

# Agrotehnički aspekt održivog gospodarenja tlom

Naziv modula: Održivo gospodarenje tlom  
Kordinatorator: Prof. dr. sc. Irena Jug  
Tematska cjelina: Agrotehnički aspekt održivog gospodarenja tlom  
Studij: Diplomski  
Smjer: Svi smjerovi diplomskog studija  
Semestar: III  
Predavač: Prof. dr. sc. Danijel Jug

Održivo gospodarenje tlom – Agrotehnički aspekt održivog gospodarenja tlom

Održivo gospodarenje tlom [OGT] predstavlja integriranje i kombiniranje različitih mjera u različitim uvjetima s ciljem razvoja osnovnog građevnog bloka za održivi poljoprivredni razvoj

Održivo gospodarenje predstavlja uzgojne zahvate, političke i gospodarske mjere i aktivnosti usmjerene prema integraciji socio-ekonomskih načela s brigom za okoliš, uz istovremeno ispunjavanje slijedećih uvjeta:

- održava se ili povećava postignuta razina proizvodnje (**Produktivnost**)
- smanjuje se rizik podbačaja (**Sigurnost**)
- zaštita resursa - sprječava se degradacija tla i vode (**Zaštita**)
- osigurava se gospodarska opravdanost (**Ekonomičnost**)
- sustav je socijalno prihvatljiv (**Prihvatljivost**)

Navedeni kriteriji predstavljaju bazu / temelj održivog gospodarenja tlom

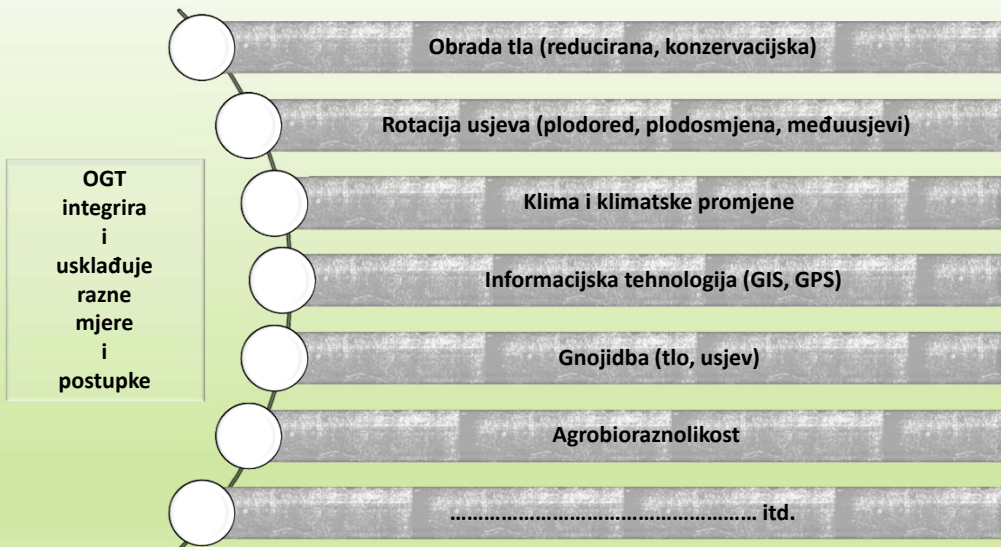
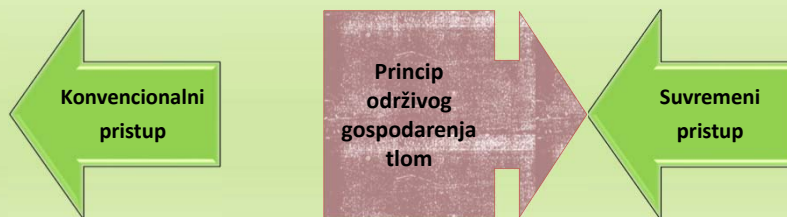
Cilj održivog gospodarenja tлом je:

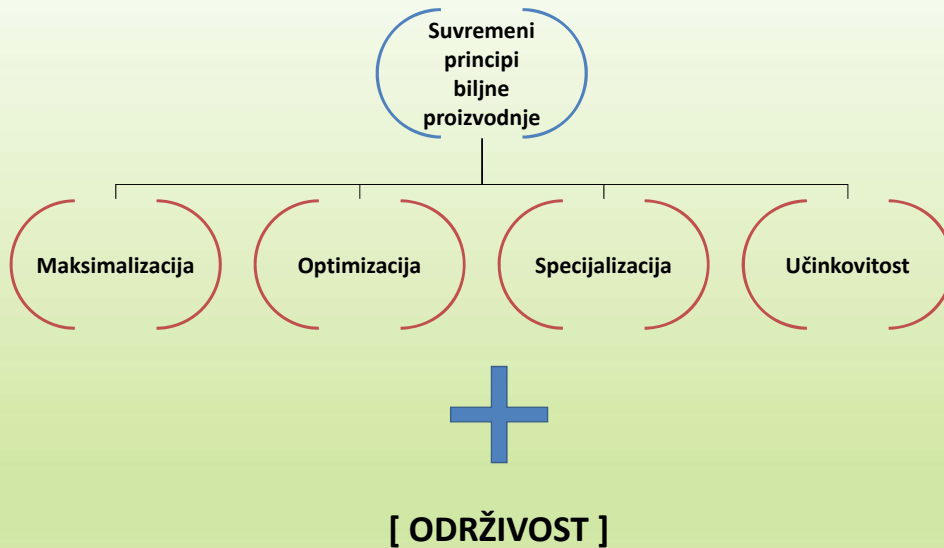
- podizanje produktivnosti tla
- zaštita tla kao resursa
- minimalizacija negativnih utjecaja na okoliš

