

TLO

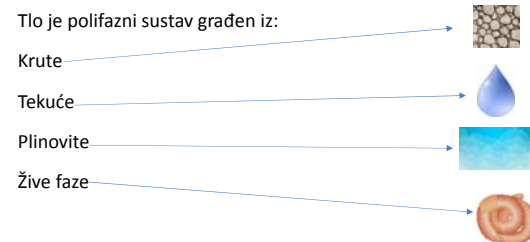
„Tlo je zemlja između naših prstiju kada vrtlarimo, od tla nastaje život, ali u tlo se i sav život na kraju vraća kako nas pjesnici neumorno podsjećaju. Takav veliki smisao za tako malu riječ.“



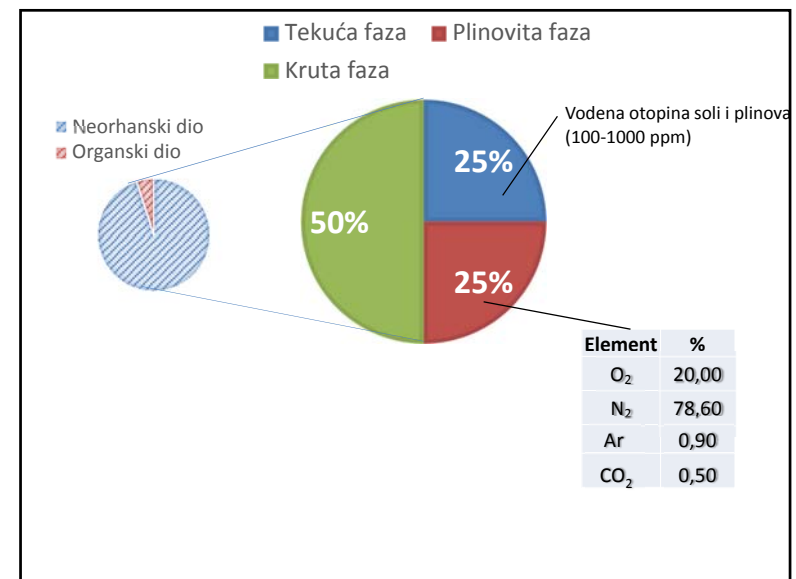
TLO

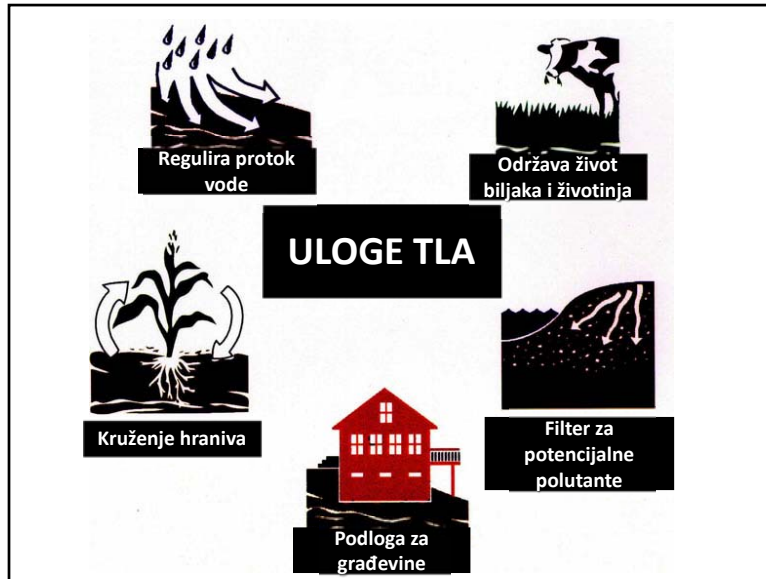
Tlo je rastresita prirodno-povijesna tvorevina nastala djelovanjem pedogenetskih činitelja tijekom procesa pedogeneze na rastresitom matičnom supstratu ili trošini čvrste matične stijene.

Tlo je polifazni sustav građen iz:



Neprestano se mijenja (npr. kisika, vode, kemijske promjene...) održavajući povoljnu strukturu i oslobađajući hranjive elemente neophodne za život.

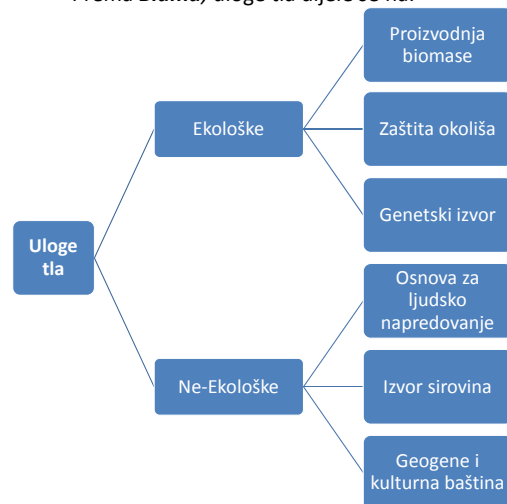




GLOBALNA ULOGA TLA

1. Medij za rast i razvoj biljaka.
2. Regulira raspoloživost vode
3. Recikliranje (oporaba) sirovina
4. Stanište organizmima
5. Krajobrazni i inženjerski medij

Prema **Blumu**, uloge tla dijele se na:



1. PROIZVODNO GOSPODARSKA
2. EKOLOŠKO REGULACIJSKA
3. FILTARSKO-PUFERNA FUNKCIJA
4. KLIMATSKO REGULACIJSKA
5. SIROVINSKA
6. PROSTORNA
7. KRAJOBRAZNA

1. PROIZVODNO GOSPODARSKA

Uloga tla u tvorbi organske tvari osiguravajući hranu, i sirovine za osnovnu funkciju ljudi i životinja preživljavanje.

Proizvodnjom organske tvari u poljoprivredi čovjek pokriva svoje prehrambene i neprehrambene potrebe



Važno je napomenuti primarnu odnosno nezamjenjivu ulogu tla u opskrbi biljaka vodom zrakom i hranivim tvarima što predstavlja jedan od ključnih procesa potrebnih za život na Zemlji.

Zbog toga poljoprivreda i šumarstvo predstavljaju važnu kariku pri proizvodnji hrane i sirovina (oko 95 % proizvedene hrane dolazi s proizvodnih površina odnosno s tla)!

2. EKOLOŠKO REGULACIJSKA

1. Tlo kao akceptor, akumulator i transformator

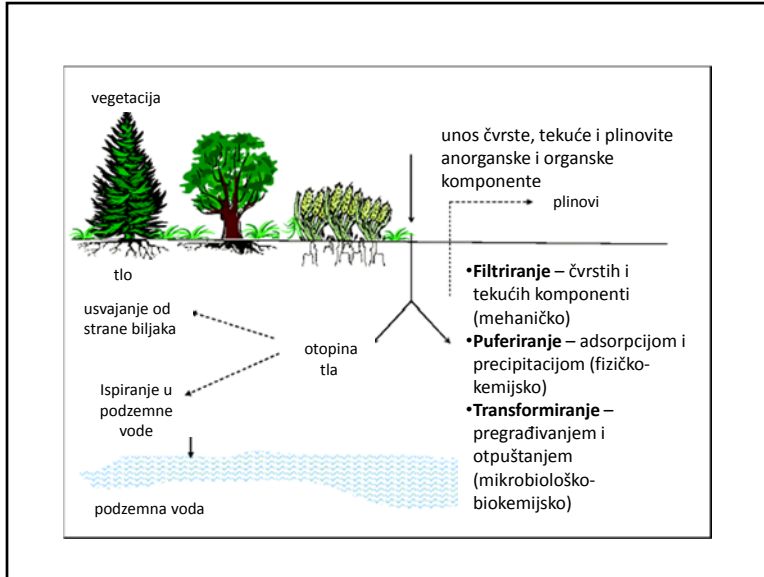
Prema Tomiću (2014.) tlo je prijemnik (akceptor), sakupljač (akumulator), i izmjenjivač (transformator) različitih, okolišno relevantnih tvari (teški metali, organska onečišćenja, itd) koje se hotimično ili nehotice, kontrolirano ili kao posljedica prirodne katastrofe, emitiraju u okoliš, a ekološki su relevantne za sve članove biosfere i sastavnice okoliša bilo da imaju pozitivan ili negativan utjecaj.

Sve tvari koje uđu u sastav tla (akceptiraju se), posebice organske (pesticidi, organski ostaci biljne proizvodnje itd.) mogu se akumulirati ali i izmijeniti (transformirati), te se u tome ogleda uloga tla kao moćnog medija sposobnog neutralizirati različita onečišćenja.

