



Sveučilište J.J. Strossmayera  
Poljoprivredni fakultet u Osijeku  
Kralja P. Svačića 1d, HR-31000 Osijek, Hrvatska,  
Katedra za Opću proizvodnju bilja i poljoprivredne melioracije  
<http://www.pfos.hr/~jdaniel/>  
[djug@pfos.hr](mailto:djug@pfos.hr)

Diplomski studij: Ekološka poljoprivreda  
Modul: Osnove ekološke biljne proizvodnje

# Agrotehnika u ekološkoj proizvodnji

- Opće postavke -

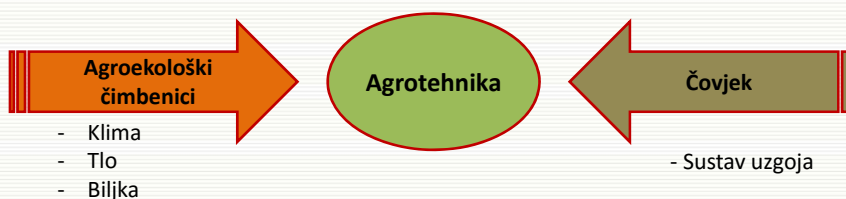
Prof. dr. sc. Danijel Jug

## 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:

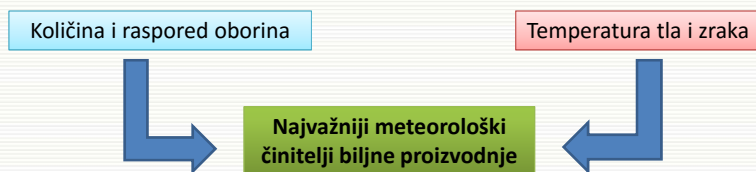
- **Promjene agroekoloških uvjeta** (navodnjavanje, uzgoj u nadziranim uvjetima, proređivanje na određeni sklop itd.),
- **Promjene plodnosti tla** (gnojidba, obrada, kondicioniranje itd.)
- **Promjene agrofitoroziteta** (zaštita od korova, bolesti i štetočina, selekcija, dorada sjemena, sjetva, njega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



### Ekstremne vremenske prilike ???

#### Treba razlikovati:

- prosječne vremenske prilike
- izvanprosječne vremenske prilike
- ekstremne vremenske prilike



Termin (izraz) "prosječne vremenske prilike" nije dovoljno precizan analitički aparat, a postupanje prema njemu (donošenje odluka) nosi veliku dozu rizika u poljoprivrednoj proizvodnji.

#### 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.

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

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
lubenice	cvjetanje
sjemenska š. repa	pojava stabljike - cvjetanje
krumpir	cvjetanje – formiranje gomolja
rajčica	cvjetanje – formiranje ploda

**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 adaptirane na nedostatak vlage u tlu tijekom prethodnog dijela vegetacije.

#### 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.

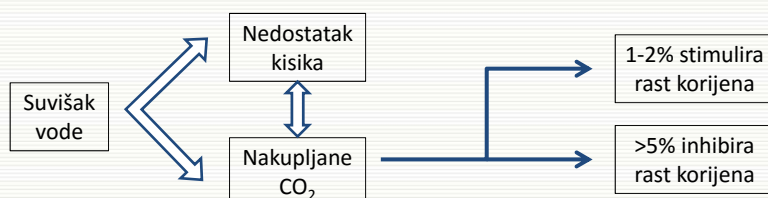
- na globalnoj razini suša se javlja kao posljedica poremećaja u cirkulaciji atmosfere,
  - na lokalnoj razini suša je posljedica nedovoljne količine i nepovoljnog rasporeda oborina, intenziteta isparavanja, svojstava tla i biljnog pokrivača, razine podzemnih voda itd.
- Biljne vrste različito podnose 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 biološkog potencijala uzgajanih kultura, ovisno o tipu tla i regiji.

