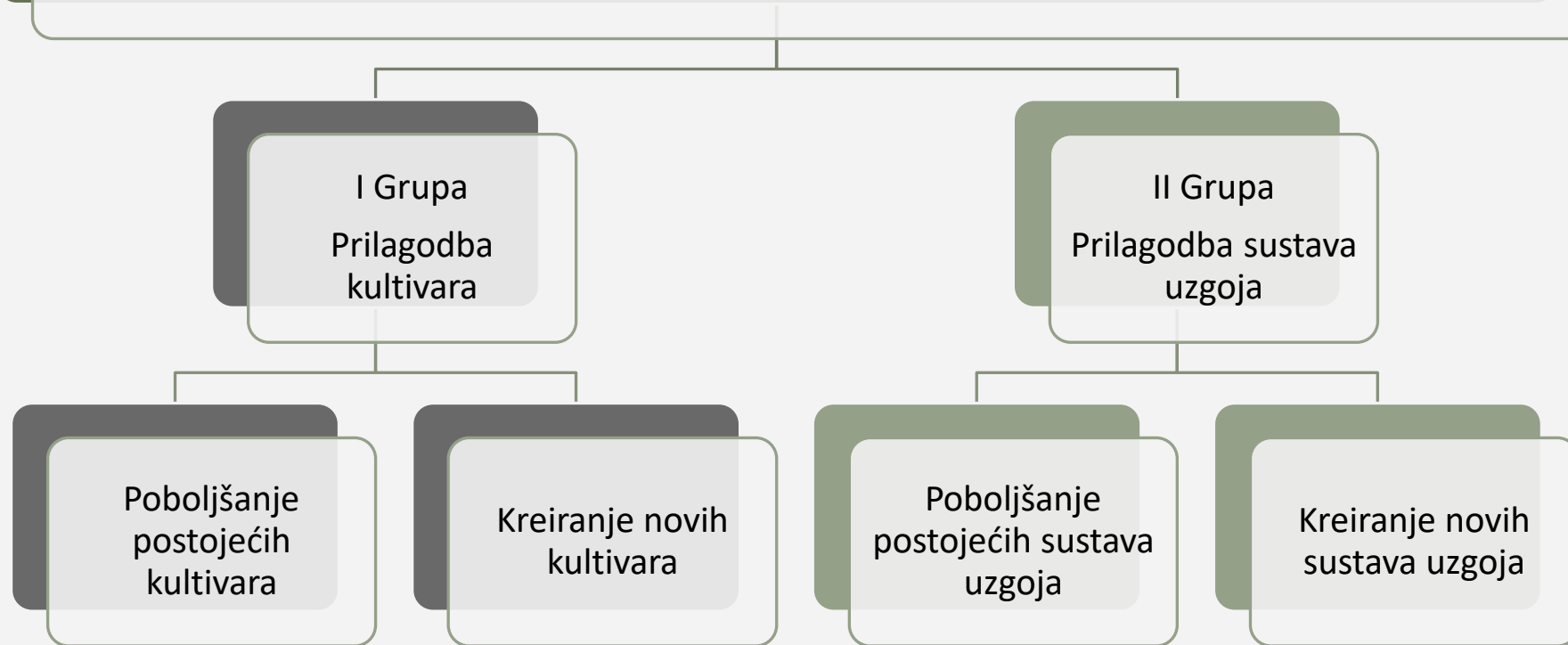
Regionalna specifičnost strategije prilagodbe vrste usjeva i sustava uzgoja za svaki oblik klimatski induciranog stresa (suša, poplava, tuča, vjetar...) predstavlja...