3. FILTARSKO-PUFERNA FUNKCIJA

U ulozi univerzalnog pročistača tlo pročišćava oborinsku vodu ali i štiti pitku podzemnu vodu i akvatične ekosustave (vodotoke, jezera i more) od zagađenja. Značaj ove uloge tla je veći jer 90% potrošača Hrvatske opskrbljuje se pitkom vodom iz podzemne vode (65 % stanovništva Europe).

Tlo djeluje kao snažan puferski sustav inaktivirajući sve tvari koje naglo ulaze u njegovu masu ili se oslobađaju mineralizacijom organske tvari te sprječavaju stresne promjene u tlu (Npr. kisele sastavnice puferiraju se pomoću kationa, kao što su natrij, kalcij, kalij, magnezij, i se sprečava promjena reakcije tla).



Tipovi sorpcija u tlu

Fizikalna sorpcija: utjecaj fizikalnih sila (površinska napetost vode, higroskopske sile, kapilaritet) na taj način -tvari se zadržavaju duže vremena u zoni tla te do vezanja mehanizmom kemijske sorpcije, ili usvajanja od strane biljaka.

Kemijska sorpcija: niz kemijskih reakcija koje direktno djeluju na onečišćene tvari, tj. štetne tvari prelaze u netopive ekološki bezopasan oblike, ili u oblik iz kojeg će se onečišćenje oslobađati tako sporo da ne škodi okolišu, biljci, čovjeku.

Biološka sorpcija: usvajanje ekološki rizičnih tvari od strane živih organizama (poglavito biljna i mikroba masu)

4. KLIMATSKO REGULACIJSKA

Tlo ima važnu ulogu kao biotransformator organskog ugljika, te snažno utječe na sadržaj CO_2 i drugih plinova koji uzrokuju „efekt staklenika“. Razvojem poljoprivredne proizvodnje rasla je i emisija CO_2 koja direktno utječe na klimatske na klimatske promjene. Oko 25 % ukupno emitiranog ugljika potječe iz tla!



Zbog toga vrlo je važno primjenjivati napredne sustave biljne proizvodnje (obrada tla, gnojidba, zaštita) bez povećanja emisije plinova staklenika - CO_2 !



5. SIROVINSKA

Snažni rast industrijske proizvodnje i povećane eksplantacije sirovina u vidu iskopa kamena, proizvodnje cigle, iskopa gline, šljunak, pijesak, boksit, treset, zlata, srebra itd. značajno utječe na tlo te dolazi do nepovratnog oštećenja tla odnosno degradiranja funkcije tla.

Loš primjer degradacije eksplantacijom sirovina u tlu vidljiva su u cijelom svijetu pogotovo u nerazvijenim i tranzicijskim zemljama (Afrika) te u novim industrijskim centrima moći (Kina)



Rudnici željeza



Eksplantacija gline



Rudnik zlata

6. PROSTORNA

Tlo kao funkcija za naselja i infrastrukturu jer nam pruža prostor za širenje urbanih sredina (prometnica, naselja, odlagalište otpada, poslovnih zona i dr.)

Danas se oko 2% ukupne površine tala Europe nalazi pod zgradama i prometnicama - NEPOVRATNI GUBITAK TLA.

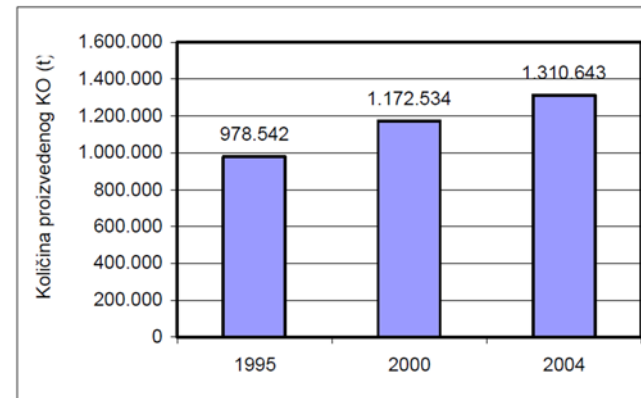


Kada se tlo koristi za odlaganje otpada potrebno je zadovoljiti niz čimbenika tj. potrebno je isključiti mogućnost onečišćenja okolnog tla.

Važne činjenice koje je potrebno zadovoljiti prije odlaganja otpada:

- Blizina naselja
- Blizina zaštićenih prirodnih površina (nacionalni park)
- Vodozaštitnih područja
- Poljoprivredne proizvodnje

Recikliranje (oporaba) te smanjenje količine otpada jedino je rješenje za smanjenje količine otpada a samim time i zaštite tla!



Količina proizvedenog komunalnog otpada u Republici Hrvatskoj



Odlagalište otpada

Spalionica otpada



Life Cycling Thinking – LCT (Promišljanje cjelovitog ciklusa PCC)

na prvo mjesto stavlja promjenu načina razmišljanja uzimajući u obzir cjelovit ciklus proizvoda ili procesa te njegove učinke na okoliš u svim stadijima

7. KRAJOBRAZNA

Uloga tla u oblikovanju krajobraza značajno utječe na moguće načine korištenja prostora.

Osim estetske kategorije krajobraz je odraz prošlosti ali uvjetuje buduće korištenje prostora te zbog toga gospodarenje tлом izravno utječu i na izgled krajobraza, mogućnost razvitka ruralnog turizma, korištenje prirodnih resursa u svrhu rekreacije i dr.

krajobraz koje je formirao čovjek
anthroscape



prirodni krajobraz
landscape



NAČELA PROCJENE FUNKCIJA TLA

Funkcije tla su teško mjerljive direktnim putem, već se procjenjuju preko indikatora (pokazatelja) kvalitete tla najčešće u tri koraka:

1. Odabir indikatora
2. Definirati odnose između indikatora (model)
3. Klasifikacija finalnog indikatora promatrane funkcije tla

Također, potrebno je istraživanjem obuhvatiti cijelo područje poljoprivredne proizvodnje, a indikatori trebaju biti reprezentativni tj. opisivati proučavano područje.

Odnosi između vrste indikatora i funkcije tla

indikator	odnos između indikatora i funkcije tla
kemijski	ciklus hraniva, voda, puferizacija
fizikalni	fizikalna stabilnost, voda, stanište
biološki	biološka raznolikost, ciklus hraniva, filtracija

Primjer indikatora korištenih za procjenu određenih ekoloških funkcija tla:

1. Kapacitet akumulacije vode u tlu:

Indikatori: kapacitet tla za vodu, dubina tla

2. Filtracijski kapacitet tla ne-organskih tvari:

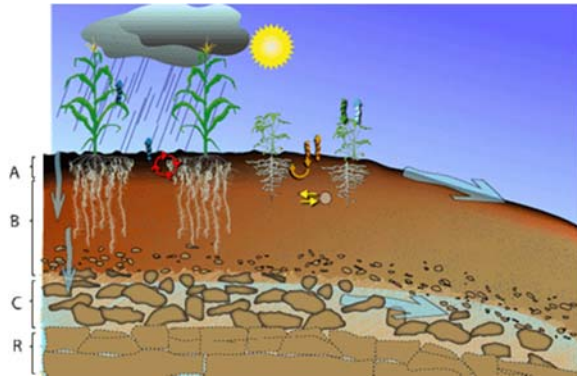
Indikatori: pH, sadržaj organske tvari, debljina humusnog horizonta, ukupni sadržaj teških metala, tekstura tla.

3. Imobilizacijski kapacitet tla organskih zagađivača:

Indikatori: sadržaj organske tvari, debljina humusnog horizonta, sadržaj gline, dubina tla

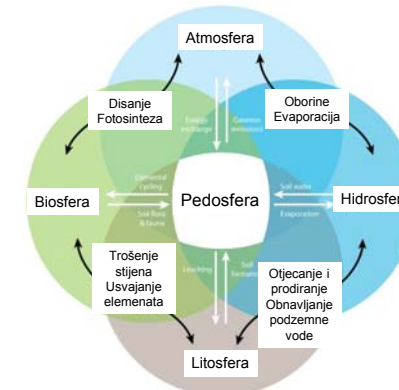
Indikator područja: prosječna godišnja količina oborina

Svojstva tla



doc. dr. sc. Boris Đurđević

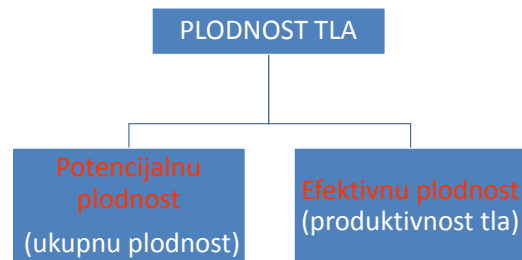
Različita tla koja čine ukupni zemljišni pokrov zemlje (pedosferu) rezultat su složenog pedogenetskog procesa u različitim oblicima, zavisno o uvjetima okoliša. **Pedosfera** je otvoreni sustav prema litosferi, atmosferi, hidrosferi i biosferi te se na jednom području istih genetskih činitelja razvijaju ista ili vrlo slična tla.



