

MEĐUSVEUČILIŠNI STUDIJ STUDIJ
MEDITERANSKA POLJOPRIVREDA

P E D O L O G I J A

Tema: Pedogenetski procesi

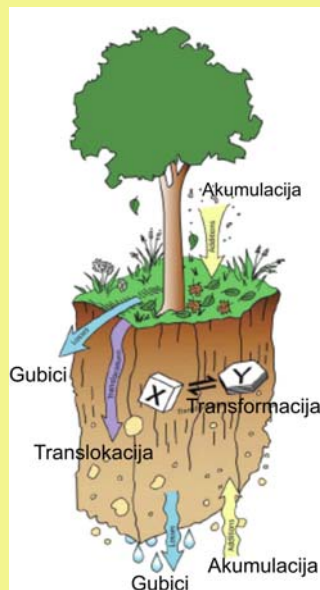
Doc.dr.sc. Aleksandra BENSA i Dr.sc. Boško MILOŠ

Autorizirana prezentacija

Split, 2011/12.

M&M

PEDOGENETSKI PROCESI



Dominantni procesi ovise o stanišnim uvjetima.

- ❑ **Akumulacija:** organske tvari od biljaka, vode, zraka, i sunčeve energije.
- ❑ **Gubici:** gubitak vode kroz evaporaciju ili transpiraciju, i usvajanje hranjiva preko biljaka.
- ❑ **Transformacije:** transformacija organske tvari, trošenje primarnih i formiranje sekundarnih minerala gline.
- ❑ **Translokacije:** premještanje gline, organske materije, soli i hranjiva iz jednog u drugi sloj/horizont tla.

M&M

AKUMULACIJA U TLO

Akumulacija organske tvari:

- Šuma daje 4-6 t/ha, plus podzemni dio.
- Travne formacije 1-2 t/ha plus podzemni dio.
- Poljoprivredne kulture vrlo malo, a podzemni dio 1-3 t korijena.



M&M

AKUMULACIJA U TLO

- Akumulacija vode:
 - iz atmosfere
 - iz podzemne vode (+ otopljene soli)
- Akumulacija zraka
- Akumulacija Sunčeve energije - zagrijavanje tla

M&M

GUBICI IZ TLA

- **Gubitak vode**
 - u atmosferu, evaporacija + transpiracija = evapotranspiracija
 - u podzemne vode, descedentno kroz profil tla
- **Gubitak hranjiva**, usvajanjem putem biljaka
- **Gubitak plinova** (volatizacija, npr. denitrifikacija)
- **Gubitak tla** iz površinskog dijela profila tla - erozija vodom i vjetrom
Intenzitet ovisi o reljefu (nagibu), količini oborina i značajkama tla (npr. teksturni sastav)

M&M

Erozija vodom

- erozija prskanjem



- plošna erozija



- brazdasta erozija



M&M

• jaružna erozija



• krška erozija

Kršku eroziju predstavljaju procesi otapanja vapnenaca, dolomita i drugih karbonatnih supstrata, te propadanje stvorene mase tla dublje kroz pukotine



M&M

TRANSFORMACIJE

1. Transformacija organske tvari
2. Trošenje primarnih minerala
3. Tvorba sekundarnih minerala

M&M

Transformacija organske tvari

Faze transformacije

- mehaničko usitnjavanje,
- miješanje,
- prolaženje kroz probavni trakt mezo i makrofaune,
- aktivnosti saprofitnih i heterotrofnih mikroorganizama,
- enzimatsko cijepanje i fermentacije,
- ostali mikrobiološki procesi