Princip održivog  
gospodarenja tлом

Suštinska razlika u odnosu na konvencionalnu, intenzivnu proizvodnju je u konceptu:

**ZNANJE umjesto VISOKIH ULAGANJA**





### Agrotehnika

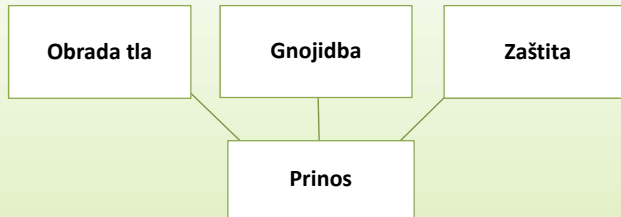
Svi zahvati u poljoprivrednoj biljnoj proizvodnji, koji za cilj imaju ostvarivanje visokih i stabilnih prinosa, visoke hranidbene i tehnološke kakvoće na ekološki i ekonomski prihvatljiv način.

**Sve agrotehničke mjere svrstavamo u tri grupe:**

- **Promjene agroekoloških uvjeta** (navodnjavanje, uzgoj u nadziranim uvjetima, proređivanje na određeni sklop itd.),
- **Promjene plodnosti tla** (gnojidba, obrada, kondicioniranje itd.)
- **Promjene agrofitocenoza** (zaštita od korova, bolesti i štetočina, selekcija, dorada sjemena, sjetva, njega useva itd.).



### Najvažnije grupe agrotehničkih zahvata u uzgoju ratarskih usjeva



### Krajnji cilj uzgoja - PRINOS

*(rezultanta svih pozitivno i negativno djelujućih ambijentalnih čimbenika, kapaciteta rodnosti i otpornosti biljke prema negativnim čimbenicima)*



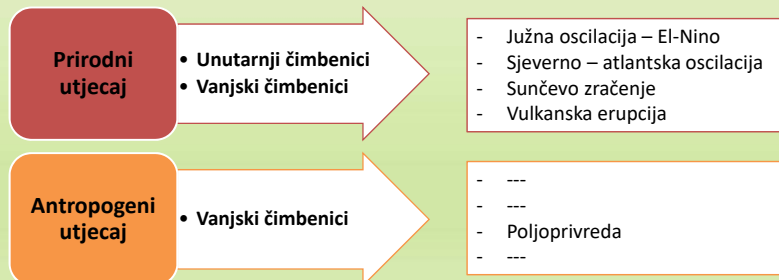


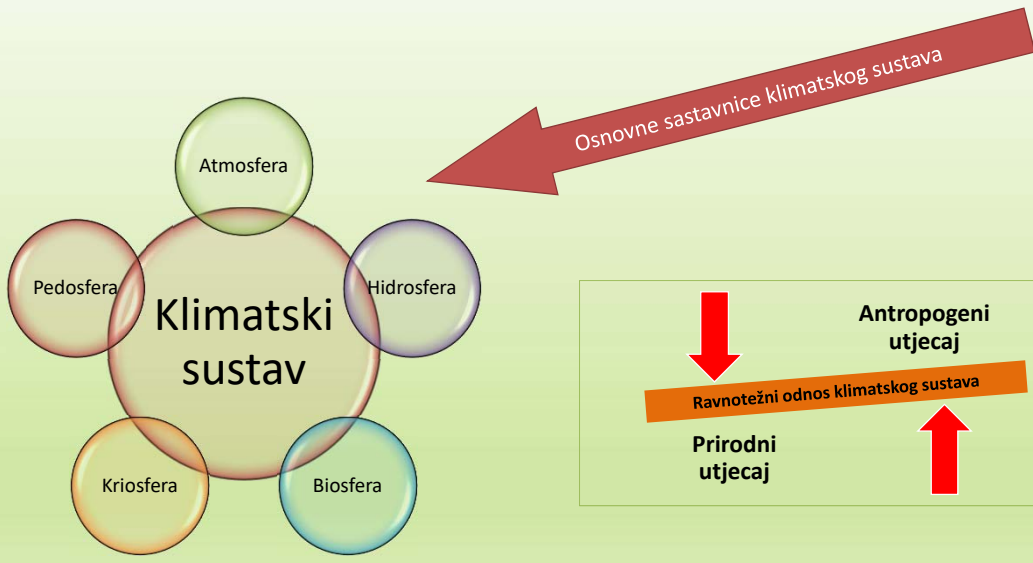
### Klimatske promjene i prilagodba poljoprivrede