PLODNOST TLA

Plodnost tla označava sposobnost tla da biljkama osigura hraniva i vodu.

Plodnost tla ovisi o tipu tla, teksturi, vodnom i toplinskom režimu, sadržaju humusa, biogenosti i primjeni agrotehnike (obrada, gnojidba, mogućnost odvoda viška vode itd.)



Efektivna plodnost

- Plodnost tla koju je vrlo teško definirati a najčešće se opisuje kao količina organske tvari koje biljke mogu sintetizirati na nekom staništu tijekom vegetacijskog razdobljabioloških.
- Niz čimbenika (biološki, klimatski , zemljišni ...) utiče na količinu novonastale organske tvari pa se samim time i efektivna plodnost ne može apsolutno izmjeriti

- Sastav oraničnog sloja u kojem se nalazi najveći dio korijenovog sustava biljaka u povoljnom stanju vlažnosti:

1. kruta faza – 50 % volumena

a) anorganski dio – 95 % mase:

80 % primarni minerali

20 % sekundarni minerali

b) organski dio – 5 % mase: pretežito koloidi

2. tekuća faza – 25 % volumena: vodena otopina soli i plinova

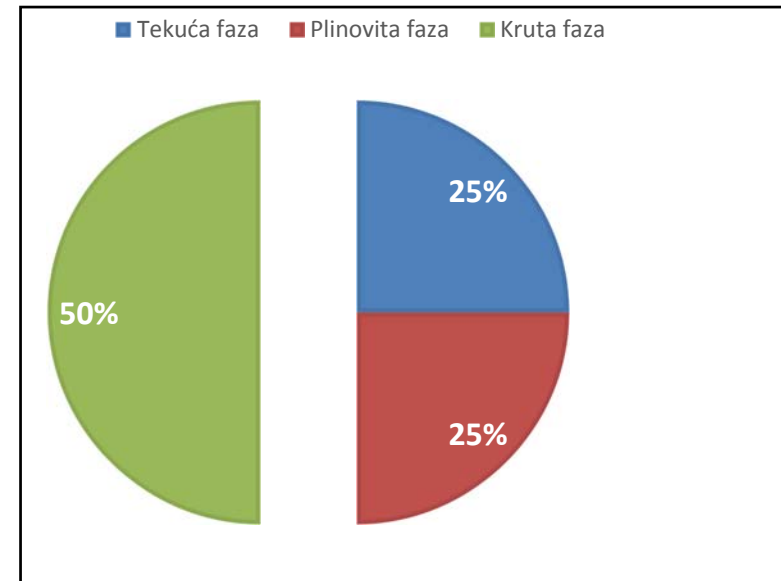
3. plinovita faza – 25 % volumena

4. živa faza – 5 t/ha

bakterije i aktinomicete (40 %),

gljive (40 %), makrofauna (5 %),

mikro i mezofauna (3 %), crvi (12 %).



PRIMARNI MINERALI

Primarni minerali se definiraju kao pijesak i prah koji zaostaje nakon provedene teksturne analize.

Površina im je relativno mala a sorpcijska sposobnost elemenata ishrane bilja gotovo zanemariva.

Raspadanjem primarnih minerala oslobodaju se biljna hraniva koja tako postaju raspoloživa za biljnu ishranu.

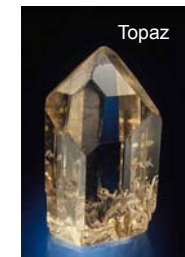
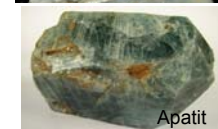
Proces raspadanja primarnih minerala je vrlo spor te zbog toga ne predstavlja značajan izvor elemenata ishrane

najrasprostranjeniji primarni minerali: minerali silikata i

alumosilikati: kvarc, liskuni, itd.

Friedrich Mohs (1812.) ustanovio je Mohs skalu tvrdoće minerala:

- | | |
|------------------------------------|--------------|
| 1. Talk ($Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$) | 6. Ortoklas |
| 2. Gips | 7. Kremen |
| 3. Kalcit | 8. Topaz |
| 4. Fluorit | 9. Korund |
| 5. Apatit | 10. Dijamant |



SEKUNDARNI MINERALI

Sekundarni minerali izgrađeni su od tetraedra silicija i oktaedra aluminijska, magnezija ili željeza (alumosilikati) te zajedno s organskom tvari predstavljaju aktivnu, koloidnu frakciju tla.

Njihov važnost očituje se u njihovom koloidnom svojstvu odnosno, pretežito su negativno nabijeni, kao i organska tvar tla, te su sposobni sorbirati katione.

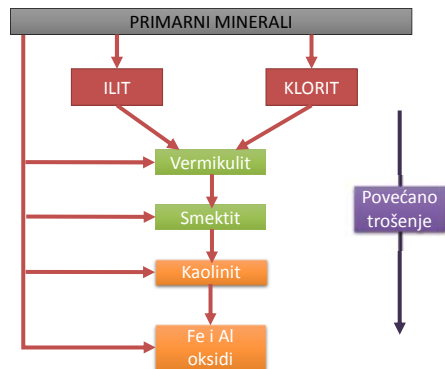
Sorpcijska sposobnost označava se kao KIK (kationski izmjenjivački kapacitet) ili CEC (Cation Exchange Capacity) i izražava u $\text{cmol}^{(+)} \cdot \text{kg}^{-1}$

Osnovna svojstva koloida tla

Koloid	veličina (nm)	površina (m^2/g)		razmak između slojeva (nm)	sorpcija kationa cmol kg^{-1}	
		vanjska	unutarnja			
Kaolinit	0.1-5.0	10-50	-	0.7	5-15	
Montmoriloniti	<1.0	70-150	500-700	1.0-2.0	85-110	
Iliti	0.1-2.0	50-100	5-100	1.0	15-40	
Humus	-	-	-	-	100-300	

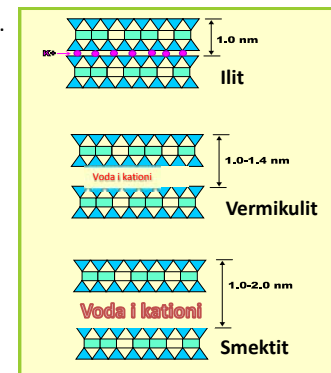
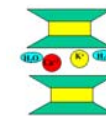
izvor: <http://soils.cals.uidaho.edu/soil205-90/Lecture%208/index.htm>

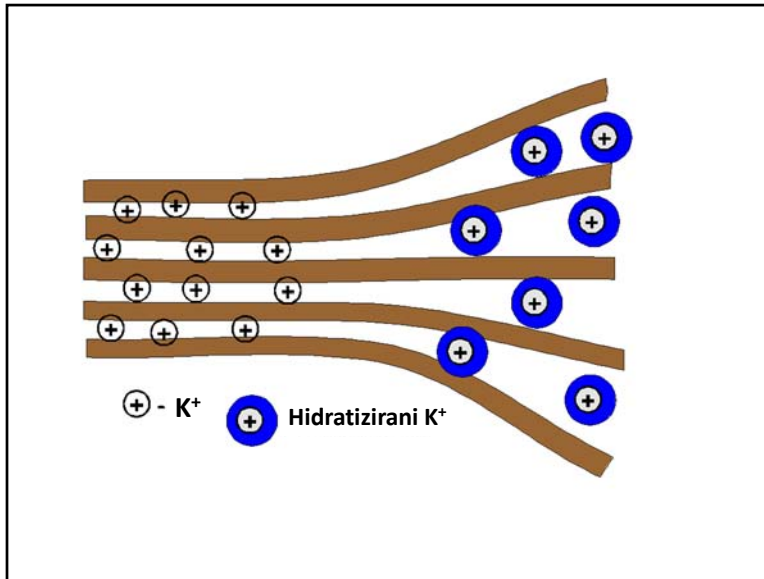
Trošenjem i raspadom primarnih minerala gline tijekom niza godina (ako u 100 g tla ima 20 g gline, a starost tla iznosi 10000 g., onda u prosjeku tijekom godine nastane 0.0002 g gline na svakih 100 g tla) Nastaju sekundarnih minerala gline.



Sekundarni minerali su slojevite strukture i elektrostatskim silama vežu katione na vanjskim (nespecifično) i unutarnjim površinama (specifično).

Električni naboj omogućuje međusobno vezivanje čestica gline i nastajanje prostornih struktura.