M&M

Pravci transformacije organske tvari

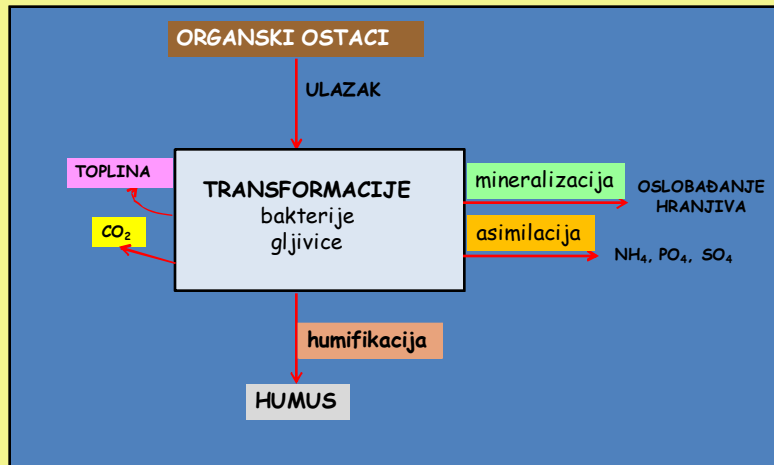
- humifikacija i
- mineralizacija

Ovise o:

- količini i sastavu organske tvari
- okolišnim uvjetima i svojstvima tla
- vrsti i zastupljenosti mikroorganizama

M&M

Shema razgradnje organskih ostataka



M&M

Humifikacija

Humifikacija je najvažniji biološki proces u tlu, u kome se iz produkata razgradnje organske tvari, oksidacijom, polimerizacijom i kondenzacijom stvaraju novi ciklički, visokomolekularni, koloidni organski spojevi.

M&M

Mineralizacija - stupnjevito razgrađivanje mrtve organske tvari preko niza sve jednostavnijih spojeva do konačnih mineralnih spojeva od kojih su i bili izgrađeni (CO_2 , H_2O , NH_3 i mineralni oblici biogenih makro i mikro elemenata)

Efekti mineralizacije:

- mobilizacija i kruženje elemenata
- oslobađanje CO_2 (fotosinteza i agens kemijskog trošenja)
- mobilizacija biogenih elemenata u otopinu tla, posebno dušika

M&M

TROŠENJE PRIMARNIH MINERALA

Primarni minerali

- Porijeklo - magma
- Nestabilni su, izuzetak: kvarc, cirkon, turmalin
- Raspadanjem daju kvalitativno nove mineralne proizvode

Vrste trošenja:

1. Fizikalno ili mehaničko,
2. Kemijsko
3. Biološko

M&M

AGENSI TROŠENJA

- Toplina,
- Voda,
- Kiseline,
- Kisik i
- Organizmi

M&M

1. FIZIKALNO TROŠENJE

- **Suho termičko trošenje**
- izmjena temperature (dan-noć; zima -ljetu) ili eolske erozije, npr. pustinje
- **Mokro termičko trošenje**
- erozivni rad rijeka, mora, pucanje stijena itd.

M&M

2. KEMIJSKO TROŠENJE

Najznačajniji procesi u kojima učestvuje atmosferska voda bogata O_2 i CO_2 su:

1. HIDRATACIJA

2. HIDROLIZA

3. OTAPANJE

4. OKSIDACIJA

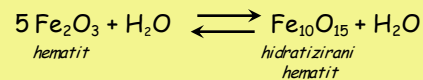
5. REDUKCIJA

M&M

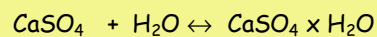
1. **Hidratacija** - vezanje molekula vode za minerale, što dovodi do slabljenja kristalne rešetke i veza među ionima te oni prelaze u otopinu tla.

Primjeri :

- transformiranja hematita u hidratizirani hematit

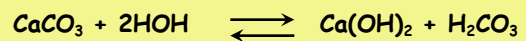


- anhidrita u gips



M&M

2. **Hidroliza** je kemijska reakcija tijekom koje voda vrši totalnu promjenu primarnog minerala u sekundarni preko H^+ i OH^- iona naročito na solima **jakih baza i slabih kiselina** ili **slabih baza i jakih kiselina**. H^+ ioni istiskuju bazne katione iz kristalne rešetke minerala.