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

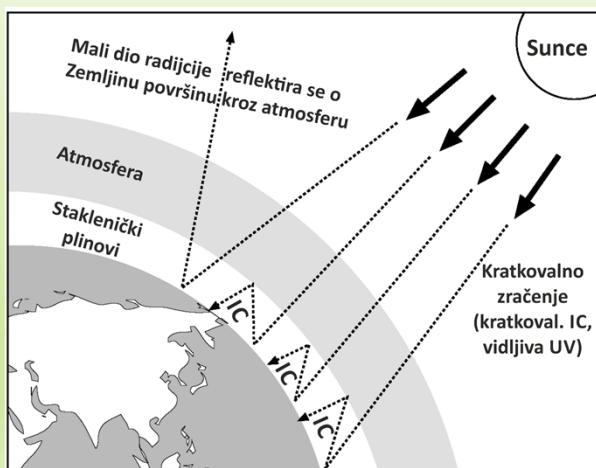
**Klima** – prosječno stanje atmosfere (prosječne vrijednosti meteoroloških elemenata u dužem periodu vremena – standardni period vremena = 30 godina)

**Klimatske promjene** (*Climate change*) – Statistički značajne promjene srednjeg stanja ili varijabilnosti klimatskih veličina koje traju desetljećima i duže





**Učinak 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

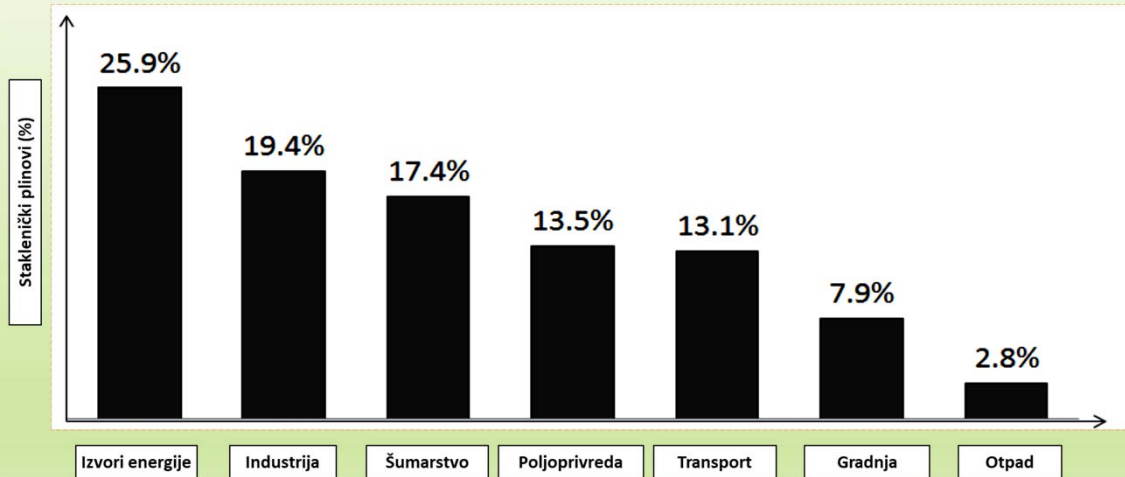


- Staklenički plinovi:**
- vodena para (H<sub>2</sub>O)
  - ugljikov dioksid (CO<sub>2</sub>)
  - metan (CH<sub>4</sub>)
  - dušikov oksid (N<sub>2</sub>O)
  - klorofluorouglijci (freoni)
  - ozon (O<sub>3</sub>) u troposferi
  - sumporni dioksid (SO<sub>2</sub>)

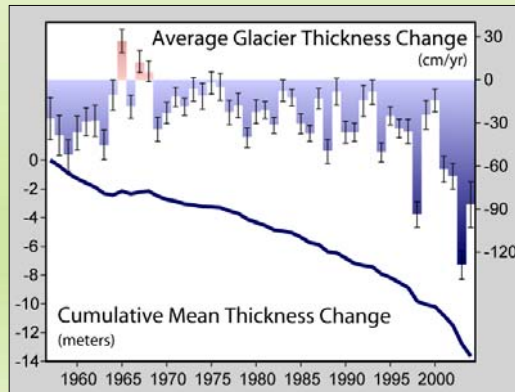
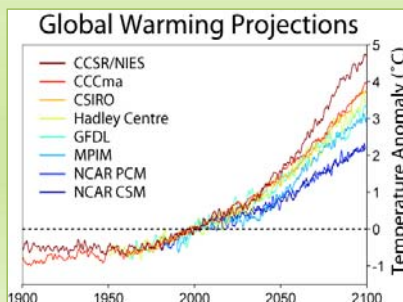
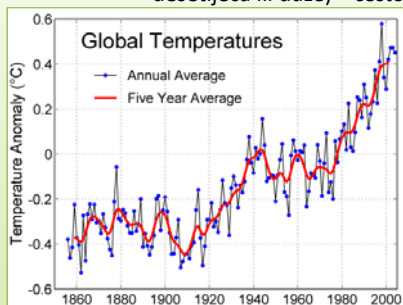
Oko 30% zračenja koje dolazi na Zemlju reflektira se natrag u Svemir dok se preostalih 70% apsorbira