KOLOIDNA SVOJSTVA TLA

Prisutnost koloida usko je povezana s veličinom čestica disperzne faze i njihovim istovrsnim električnim nabojem.

U koloidnom sustavu suprotstavljaju se dvije važne sile, gravitacijska koja teži taloženju raspršenih koloidnih čestica i odbojna sila istovrsnih naboja koja djeluje suprotno odnosno dolazi do disperzije.

U koloidnom sustavu nalazimo različite čestice:

acidoidi negativnog naboja

bazoidi pozitivnog naboja

amfolitoidi promjenjivog naboja

Koloidni sustav može se nalaziti u tri stanja:

- sol (tekući)
- gel (krut i elastičan)
- koagel (kada se disperzna faza nalazi u stanju zgrušavanja)

Granični promjer koloidnih čestica tla je manji
od 0.001-0.002 mm

Koloidni sustav teži uspostavljanju ravnotežnog stanja smanjivanjem slobodne energije i to:

- smanjivanjem površine koloidne čestice - PPROCIS KOAGULCIJE
- ADSORPCIJOM sposobnosti koloidnih čestica negativnog naboja da na svoju površinu vežu katione iz otopine tla

ADsorpcija također podrazumjeva i :

Desorpciju

Odnosno izlazak adsorbiranih iona iz difuznog sloja

Supstituciju

Razmjenu iona između otopine tla i difuznog sloja u ekvivalentnim odnosima

Retenciju

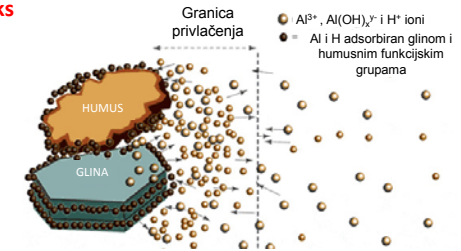
zadržavanje adsorbiranih iona u difuznom sloju koloidne

micele



Skup organskih i mineralnih koloida sa sposobnošću sorpcije kationa

Organo-mineralni kompleks



Kapacitet adsorpcije svih poljoprivrednih tala - od **5-200 $cmol^{(+)} \cdot kg^{-1}$** .

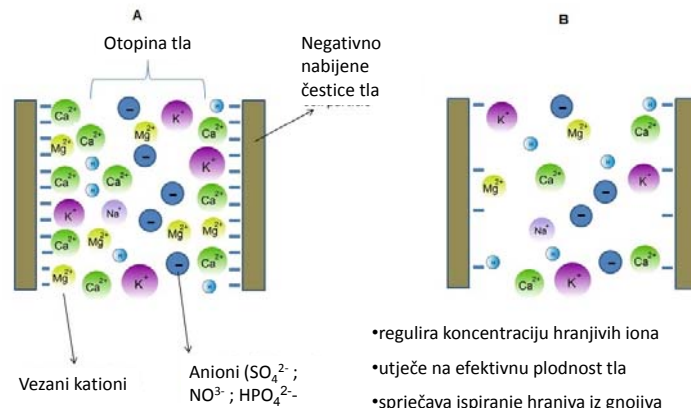
Tla koja sadrže više humusa i gline imaju veći kapacitet adsorpcije dok laka, pjeskovita tla imaju manji kapacitet adsorpcije

Najčešće vrijednosti u tlu su: 15-45 $cmol^{(+)} \cdot kg^{-1}$

Kapacitet adsorpcije kationa = KIK (kationski izmjenjivački kapacitet)

KIK (A) > KIK (B)

Predstavlja suma svih izmjenjivih kationa koje tlo može adsorbirati



- regulira koncentraciju hranjivih iona
- utječe na efektivnu plodnost tla
- sprječava ispiranje hraniva iz gnojiva
- utječe na fizikalna i kemijska svojstva tla.

Organska tvar tla

Jedno od najvažnijih svojstava tla, odnosno indikator zdravlja tla na koje utječu navedene promjene je i sadržaj organske tvari tla (SOM).

Organska tvar u tlu podrijetlom je od ostataka živih organizama koji su više ili manje razloženi i zatim najvećim dijelom iznova grade organske spojeve tla, ali *bitno različite u odnosu na živu tvar*.

Optimalna vrijednost Organske tvari u tlu za globalno područje umjerenog klimata iznosi otprilike između 3 i 5% , a ispod tri posto može doći do pada kvalitete tla, odnosno moguć je određeni proces degradacije njegovih svojstava.

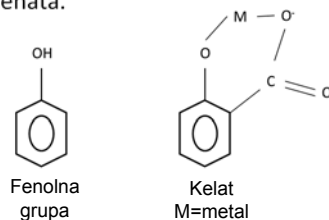


Osnovni benefiti organske tvari tla mogu se podijeliti u tri kategorije i to:

- fizički (povećava stabilnost agregata tla i vodnog kapaciteta tla te pozitivno utječe na smanjenje pokorice ali i bolju obradivost tla),
- kemijski (povećava kationski izmjenivački kompleks tla uz direktan utjecaj na bolju raspoloživost esencijalnih hraniva) i
- biološki (predstavlja stanište i hranu za niz živih organizama u tlu, povećava mikrobiološku raznolikost)

Vrlo značajna uloga humusa je u stvaranju kompleksnih spojeva (**kelata**) koje biljke lako mogu usvajati i tako vezane teški metali nisu podložne ispiranju ili različitim mogućnostima imobilizacije (kemijska i biološka fiksacija).

Također, značajna je uloga organske tvari u sprečavanju kemijskog vezivanja fosforne kiseline nakon gnojidbe fosforim gnojivima (**humat efekt**), naročito u kiseloj sredini gdje lako nastaju netopljivi i nepristupačni Fe- i Al-fosfati. Stoga je humus naročito važan u opskrbi biljaka fosforom, kalcijem i željezom i kao izvor dijela P, S, K, Fe i drugih biogenih elemenata.



Elementi koji su u sastavu humusa, prelaze u mineralne oblike i postaju raspoloživi biljkama nakon procesa mikrobiološke razgradnje. Ugljik i dušik organske tvari u tlu podrijetlom su iz atmosfere, odakle su uneseni u tlo asimilacijskim procesima viših biljaka i mikroorganizama.



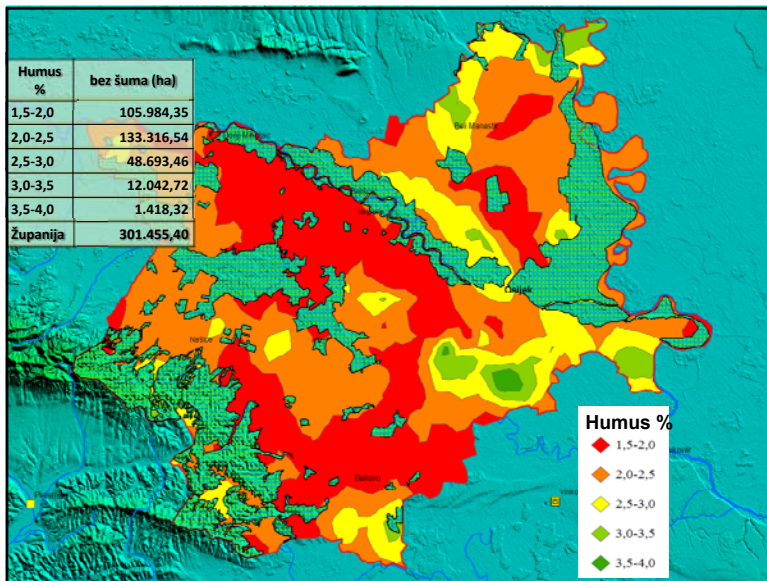
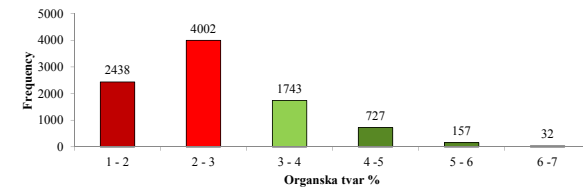
Unosom svježe organske tvari jedan dio uz pomoć mikroorganizama iznova gradi humus i taj proces se naziva **humifikacija**.

Stabilna organska tvar u tlu sadrži prosječno 50-54% ugljika i 4-6% dušika pa je omjer C/N približno 10:1.

Mnoga istraživanja jasno pokazuju da hranjive tvari iz žetvenih ostataka imaju istu hranidbenu vrijednost kao iz stajnjaka.



Prosječna vrijednost organske tvari na području Osječko Baranjske županije iznosi 2.66%, a čak 70 % od ukupno analiziranih uzoraka tla ima sadržaj organske tvari niži od preporučenih 3%



Morfološka svojstva tla

Morfološka svojstva tla ili „izgled tla” su odraz njegove geneze, dinamike i evolucije.