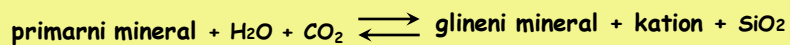


...tipičan mehanizam otapanja karbonata

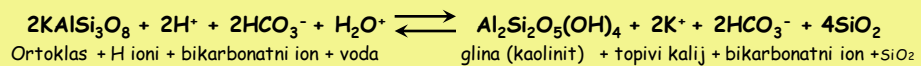
M&M

Glavni izvori kiselina:

- Ugljična kiselina (H_2CO_3 od CO_2 otopljenog u prirodnim vodama)
- Organske kiseline (od CO_2 stvorenog u tlu)
- Sumporna kiselina (vulkanski, antropogeni H_2S)



Primjer: transformacija feldspata* u kaolinit:

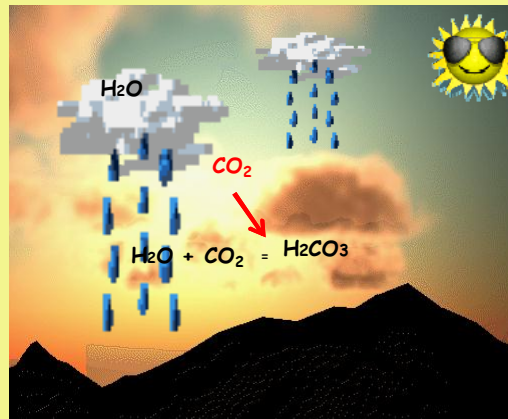
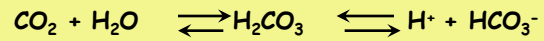


* feldspat - najzastupljeniji mineral na Zemlji

M&M

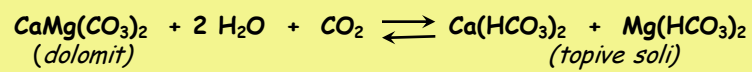
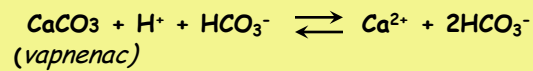
3. Otapanje

Molekule vode otapaju CO_2 i stvaraju ugljičnu kiselinu.



M&M

H_2CO_3 ubrzava kemijsko raspadanje kalcita u vapnencu i dolomitu



Najlakše se otapaju kloridi alkalnih metala, zatim nitrati i kloridi zemnoalkalnih elemenata, pa spojevi Ca i Mg, a najteže silikati

U 1 l vode otapa se 360 g NaCl-a, 2,5 g $\text{CaSO}_4 \times 2 \text{H}_2\text{O}$, a CaCO_3 samo 0,003 g, te neznatne količine alumosilikata

M&M

4. Oksidacija

Oksidacija je reakcija minerala s kisikom

Oksidacija je gubitak elektrona.

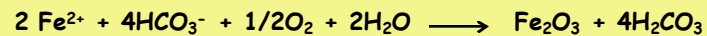
Fe i Al bogati minerali.

Stvara nove minerale (okside).

Npr. Fe^{2+} (fero) se oksidira u Fe^{3+} (feri) i uz hidrataciju se javlja rđasta boja



Reakcija:



željezo + bikarbonat u otopini + kisik + voda \longrightarrow feri oksid (hematit) + ugljična kiselina

M&M

5. Redukcija

Redukcija je primanje elektrona.

- vlažni i anaerobni uvjeti
- dominira siva, sivo plavičasta i zelenkasta boja
- povećana mobilnost Fe i Mn spojeva



M&M

Gleizacija

Ruski, *глей (glei)* = glinovita zemlja

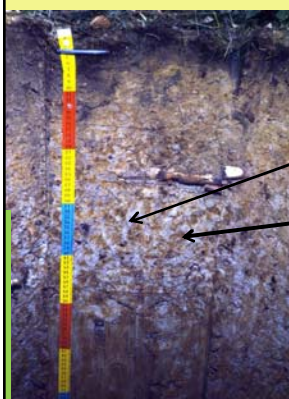
Oglejavanje ili gleizacija je oksidoredukcijski proces u tlu karakterističan za slabo drenirana i vodom zasićena tla u razdoblju dovoljno dugom za pojavu karakterističnog glejnog izgleda.