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

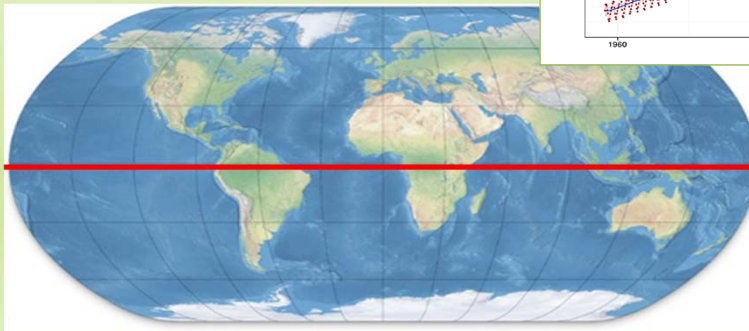
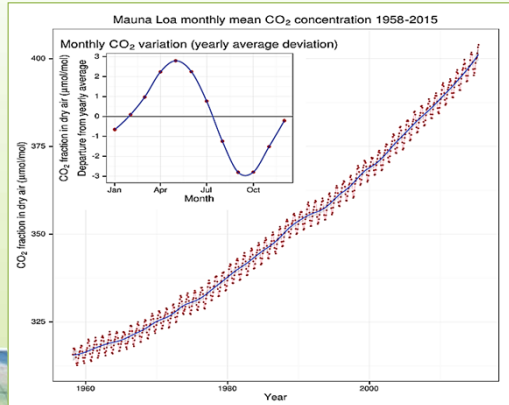


**Globalno zatopljenje (Global warming)** – iznad prosječno i statistički značajno povećanje temperature zraka na globalnoj razini, nastalo kao posljedica prirodnih i antropogenih utjecaja (u periodima vremena od nekoliko desetljeća ili duže) – često sinonim za klimatske promjene



### Fluktuacije koncentracije

CO<sub>2</sub> u atmosferi na  
godišnjoj razini

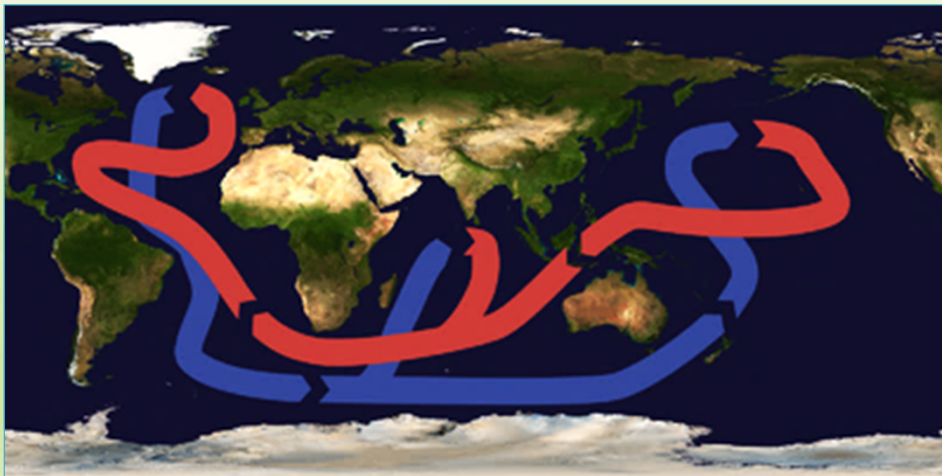


Ekvator



**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





❖ Primijenjena agrotehnika u najvećoj mjeri ovisi o **agroekološkim – agrometeorološkim** uvjetima uzgojne sredine

**Bilanca vode, sadržaj vode i potrebe biljaka za vodom ovisne su o:**

- biljnoj vrsti
- stadiju razvoja
- razvijenosti i svojstvima korjenovog sustava
- sklopu biljaka
- sadržaju i raspoloživosti vode u tlu
- temperaturi
- aeraciji
- opskrbljenosti biljke hranivima
- fizikalnim svojstvima tla
- kemijskim svojstvima tla itd.

Biljna vrsta	Kritičan period
ozime žitarice	vlatanje - klasanje
jare žitarice	vlatanje - klasanje
kukuruz	metličenje – mliječna zrioba
leguminoze	cvjetanje
suncokret	formiranje glavice - cvjetanje
pamuk	cvjetanje – formiranje čahure
lubenica	cvjetanje
sjemenska š. repa	pojava stabljike - cvjetanje
krumpir	cvjetanje – formiranje gomolja
rajčica	cvjetanje – formiranje ploda

Biljke neprekidno primaju i gube vodu. Ako je biljka dobro opskrbljena vodom, za toplog i sunčanog dana listovi mogu tijekom 1 sata izmijeniti ukupan sadržaj vode