- ektomorfologija - reljef, živi i mrtvi pokrov tla
- Endomorfologija - profil- vertikalni presjek tla

Ektomorfološka svojstva tla

Reljef

Opisan formama (udubine, ravnice) i njihovim horizontalnim i vertikalnim dimenzijama (makro, mezo i mikroreljef)

Živi pokrov

vegetacija i to antropogenog porijekla (oranice, voćnjaci, vinogradi) i prirodna (livade, makije, šume).

Mrtvi pokrov

skelet tla, mrtva organska tvar na površini, tekuće i stajaće vode na pedosferi.

Endomorfološka svojstva tla

Dubina tla

Poljoprivredna tla moraju imati dovoljnu dubinu profila za potrebe ishrane bilja, ali i obradu tla, sjetvu, sadnju.

Dubina tla - prostor u kojem se biljke učvršćuju korijenovim sustavom, prorastaju ga te iz njega usvajaju edafske vegetacijske činitelje.

Dubina soluma ovisi o :

- stupnju razvoja tla
- geološkom supstratu
- reljefu
- intenzitetu erozije



Poljoprivredna tla bi za potrebe obrade tla, sjetve, sadnje, gnojidbe, ishrane bilja, te niz drugih agrotehničkih mjera trebala imati što veću dubinu profila, odnosno soluma.

Indikativna vrijednost maksimalne dubine korijena			
Vrsta	cm	Vrsta	cm
grah	100 (100-150)	suncokret	150 (80-150)
kupus	60 (40-60)	sirak	150 (100-200)
pamuk	135 (100-170)	soja	100 (60-130)
kikiriki	75 (50-100)	šećerna repa	120 (70-120)
kukuruz	130 (100-170)	šećerna trska	200 (150-250)
duhan	75 (50-100)	rajčica	100 (70-150)
pšenica	125 (100-150)	riža	80 (80-100)

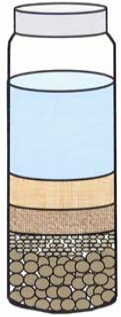
TEKSTURA I STRUKTURA TLA

Mehanički sastav (tekstura) predstavlja relativan odnos mehaničkih elemenata ili pojedinih kategorija čestica tla različitih veličina.

Prilikom sljepljivanjem nastaju nakupine većih dimenzija te njihov raspored nazivamo struktura tla.

Tla povoljne strukture i teksture su porozna, dakle posjeduju dobre uvjete za rast korijena, povoljnog vodnozračnog režima (vododržnost i prozračnost tla).

Veličina dimenzija čestica tla ovisi o matičnom supstratu te procesima pedogeneze i evolucije, a određuju se laboratorijski metodama teksturne ili mehaničke analize.



Prema dimenzijama mehanički elementi (čestice) tla se svrstavaju u nekoliko klasa.

Prema Atterberg-u (ISSS):

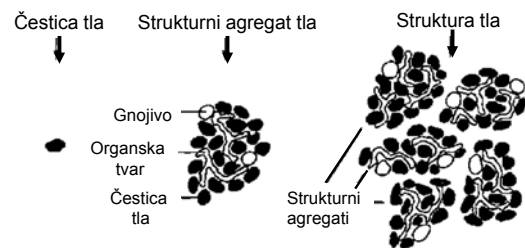
krupni pijesak 0,200 - 2,00 mm
sitni pijesak 0,020 - 0,20 mm
prah 0,002 - 0,02 mm
glina < 0,002 mm

Važnost teksture u odnosu na neka svojstva tla

tekstura	infiltracija	kapacitet za vodu	kapacitet za hraniva	aeriranost
pijesak	dobra	loš	loš	dobra
prah	umjerena	umjeren	umjeren	umjerena
glina	loša	dobar	dobar	loša
ilovača	umjerena	umjeren	umjeren	umjerena

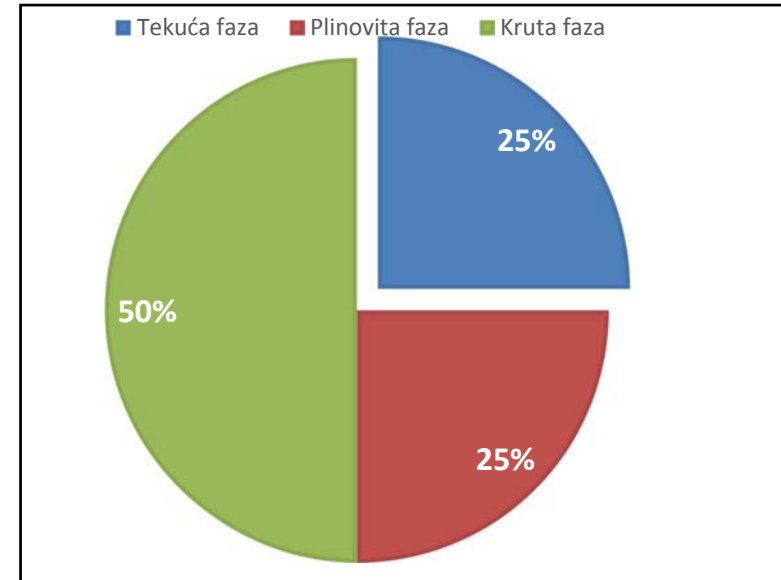
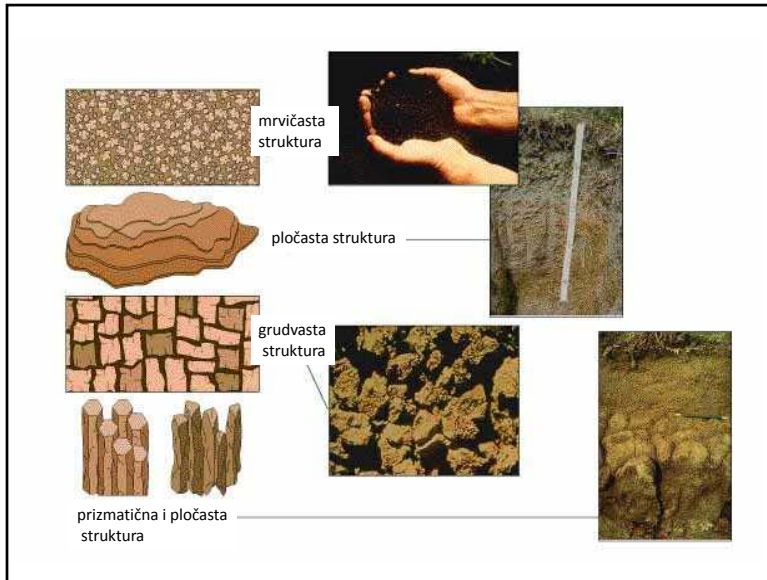
Strukturni agregati tla nastaju sljepljivanjem mehaničkih elemenata tla

Prema veličini razlikuju se mikroagregati i makroagregati tla



frakcija	promjer mm	površina cm ² /g
vrlo grubi pijesak	2.00-1.00	11
grubi pijesak	1.00-0.50	23
srednje grubi pij.	0.5.-0.25	45
fini pijesak	0.25-0.10	91
vrlo fini pijesak	0.10-0.05	227
prah	0.05-0.002	454
glina	<0.002	8,000,000

tip agregata	infiltracija	propusnost	aeracija
stubasta	dobra	dobra	dobra
prizmatična	dobra	umjerena	umjerena
mrvičasta	dobra	izvrsna	izvrsna
pločasta	umjerena	umjerena	umjerena

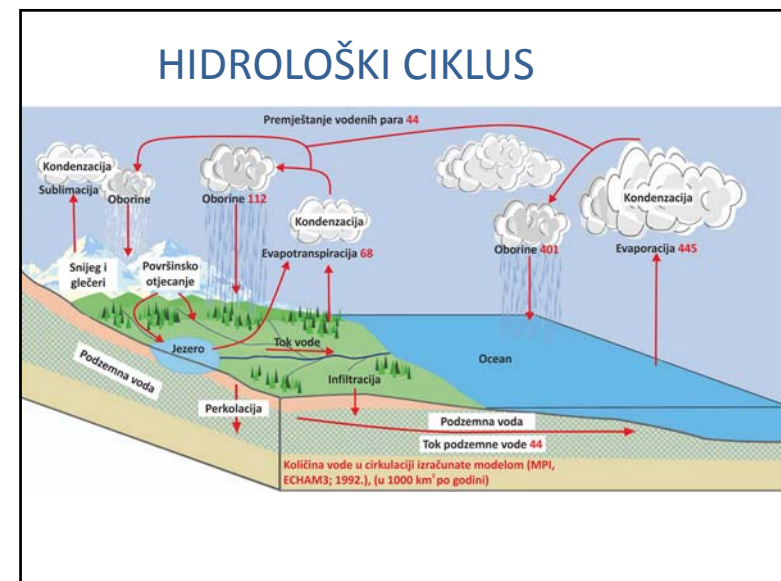


VODA U TLU

Voda je, odmah iza Sunca, najvažniji čimbenik okoliša koji omogućava postojanje života na Zemlji, a manjak slatke vode jedna od najvećih briga čovječanstva.

