



SOPRONI  
EGYETEM |

ERDŐMÉRNÖKI  
KAR



# TALAJTANI (ERDÉSZETI TERMŐHELYISMERETTANI) SZAKIRÁNYÚ TOVÁBBKÉPZÉSI SZAK





SOPRONI  
EGYETEM |

ERDŐMÉRNÖKI  
KAR

# TALAJFIZIKA

Dr. Heil Bálint



# TALAJFIZIKA: témakörök

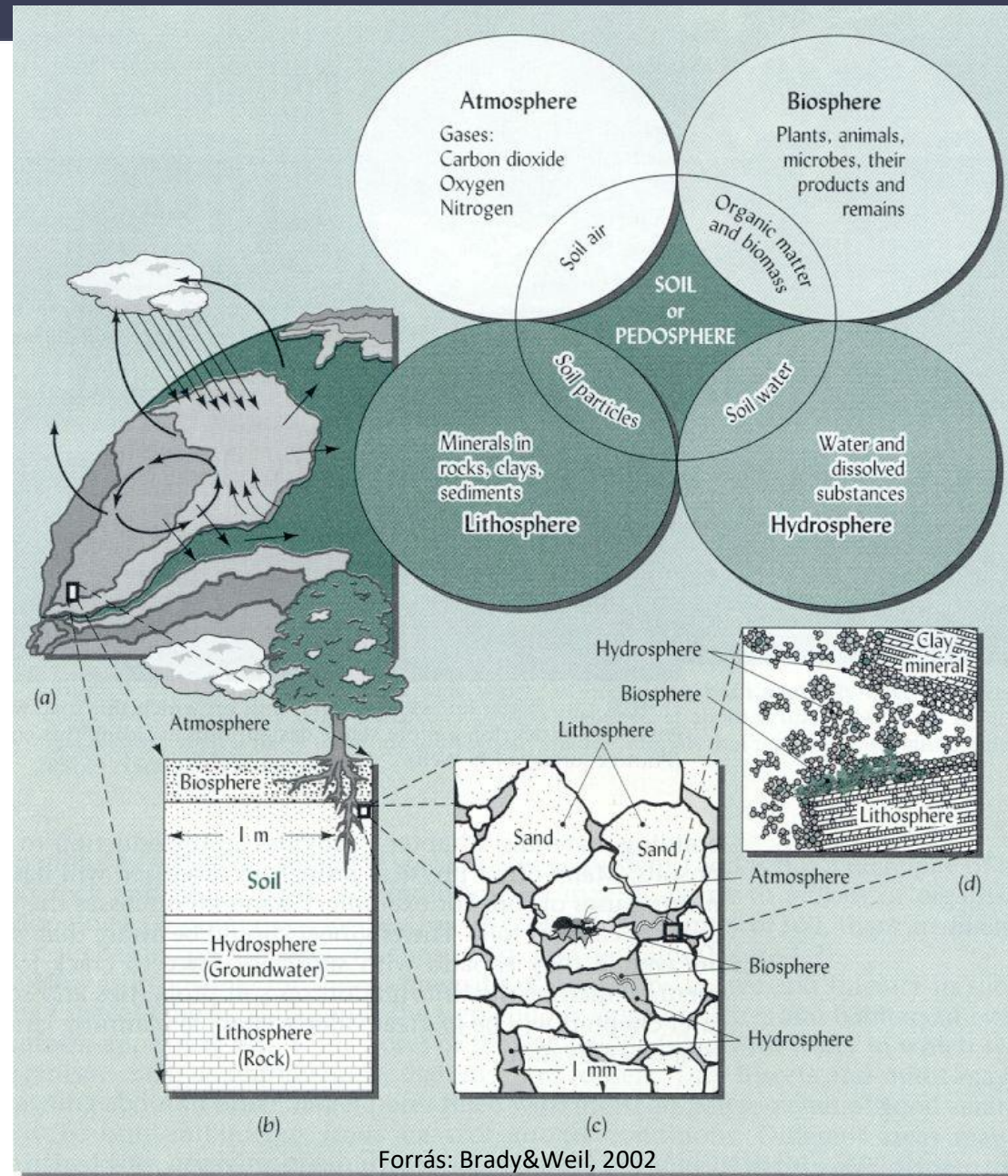
- *A talaj mint három fázisú rendszer fizikai szempontú jellemzése*
- *Talajképződés fizikai vonatkozású folyamatai (fizikai mállás)*
- *Talajszerkezet és fizikai talajtulajdonságok*
- *Talaj fizikai tulajdonságainak közvetett és közvetlen hatásai más talajtulajdonságokra*
- *A talaj fizikai tulajdonságait befolyásoló emberi behatások, ill. a talajok hasznosítását befolyásoló talajfizikai tényezők*
- *A talaj fizikai tulajdonságainak jelentősége a talajvédelemben*

# *A talajok fő funkciói*

1. Támogatja a növények növekedését
2. Életteret ad mikrobáknak, talajállatoknak
3. Szabályozza a vízkörforgalmat
4. Természetes újrahasznosító rendszerként szolgál
5. Az emberi mérnöki létesítmények közegeként szolgál



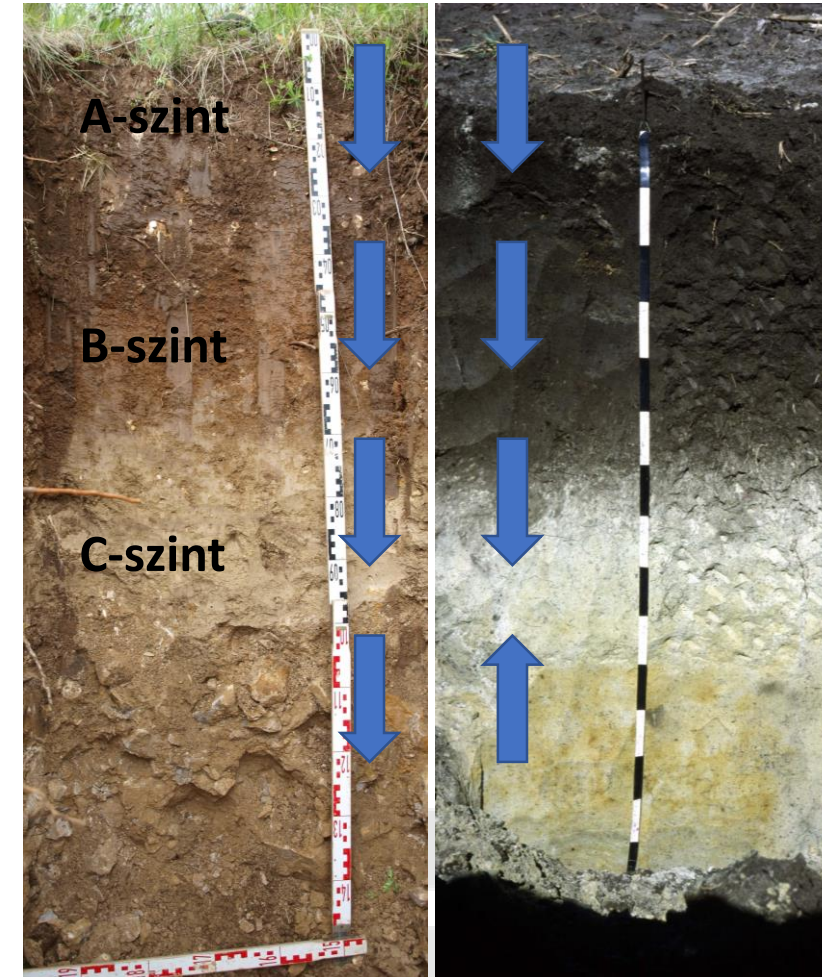
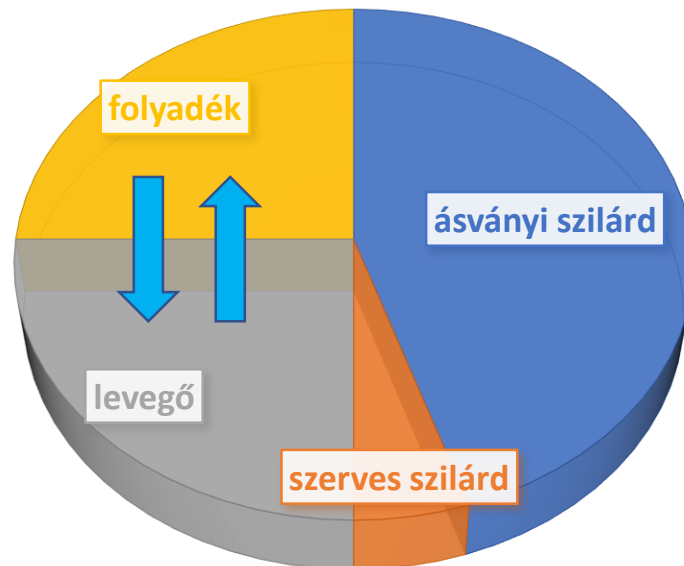
# A talaj mint környezeti határfelület



# A talaj mint három fázisú rendszer fizikai szempontú jellemzése

- Szilárd – légnemű – folyadék fázis
- 3 dimenziós kiterjedés – 4 dimenziós fejlődés

TALAJ FÁZISAINAK ARÁNYA (TÉRF.%)



# A talaj legfontosabb fizikai tulajdonságai

- Szövede (szemcseösszetétele) --- szilárd ásványi fázis;
- Szerkezete --- szilárd ásványi- és szerves fázis;
- Porozitása --- légnemű és folyékony fázis.



# A talaj szilárd fázisának fizikai tulajdonságai

	Részecske tulajdonsága	HOMOK	ISZAP	AGYAG
1.	Mérettartomány (mm)	2-0.02	0.02-0.002	<0.002
2.	Láthatóság	Szabad szemmel	Mikroszkóppal	Elektronmikr.-al
3.	Domináns ásványok	Elsődleges	Elsődleges és másodlagos	Másodlagos (agyagásványok)
4.	Szemcsék közötti vonzerő	Gyenge	Közepes	Erős
5.	Szemcsék víztartó képessége	Gyenge	Közepes	Erős
6.	Adszorpciós képesség	Nagyon gyenge	Gyenge	Nagy
7.	Konzisztencia nedvesen	Gyenge nyomásra széteső, szemcsés	Kisodorható, tapadós	Kisodorható, kenődő
8.	Konzisztencia szárazon	Széteső, szemcsés	Poros, gyengén összeálló	Ragadós, akár nagyobb rögök



# A talaj szilárd ásványi fázisa

- Homok (2.0 – 0.02 mm)
- Iszap (0.02 – 0.002 mm)
- Agyag (<0.002 mm)
  - Kolloidok (<0.001 mm)

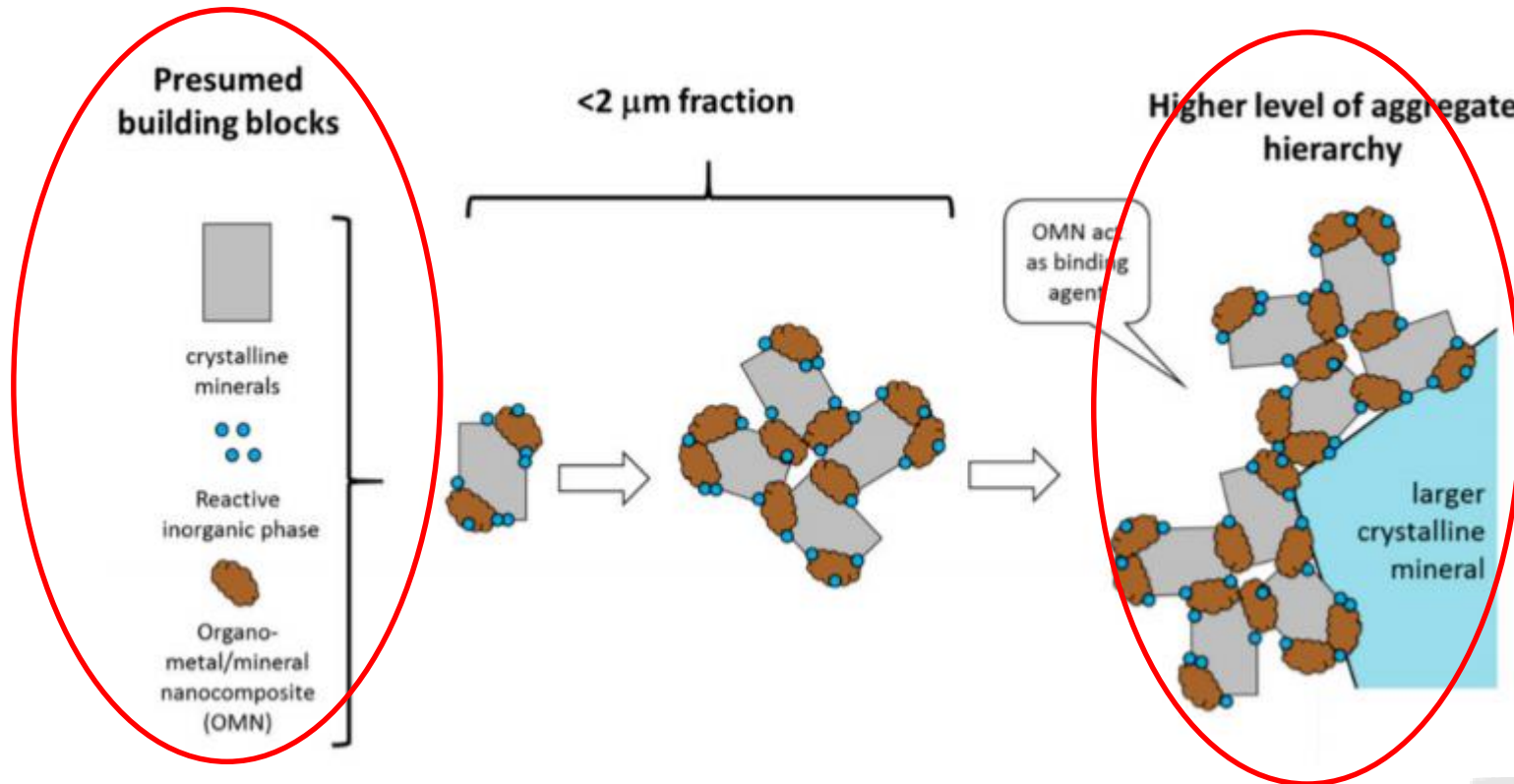


- **Elsődleges ásványok:** az eredeti ásványi struktúrák és elemi összetétel csak kis mértékben változtak meg azóta, hogy a folyékony láva megdermedt
- **Másodlagos ásványok:** a kevésbé ellenálló összetételű ásványokból képződtek a mállási, talajképződési folyamatok révén



# Ásványi- és szerves szilárd fázisok kapcsolódása

## ORGANO-MINERÁLIS KOMPLEXEK



# A talaj légnemű fázisa - pórustér

- A talaj pórusai vízzel és/vagy levegővel telítettek
- a talaj pórusainak hálózata szellőző rendszerként működik
- A talajlevegő összetétele különbözik az atmoszféráétól:
  - Összetételében, térbeli változatosságot is mutatva;
  - (általában) magasabb a nedvességtartalma mint az atmoszféráé;
  - A CO<sub>2</sub> koncentrációja jóval nagyobb, míg az O<sub>2</sub>-é kisebb, mint az atmoszférában!