Smanjeni dotok kisika u tlo rezultira redukcijom i povećanom pokretljivošću seskvioksida i željeza i promjenom izgleda (boja).

M&M

Gleizacija

Glejni izgled daju rdaste, smeđe ili žućkaste boje na površini agregata i/ili u gornjim (slabije zasićenim) dijelovima profila



i/ ili su u gornjim dijelovima tla izmiješane (rdaste, smeđe ili žućkaste boje)

i/ ili s zelenkasto-plavičastim bojama unutar agregata

i/ ili u donjim dijelovima tla.



M&M

3. BIOLOŠKO TROŠENJE

Agensi trošenjasu biljke i životinje i njihovi produkti.
Pospješuju (ubrzavaju) fizičko i kemijsko trošenje.

Fizičko: pucanje stijena, produbljivanje nepropusnih horizonata, obogaćivanje s organskom tvari, miješanje i drugo.

Kemijsko: obogaćivanje tla produktima kemijskog raspadanja (CO_2 , mineralnim i organskim kiselinama - limunska, octena, mliječna, oksalna i druge), humusnim kiselinama (fulvokiseline, huminske kiseline) i dr.

M&M

TVORBA SEKUNDARNIH MINERALA

Stvoreni su od produkata prethodnog raspadanja.
Slojevite su građe.

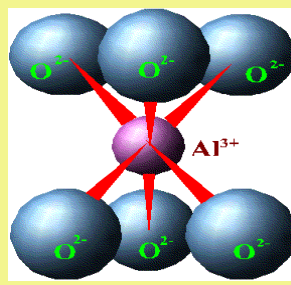
Građeni su iz dvije strukturne jedinice:

tetraedara SiO_2 i oktaedara Al, Mg ili Fe .



Silicijski tetraedar

Jedan silicijski ion
sa četiri kisikova



Aluminijski oktaedar

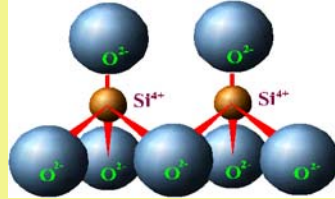
Šest atoma kisika sa
centralnim atomom Al^{3+}

Zbog takve kemijske građe nazivaju se još i alumosilikati.

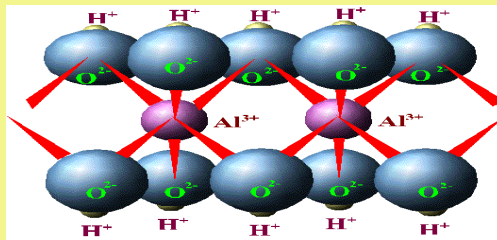
M&M

Shematski prikaz slojeva (lamela)

Tetraedarski sloj (lamela) su spojene atomom kisika

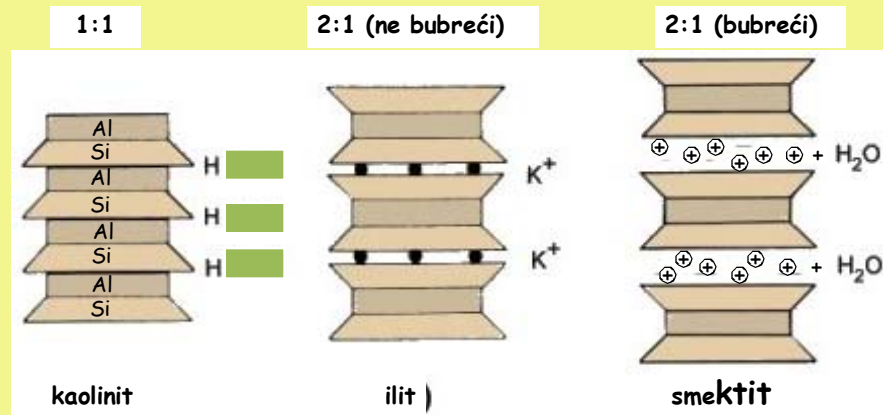


Oktaedarska (sloj) lamela su povezane atomom kisika



M&M

Tipovi rešetki glinenih minerala



M&M

1:1 tip minerala gline (kaolinit)