Oceani pokrivaju 71 % površine Zemlje i sadrže 97 % cjelokupne vode, dok slatkovodni resursi čine samo 3 % ukupne vode.

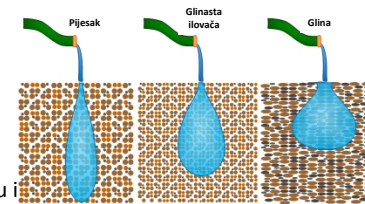
Uz to, 75 % slatke vode čine ledenjaci i polarni led što ostavlja manje od 1 % dostupne slatke vode u tekućem obliku. Obnovljivi izvori pitke vode na Zemlji procjenjuju se na $7 \times 10^6 \text{ km}^3$.



Potreba vode je neupitna te ona sudjeluje u nizu važnih funkcija biljaka:

- Rast i razvoj biljaka (50-90% vode u stanic)
- Nicanje
- Fotosinteza
- Raspoloživost hraniva
- Kemijske reakcije
- Mikrobiološka aktivnost
- Turgor
- Transpiracija

Dio vode gubi se evaporacijom ili se gravitacijskom silom premješta u dublje slojeve tla
 Koja će se količina vode zadržati u tlu ovisi o teksturi tla i o količini organske tvari u tlu.



Prema stupnju i vrsti vode (pristupačna i nepristupačna) se dijeli u četiri klase:

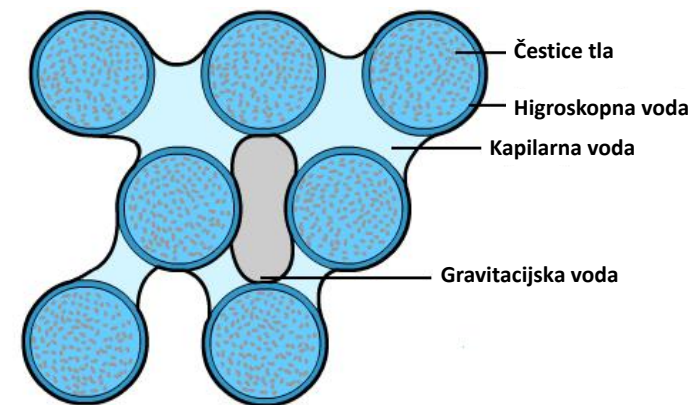
1. GRAVITACIJSKA VODA
2. KAPILARNA VODA
3. HIGROSKOPNA VODA
4. KEMIJSKI VEZANA VODA

Gravitacijska voda - otječe pod djelovanjem gravitacije - slobodna voda.

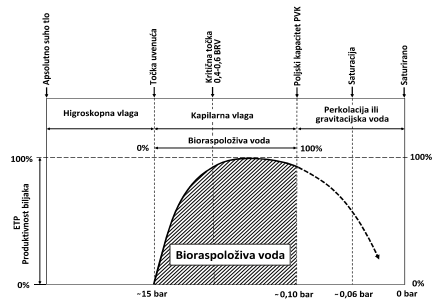
Kapilarna voda zadržava se u sitnim porama tla raspoloživa za usvajanje i predstavlja najvažniji dio vode također nazivamo je i poljski kapacitet vlažnosti ili kapilarni kapacitet tla.

Higroskopna voda dio kapilarne vode čije opne ne prelaze debljinu 15-20 molekula vode drži se za čestice tla snagom koja dostiže 1000 bara - potpuno nedostupana biljkama

Kemijski vezana voda nalazi se ugrađena u različite hidratizirane kemijske spojeve tla i nije raspoloživa za usvajanje.



Biljke mogu usvajati vodu silom do 1,5 MPa (15 bara ili pF 4,2 \Rightarrow $\log_{10}(15000 \text{ cm})$). Stoga se higroskopna i kemijski vezana voda u tlu (**mrtva rezerva**) mogu odrediti *metodom uvenuća biljaka*. Kad se biljke dobro razviju, zalijevanje se prekida. U trenutku početka venjenja, utvrdi se sadržaj vode u tlu i označi kao **točka uvenuća** za ispitivanu biljnu vrstu. Nakon točke uvenuća još uvijek u tlu zaostaje određena količina vode koju biljka može usvojiti. To stanje vlage u tlu naziva se **točka trajnog uvenuća** i odgovara približno stanju u kojem tlo sadrži isključivo higroskopnu vodu.



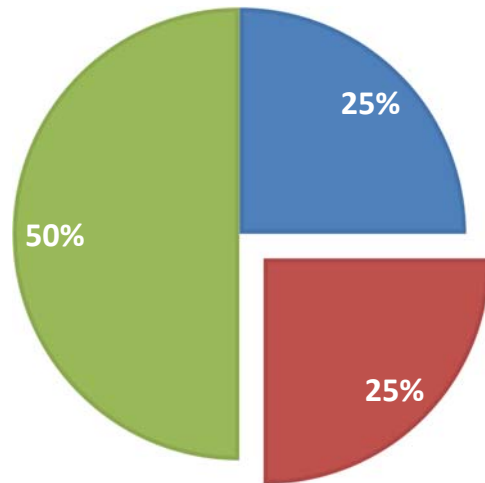
Priliko zasićenja pora tla vodom javlja se ANOKSIJA odnosno nedostatak kisika potrebnog za disanje korijena i oksidaciju organske tvari tla.

Kada je **4% volumena tla** ispunjeno zrakom nastupa anoksija.

Tolerancija biljaka na deficit O_2 i suficit CO_2

Tolerancija	Biljna vrsta	$O_2\%$	$CO_2\%$
Visoka	riža, šećerna repa	< 1	< 10
Srednja	zob, ječam, jabuka	< 5	< 15
Niska	kukuruz, duhan, grah	<10	< 10

■ Tekuća faza ■ Plinovita faza ■ Kruta faza



ZRAK U TLU

Na temelju tipa tla, teksture, vlažnosti, poroznosti, zbijenosti, možemo procijeniti količinu zraka u nekom tlu koja se opisuje:

Kapacitetom tla za zrak, odnosno sposobnost tla da prima i zadržava zrak

Također, vrlo je važan i **sastav zraka u tlu**, koji ovisi o intenzitetu razmjene plinova između zraka tla i atmosfere, te o intenzitetu biokemijskih procesa u tlu



Sastav zraka u atmosferi i tlu

	Atmosfera, %	Tlo, %
Dušik	78	78
Kisik	21	20 (0-20 %)
Ugljik(IV)-oksid	0,03	0,35 (0-20%)

KISIK glavni „oksidator“ odnosno potreban prilikom trošenja minerala za autotrofne bakterije, aerobne fiksatore dušika, humifikaciju i mineralizaciju kojom se stvaraju oksidirani oblici biogenih elemenata NO_3 , SO_4 , HPO_4 , te nenadoknativa važnost za disanje biljnog korijenja i faune u tlu.

Uglični dioksid s vodom je agens trošenja minerala i mobilizacije hraniva, pufer, utječe na reakciju tla, debazifikaciju, acidifikaciju i topivost fosfata.

Dušik je značajan za nitrogene bakterije – simbiotske i nesimbiotske.

TOPLINSKA SVOJSTVA TLA

Sunce omogućuje potrebnu toplinu, održava vodu u tekućem stanju, omogućuje fotosintezu, tvorbu organskih tvari te zagrijava tlo. Temperatura tla ovisi o količini toplinske (sunčeve) energije koja padne na tlo i sposobnosti tla da tu toplinu zadrži ili izgubi zračenjem u okolinu



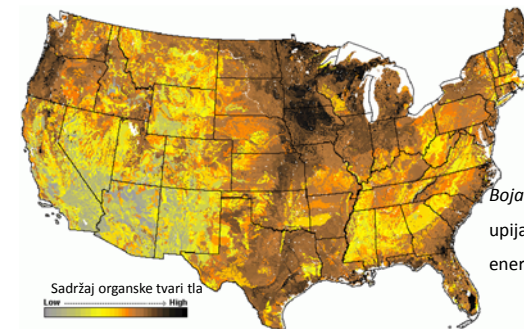
Porastom temperature dolazi rasta enzimatska aktivnost organizama u tlu, a važna je za oslobađanje hraniva, a promjenom temperaturnih režima (niskih i visokih temperatura, led i drugo) dolazi do trošenja minerala tla.