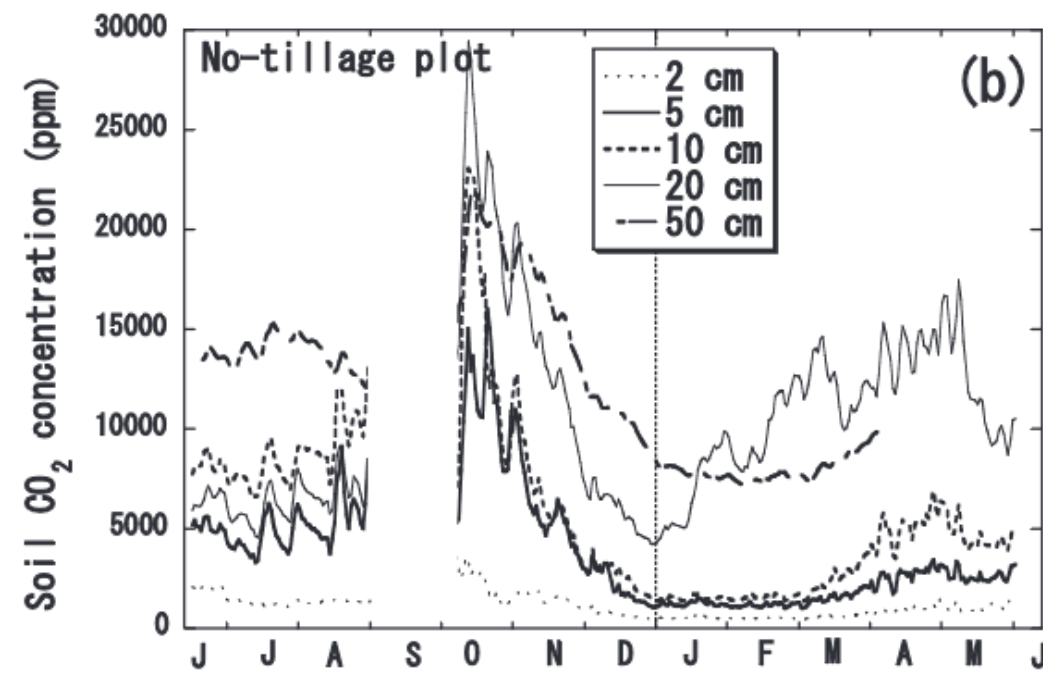
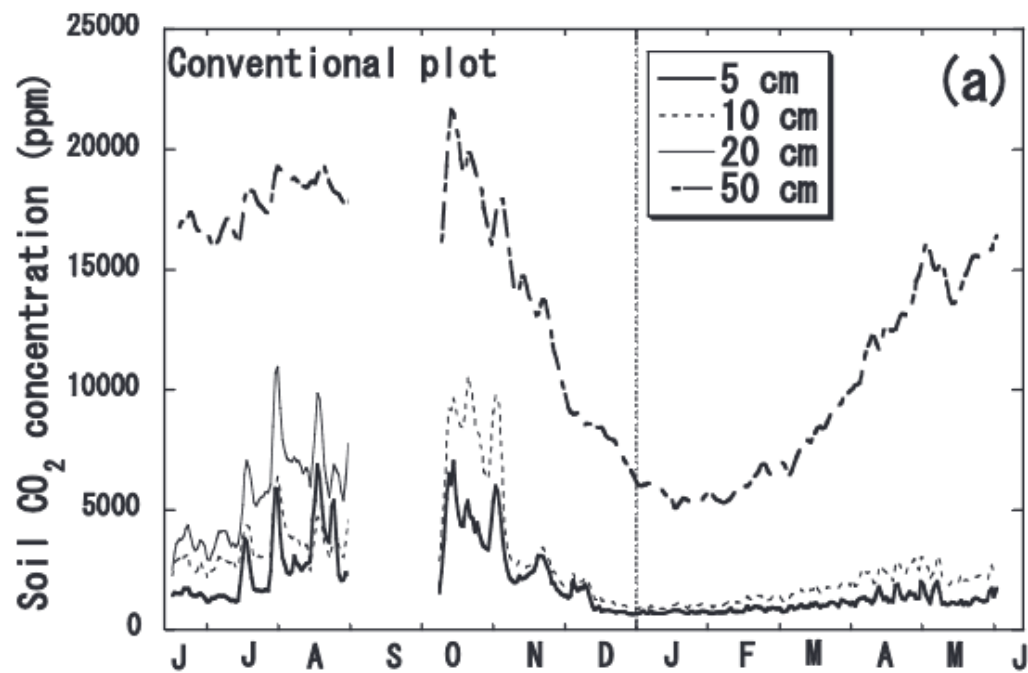


# A talaj légnemű fázisa: pórustér

Közeg	CO <sub>2</sub> -koncentráció (%)	O <sub>2</sub> -koncentráció (%)	Relatív páratartalom (%)
Atmoszféra	0,04	20	50
Nedves talaj pórusa	1-3	5-10	100

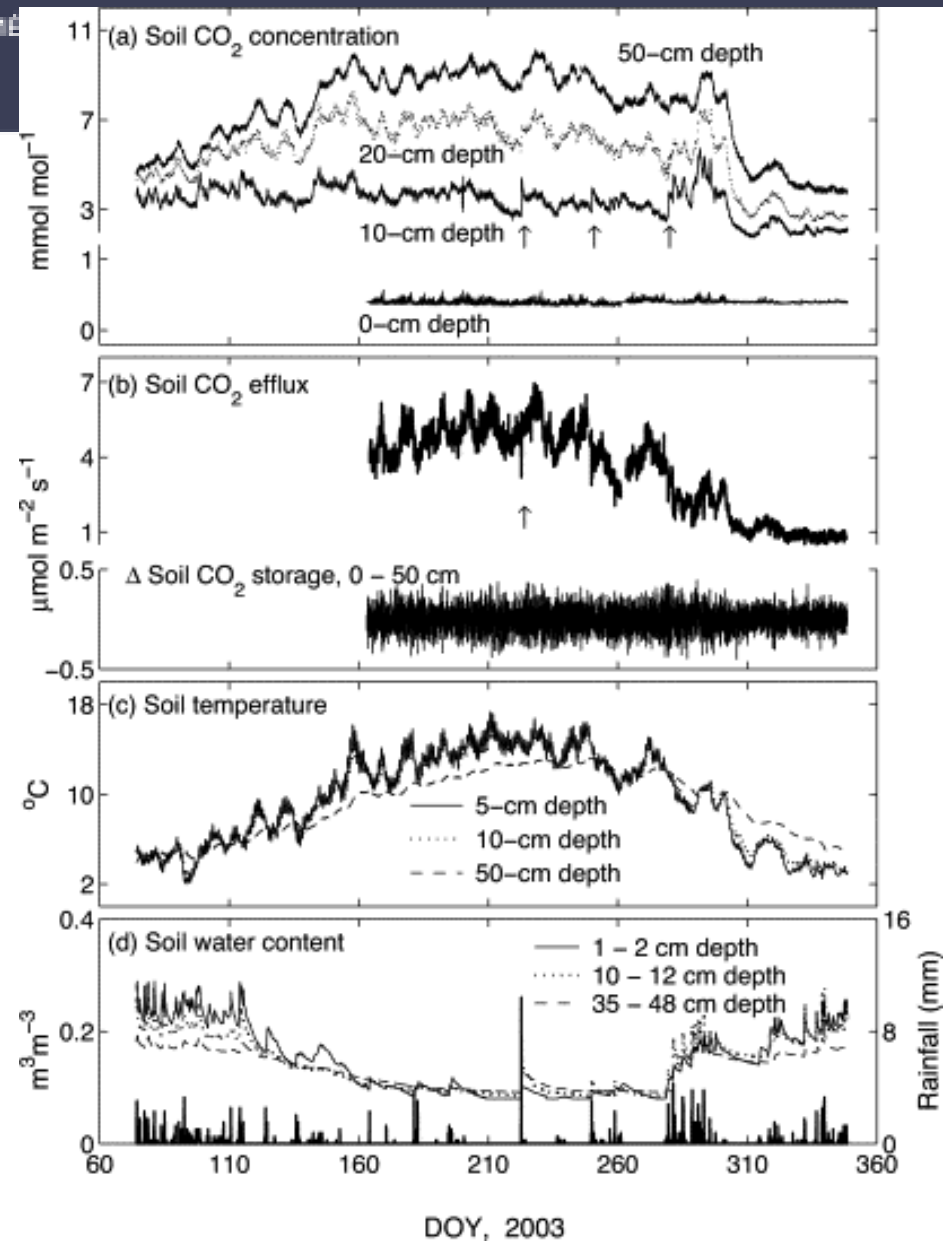


# Talaj pórusainak CO<sub>2</sub>-tartalma szántott és szántásmentes művelési módoknál



Year	2004					2005							
Month	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Crop	Soybean					Fallow		Barley					

Year	2004					2005							
Month	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J
Crop	Soybean					Fallow		Barley					



A talajlevegő hosszú távú CO<sub>2</sub>-idősora erdőtalajban (a); talaj CO<sub>2</sub>-áramlása és CO<sub>2</sub>-tartalmának változása (b); talajhőmérséklet (c); talaj-nedvességtartalom és csapadék (d). A nyilak a jelentősebb csapadékeseményeket jelzik azon esetekben, amikor előtte a talaj viszonylag száraz volt (Jassal et al., 2005).

# A talaj folyékony fázisa: talajoldat/talajvíz

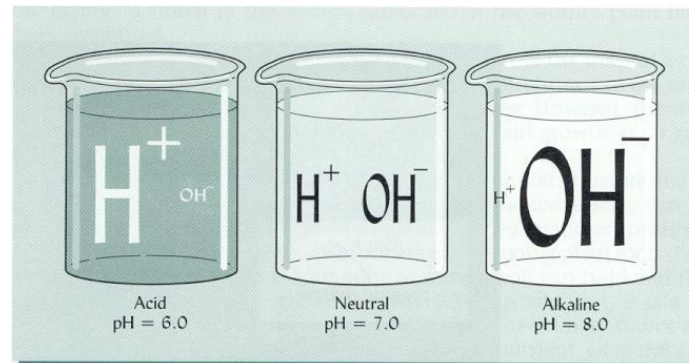
- Megléte feltétlenül szükséges a növények és állatok számára
- A különböző pórusokban különböző erővel kötött
- Számos oldott ásványi és szerves anyagot tartalmaz  $\Rightarrow$  ***talajoldat***
- ***Növények számára felvehető*** vizet képez
- Hervadáspont kritikus érték!





# Talajoldat összetétele

- Kis, de szignifikáns mennyiségben tartalmaz oldott ásványi anyagokat, köztük a növények számára esszenciális elemeket is!
- *savasság* ill. *bázikusság*!



# A talaj tápelemei

**Makrotápelemek:** viszonylag nagy mennyiségben hasznosítják a növények (>0.1%-át adják a növényi sejt szárazanyagának)

**Mikrotápelem:** viszonylag kis mennyiségben épül be a növényekbe (<0.1% -át adják a növényi sejt szárazanyagának)

Főleg (talaj)vízből és levegőből

Szén (CO<sub>2</sub>)  
Hidrogén (H<sub>2</sub>O)  
Oxigén (O<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O)

Főleg a talaj szilárd fázisából

Nitrogén (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup>)  
Foszfor (H<sub>2</sub>PO<sub>4</sub><sup>-</sup>, HPO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)  
Kalcium (Ca<sup>2+</sup>)  
Magnézium (Mg<sup>2+</sup>)  
Kén (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Talaj szilárd fázisából

Vas (Fe<sup>2+</sup>)  
Mangán (Mn<sup>2+</sup>)  
Bór (HBO<sub>3</sub>)  
Cink (Zn<sup>2+</sup>)  
Réz (Cu<sup>2+</sup>)  
Klór (Cl<sup>-</sup>)  
Kobalt (Co<sup>2+</sup>)  
Molibdén (MoO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)  
Nikkel (Ni<sup>2+</sup>)

# A talaj folyékony és légnemű fázisának kölcsönhatása: oxidációs/redukciós viszonyok



# A talaj egyes fázisainak kölcsönhatása

- Az egyes fázisok talajtulajdonságokra gyakorolt hatása ritkán független a többitől
- A négy komponens kölcsönhatása határozza meg a talaj végső tulajdonságait!



# A talajképződés fizikai vonatkozású folyamatai



Fotó: R. Weil (Brady&Weil, 2002)



# Mállás

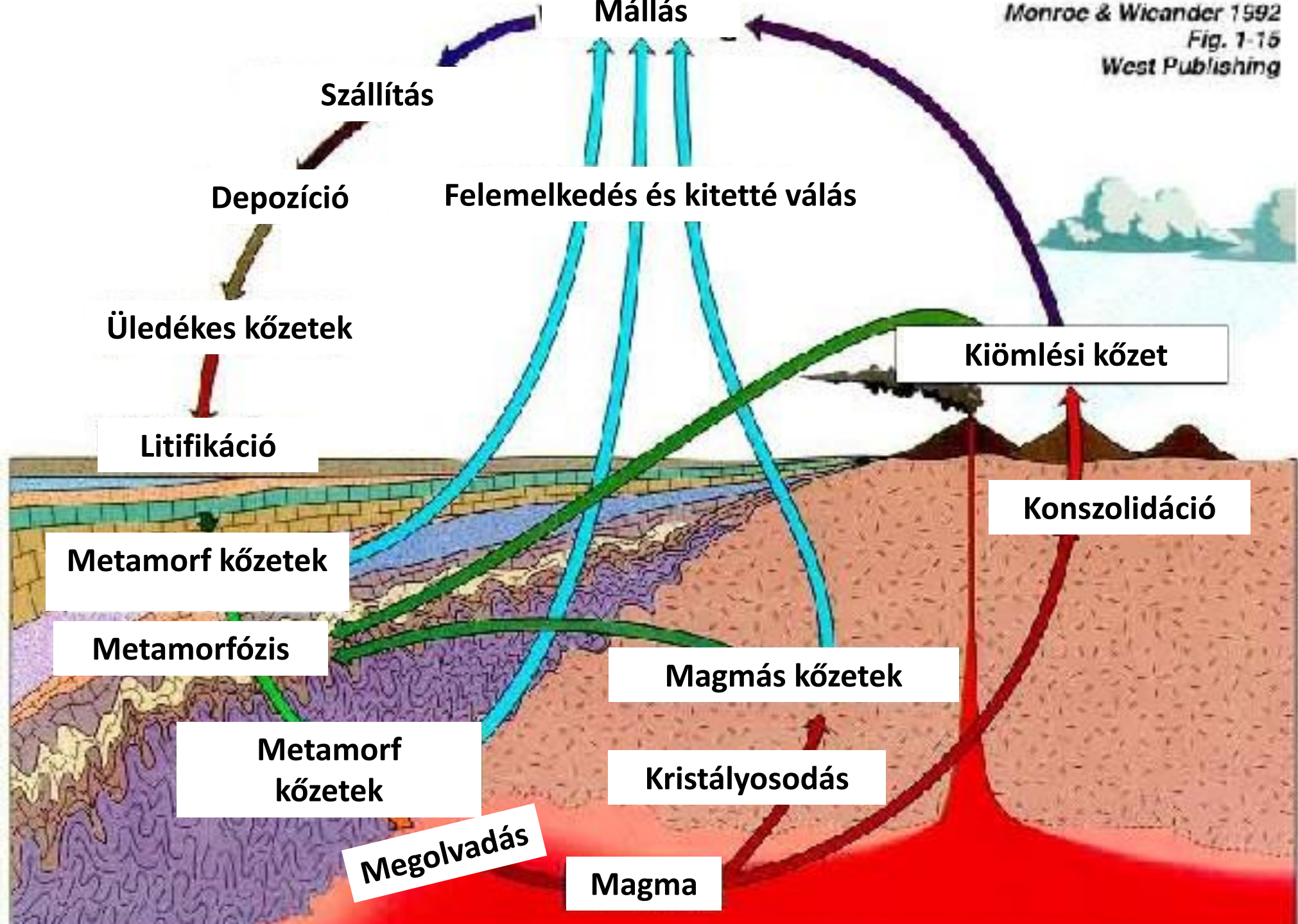
- A szilárd földkéreg különböző ásványi összetételű kőzeteinek fizikai és kémiai átalakulása (pl. aprózódás, széthullás, lebomlás, kioldódás).