### Suvišak vode u tlu

- o velika količina oborina
- o pretjerano navodnjavanje
- o neodgovarajuća topografija
- o 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:

- o biljnoj vrsti i sorti,
- o stadiju razvoja,
- o temperaturi i trajanju anaerobioze,
- o 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



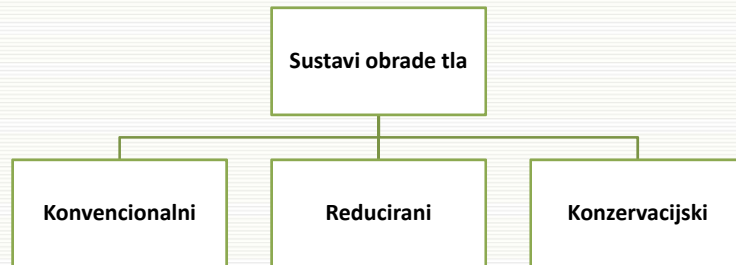
### OBRADA TLA [jedan od najvažnijih agrotehničkih zahvata]

Svaki mehanički zahvat u pedosferu, s ciljem:

- formiranja antropogenog (kultiviranog) sloja tla
- formiranja povoljnih vodozračnih odnosa
- uništavanja biljnog pokrivača
- kontrola bolesti, štetnika i korova
- Inkorporacije gnojiva u tlo
- korigiranja klime (akumulacija, konzervacija, odvodnja)
- popravljanja fizikalnog, kemijskog i biološkog kompleksa tla

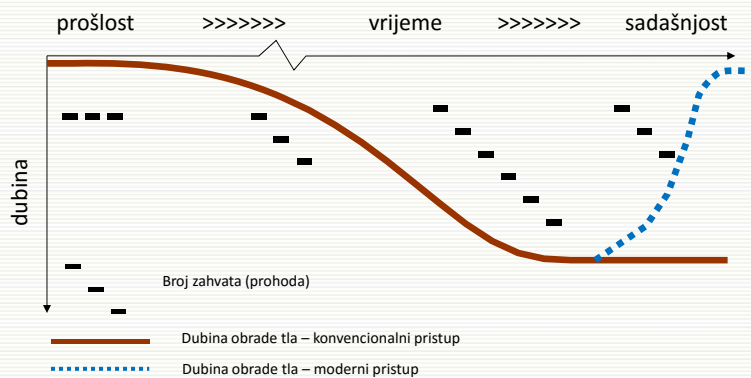
**Krajnji cilj svake  
obrade tla je  
ostvarivanje prinosa**





- Definicije ovih sustava trebaju uključivati njihove prednosti i nedostatke.
- Najbolji sustav obrade tla je onaj koji omogućuje najbolje (optimalne) uvjete za biljnu proizvodnju uz istovremeno najmanji negativni utjecaj na tlo (i okoliš).
- Dubina, broj zahvata i ciljevi obrade tla, kroz povijest su se mijenjali i to gotovo redovno s tendencijom povećanja dubine i broja zahvata.
- Povijesni razlozi za obradom tla (promjene tijekom vremenskih razdoblja).

**Dubina i broj zahvata obrade tla tijekom povijesti**



- Trenutno stanje: "dvosmjerna obrada tla"
  - **stagnacija** povećanja dubine obrade tla
  - **smanjenje** dubine i broja prohoda

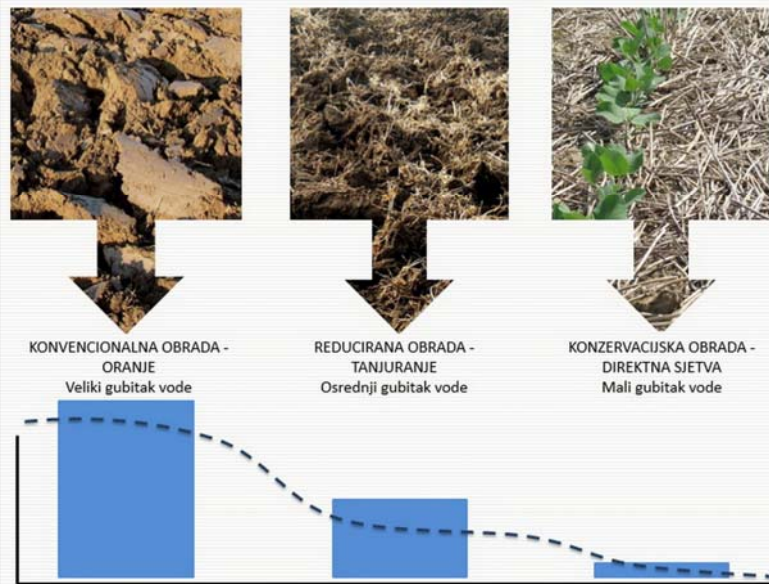
**Glavni zahtjevi prema obradi tla  
[u današnje vrijeme]**

Dubinu obrade tla i broj potrebnih zahvata strojevima i oruđima, treba prilagoditi agroekološkim uvjetima, a razinu i ciljeve proizvodnje ekonomski uskladiti.