Ekspozicija i inklinacija (sjeverni, južni, istočni i zapadni pristranci) vrlo je važna prilikom odabira vrste nasada (vinova loza)



Pokrov i boja tla

Gole površine više zrače te je i odbijanje energije radijacije veći što mjerimo kroz ALBEDO.



Boja – tamnija tla upijaju više sunčeve energije.

Važnost temperature tla za biljnu proizvodnju:

- Temperatura je osnovni čimbenik koji kontrolira nicanje i rast biljaka (različite biljne vrste imaju – različite temperature nicanja)
- Broj mikroorganizama u velikoj mjeri ovisi o temperaturi tla (pri nižim temperaturama (<5°C) gotovo svi mikrobiološki procesi prestaju, najoptimalnija temperatura 20-35°C)
- Pri nižim temperaturama usporen je razvoj korjena, usporeni su procesi mobilizacije hraniva (Al i neki teški metali pri nižim temperaturama mobilniji, što može imati za posljedicu fitotoksičnost)

Zašto je važno pratiti plodnost tla?

- Intenziviranje biljne proizvodnje!
- Rast socijalne osviještenosti prema zaštiti okoliša!
- Način gospodarenja prirodnim resursima
- Utjecaj gospodarenja na kakvoću tla
- Profit!

Procjena plodnosti tla

Opisuje proizvodni prostor tj. prikazuje kvalitete tla s jedne strane i njegove nedostatke unutar jednog sustava korištenja na temelju podataka (izmjera i interpretacija vanjske morfologije tla, vegetacije, klime, kemijskih svojstava tla i drugih parametara potrebnih za odabir najpovoljnijeg načina korištenja tla).



Tlo se procjenjuje se prema vrijednosti od najpovoljnijih do nepovoljnijih tala (bodovanjem) prema **bonitetnim svojstvima:**

- tla,
- klime,
- reljefa i
- ostalih prirodnih uvjeta

Koncept zemljište

Zemljište označava prostorni i geografski pojam.

Obuhvaća:

- Tlo kao najveći i najznačajniji prirodni resurs
- Vegetacijske, geološko/orografske, hidrološke i klimatske značajke određenog proizvodnog područja

Bonitet tla

Razvojni stupnjevi tla predstavljaju evolucijsko genetski stadij tla.

Utvrđuju se na temelju bitnih unutarnjih svojstava tla: efektivna dubina odnosno mogućnost zakorjenjivanja biljaka, prirodne dreniranosti koja određuje i stupanj vlažnosti, reakcije tla u vodi, razne podzemne vode i sl.

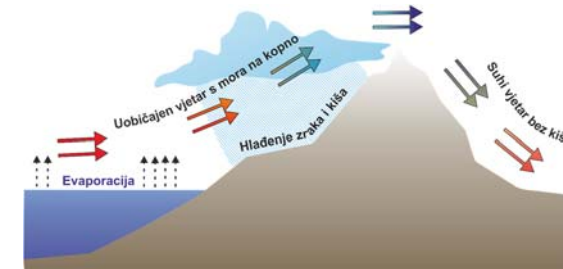
Tekstura tla se utvrđuje relativnim odnosima po kojima je optimalna ilovasta, od koje vrijednost pada prema pjeskovitoj i teškoj glinastoj teksturi.

Geološki supstrati tla se razvrstavaju u 4 grupe:

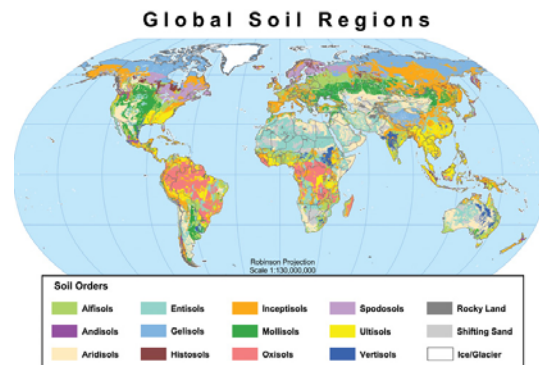
1. aluvijalna i praporna podrijetla - **najpovoljniji**
2. vapneni lapori i fliš - **povoljni**
3. pleistocenske ilovače - **osrednje povoljni**
4. litogena podrijetla - **slabije povoljni**

Bonitet klime utvrđuje se unutar klimatsko – vegetacijskih područja i podpodručja prema meteorološkim postojama na temelju godišnjih temperatura zraka, srednjih godišnjih količina oborina i srednjih količina oborina u vegetacijskom razdoblju.

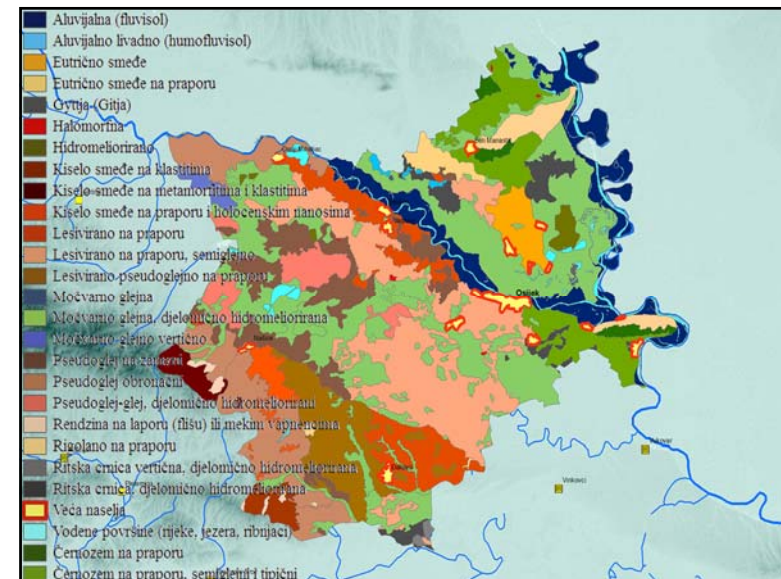
Bonitet reljefa utvrđuje se prema klasifikaciji reljefa: ravan, ravan s mikro ili mezuovalama, valovit odnosno blage padine, umjereno blage padine, umjereno strme padine, strme padine, jako strme padine, vrlo jake strme padine i vrletne padine.



Osnova za bonitiranje i utvrđivanje prostornih kategorija poljoprivrednog zemljišta su **bonitetne pedološke karte**.



USDA NRCS US Department of Agriculture Natural Resources Conservation Service Soil Survey Division World Soil Resources soils.usda.gov/usworldsoils November 2005



Prostorne kategorije zemljišta u koje se svrstavaju poljoprivredna zemljišta i okvirni bodovi zemljišta su:

1. **P1** – osobito vrijedna obradiva zemljišta 80 do 100 bodova
2. **P2** – vrijedna obradiva zemljišta 60 do 79 bodova
3. **P3** – ostala obradiva zemljišta 40 do 59 bodova
4. **PŠ** – ostala poljoprivredna zemljišta 7 do 39 bodova

Prilikom procjenjivanja plodnosti tla većina autora uzima u obzir **fizikalna, kemijska i biološka** svojstva tla.

Fizikalni	Kemijski	Biološki
tekstura	organski C	C/N odnos
dubina soluma	ukupni N	Potencijal mineralizacije
infiltracija	pH	disanje tla
gustoća tla	konduktivitet	
kapacitet tla za vodu	Konc. N, P, K u tlu	

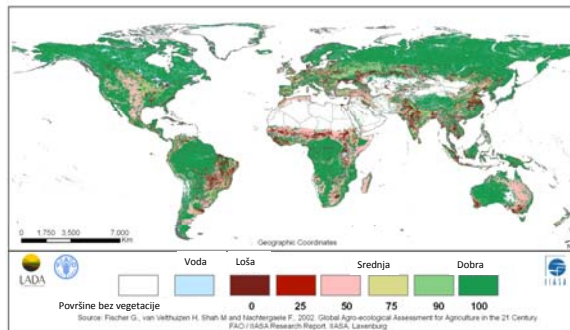
Indikatori pogodnosti tla mogu se opisati kao **statične ili dinamične**.

Klima, topografija, matični supstrat, vrijeme i životno stanište (biotop) mogu se navesti kao statični indikatori.

Statični indikatori se koriste za regionalizaciju zemljišta, te kao temeljni indikatori prilikom monitoringa i izdavanja preporuka za korištenje tla, a dinamički su manje ili više vremenski promjenjivi (vlažnost tla).

Za dobru procjenu proizvodnog potencijala tla, uz determiniranje agroekoloških svojstava, potrebno je **kvantificirati način njegove uporabe**.