**Prioritetni zadatak >>>>> "najbolji sustav uzgoja" ili "najbolje rješenje"**

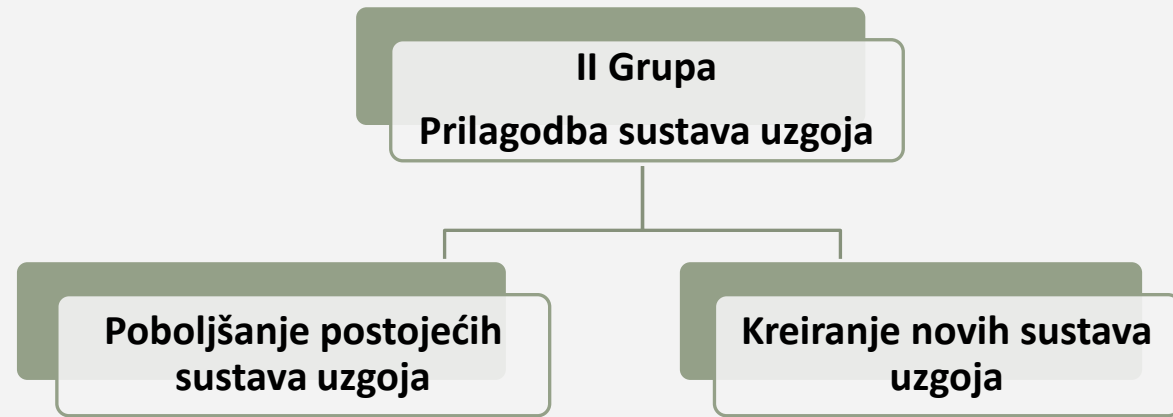


## Prilagodba sustava uzgoja usjeva

Dvije grupe ili dva različita pristupa prilagodbe usjeva izmijenjenim uvjetima u biljnoj proizvodnji:



Oba pristupa uključuju niz specifičnih strategija / mjera / postupaka



**"Poljoprivreda prilagođena klimatskim promjenama" primjenjuje izravne i neizravne mjere i postupke:**

- konzervacijska poljoprivreda
- održivi sustav uzgoja biljaka i životinja
- održivo šumarstvo
- smanjenje erozije
- poticanje biogenosti tla i bioraznolikosti
- plodoredi, združeni usjevi (konsocijacija), međuusjevi
- pravilno gospodarenje humusom (i organskom tvari tla)
- sekvestracija ugljika (podizanje razine organske tvari)
- pravilno gospodarenje vodom
- smanjenje emisije CO<sub>2</sub> (manipulacija biljnim ostacima)
- praćenje vremenskih prognostičkih modela
- protupoplavne mjere
- uzgoj otpornijih usjeva
- introdukcija stranih kultivara

Ljetna suša (visoke temperature + malo oborina)