Građeni su od jednog sloja (lamelle) tetraedara silicija i jednog sloja oktaedara aluminija čvrsto povezanih kisikom

Međulamelarni razmak 0,28 nm

Povezan snažnom H- vezom, nije ga lako odvojiti



Bazni razmak 0,72 nm

Spojen pomoću kisika

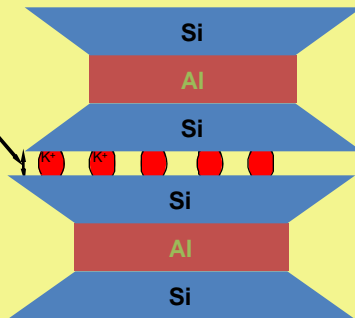
M&M

2:1 tip minerala gline (ilit)

Građeni su od dva sloja (lamelle) tetraedara silicija i jednog sloja oktaedara aluminija čvrsto povezanih kisikom

Međulamelarni razmak 0,35 nm

spojen K⁺ ionima

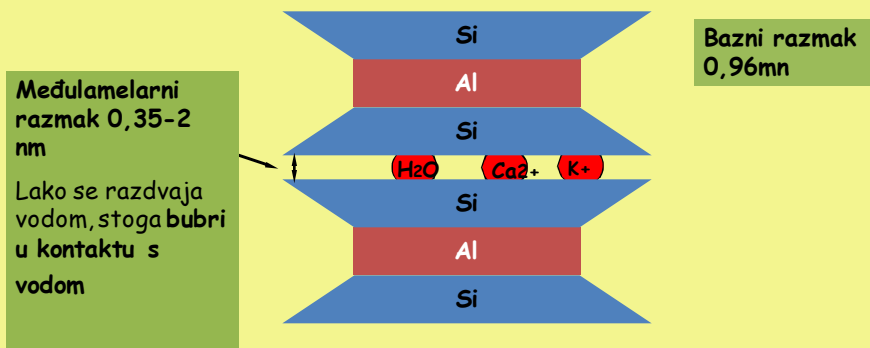


Bazni razmak 0,96 nm

M&M

2:1 tip minerala gline (montmorilonit/smektit)

Građeni su od dva sloja tetraedara silicija i jednog sloja oktaedara aluminija čvrsto povezanih kisikom.



M&M

Uvjeti nastanka

Za postanak sekundarnih minerala važna je kvaliteta matičnog supstrata.

- Kaolinit** nastaje u umjerenj i jako kiselj sredini i tlima koja su siromašna bazama (Ca, Mg)
- Ilit** nastaje u neutralnoj i slabo do umjerenj kiselj reakciji uz mnogo K iona.
- Smektit** - montmorilonit nastaje u prisutnosti Ca i Mg i neutralne do alkalične sredine.

M&M

Svojstva glinenih minerala

Mineral	Veličina nm	Specifična površina (m ² /g)	Sorpcija kationa Cmol/kg
Kaolinit	0,1-5,0	10-20	5-15
Ilit	0,1-2,0	80-100	15-40
Montmorilonit /smektit	<1,0	800	85-110

M&M

TRANSLOKACIJA

- Eluvijacija
- Iluvijacija
- Lesiviranje
- Podzolizacija
- Salinizacija:



M&M

Eluvijacija

Eluvijacija je kretanje materijala u otopini ili suspenziji iz gornjeg u donji horizont tla.

- ✓ Gornji mineralni horizont koji gubi materijal je ELUVIJALNI ili E horizont.

(od latinskih riječi ex ili e = izvan, i luv = ispran)

- ✓ Ispiru se *glina, humus i/ili seskvioksidi*

M&M

Iluvijacija

- ✓ Iluvijacija je proces nakupljanja materijala u donji horizont
(od latinskih riječi il = u, i luv = ispran).