**Nema jedinstvenog sustava obrade tla!!!  
&  
Nema jedinstvene optimalne dubine obrade tla!!!**

Biljke i biljni ostaci na površini tla smanjuju evaporaciju i eroziju



Dublja obrada = veći gubitak vode iz tla



**Sustav obrade tla i žetveni ostaci**  
[biljni pokrivač]

**Konvencionalni sustav (intenzivna obrada)**

- ostavlja manje od 15% površine pokrivena biljnim ostacima ili manje od 550 kg/ha ostataka sitnozrnih žitarica.

**Reducirani sustav**

- ostavlja između 15 i 30% površine pokrivena biljnim ostacima ili 550 to 1100 kg/ha ostataka sitnozrnih žitarica.

**Konzervacijski sustav**

- ostavlja minimalno 30% površine pokrivena biljnim ostacima ili najmanje 1100 kg/ha ostataka sitnozrnih žitarica.

% biljnih ostataka na površini – nakon provedene obrade i sjetve slijedećeg usjeva.

konvencionalna  
obrada



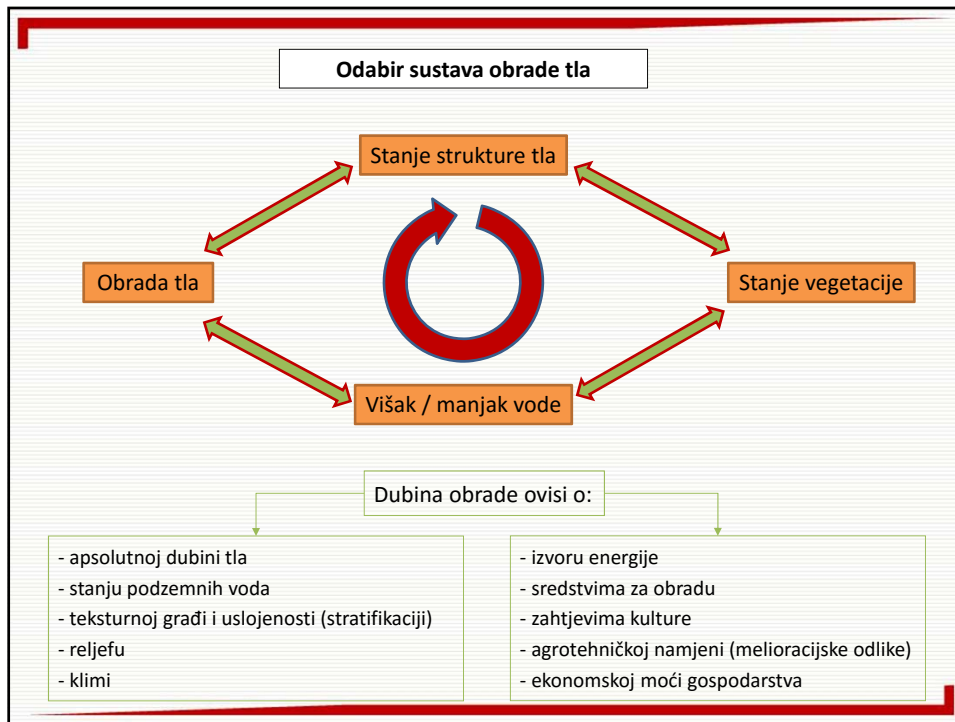
reducirana  
obrada



konzervacijska  
obrada







**Konvencionalni sustavi obrade tla**

<p><b>Ozimi usjevi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prašenje strništa</li> <li>- plitko ljetno oranje</li> <li>- duboko oranje za sjetvu</li> <li>- predsjetvena priprema</li> <li>- sjetva</li> <li>- njega usjeva obradom tijekom vegetacije</li> </ul>	<p><b>Jari usjevi:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- prašenje strništa</li> <li>- plitko ljetno oranje</li> <li>- duboko jesensko oranje</li> <li>- zatvaranje zimske brazde</li> <li>- predsjetvena priprema</li> <li>- sjetva</li> <li>- njega usjeva obradom tijekom vegetacije</li> </ul>
--	--