Visoke sezonske temperaturne aberacije

Izostanak i neodgovarajuća distribucija oborina

Neodgovarajući mehanički sastav i loša struktura tla

Neprijmjerena agrotehnika

Izbor neodgovarajućeg kultivara

Nizak kapacitet tla za vodu

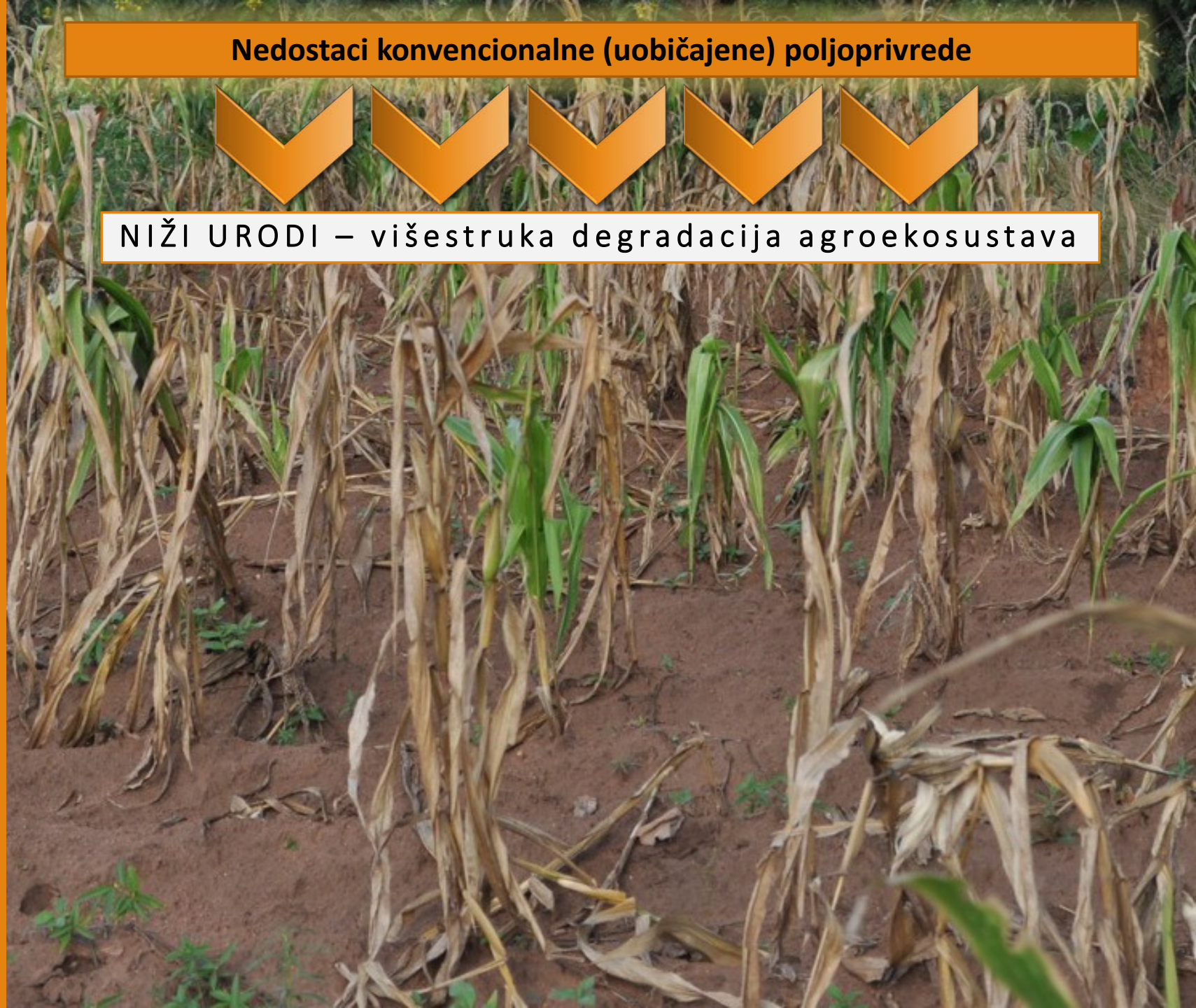
Malo organske tvari

Površinska i podpovršinska zbijenost tla

## Nedostaci konvencionalne (uobičajene) poljoprivrede



NIŽI URODI – višestruka degradacija agroekosustava





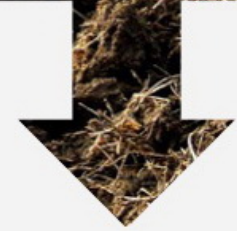
## Prepreke prihvaćanju novih tehnologija