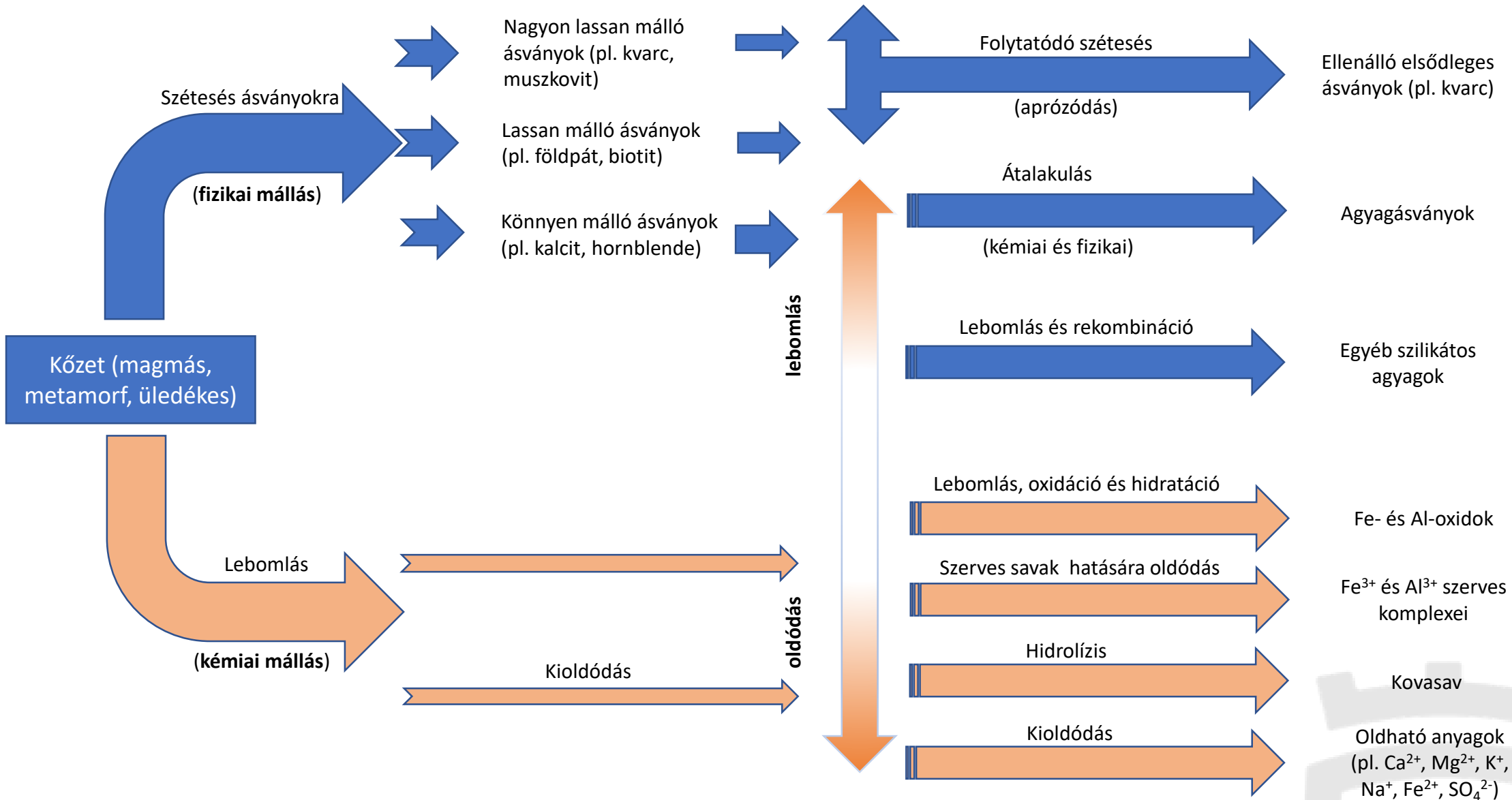
# A talajképződés alapja: kőzettípusok

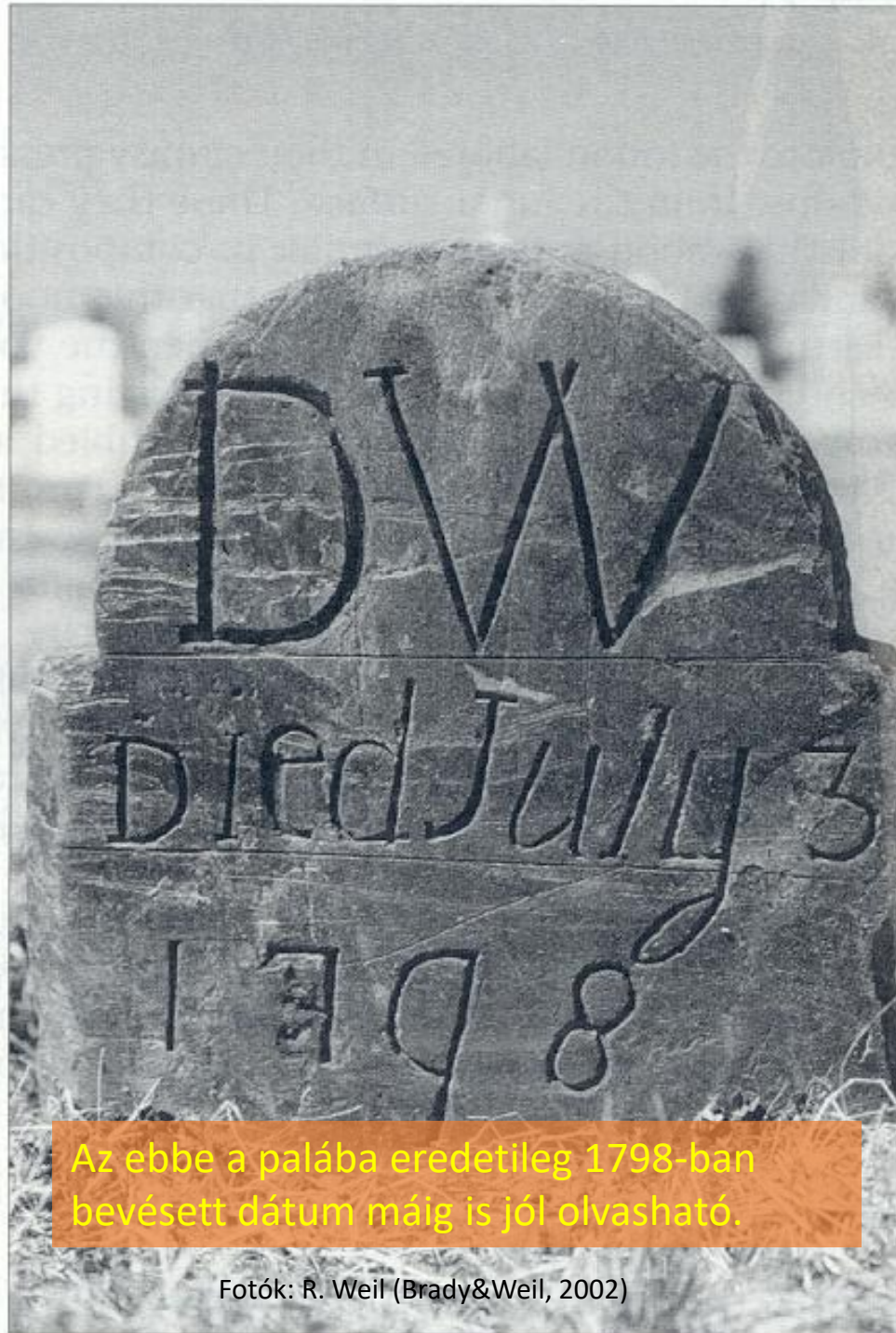
- **Magmás:** (mélységi ill. vulkáni kiömlési): olyan kőzetek, melyek közvetlenül a forró láva lehűlésével, megszilárdulásával képződnek (kiömlési pl. bazalt, andezit, riolit; mélységi pl. gabbró, diorit, gránit).
- **Üledékes:** olyan kőzetek, melyek a mállás és azt kísérő fizikai szétválogatódás eredményeként, a Föld felszínén keletkeznek (pl. homokkő, mészkő, pala).
- **Metamorf:** olyan kőzetek, melyek nagy nyomás/hőmérséklet hatására átalakultak (pl. agyagpala, márvány, gneisz).











Az ebbe a palába eredetileg 1798-ban bevéselt dátum máig is jól olvasható.

Fotók: R. Weil (Brady&Weil, 2002)



A dátum és egy bárány képe, melyet ebbe a márványlapba véstek 1875-ben, mára alig kivehetőek.

# A fizikai mállás tényezői

- Hőmérséklet
- Szél- és víz általi lemorzsolódás
- Növényi és állati behatás;



Fotó: R. Weil (Brady&Weil, 2002)

# Az alapkőzetek típusai

- Szerves anyag – vízzel borított területeken növényi részek depozíciója
- Ásványi anyag:
  - Helyben maradt (reziduális) kőzet anyag
  - Átszállított:
    - Folyók által – alluviális
    - Gravitáció által – kolluviális
    - Szél által – eolikus
    - Jég által szállított



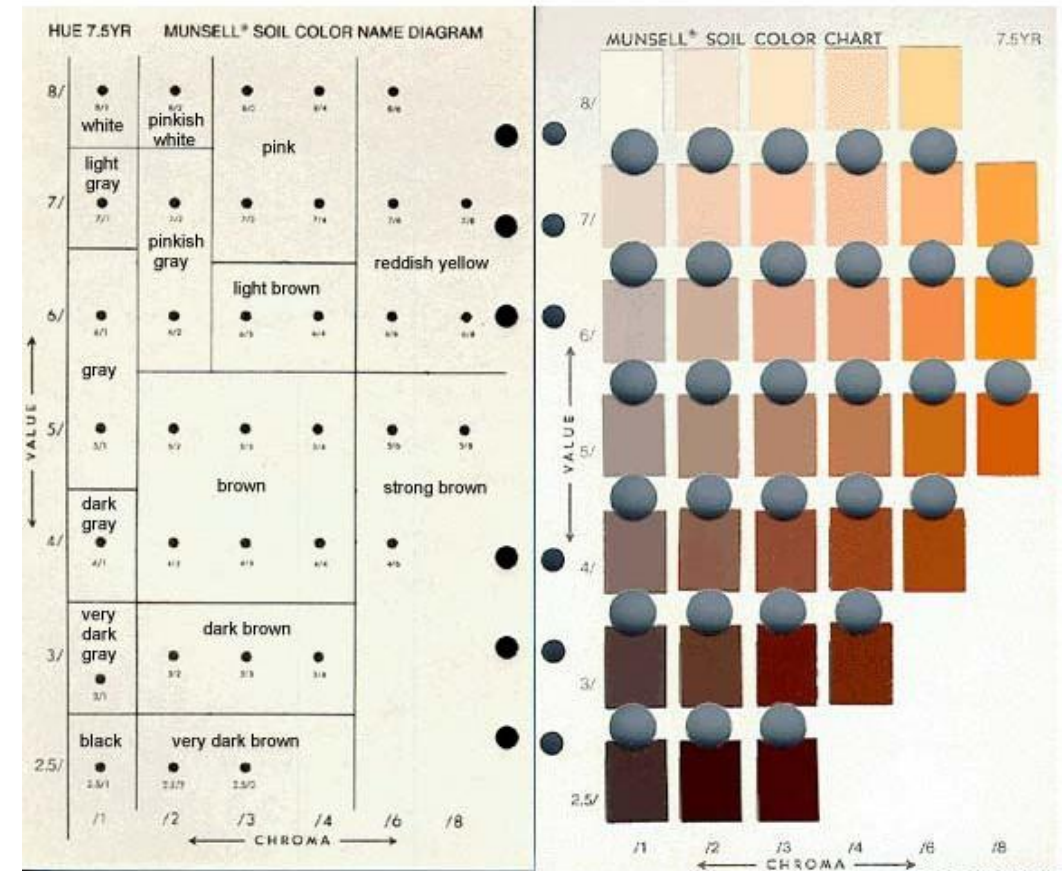
# *Talajszerkezet és fizikai talajtulajdonságok*

- *Szín;*
- *szövet (textúra);*
- *szerkezeti elemek;*
- *Sűrűség – térfogattömeg;*
- *pórustérfogat és –eloszlás;*
- *talajmechanikai paraméterek*



# A talaj színe

- Közvetlenül nincs jelentős hatása a talaj tulajdonságaira;
- Nemzetközileg meghatározott módon írható le: Munsell-színskála!
  - Hue
  - Value
  - Chroma



# Munsell-színskála: hue

- Red (R)
- Yellow-Red (YR)
- Green (G)
- Green-yellow (GY)
- Blue..
- Violet...



# Munsell-színskála: value

- Sötétség – világosság
- fentről lefelé csökkenő értékek (8-1)
  - pl. 6 = világosabb
  - pl. 2 = sötétebb



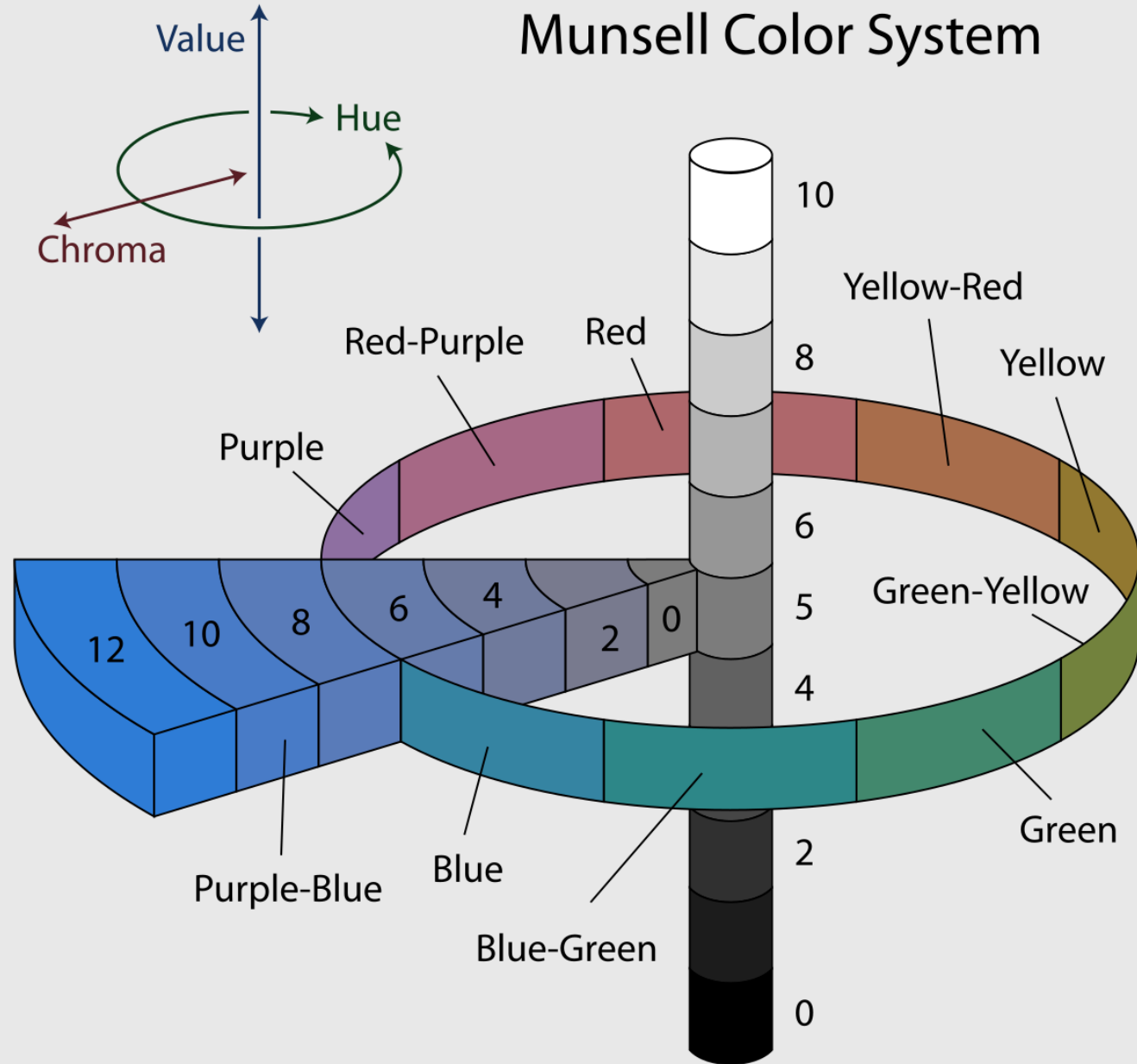


# Munsell-színskála: chroma

- Szín élénksége / telítettsége
- Értéke talajoknál általában 1-8 közötti (de lehet akár 30 is!)
- Balról halványtól növekvő értékekkel jobbra élénkebb felé



# Munsell Color System



# *A talaj színét befolyásoló tényezők*

- Talaj szerves anyagtartalma
- Talaj víztartalma
- A vas- és alumínium-oxidok oxidációs állapota;
- Egyéb oxidált/redukált ionok, bevonatok, kiválások (pl. Mn, szénsavas mész);

A talaj színe a korábbi és jelenlegi talajképző folyamatokról is árulkodhat, önmagában nem is biztosan azonosítja be az aktuális folyamatokat!