### Nedostatak vode - suša

Suša se javlja kao posljedica stvarnog nedostatka vode u vanjskoj sredini ili kao posljedica otežanog usvajanja vode od strane biljke u inače dovoljno vlažnoj sredini

- na globalnoj razini suša se javlja kao posljedica poremećaja u cirkulaciji atmosfere,
- na lokalnoj razini suša je posljedica nedovoljne količine i nepovoljnog rasporeda oborina, intenziteta isparavanja, svojstava tla i biljnog pokrivača, razine podzemnih voda itd

- Biljne vrste različito podnose nedostatak vode pa tako **kukuruz** podnosi **25-30% vodnog deficita**, dok je za neke biljne vrste ta granica na svega **5-10%** što ovisi prvenstveno o anatomskim svojstvima, ali i sustavu uzgoja biljaka
- Tolerantnost na sušu je kompleksno svojstvo nekih vrsta i genotipova biljaka, a određena je njihovim različitim morfološkim i/ili fiziološkim odlikama
- Suša se u Hrvatskoj u prosjeku javlja svake treće do pete godine, a smanjenje uroda uzrokovano sušom, ovisno o intenzitetu i dužini trajanja, može biti od 20-90%
- Redukcije prinosa poljoprivrednih kultura uzgajanih bez navodnjavanja na području RH, u prosječnim klimatskim godinama iznose od 10-60%, a u sušnim godinama i do 90% od njihovog biološkog potencijala, ovisno o tipu tla i regiji

**Atmosferska suša** ima manje efekte ako je dovoljan sadržaj vode u tlu i kada su biljke dobro ishranjene (posebice kalijem) te dobro ukorijenjene, odnosno ako su prilagođene na nedostatak vlage u tlu tijekom prethodnog dijela vegetacije

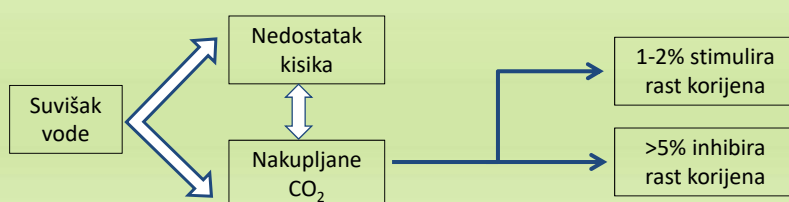


**Suvišak vode u tlu**

- velika količina oborina
- pretjerano navodnjavanje
- neodgovarajuća topografija
- slaba površinska drenaža

Kod zasićenja pora tla vodom nedostaje kisik potreban za disanje korijena i oksidaciju organske tvari tla (mikrobiološka aktivnost)

"Lagani" deficit kisika često se zapaža u korijenu, a kod stvarnog nedostatka prekida se disanje i zaustavlja usvajanje hraniva pa uskoro nastupa **odumiranje korijena**

**Tolerantnost biljaka na deficit O<sub>2</sub> i suficit CO<sub>2</sub>**

Tolerancija	Biljna vrsta	O <sub>2</sub> %	CO <sub>2</sub> %
Visoka	riža, šećerna repa	< 1	< 10
Srednja	pšenica, zob, ječam, jabuka	< 5	< 15
Niska	kukuruz, duhan, grah	<10	< 10

**Anaerobioza** (nedostatak kisika) nastupa kada je samo 4% volumena tla ispunjeno zrakom, a problemi nastaju kada je zrakom ispunjeno <10% zapremine tla

Otpornost biljke na nedostatak kisika ovisi o:

- biljnoj vrsti i sorti,
- stadiju razvoja,
- temperaturi i trajanju anaerobioze,
- otpornosti organa koji je u anaerobnim uvjetima

Pri višim temperaturama (>20°C) uslijed disanja korijena biljaka, faune i mikroorganizama tla potrošnja kisika se povećava, te se kisik iz glavnog toka vode može potrošiti u roku od 24 sata