- veliki broj radnih operacija obrade tla
- veći broj ponavljanja unutar iste radne operacije

Razlozi smanjenju dubine obrade tla i broju zahvata pri obradi proizlaze iz negativnih učinaka obrade koji su često prikriveni rastućim tehnološkim razvojem u poljodjelstvu, npr:

- kvarenje strukture tla
- mehanička disperzija zbijanjem tla u vlažnom stanju
- erozija vodom i vjetrom
- stvaranje tabana obrade (bolest "tabana pluga i tanjurače")
- stvaranje diskontinuiteta u tlu (dubinska zbijanja) - nepropusni slojevi (barijere za prodor korijena, zraka, vode, topline)
- pogoršanje hidrauličkih svojstava tla – retencija vode, hidraulička vodljivost (vodopropusnost), infiltracija, uskladištenje vode (kapacitet za vodu)
- promjene u volumnoj gustoći – porozitet i distribucija pora
- intenziviranje nehomogenosti tla (pukotine, kanalići, velike šupljine)
- veće amplitude temperatura kod obrađivanog tla
- reduciranje biokomponente tla

#### Negativni primjeri konvencionalne obrade tla



### Reducirani sustavi obrade tla

Reducirana obrada tla predstavlja u odnosu na konvencionalnu obradu tla, pojednostavljenu, ekonomski opravdanu, odnosno – obradu sa smanjenim brojem radnih operacija, a u ovisnosti o agroekološkim i gospodarskim uvjetima.

- izostavljanje oranja – jedan od glavnih uvjeta
- izostavljanje okretanja tla
- veliki broj mogućnosti pri odabiru radnih zahvata i oruđa



### Pristup osnovnoj obradi tla: "rahljenje bez okretanja tla"



Pristup osnovnoj obradi tla: "**rahljenje bez okretanja tla**"



Pristup dopunskoj obradi tla: "**manje je bolje**"





Pristup dopunskoj obradi tla: **"manje je bolje"**



Reducirana / konzervacijska obrada tla: sjetva u biljne ostatke: **"manje je bolje"**



### Konzervacijski sustavi obrade tla

**Konzervacijska poljoprivreda** predstavlja sustav uzgoja biljaka / tehnologiju, koja se temelji na tri temeljna postulata:

- minimalno narušavanje tla obradom
- permanentnu pokrivenost tla biljkama i/ili biljnim ostacima i
- rotaciju usjeva (plodosmjena)

❖ Što treba konzervirati ?

• **Tlo**

- ✓ Kvaliteta tla
- ✓ Kvaliteta vode
- ✓ Kvaliteta zraka

❖ Kako se tlo može konzervirati ?

• **Prevenција erozije**

❖ Kako se može prevenirati eroziju?