# A talaj oxidációs-redukciós viszonyai és annak rH-értékekkel és talajképző folyamatokkal kapcsolatos viszonya

Redukciós viszonyok jelenléte és a talaj színezettsége	rH-értékek és állapot		Talajképző folyamatok
Nincsen redoximorf színezettség, permanens jó levegőzöttség	Folyamatosan	> 35 < 33	Jól levegőzött NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> -redukció
Fekete színű Mn-konkréciók	Időszakosan	< 29	Mn <sup>II</sup> -képződés
Fe-pöttyök és/vagy barna Fe-kiválások, nedves viszonyoknál	Időszakosan	< 20	Fe <sup>II</sup> -képződés
Kékes-zöldestől szürkés színek; Fe <sup>2+</sup> -ionok állandó jelenléte	Folyamatosan	13-19	Fe <sup>II</sup> /Fe <sup>III</sup> -oxidok képződése
Fém-szulfidok fekete színe, Éghető metán jelenléte	Folyamatosan Folyamatosan	< 13 < 10	Szulfidok képződése Metán képződés

$$rH = 2pH + 2Eh/59 \text{ (Eh in mV at 25 } ^\circ\text{C)}$$







# A talaj szövete

- A talaj különböző mérettartományba tartozó ásványi szemcséi tömegének aránya.
- Ahogy a talaj emberi időtávlatban lényegében nem megújuló nyersanyag, úgy a talaj szövete is csak nagyon lassan változó tényező!

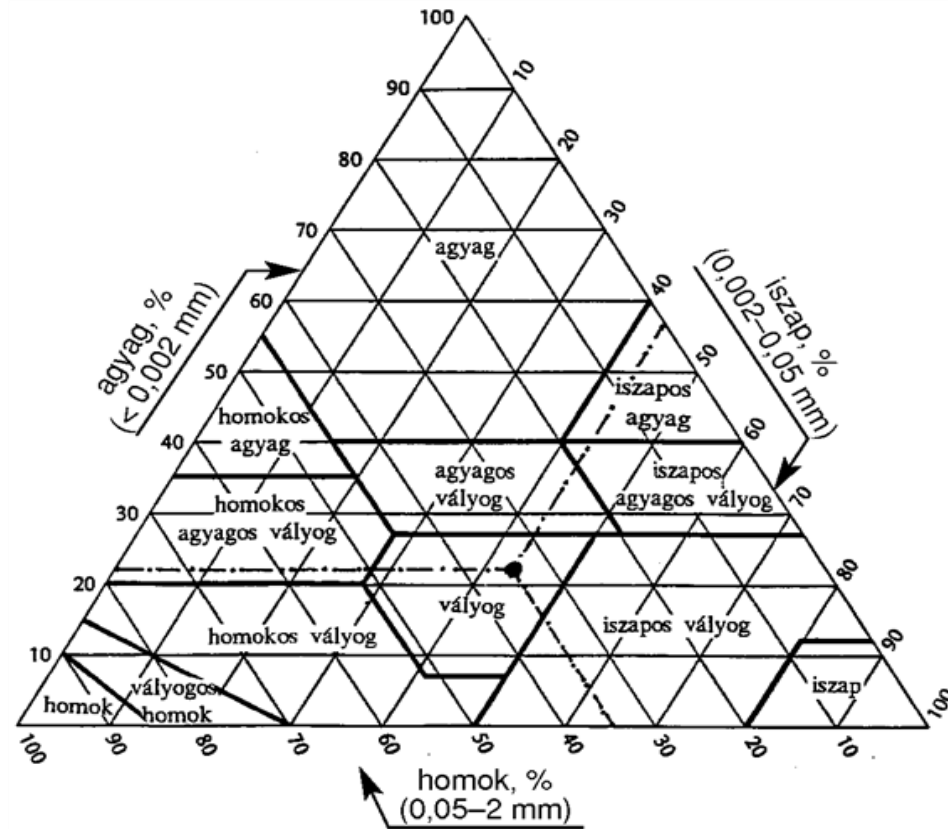




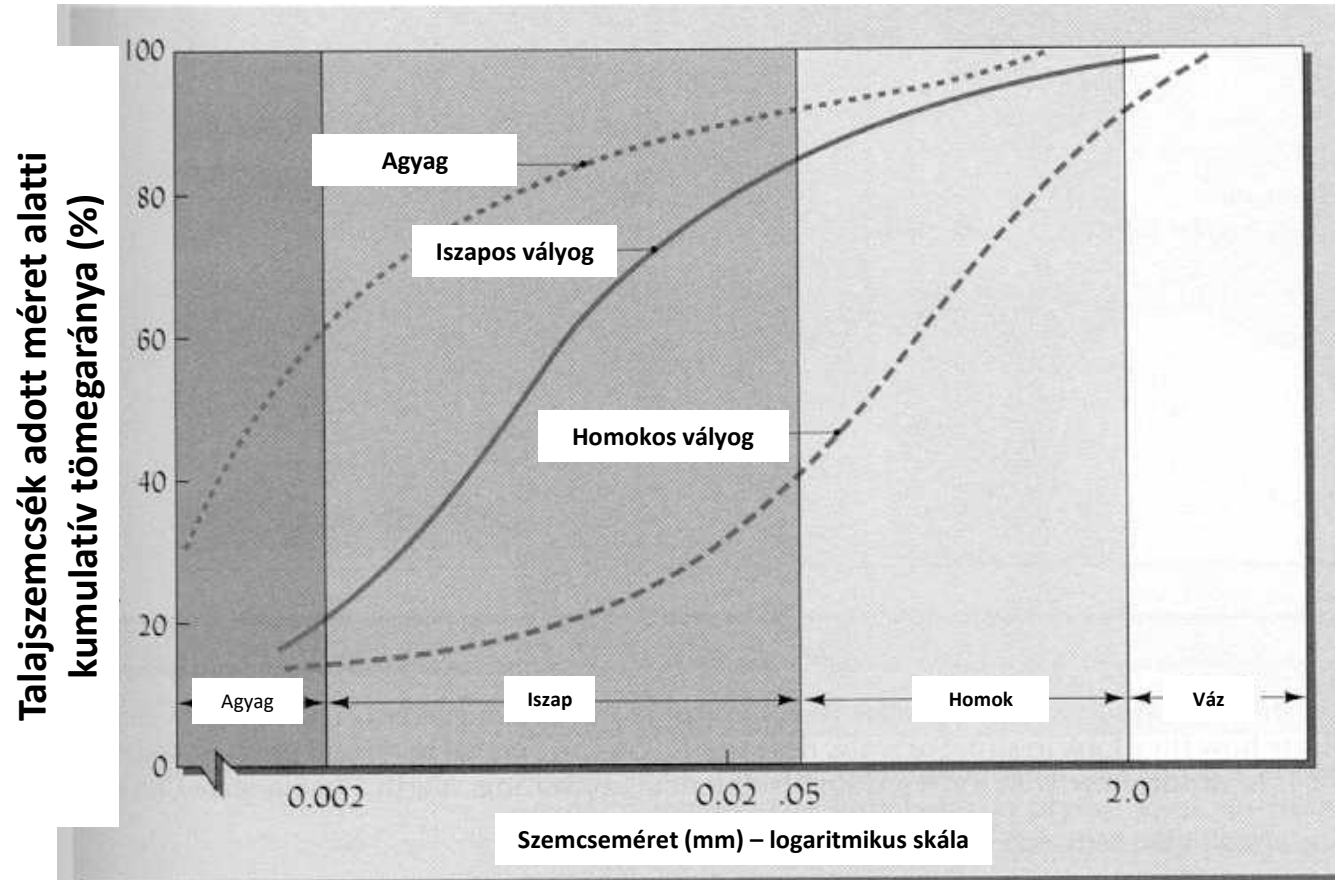
# A talaj elemi részecskéinek hazai felosztása (MSZ-08. 0205-78.)

Talajalkotó ásványi szemcse elnevezése	Mérettartomány (mm)
Vázanyag	> 2,00
Durva homok	2,00 – 0,25
Finom homok	0,25 – 0,05
Nagyon finom homok	0,05 – 0,02
Durva por	0,02 – 0,01
Középfinom por	0,01 – 0,005
Finom por	0,005 – 0,002
Agyag	< 0,002

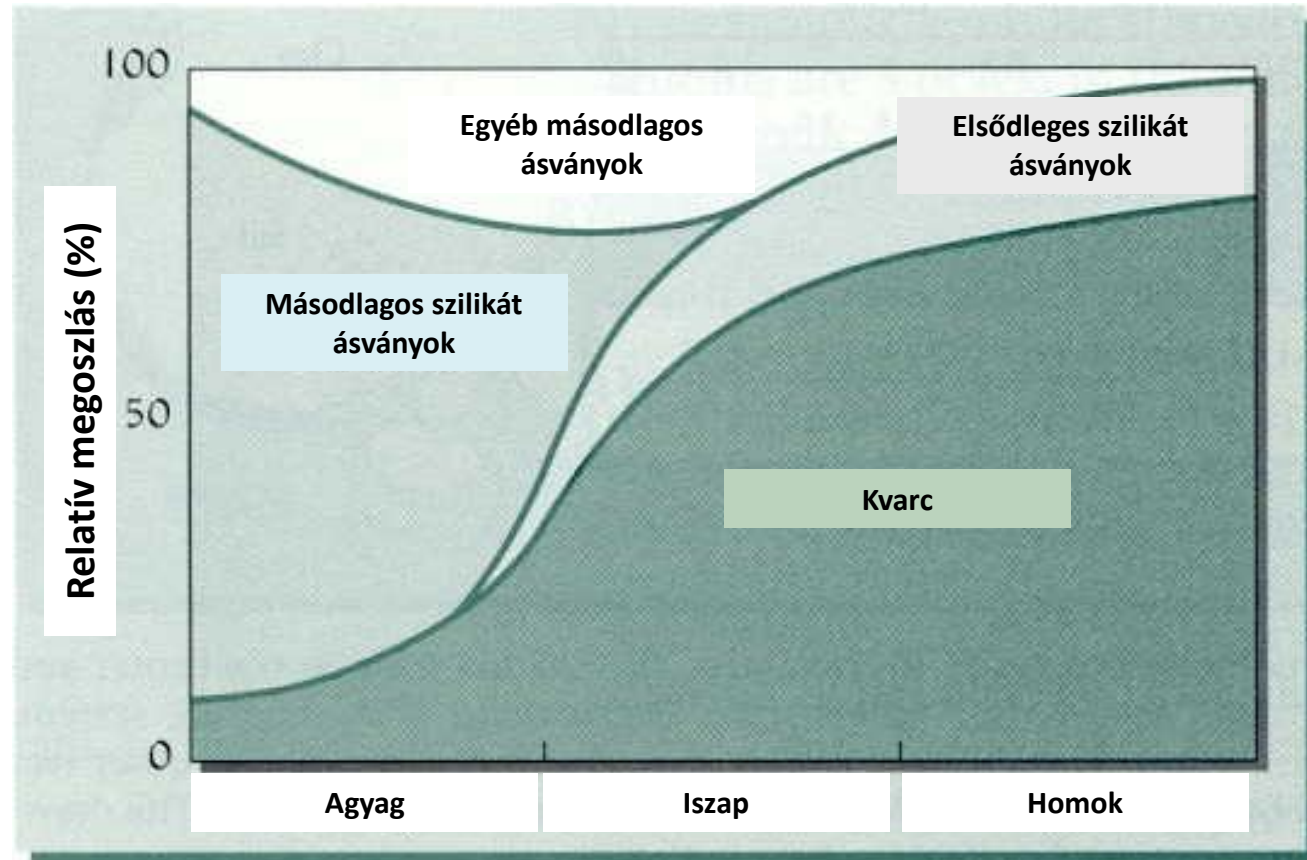
# A talaj fizikai félesége a szöveti vizsgálat alapján



# Szemcseméret-eloszlási görbék különböző fizikai féleségű talajoknál

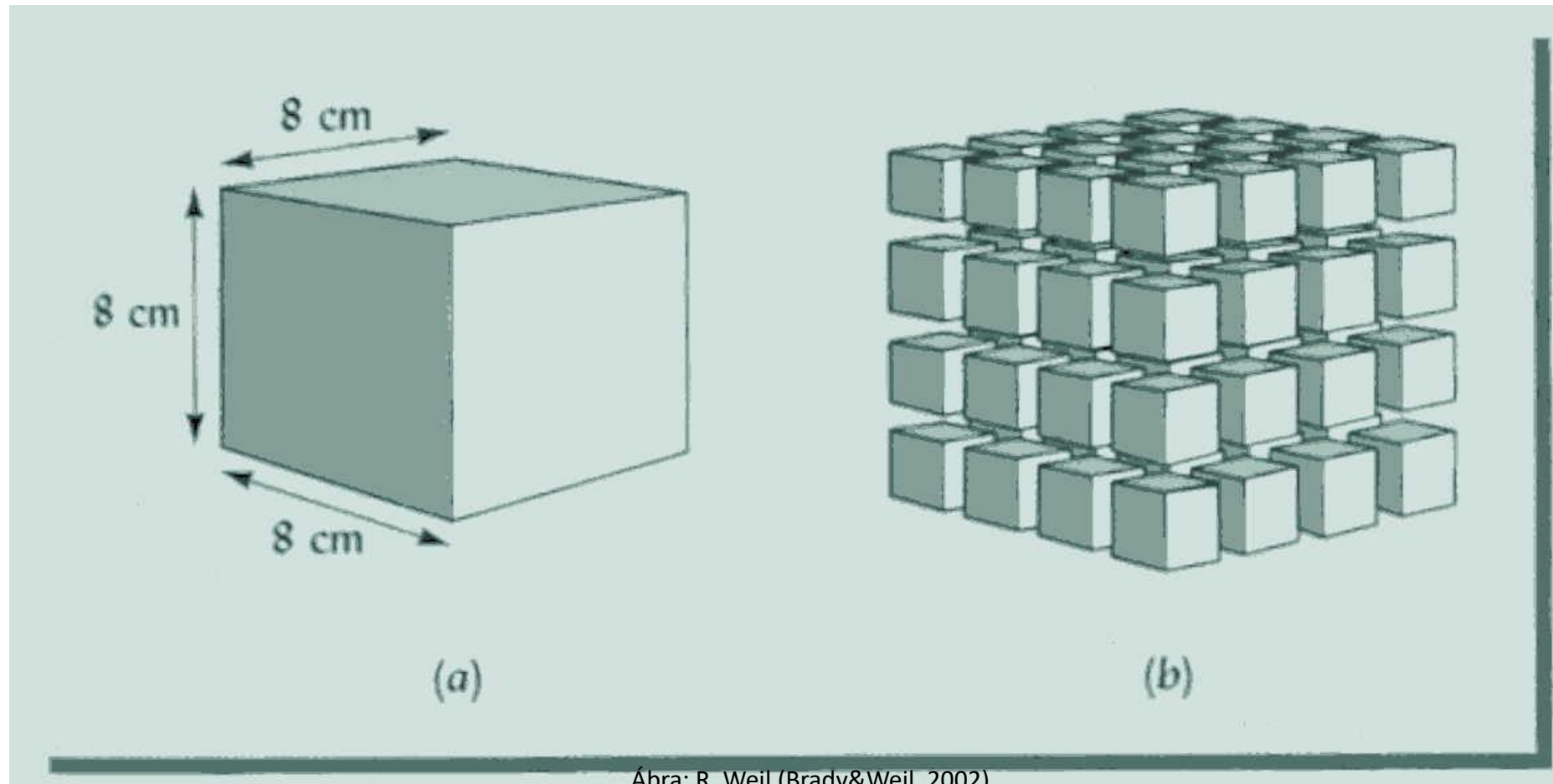


# A különböző méretű talajszemcsék ásványi összetétele



Ábra: R. Weil (Brady&Weil, 2002)