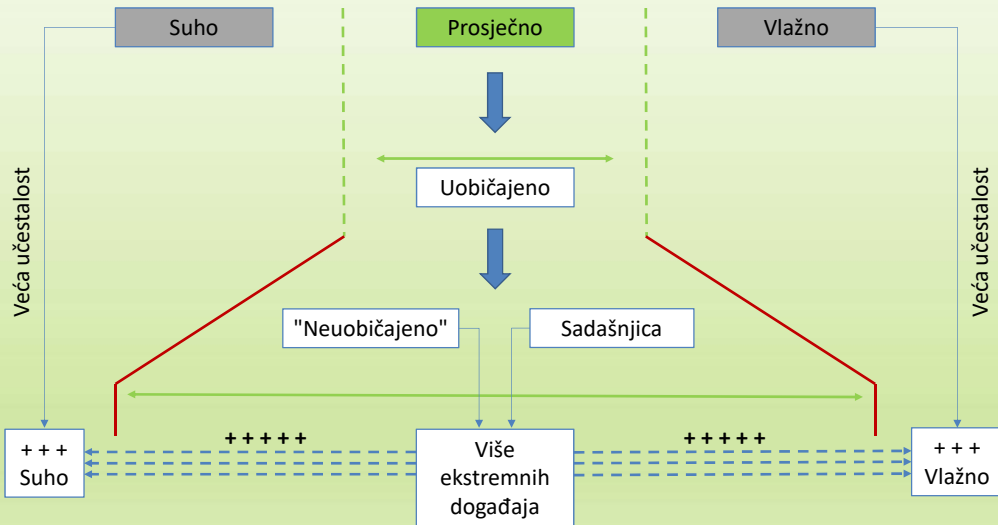
Nedostatak vode



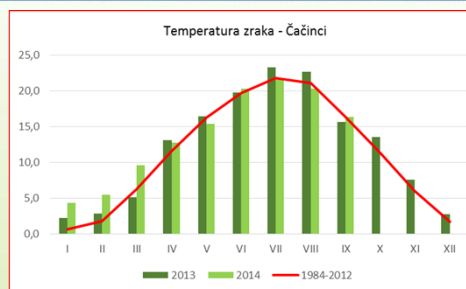
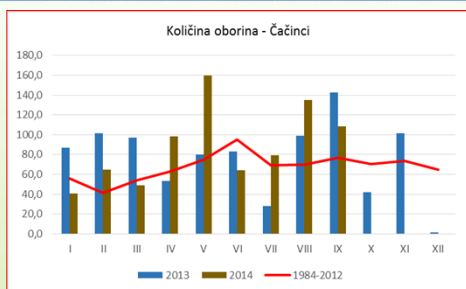
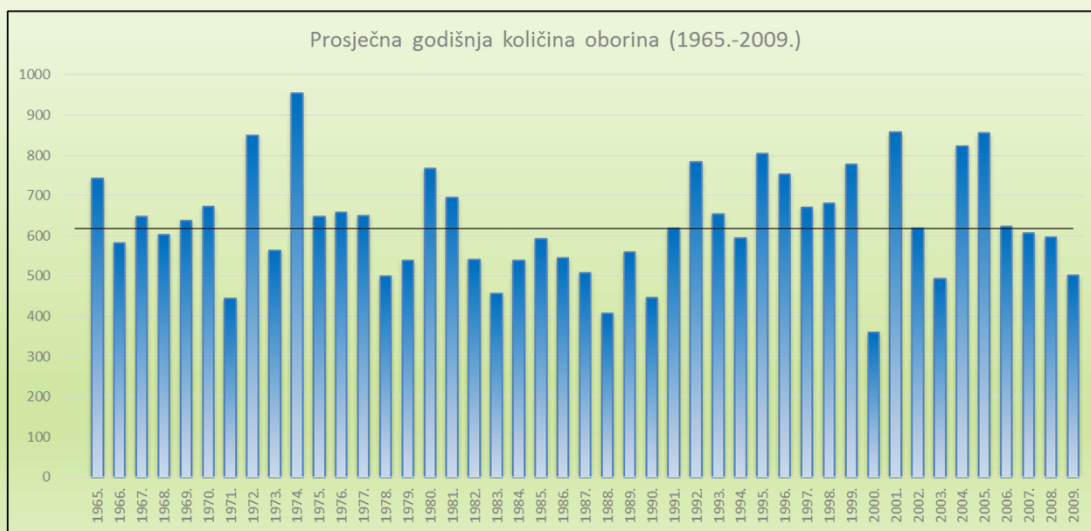
Suvišak vode



Klimatske / vremenske prilike



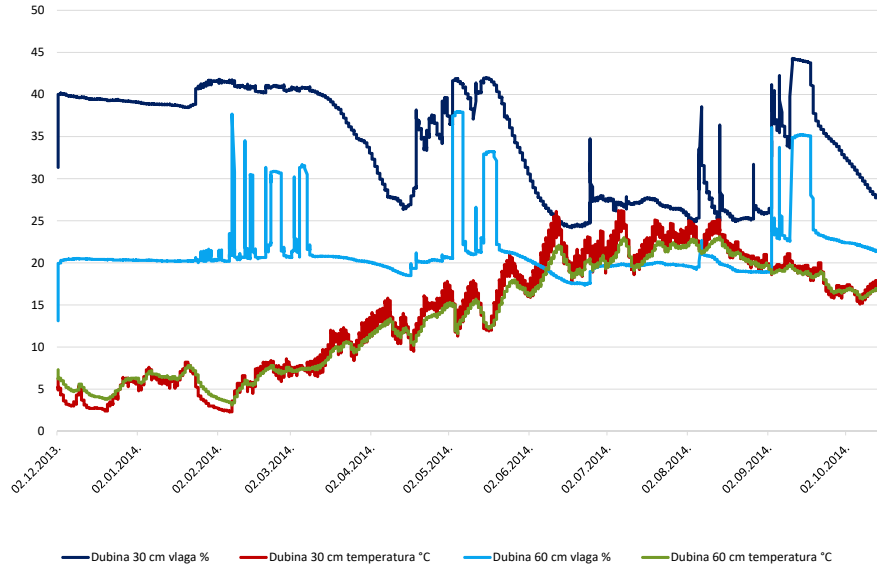
Važniji pokazatelj od ukupnih ili prosječnih vrijednosti meteoroloških podataka je njihova dinamika, odnosno raspored na godišnjoj razini