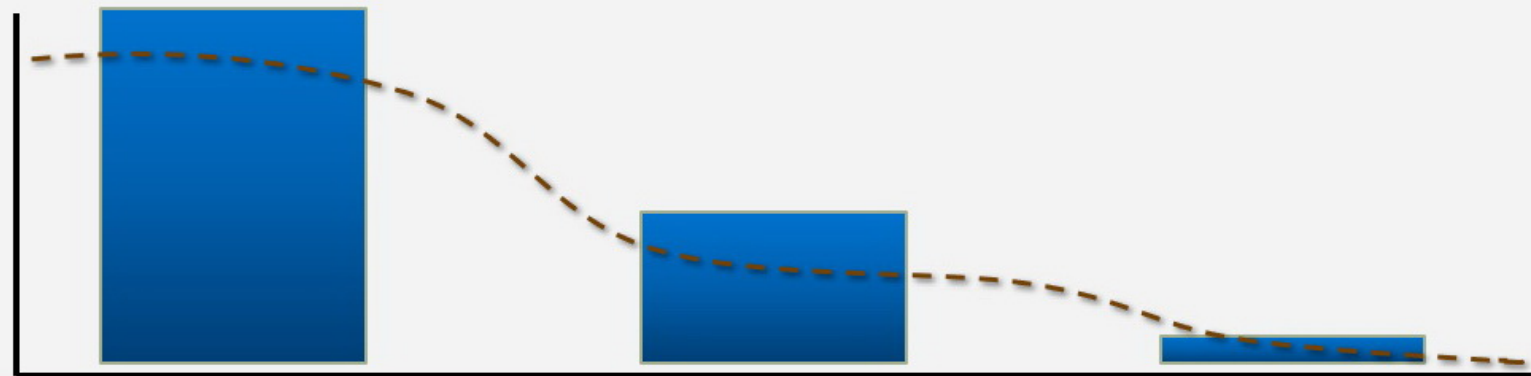
Sustav gospodarenja tlom:  
izravan pokazatelj stupnja razvoja/održivosti/prilagodbe agroekosustava



KONVENCIONALNI SUSTAV  
(veliki gubitak vode)

REDUCIRANI SUSTAV  
(osrednji gubitak vode)

KONZERVACIJSKI SUSTAV  
(mali gubitak vode)





### Sustav gospodarenja tlom

#### Sustav biljne proizvodnje

- ratarstvo
- povrtlarstvo
- livade i pašnjaci
- plodored
- monoprodukcija
- konsocijacija
- .....