# A különböző méretű szemcsék fajlagos felülete



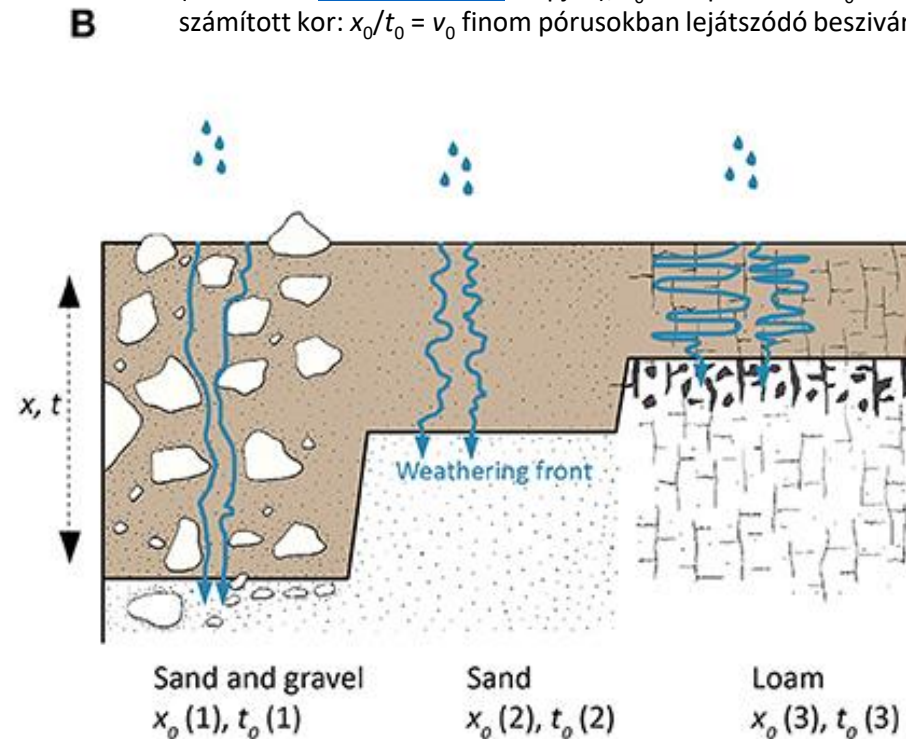
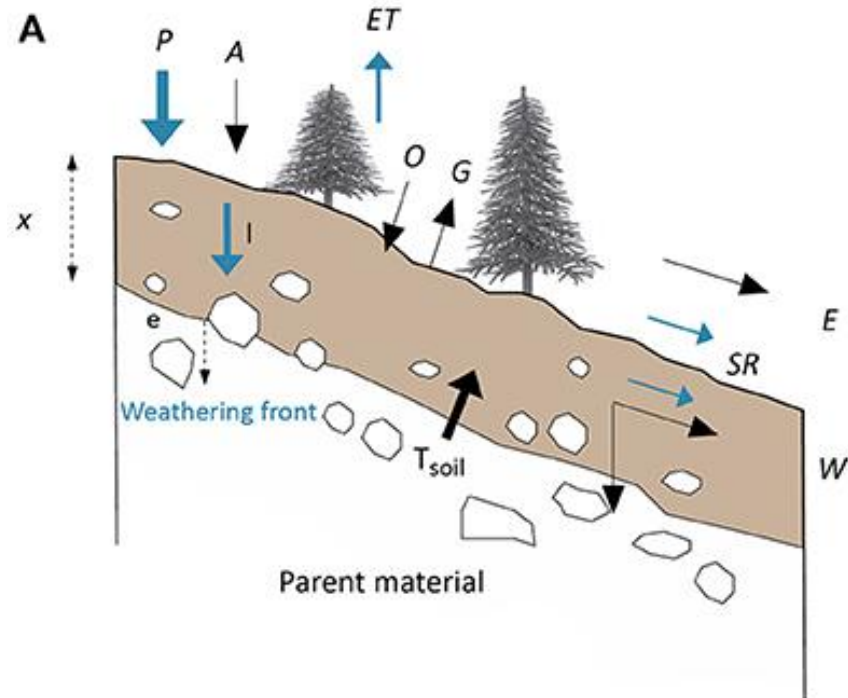
Ábra: R. Weil (Brady&Weil, 2002)

# A talajszemcsék alakjának és fajlagos felületének összefüggései

Alak	Dimenzió, cm	Térfogat, cm <sup>3</sup>	Összes felület cm <sup>2</sup> /cm <sup>3</sup>
Gömb	R = 0,6204	1	4,84
Kocka	Oldalhossz = 1,0	1	6,00
Lemez (h = vastagság)	$R = \sqrt{\frac{\text{térfogat}}{\pi \cdot h}}$	1	$\frac{2}{h} + 2\sqrt{\pi \cdot h}$
h = 1.10 <sup>-1</sup> cm	1,73*10 <sup>0</sup>	1	2,1*10 <sup>1</sup>
h = 1.10 <sup>-4</sup> cm	5,64*10 <sup>1</sup>	1	2*10 <sup>4</sup>
h = 5.10 <sup>-5</sup> cm	7,98*10 <sup>1</sup>	1	4*10 <sup>4</sup>
h = 1.10 <sup>-5</sup> cm	1,78*10 <sup>2</sup>	1	2*10 <sup>5</sup>

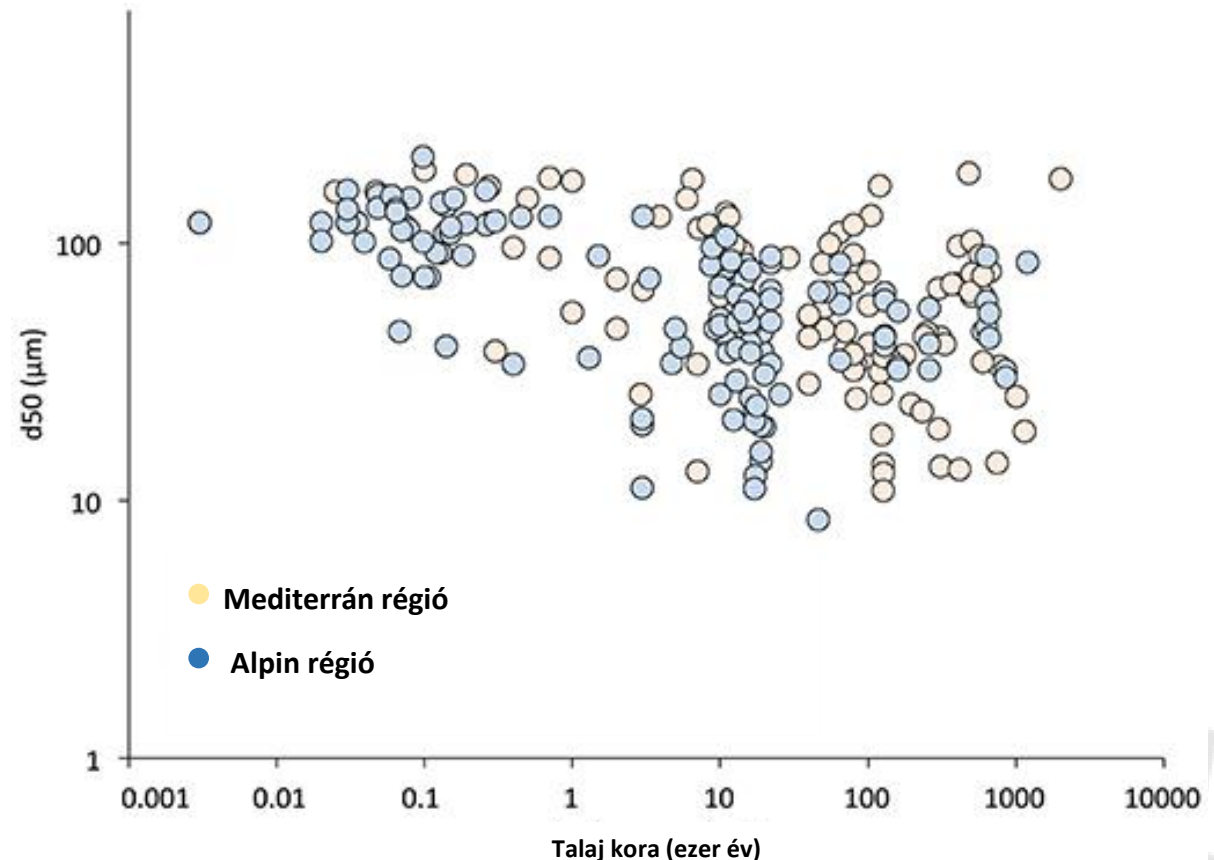
# A talajok korának és szemcseösszetételének összefüggése

(A) A fekete nyilak a talajba ill. -ből történő tömegáramlást mutatják;  
 $T_{soil}$  = az alapkőzet talajosodása,  $A$  = atmoszférikus depozíció,  $O$  = nettó szerves anyag input,  $G$  = szerves anyag lebomlása,  $E$  = erózió,  $W$  = kémiai bomlás (talajoldattal elszivárgás).  
 Kék nyilakkal van jelölve a víz ki- és belépése a termőrétegbe/ből:  $P$  = csapadék,  $ET$  = evapotranspiráció,  $SR$  = felszíni és felszín alatti lefolyás,  $I$  = beszivárgás.  $e$  = Mállási front.  
 (B) Termőréteg vastagság ( $x$ ) a granulometriás szemcseméret mediánja alapján számítva; (módosítva [Birkeland, 1984](#) alapján);  $x_0$  = alaplínia és  $t_0$  = alap kor,  $x$  = számított méret és  $t$  = számított kor:  $x_0/t_0 = v_0$  finom pórusokban lejátszódó beszivárgás üteme.



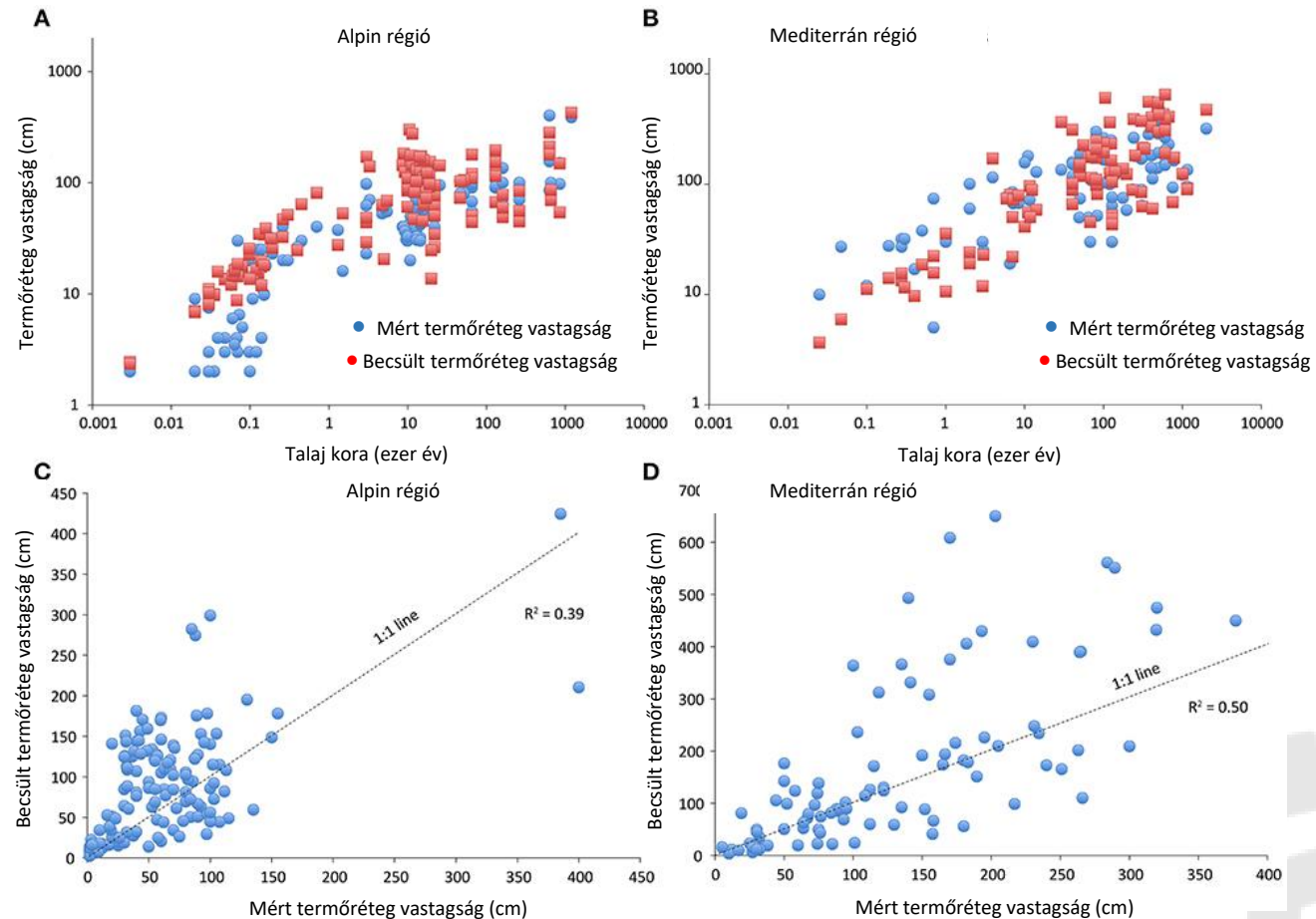
# A talajok szemcseméretének változása időben, mediterrán és alpesi körülmények között

- A jellemző szemcseösszetétel  $d_{50}$  (medián) eredeti értéke 100  $\mu\text{m}$ -ról 10  $\mu\text{m}$ -re kb. 20.000 év alatt csökken le!
- Ugyanezen idő alatt a maximális szemcseméret nagyjából állandó marad, 200  $\mu\text{m}$  körül értékkel;
- Ezen értékek mind a két vizsgált régióban hasonlóan alakultak.



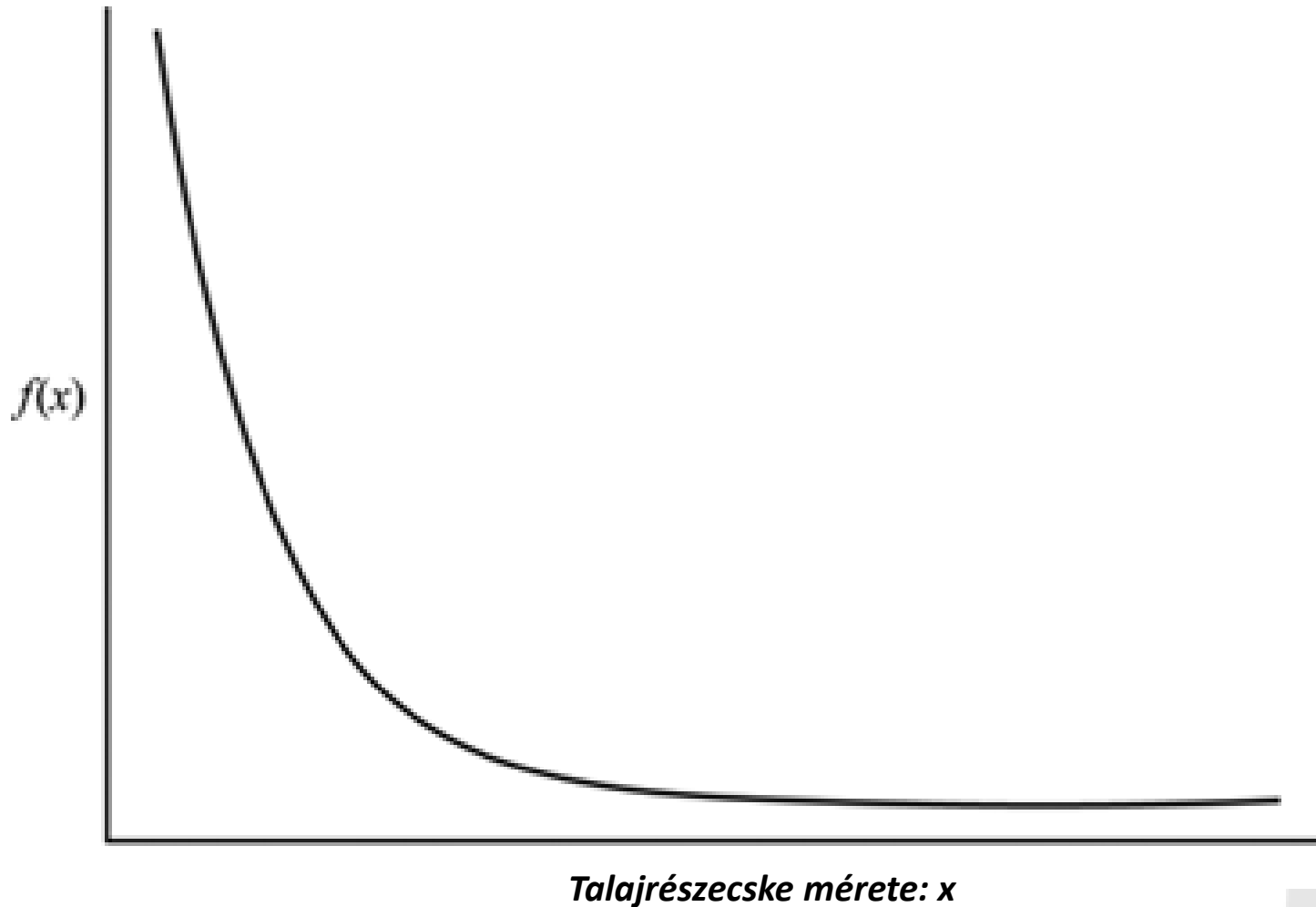


# A termőréteg vastagság alakulása időben, alpesi és mediterrán körülmények között, valamint a modellezett és mért termőrétegvastagságok összefüggései.