- **Zaštita tla permanentnim pokrovom**

**Konzervacijskom pristupom:**

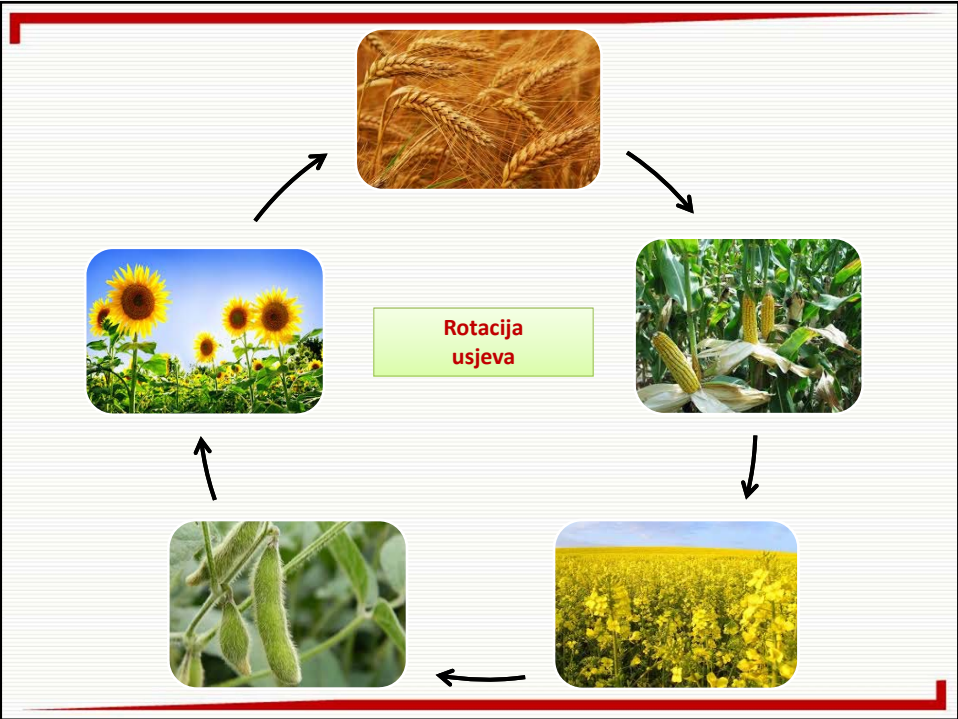
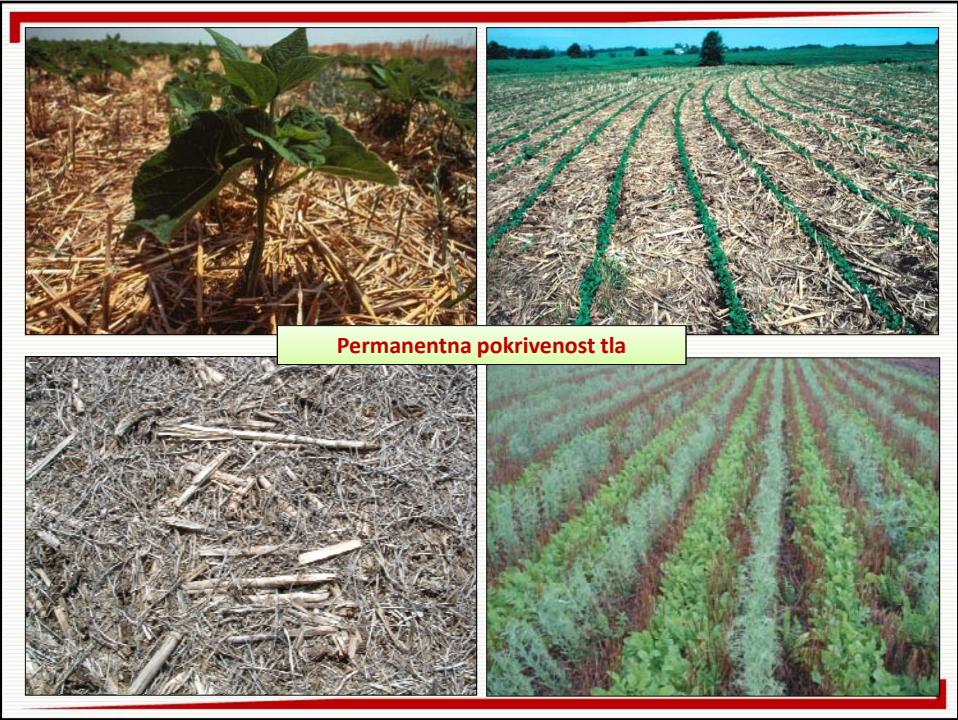
- smanjuje se gubitak vode
- štiti se tlo od degradacije
- smanjuje se utrošak radnog vremena
- smanjuju se troškovi proizvodnje
- povećavaju se prinosi

**Konzervacijska obrada tla** dio je mjera koje se primjenjuju u konzervacijskoj poljoprivredi



**Minimalno narušavanje tla**







### 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 reziduima)
- smanjena evaporacija i povećana zaštita površine tla od sunčane 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 (kationski izmjenjivački kapacitet), boljom pristupačnošću hraniva i većim kapacitetom tla za vodu
- povećanje i stabilnost visine prinosa
- smanjenje troškova proizvodnje
- povećanje biološke aktivnosti u tlu i okolišu (bolja biološka kontrola štetočina)
- smanjena zakorovljenost