#### Sustav obrade tla

- konvencionalna
- reducirana
- konzervacijska



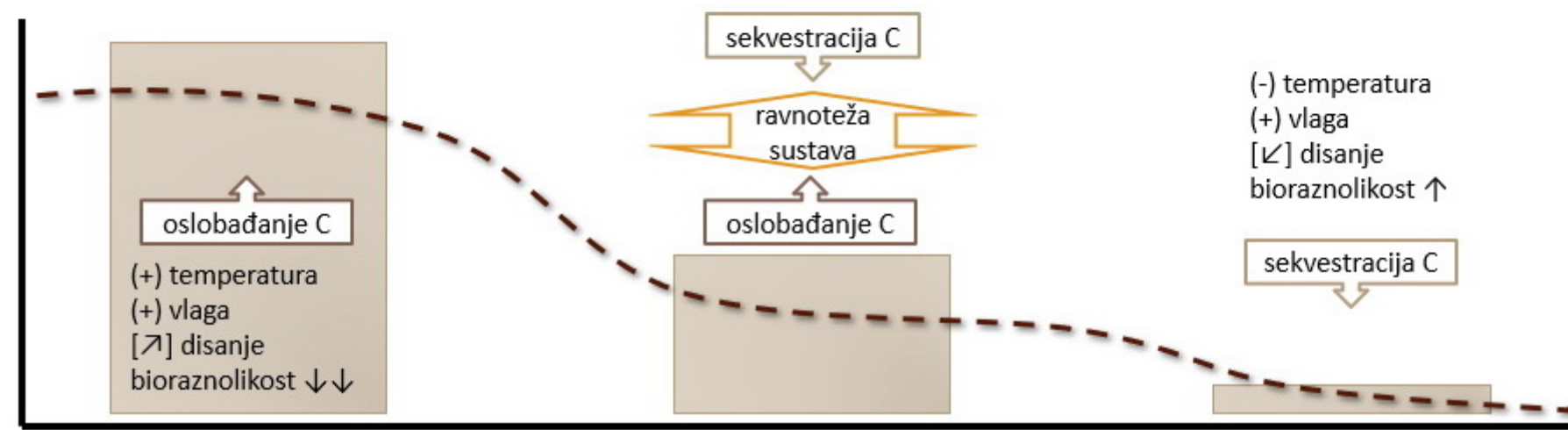
KONVENCIONALNI SUSTAV



REDUCIRANI SUSTAV



KONZERVACIJSKI SUSTAV



## Primjeri održive i klimatski prilagođene biljne proizvodnje

Aspekt

Lokalno

**Konzervacijska poljoprivreda - CA**

[*Conservation agriculture*]

Regionalno

**Održivo gospodarenje zemljištem – SLM**

[*Sustainable Land Management*]

Globalno

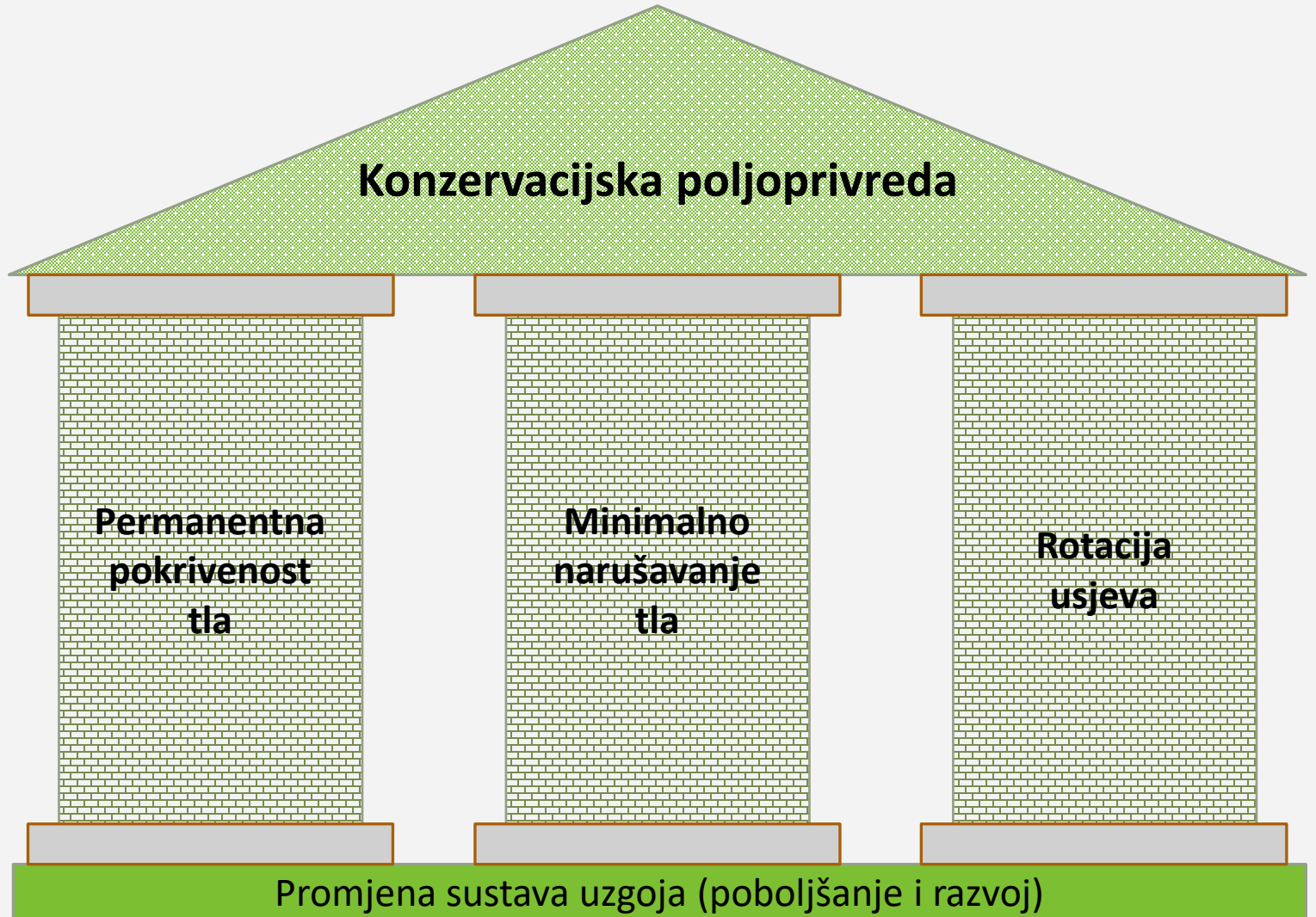
**Klimatski pametna (odgovorna) poljoprivreda - CSA**