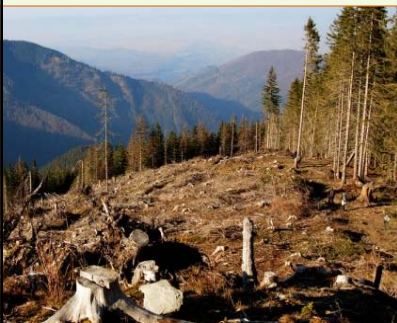
NAŠICE - GODIŠNJA KOLIČINA OBORINA (1984-2012)													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	prosjek
sred	55,7	41,4	53,7	62,6	75,1	95	69,4	70	76,7	70,3	73,8	64,9	814,6
maks	150,6	94,8	124,3	130	215,8	287,3	154,2	238,2	307,3	167,4	161,3	131,9	1188,1
min	8,5	2,2	0	4,4	20,9	23,1	11,4	7,2	5,5	7,1	1,2	17,3	477,9
ampl	142,1	92,6	124,3	125,6	194,9	264,2	142,8	231	301,8	160,3	160,1	114,6	710,2

NAŠICE - GODIŠNJA TEMPERATURA ZRAKA (1984-2012)													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	prosjek
sred	0,6	1,8	6,3	11,6	16,3	19,7	21,8	21,1	16,4	11,4	6,0	1,7	11,2
maks	6,8	6,8	10,0	13,9	18,5	22,6	24,8	24,5	19,7	14,0	9,2	6,0	12,6
min	-4,8	-3,7	0,9	7,7	12,4	17,0	18,9	18,8	13,1	8,9	1,2	-3,5	9,9
ampl	11,6	10,5	9,1	6,2	6,1	5,6	5,8	5,7	6,6	5,1	8,1	9,5	2,7

### Temperatura (°C) i vlaga (%) tla na 30 cm i 60 cm dubine



### Utjecaj poljoprivrede na klimatske promjene



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

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



### Agrobioraznolikost

- povećava otpor agroekosustava prema izmijenjenim okolišnim uvjetima i stresu
- povećava potencijal prilagodbe klimatskim promjenama

#### Bioraznolikost uključuje:

- kultivirane usjeve, pasmine stoke, riblje vrste i divlje biljke i životinje
- potpomažuće vrste: mikro-, mezo- i makroorganizmi u tlu, pčele, ptice itd.
- potpomažući ekosustavi

(Izvor: IDWG on Climate Change, 2008.; FAO, 2013.)

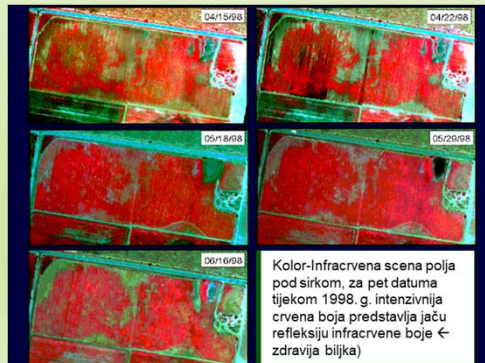
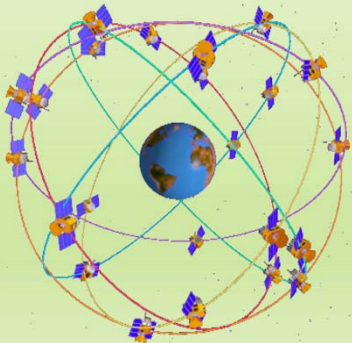


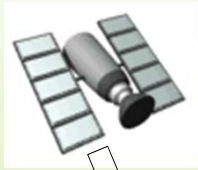
### Konvencionalna vs. Održiva poljoprivreda

#### Precizno ratarenje (*Precision farming*)

Unapređivanje poljoprivrede na račun računalne tehnologije u drugoj polovici XX stoljeća

Upotreba računala, Globalnog Pozicijskog Sustava (*Global Positioning System, GPS*), satelitskih senzora mnogobrojnih spektralnih karakteristika i visoke razlučivosti za praćenje rasta i razvoja biljaka (*normalized difference vegetation index - NDVI*), brzih senzora za nadzor ishranjenosti i zdravstvenog stanja biljaka, karakteristika i procesa u tlu, te senzora za detektiranje mase i vlage uroda na kombajnim (mape uroda, tzv. *Yield maps*)





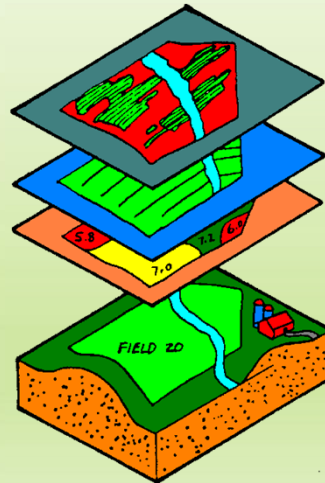
Prikupljanje uzoraka s terena

- mape prinosa
- uzorkovanje bilja i tla
- poljski senzori

Računalno prikupljanje i obrada podataka

Baza podataka o prostornom smještaju  
te stanju biljaka i tla

[ ≈ Geo-Informacijski Sustav (GIS) ← iako ovaj  
obuhvaća i više od toga]