# A talaj tulajdonságainak és szemcseösszetételének összefüggései

- Felület
- Adszorpciós  
képesség
- Duzzadás
- Plaszticitás és  
kohézió



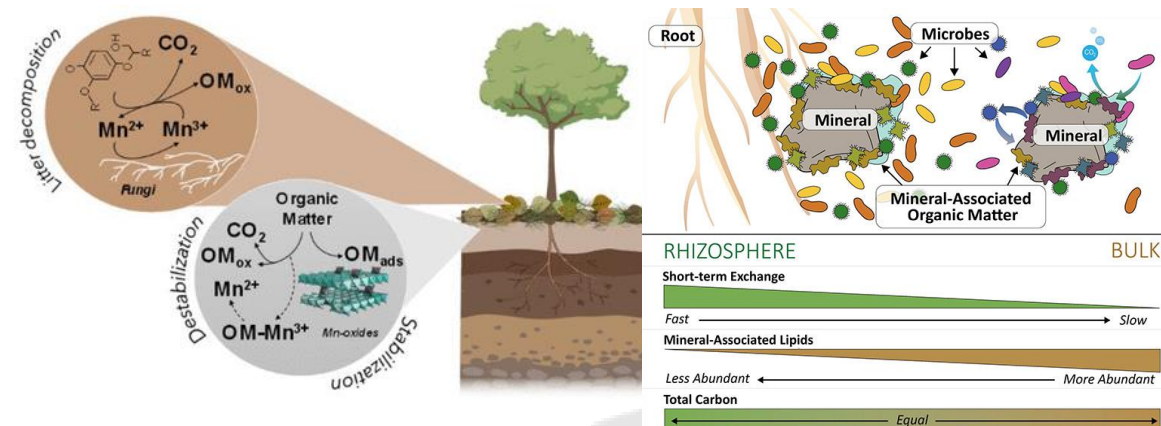
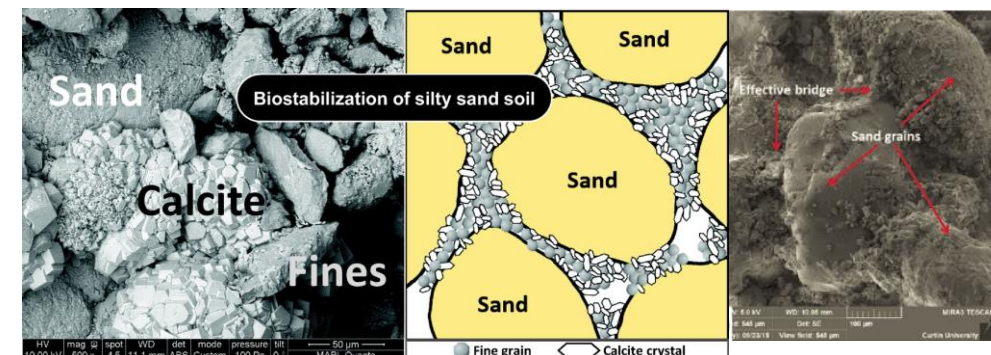
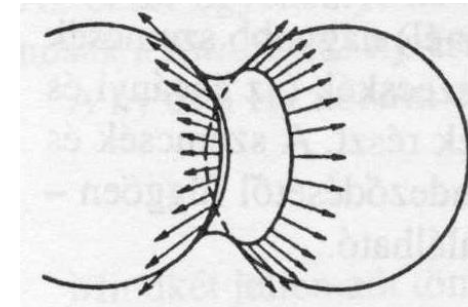
# A talajok szerkezete

- Meghatározó tényezői:
  - szilárd ásványi részecskék tulajdonságai (szemcseösszetétel) és a szerves anyagok mennyisége, minősége
- Legfőbb jellemzői:
  - Alak (mértani forma)
  - Méret
  - Kifejezettség.



# A talajszerkezet kialakulása

- Kicsapódási, kiválási folyamatok (kolloid koagulumok)
- Ásványi szemcsék összeragasztása
  - talajnedvesség adta kohézió
  - Szervetlen kötőanyagok ( $\text{CaCO}_3$ , fém-oxidok/hidroxidok)
  - Szerves kötőanyagok (gyökérváladékok, mikrobák exkrétumai, szerves bomlási termékek, humusz-molekulák)
  - szervetlen-szerves kombinációk (Ca-humátok!)
  - Mikroorganizmusok
  - Fizikai hatások (talajtömörödés, szántás)



Forrás: <https://www.britannica.com/science/surface-tension>

Képek:

Stefanovits, 1999

<https://cdnsiencepub.com/doi/10.1139/cgj-2018-0191>

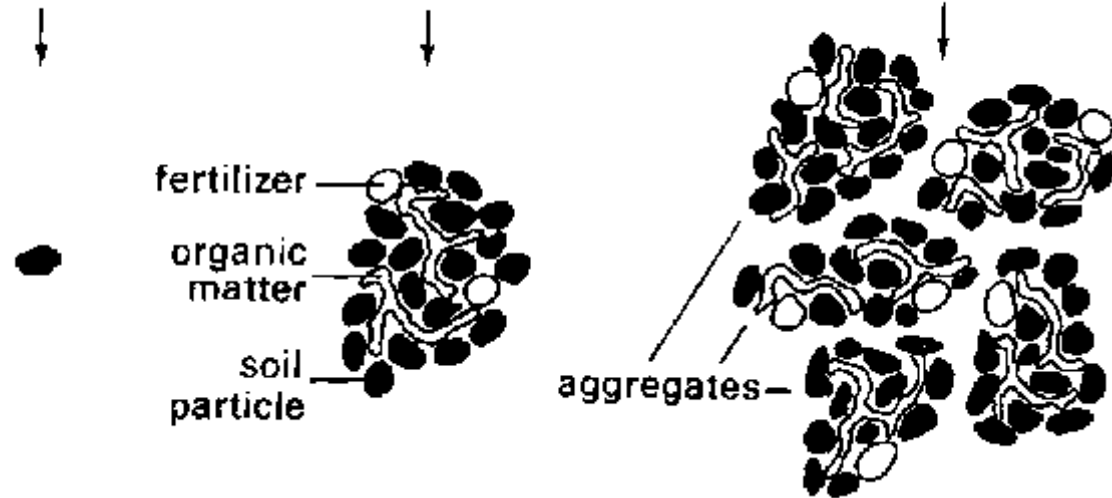
<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c00299>