#### Utjecaj reduciranih i konzervacijskih sustava obrade tla na njegova fizikalna svojstva

< <i>Erozija</i>	+ (pozitivno)
> <i>Infiltracija vode</i>	+
< <i>Temperatura tla</i>	- +
> <i>Vlaga tla</i>	+
> <i>Stabilnost agregata</i>	+
> <i>Struktura tla</i>	+
> <i>Zbijenost tla</i>	- +

**Povećanje kvalitete tla**

#### Utjecaj reduciranih i konzervacijskih sustava obrade tla na njegova biološka svojstva

> <i>Gujavice tla</i>	+ (pozitivno)
> <i>Makroorganizmi</i>	+
> <i>Mezoorganizmi</i>	+
> <i>Nodlacija (leguminoze)</i>	+
> <i>Mikoriza</i>	+
> <i>Razgradnja celuloze</i>	+
> <i>Mikrobiološka biomasa</i>	+

**Povećanje kvalitete tla**

#### Utjecaj reduciranih i konzervacijskih sustava obrade tla na ostale faktore

< <i>Potrošnja goriva</i>	+ (pozitivno)
< <i>Mehanizacija kW/ha</i>	+
> <i>Trajnost strojeva</i>	+
< <i>Ljudski rad</i>	+
> <i>Prinosi</i>	- +
> <i>Profitabilnost</i>	+
> <i>Vrijeme za odmor i management</i>	+

**Tla ograničenih sposobnosti - Hidromorfna tla**  
(pseudoglej, ritska crnica (humoglej), semiglej i amfiglej)

**Praktičan primjer**

Tla koja karakterizira povremeno ili trajno vlaženje dijela profila tla ili cijelog soluma

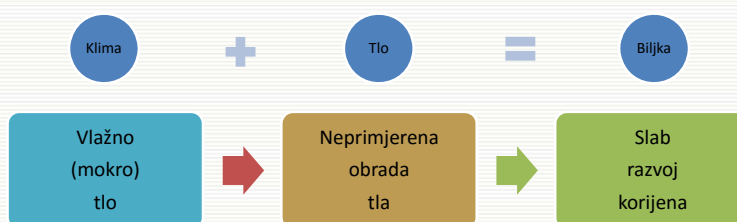
**Načini vlaženja:**

- oborinska voda (zadržava se na teško propusnom ili nepropusnom horizontu)
- podzemna (skuplja se u udubljenim oblicima reljefa)
- slivna (slijeva se niz padine ili dolazi bočnim tokom kroz tlo)
- poplavna (izlijeva se iz vodotokova)

**Posljedice prekomjernog vlaženja**

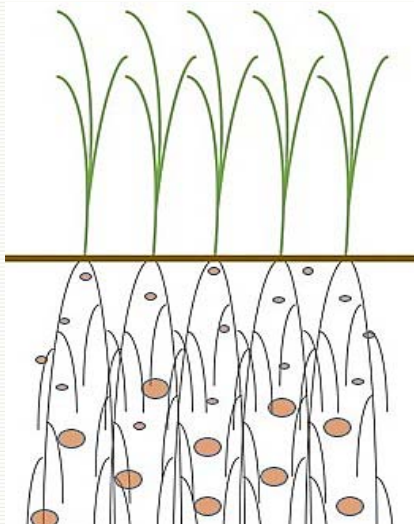
- o istiskivanje zraka iz makropora i pojava nepropusnih slojeva
- o otežana difuzija i izmjena plinovite faze - aeracija
- o jači razvoj anaerobnih mikroorganizama (gubitak hraniva, a naročito dušika)
- o sporija mineralizacija (razgradnja organske tvari)
- o slabija pristupačnost i usvajanje biljnih hraniva
- o slabija aktivnost flore i faune tla
- o *i niz drugih problema s fizikalnog, kemijskog i biološkog aspekta*

**Indicirani problemi proizlaze iz uzročno – posljedičnog odnosa:**



- o Posebno su osjetljiva tla ograničenih sposobnosti - Hidromorfna tla (pseudoglej, ritska crnica (humoglej), semiglej i amfiglej) → ≈50% u RH.
- o Hidromorfna tla karakterizira povremeno ili trajno vlaženje dijela profila tla ili cijelog soluma.

Prorahljeno tlo bez zbijenih slojeva - normalan razvoj biljaka



Zbijeni sloj tla uzrokuje niz problema tijekom vegetacije