Mapa prinosa

Nagib terena

pH

Prostorni položaj



GPS + senzori u kombajnu =  
Mapa uroda, tzv. Yield map

Omogućeno automatizirano, precizno  
lokalizirano tretiranje  
"kriznih točaka" (tzv. *hot-spots*)



Kontrola dubine obrade,  
kultivacije



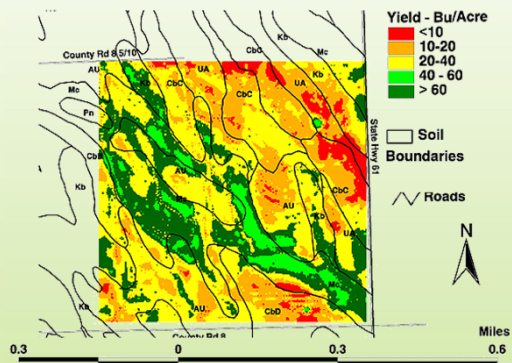
Precizna sjetva



Precizna gnojidba  
(N, P, K, Ca, ...)



Precizna  
zaštita bilja



Yield - Bu/Acre

<10
10-20
20-40
40 - 60
> 60

Soil  
Boundaries

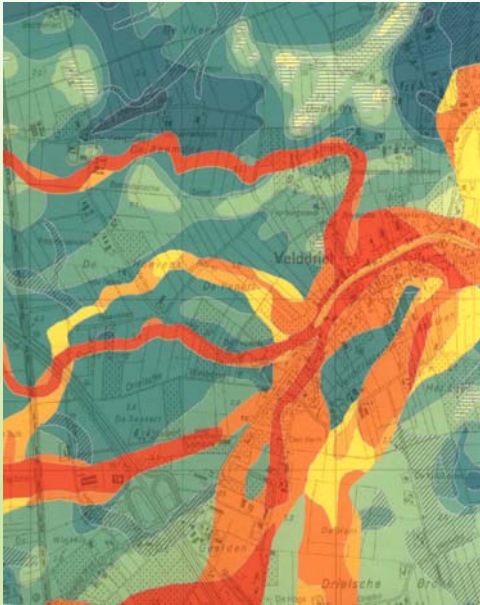
Roads

N

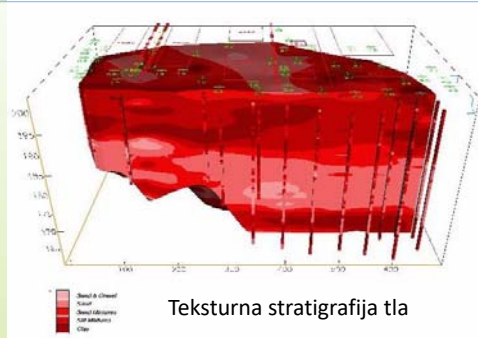
Miles

Precizno  
navodnjavanje,  
odvodnja, itd.

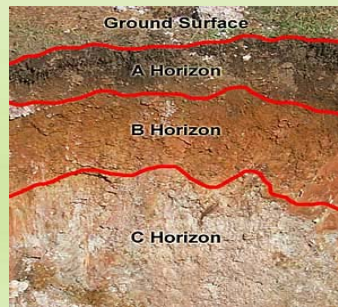




Mapa sa slojevima pijeska



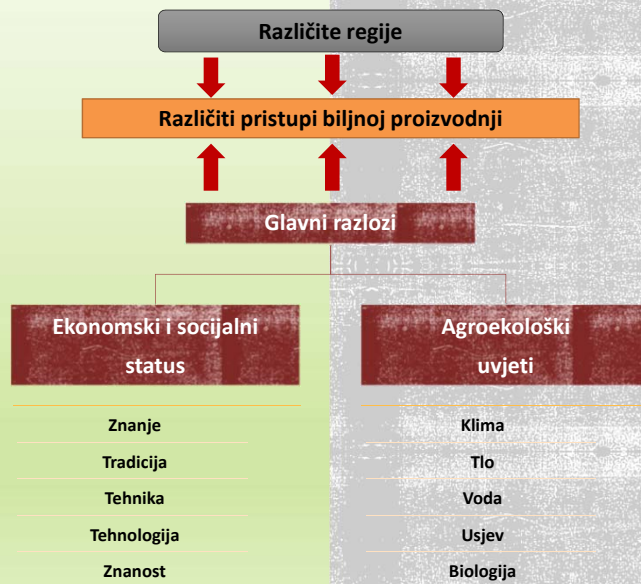
Teksturna stratigrafija tla



Horizonti tla



### Prepreke prihvaćanju novih tehnologija







Hvala na pozornosti !!!