<https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.1c00300>

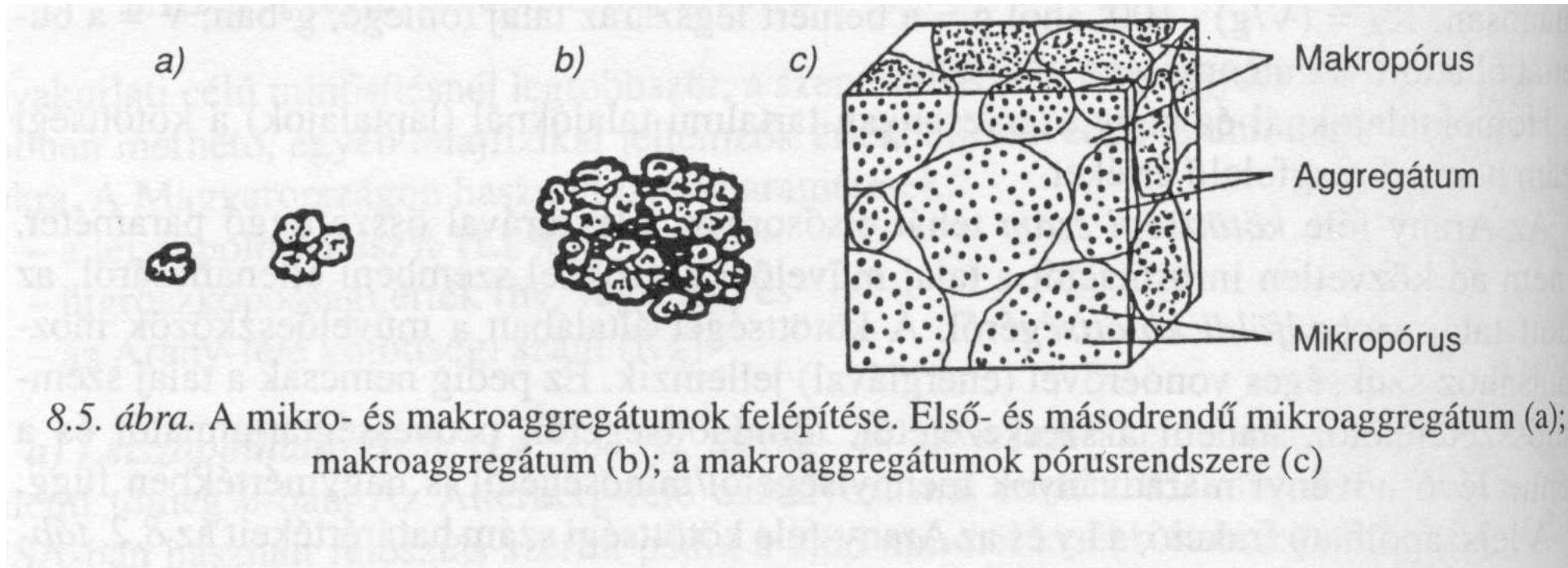
soil particle

soil aggregate

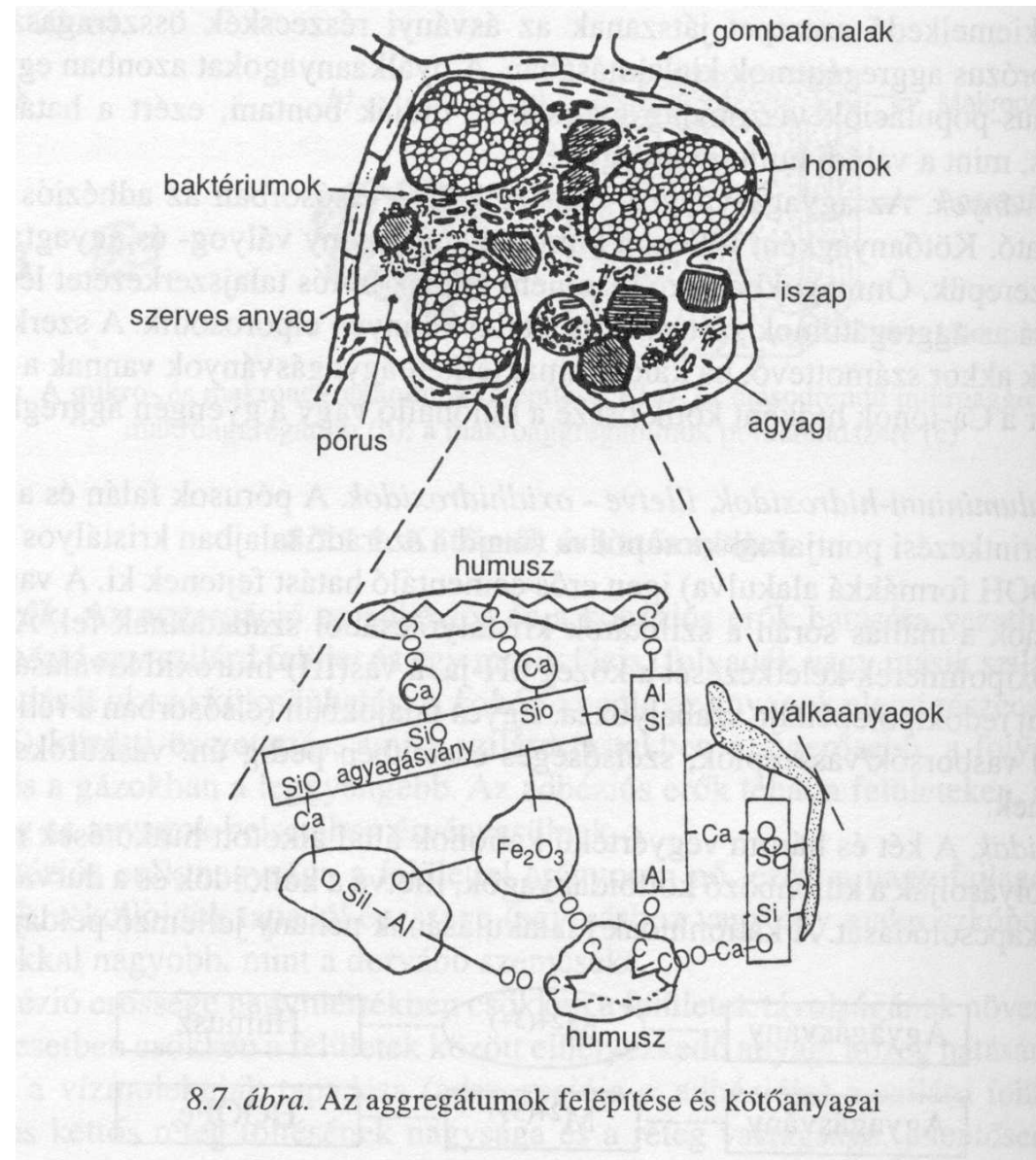
soil structure



Forrás:  
Stefanovits, 1999;  
<https://www.fao.org/3/r4082e/r4082e03.htm>



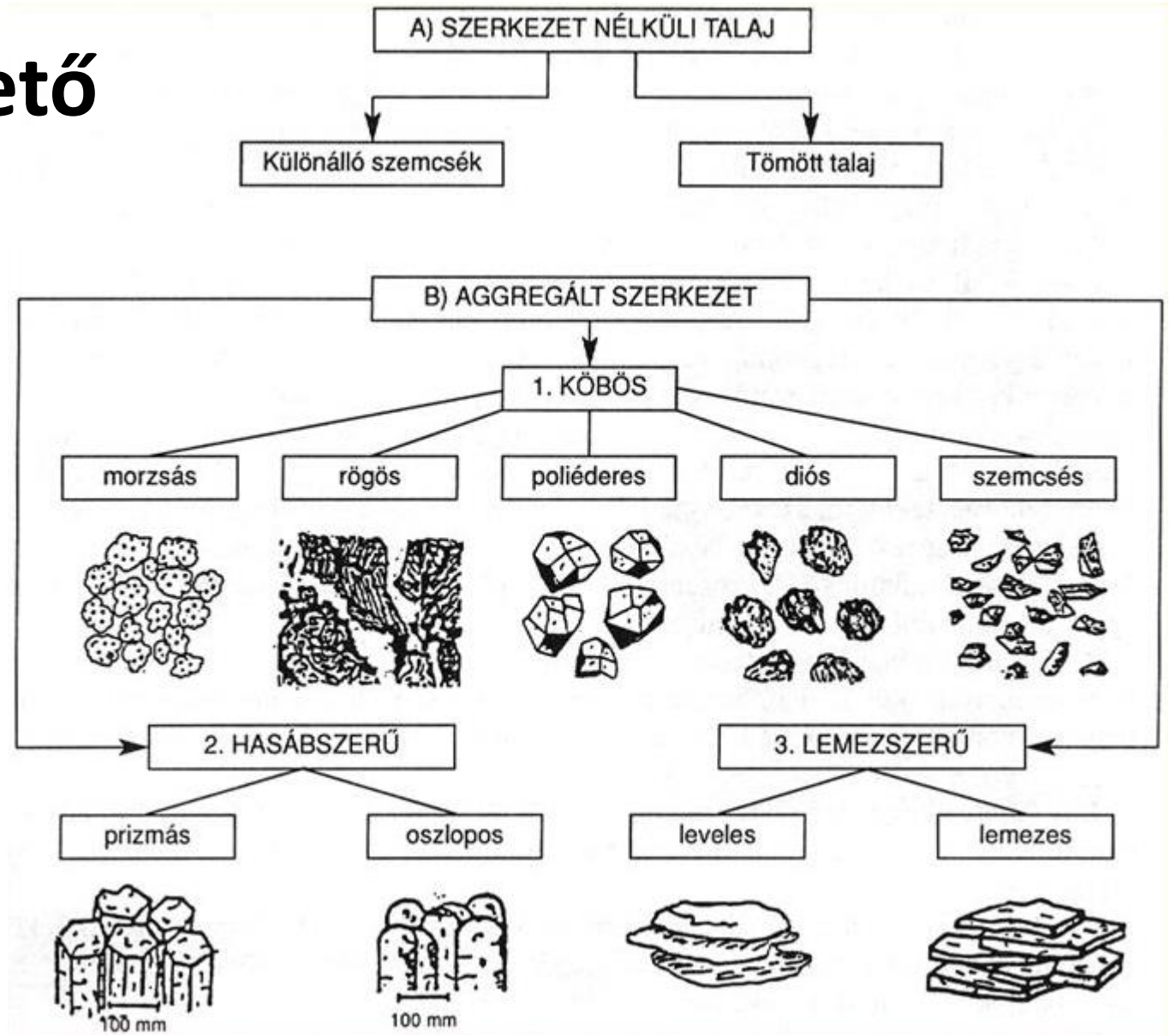
8.5. ábra. A mikro- és makroaggregátumok felépítése. Első- és másodrendű mikroaggregátum (a); makroaggregátum (b); a makroaggregátumok pórusrendszere (c)



8.7. ábra. Az aggregátumok felépítése és kötőanyagai

# Talajszemcsék alapvető formái

- Alapvető formák
  - Gömb (szférikus)
  - Lemezes
  - Hasábos ill. szemcsés
  - prizmás



# Talajszemcsék mérete

- $< 0.25$  mm - por
- 25 – 10 mm - morzsa
- 10 mm  $<$  - rög

Legkedvezőbb, ha az aggregátumok több mint 80%-a morzsa!





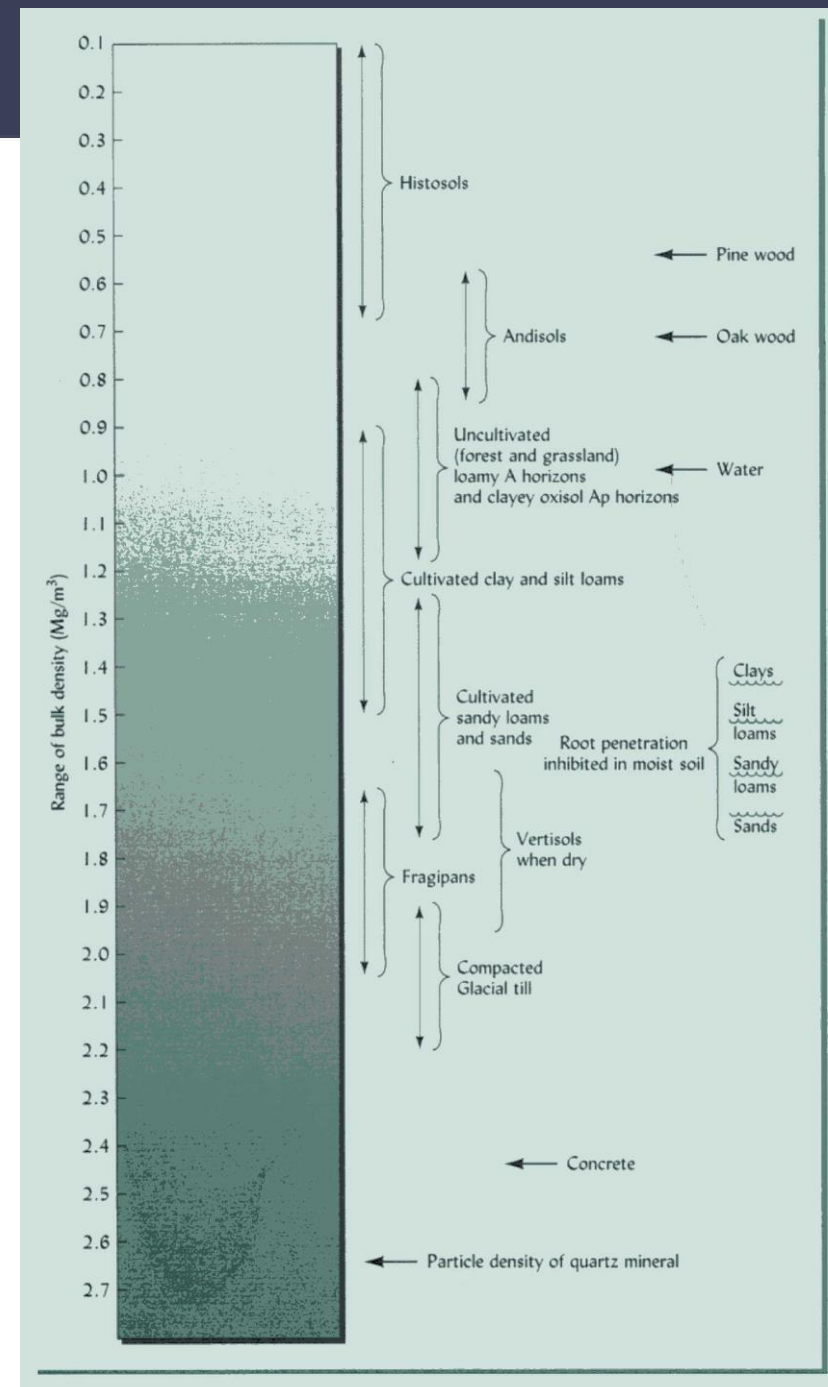
# Talajalkotók sűrűsége

- **Részecskék sűrűsége ( $\rho$ ):** a talaj egyes szilárd szemcséinek térfogategységre eső tömege;
- Alapvetően a kőzetek ásványi összetétele határozza meg;
- Nem függ a pórustértől!
- Ásványi talajalkotók:  $2.60 - 2.75 \text{ g/cm}^3$
- Szerves anyagok:  $0.90 - 1.30 \text{ g/cm}^3$



# Talajok térfogattömege

- Térfogattömeg ( $\rho_b$ ): a pórusokat is tartalmazó, abszolút száraz talaj térfogategységre eső tömege
- Értéke általában 0,8-1,7 g/cm<sup>3</sup> között változik;
- Meghatározó tényezői:
  - Ásványi rész szöveti tulajdonságai (totálporozitás!)
  - Humusztartalom;
  - Tömődöttség, talajművelés ill. talajhasználat hatásai;



# Talajok pórustere

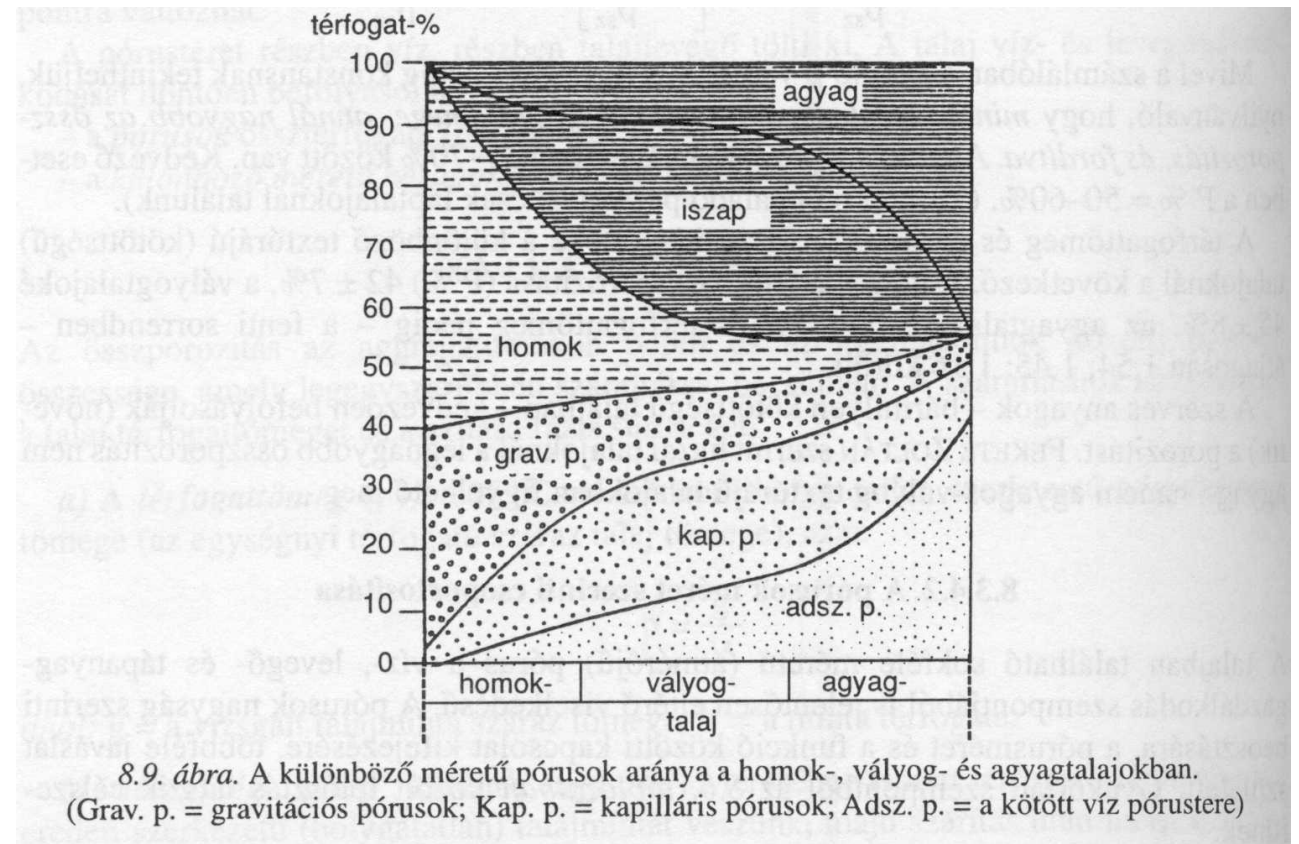
- Sűrűség ( $\rho_t$ )
- Térfogattömeg ( $\rho$ )
- Összporozitás

$$P\% = 100 - \left( \frac{\rho}{\rho_t} * 100 \right)$$

- minél kisebb  $\rho$ , annál nagyobb a P%
- átlagos talajokban P% = 35 – 70%, kedvező 50-60 %

# Talajpórusok méret szerinti megoszlása

Pórusméret ( $\mu\text{m}$ )	Pórus megnevezése
< 0.2	adszorpciós pórustér
0.2 - 10	kapilláris hézagter
10 - 50	kapilláris-gravitációs
50 <	gravitációs



# Talajok vízgazdálkodása

Legfőbb jellemzői:

- Tárolt víz mennyisége
- Víz mozgékonyága (felvehetősége)
- Vízmozgás mértéke (tér- és időbeli változása)



# A talajok nedvességállapotának optimalizálása

A talaj fizikai (és kémiai) tulajdonságait úgy kell alakítani, hogy:

- a talajra került csapadék minél nagyobb része beszivároгjon (felszíni elfolyás, párolgás csökkentése stb.);
- minél nagyobb része raktározódjon (vízbefogadó képesség növelése, szivárgási veszteségek csökkentése);
- a tárolt víz minél nagyobb része legyen felvehető.



# Talaj nedvességtartalma - tömegszázalékban

$$\Theta_{s\%} = (G_n - G_{sz}) / G_{sz} \cdot 100$$

$\Theta_{s\%}$  - nedvességtartalom (g nedvesség/100 g száraz talaj)

$G_n$  - nedves talaj tömege

$G_{sz}$  – száraz talaj tömege

# Talaj nedvességtartalma - térfogatszázalékban

$$\Theta_{\text{tf}\%} = \Theta_{\text{s}\%} \cdot \rho$$

$\Theta_{\text{tf}\%}$  - nedvességtartalom ( $\text{cm}^3 / 100 \text{ cm}^3$  száraz talaj)

$\rho$  - talaj térfogattömege ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )



# A talaj víz- ill. levegőtelítettsége

- **Víztelítettségi százalék (relatív víztartalom %)**

$$VT\% = RV\% = (\Theta_{tf\%} / P\%) \cdot 100$$

- **Levegőellátottság (relatív levegőtartalom %)**

$$RL\% = 100 - VT\%$$



# Talaj vízkészlete mm-ben ( $\Theta_{\text{mm}}$ )

$$\Theta_{\text{mm}} / x_{\text{cm}} = \Theta_{\text{tf}\%} \cdot (x_{\text{cm}}/10)$$

$$\Theta_{\text{tf}\%} = \Theta_{\text{mm}} / 10$$

1  $\Theta_{\text{tf}\%}$  = 1 mm nedvesség 10 cm vastag talajrétegben

nedvességkészlet átszámítása [ $\text{m}^3/\text{ha}$ ] mértékegységre:

1 mm vízborítás /ha = 10000 l/ha = 10  $\text{m}^3/\text{ha}$

$$\Theta_{\text{m}^3/\text{ha}} = \Theta_{\text{mm}} \cdot 10 \text{ vagy } \Theta_{\text{m}^3/\text{ha}} = \Theta_{\text{tf}\%} \cdot x_{\text{cm}}$$



# Számítási példa:

Hány mm-nyi csapadékot képes tárolni az alábbi talajréteg?

$$\Theta_{s\%} \quad - \quad 16 \%$$

$$x \quad - \quad 25 \text{ cm}$$

$$\rho \quad - \quad 1,45 \text{ g/cm}^3$$

$$\Theta_{tf\%} = \Theta_{s\%} \cdot \rho = 16 \cdot 1,45 = 23,2 \%$$

$$\Theta_{\text{mm} / 25 \text{ cm}} = \Theta_{tf\%} \cdot (x_{\text{cm}}/10) = 23,2 \cdot 2,5 = 57 \text{ mm}$$

Mennyi öntözővízra van szükség 1 ha területen, ha ekkora vízmennyiséget szeretnénk kijuttatni?

$$\Theta_{\text{m}^3/\text{ha}} = \Theta_{\text{mm}} \cdot 10 = 57 \cdot 10 = 570 \text{ m}^3/\text{ha}$$