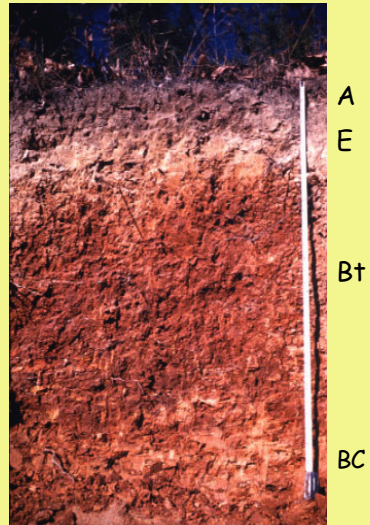
Nakupljati se mogu:

- ✓ *Glina - Bt horizont (lesiviranje)*
- ✓ *Humus (Bh) i seskvioksidi (Bfe) (podzolozacija)*

Lesiviranje

Lesiviranje je premiještanje gline i praha u Bt horizonte
(*fran. lessive - ispirati*)

- ✓ javlja se gdje su oborine > evapotranspiracije
- ✓ glina se eluvira i akumulira u *argiluvičnom* horizontu Bt
- ✓ tla imaju nisku zasićenost bazama

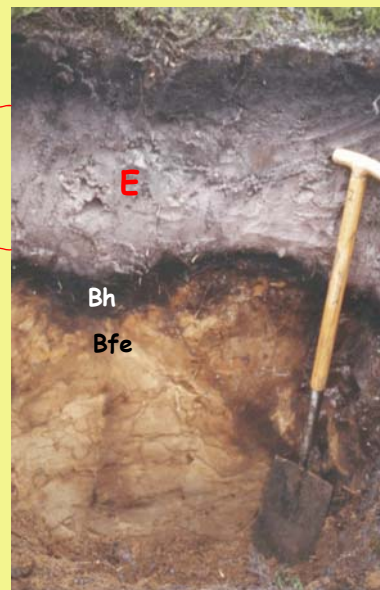


M&M

Podzolizacija

Podzolizacija je intenzivno ispiranje i premiještanje organskih kiselinskih komponenti sa željezom i aluminijem iz A i E horizonta u Bh ili Bfe horizont.

- ✓ karakterističan E horizont sivo bijele boje sastavljen od silikatnog pijeska.
- ✓ u kiselim i intenzivno dreniranim šumskim tlima



M&M

Salinizacija

Salinizacija je akumulacija soli u profilu tla (klorida i sulfata Na, K, Mg i Ca)

- izdanska (podzemnom vodom)
- aluvijalna (rijekama tekućicama)
- koluvijalna (slivene vode)
- eolska (morska voda uz obalu)



M&M

Trošenje stijena: tlo?

- 1) **Rezistentni minerali (npr, kvarc) se ne otapaju**
- 2) **Alumosilikati prelaze u gline**
- 3) **Topivi elementi odlaze u vodu**
- 4) **Neki se talože niže u tlu ili sedimentima (Fe oksidi, karbonati)**

Što je rezultat?

"regolit" = akumulacija (rastresitog) sitnog stijenskog materijala

"tlo" = regolit plus organska materija - često vertikalno stratificirana

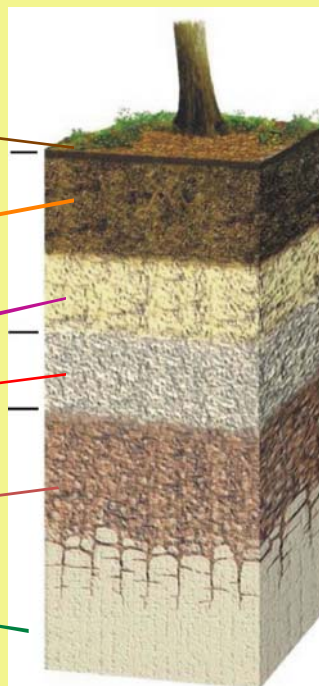
O -horizont:
Organski ostaci

A-horizont:
Organomineralni kompleks
Zona eluvijacije
Rezistentni minerali

B-horizont:
Primarni i sekundarni minerali

C-horizont:
Aktivno trošenje stijene

R čvrsta stijena



M&M