[*Climate Smart Agriculture*]

Različiti koncepti poljoprivredne proizvodnje i gospodarenja zemljištem (u mnogim se aspektima isprepliću)

## I - Konzervacijska poljoprivreda – opće postavke

Konzervacijska poljoprivreda uključuje tri temeljna principa ([www.fao.org/ag/ca](http://www.fao.org/ag/ca))



**Konzervacijska poljoprivreda** predstavlja koncept poljoprivredne proizvodnje uz očuvanje resursa, kojim se nastoji ostvariti prihvatljiva dobit zajedno s visokom i održivom razinom proizvodnje uz istodobno očuvanje okoliša. Konzervacijska poljoprivreda temelji se na jačanju prirodnih bioloških procesa iznad i ispod površine tla. Intervencije poput mehaničke obrade tla svedene su na minimum, a primjena vanjskih inputa kao npr. agrokemikalija i hraniva mineralnog i organskog podrijetla treba biti u optimalnim razinama na način i u količini koja nije u koliziji ili ne ometa biološke procese. Konzervacijsku poljoprivredu karakteriziraju tri međusobno povezana principa (minimalna obrada, pokrivenost površine, plodored), (FAO).



## Prednosti konzervacijske poljoprivrede

### Kratkoročne:

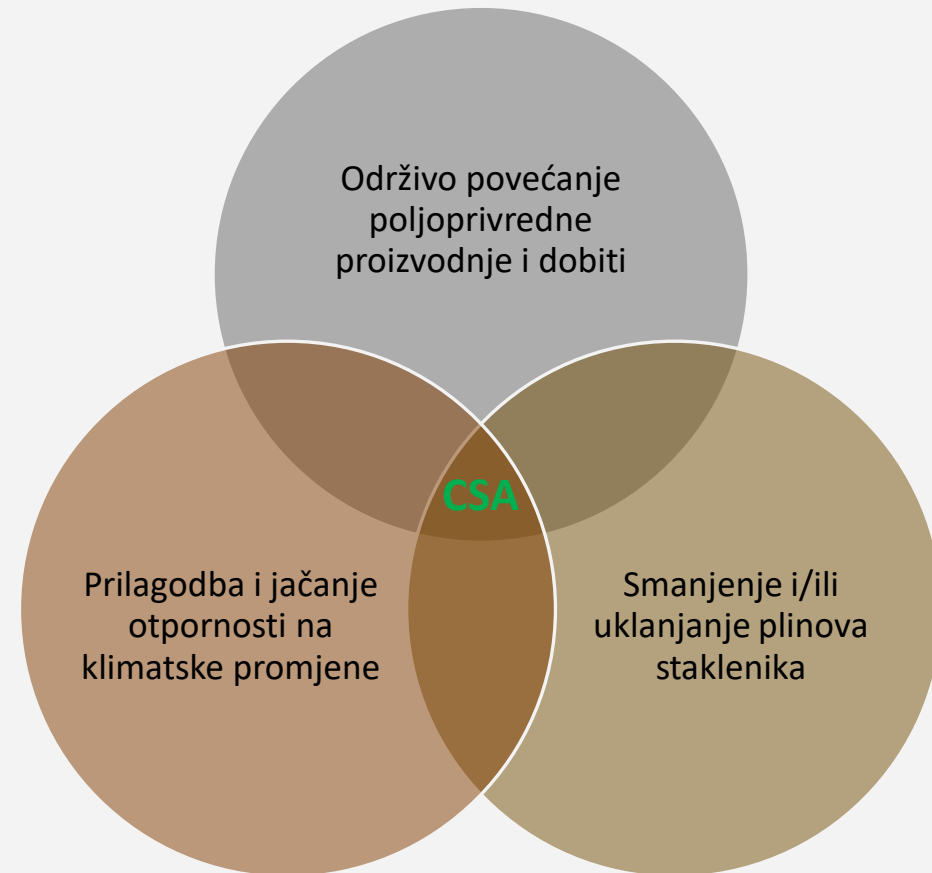
- povećana infiltracija vode i poboljšana struktura tla zbog biljnih rezidua na površini
- smanjeno površinsko otjecanje vode i erozija tla (zadržavanje vode biljnim ostacima)
- smanjena evaporacija i povećana zaštita površine tla od sunčeve radijacije
- smanjena frekvencija i intenzitet stresa od nedostatka ili suviška vlage u tlu (povećana infiltracija i smanjena evaporacija)
- smanjena potreba za mehanizacijom i ljudskim radom za obradu tla
- manji troškovi (cijena) goriva i ljudskog rada