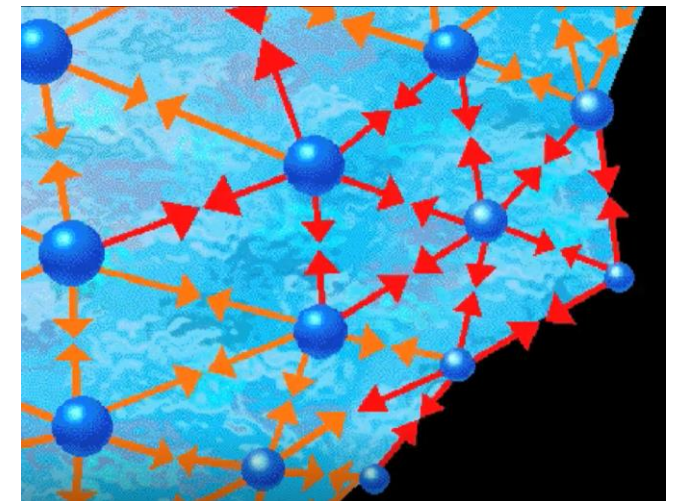


# A víz megkötése és visszatartása a talajban

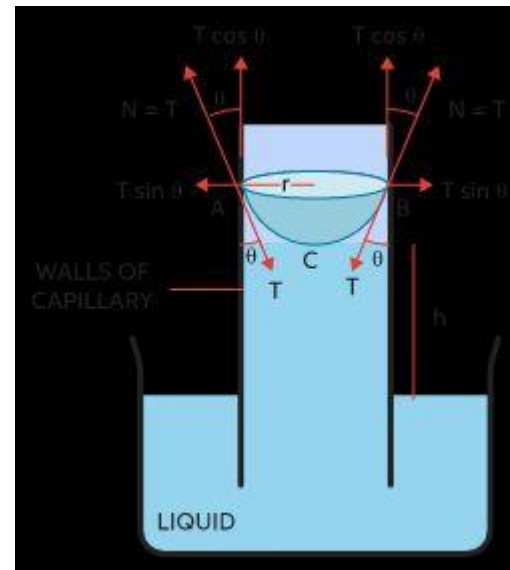
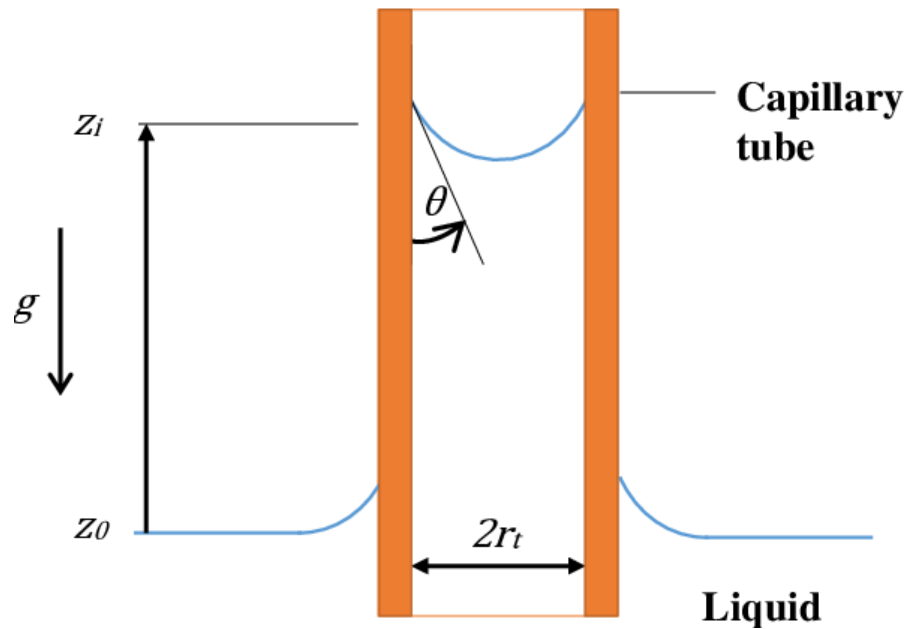
- Adhézión erők
- Kapilláris erők



# Felületi feszültség



Folyadék anyaga	$C_0$ (mN/m)	Hőmérséklet-tartomány (°C)
higany	490.6	5 ↔ 200
víz	75.83	10 ↔ 100
aceton	26.26	25 ↔ 50



Forrás:  
Fraser, J. (2015): Surface tension driven water pumping: a bio inspired passive water pump. Engineering, 2015.03.01.  
<https://www.istockphoto.com/hu/fot%C3%B3k/water-surface-tension>

# Kapilláris vízemelés magassága

- Kapilláris vízemelkedés magassága ( $h$ )

$$h = 0,3/d = 0,15/r \text{ (Jurin-képlet)}$$

- gyakorlatias forma:

$$h_{(\text{cm})} = 3000/d' = 1500/r'$$

ahol  $d'$  = pórusátmérő mikronban



<https://isaacscienceblog.com/2016/11/16/capillary-action/>

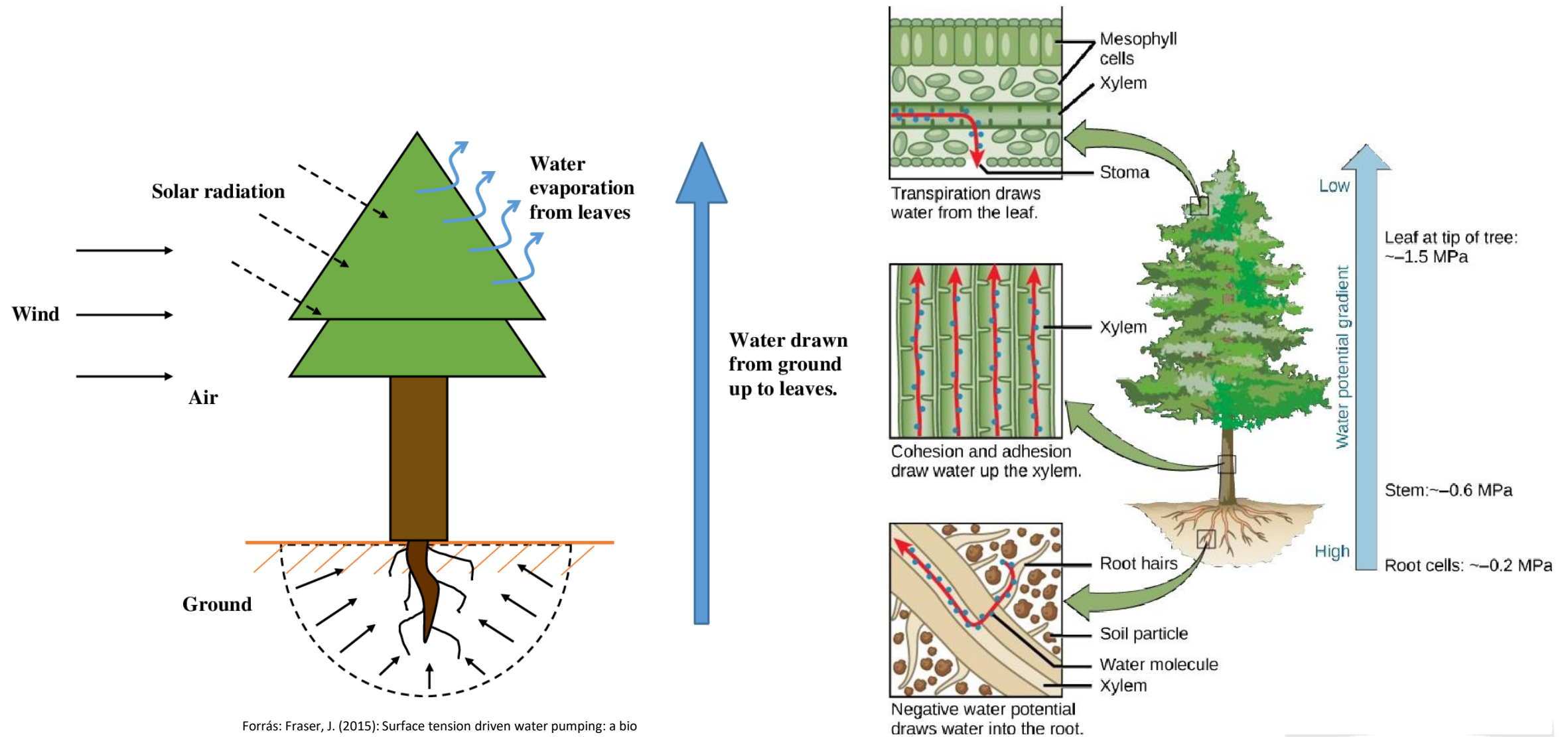


# Módosító tényezők a talajban

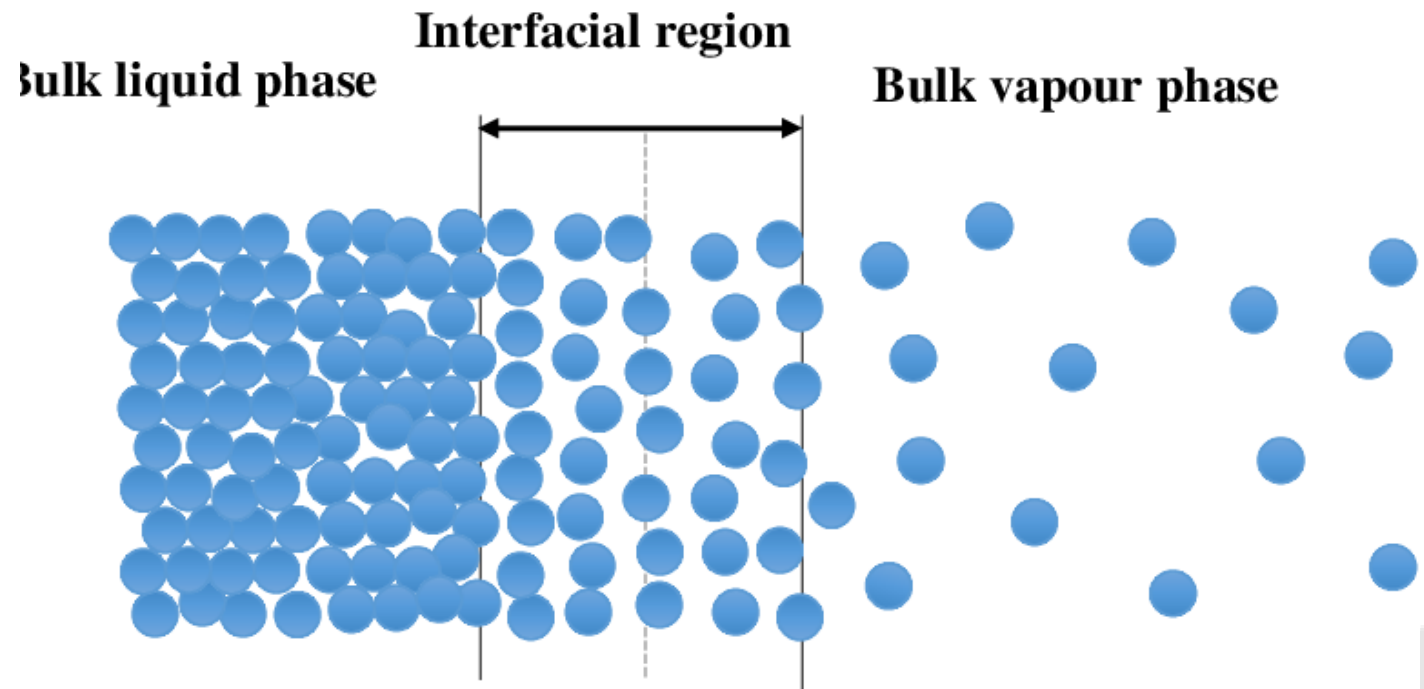
- sokféle alakú
- egyenetlen átmérőjű pórusrendszer
- agyagos talajok duzzadása
- kis kapillárisok eltömődése/beiszapolódása
  - vízmozgás erősen korlátozott!
- bonyolult, többirányú keresztjáratok léteznek
- légdugók keletkezése
  - vízáramlás megakadályozása







Forrás: Fraser, J. (2015): Surface tension driven water pumping: a bio inspired passive water pump. Engineering, 2015.03.01.



# MAKÓ ANDRÁS GYAKORLÓFELADAT:

Példa 1.: Ha egy  $100 \text{ cm}^3$  -es talajmintát telítünk vízzel (minden pórusa vízzel telített), lemérjük a tömegét, majd kiszárítjuk  $105^\circ \text{C}$ -on és újra lemérjük a tömegét, a két mérés közt  $40 \text{ g}$  a különbség.

- Mennyi a talajminta összporozitása?

Megoldás:

- A).  $60\%$
- B).  $40\%$
- C).  $30\%$

Kiszárításkor  $40 \text{ g}$  nedvesség távozott belőle, ami  $40 \text{ cm}^3$  víznek felel meg. Ez a  $100 \text{ cm}^3$  -es minta esetében  **$40 \text{ tf}\%$  (B-válasz)**.

# MAKÓ ANDRÁS GYAKORLÓFELADAT:

- Példa 2.: Számítsa ki az alábbi mérési adatokból a szükséges vízgazdálkodási paramétereket!

## Adatok:

Eredeti szerkezetű talajminta térfogata =  $250 \text{ cm}^3$  (minden talajmintára).

- Eredeti szerkezetű talajminta tömege -1/3 bar-on (pF 2,5) (szántóföldi vízkapacitás) = 420 g
- Eredeti szerkezetű talajminta tömege -15 bar-on (pF 4,2) (hervadáspon) = 350 g
- Eredeti szerkezetű talajminta tömege abszolút száraz állapotban (105 °C-on kiszárítva) = 300 g

## Kérdések:

- 1) Mennyi a minta térfogattömege?

Megoldás: Térfogattömeg =  $300 \text{ g} / 250 \text{ cm}^3 = 1,2 \text{ g/cm}^3$  (mindig abszolút száraz talaj tömeggel számolunk!)

- 2) Mennyi a tömegszázalékos nedvességtartalom a szántóföldi vízkapacitás állapotában?

Megoldás:  $420 \text{ g} - 300 \text{ g} = 120 \text{ g}$  (a talaj víztartalma)  $100 \times (120 \text{ g} / 300 \text{ g}) = 40 \%$  (\*mindig az abszolút száraz talaj tömegére vonatkoztatunk)

- 3) Mennyi a térfogatszázalékos nedvességtartalom a szántóföldi vízkapacitás állapotában?

Megoldás:  $420 \text{ g} - 300 \text{ g} = 120 \text{ g}$  (a talaj víztartalma)  $\sim 120 \text{ cm}^3 \text{ VKsz} = 100 \times (120 \text{ cm}^3 \text{ víz} / 250 \text{ cm}^3 \text{ talaj}) = 48 \%$

Más megoldás: térfogattömeg x tömeg% = térfogat%):  $\text{VK}_{\text{sz}} = 1,2 \times 40\% = 48 \%$

# MAKÓ ANDRÁS GYAKORLÓFELADAT:

4) Mennyi a talajminta hasznosítható (diszponibilis) vízkészlete (DV) térfogat%-ban?

**Megoldás:**  $DV = VK_{sz} - HV$

Ahol  $VK_{sz} = 48 \%$  (a 3. alapján)

a talaj víztartalma a hervadáspontról állapotában:  $350 \text{ g} - 300 \text{ g} = 50 \text{ g}$

$$HV = 100 \times (50 \text{ g} / 300^* \text{ g}) = 17 \%$$

\*mindig az abszolút száraz talaj tömegére vonatkoztatunk → tömegszázalékos holtvíztartalom

térfogatszázalékos holtvíztartalom:

$$HV = 1,2 \times 17 \% = 20 \%$$

**Válasz:**  $DV = VK_{sz} - HV = 48\% - 20 \% = 28 \%$



# Gyakorlófeladat 1.:

Adatok:

Egy talajminta:

nedves tömege  $M_n=1,0$  kg és térfogata  $V_t=0,64$  liter;

Szárítószekrényben kiszárítottuk. A mért száraz tömeg:  $M_{sz}=0,8$  kg;

Feltételezve, hogy a sűrűsége  $\rho_{sz}=2,65$  g/cm<sup>3</sup>, számolja ki

- a térfogattömegét ( $\rho_{tt}$ ),
- porozitását ( $f$ ),
- tömegszázalékos nedvességtartalmát  $w_m\%$ ,
- térfogatszázalékos nedvességtartalmát ( $\theta$ ),
- víztelítettség mértékét ( $s$ ) és
- a levegővel telített pórusok arányát ( $f_a$ )!