FAO metoda vrednovanja zemljišta ne određuje niti planira promjene u načinu njegovog korištenja, ali pruža podatke na temelju kojih se takve odluke mogu donositi.



Takav način vrednovanja zemljišta zahtijeva odgovore na sljedeća pitanja:

Kakav je trenutni način gospodarenja i što će se dogoditi ako dođe do promjene načina korištenja?

- a) koja su moguća poboljšanja načina gospodarenja?
- b) koje su moguće druge koristi (fizičke i ekonomske)?
- c) koje od tih koristi nude mogućnosti za kontinuiranu proizvodnju?
- d) koji su nepovoljni efekti nastali načinom eksploatacije gledano s fizičkog, ekonomskog ili socijalnog aspekta?
- e) što treba rekurentno primjenjivati za ostvarenje željenog cilja uz minimiziranje štetnih nuspojava?
- f) koje su prednosti pojedinog načina korištenja?

Kod uvođenja novog načina korištenja zemljišta koji značajno utječe na promjene tla (npr. navodnjavanje), potrebno je odgovoriti na dodatna pitanja:

- 1) koje promjene su moguće i/ili nužne?
- 2) što treba jednokratno učiniti za provedbu tih promjena?

Klase pogodnosti tala prema FAO klasifikaciji

Pogodnost	Klasa pogodnosti tala
Pogodno	S1 (vrlo pogodna)
	S2 (pogodna)
	S3 (ograničeno pogodna)
Nepogodno	N1 (privremeno nepogodna)
	N2 (trajno nepogodna)

Dobra procjena plodnosti tla treba uvažavati određene atribute:

ekološko-biološke,
sociološko-ekonomske i
tehničko-tehnološke

Njihov složeni međusobni odnos zahtijeva *multidisciplinarni pristup* u kvantifikaciji i analizi produktivnosti tla te veliki broj različitih podataka kako bi se što točnije utvrdila potreba u gnojidbi i popravkama tla te primjenila adekvatna agrotehnika, odnosno donijela ispravna odluka o razini ulaganja i dr.



1. Biološko-ekološki aspekt

a) Analiza tla

1. uzorkovanje
2. laboratorijske metode
3. interpretacija rezultata

b) Dopunske informacije

1. predkultura i njezin prinos
2. pedo-fizikalna svojstva
3. organska tvar
4. biološka svojstva tla
5. zelena gnojidba
6. uređenost zemljišta
7. klimatološki podaci
8. tip tla

c) Moćni prinos

- a) dosadašnja visina prinosa
- e) bilanca (management) hraniva
- f) potencijal rodosti kultivara



2. Sociološko-ekonomski aspekt

a) Profitabilnost

3. Tehničko-tehnološki aspekt

a) Agrotehnička razina

1. adekvatna agrotehnika
2. obradivost zemljišta

b) Znanje proizvođača (?)

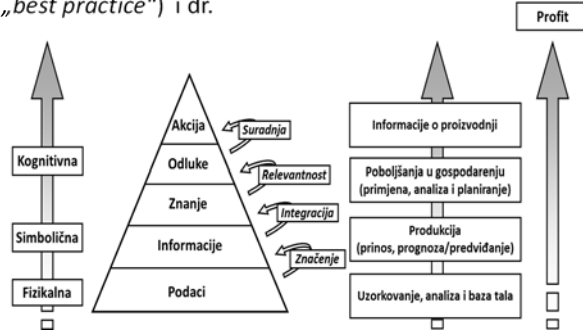
a) Laboratorije

a) Politika (?)

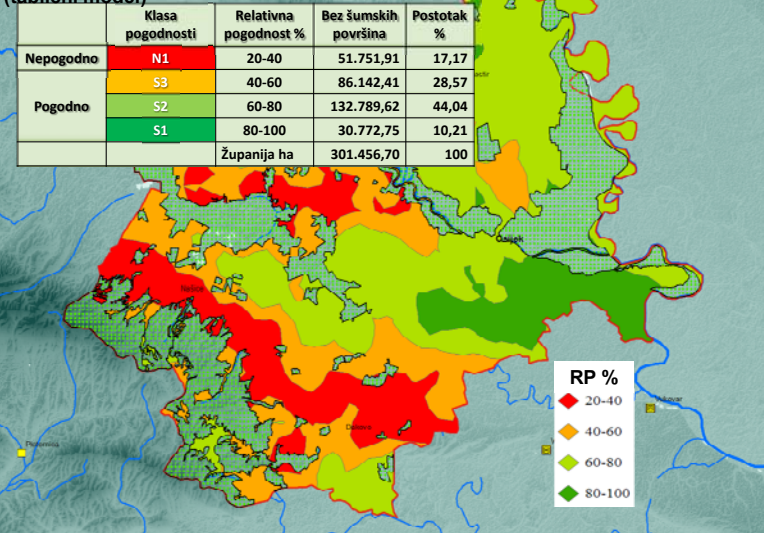


Utvrđeni indikatori kakvoće (plodnosti) moraju biti osjetljivi, pouzdani, reproducibilni i trebaju detektirati promjene fizikalnog, kemijskog i biološkog karaktera, procese i druge interakcije,

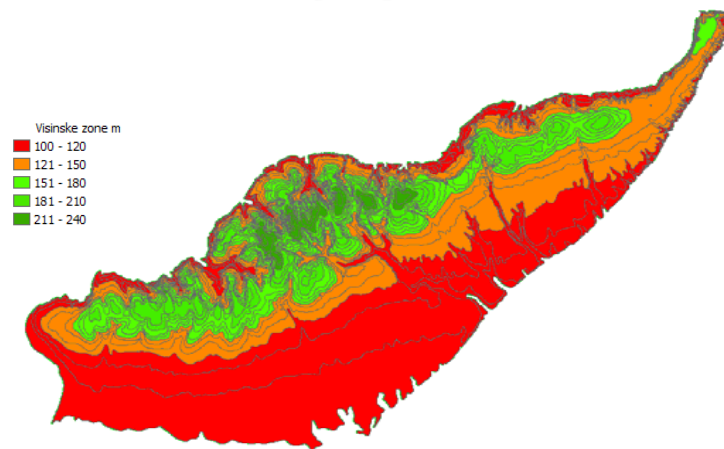
Njihovoj računalnoj interpretaciji uz pomoć niza pravila (iz grupe agrotehničkih, biljnih, klimatskih, zemljišnih, ekoloških, iskustvenih (npr. „best practice“) i dr.



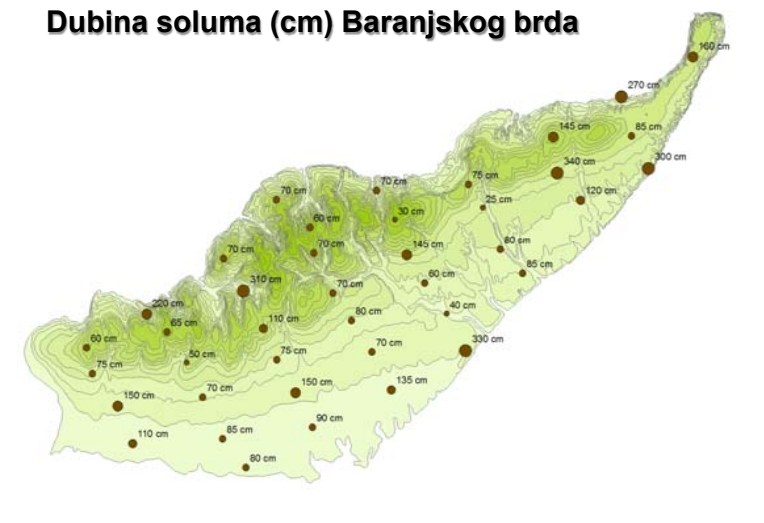
Kriging relativne pogodnosti (RP%) tla za usjeve Osječko-baranjske županije (tablični model)



Visinske zone Baranjskog brda



Dubina soluma (cm) Baranjskog brda



Tlo je najveći i najznačajniji prirodni resurs cjelokupnog čovječanstva.

Pretjeranim ili neodgovornim korištenjem tla dolazi do pada produktivnosti i konačno destrukcije tla.

Proces upropaštavanja tla je najčešće jednosmjernan, bez realne mogućnosti vraćanja u prethodno stanje

Promjene su naoko "male", što smanjuje pozornost i odlaže pravovremeno poduzimanje mjera za zaustavljanje destruktivnih procesa.

“ Hrvatski narod u pravom smislu riječi “živi od zemlje”, na svom dijelu pedosfere zasnovao je on svoj život u prošlosti, a izgrađivat će ga u budućnosti. Tla Hrvatske najveće su blago hrvatskog naroda; nepresušivi su izvor njegovih snaga i temelj hrvatske domovine”

prof. dr. sc. Mihovil Gračanin, 1942.