### Dugoročne:

- povećani sadržaj organske tvari tla rezultira boljom strukturom tla, većim KIK-om, boljom pristupačnošću hraniva i većim kapacitetom tla za vodu
- povećanje i stabilnost visine prinosa
- povećanje biološke aktivnosti i raznolikosti u tlu i okolišu (bolja biološka kontrola štetoina)
- smanjena zakorovljenost
- smanjenje troškova proizvodnje
- povećana dobit

## II - Klimatski pametna (odgovorna) poljoprivreda [CSA] – opće postavke

CSA se temelji na tri osnovne postavke (<http://www.fao.org/3/a-i3325e.pdf>), odnosno integrira tri dimenzije održivog razvoja (ekonomski, socijalni i okolišni)



- CSA nije jedna jedinstvena tehnološka mjera ili praksa koja se može univerzalno primijeniti
- CSA je specifičan pristup koji podrazumijeva primjenu najpogodnije tehnologije i praktične primjene na lokalnoj razini
- CSA:
  - zahtjeva i podrazumijeva kompleksan, holistički pristup ekonomskim, socijalnim, gospodarskim i okolišnim pitanjima
  - oblikuje se u kontekstu i prema specifičnostima i posebnostima lokalnog / regionalnog / državnog okvira
  - podrazumijeva otvoren i slobodan pristup svim potrebnim servisima, znanju, resursima, financijskom i investicijskom sektoru, tržištu roba i usluga
  - razvija elemente prilagodbe na klimatske promjene
  - jača elemente ublažavanja klimatskih promjena (kao sporedan/popratni efekt)

**CSA = ODRŽIVA POLJOPRIVREDA + OTPORNOST - EMISIJA**







Hvala na pozornosti !!!

Sveučilište J.J. Strossmayera,  
Fakultet agrobiotehničkih znanosti  
Osijek,  
Vladimira Preloga 1, HR-31000  
Osijek, Hrvatska

**Zavod za biljnu proizvodnju i  
biotehnologiju**

**Katedra za Opću proizvodnju bilja i  
agroklimatologiju**

Web: [www.opb.com.hr](http://www.opb.com.hr)

e-mail: [djug@fazos.hr](mailto:djug@fazos.hr)