



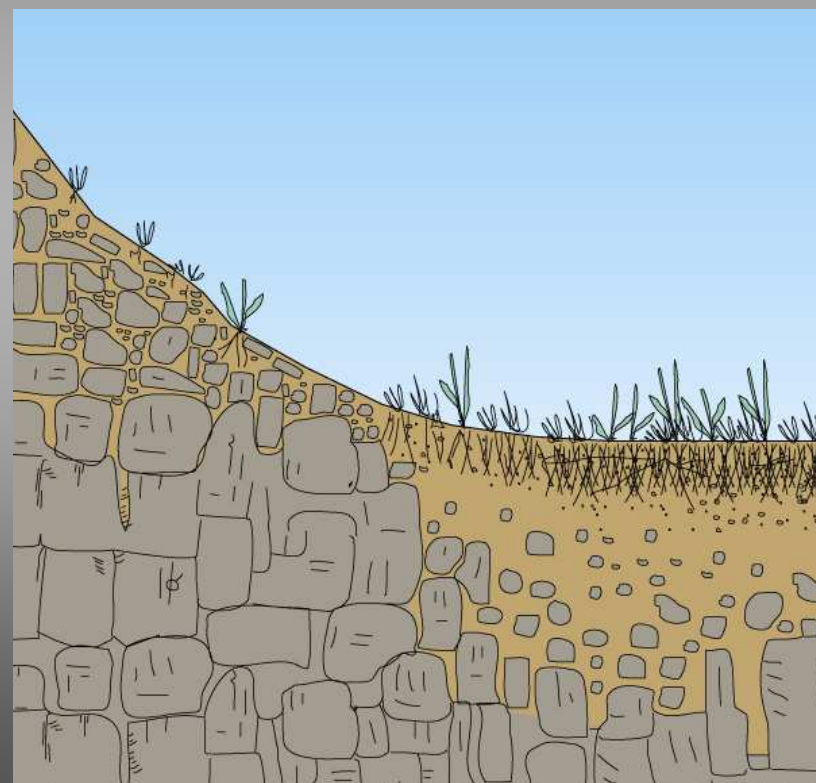
Lekce 2: Půdní znaky a vlastnosti půd

1. Půdní znaky

Hloubka půdy a humusového horizontu

Hloubka půdy – dána přítomností souvislého skalního podloží, výskytem souvislé, výrazně skeletovité vrstvy nebo trvalé hladiny podzemní vody v profilu. Konvenční hloubka je 150 cm.

Hloubka půdy	
pod 30 cm	mělká
30-60 cm	střední
60-120	hluboká
nad 120 cm	velmi hluboká
Hloubka humusového horizontu	
pod 18 cm	mělká
18-25 cm	střední
26-30 cm	hluboká
nad 30 cm	velmi hluboká



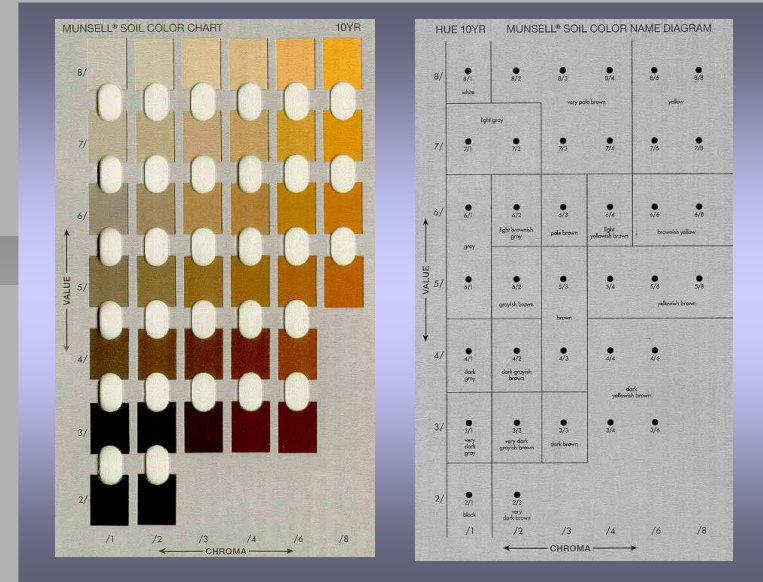
1. Půdní znaky

Faktory omezující hloubku půdy

- charakter povrchu
- humidita
- povaha matečného materiálu

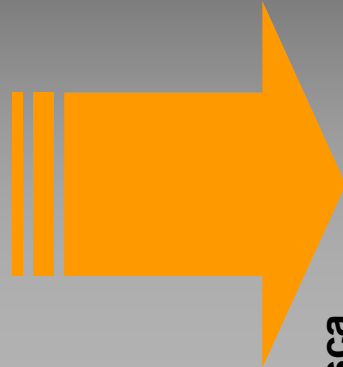
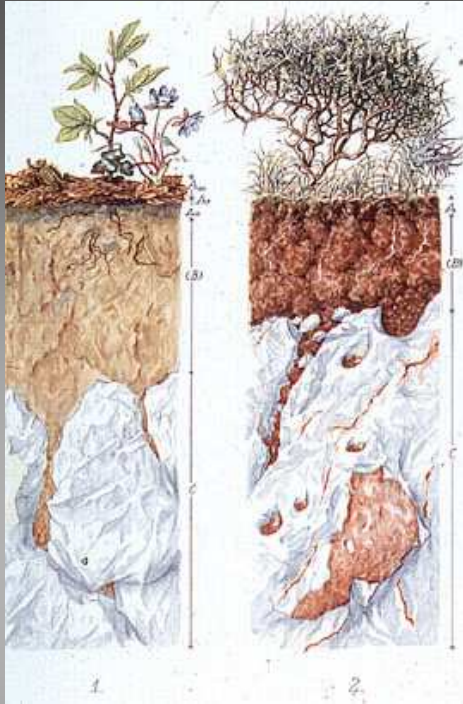
Barva půdy

- matečný substrát
- minerální obsah
- množství a povaha organického materiálu
- půdní vlhkost



Matečný substrát - např. nachově červené zbarvení – u většiny permokarbonských sedimentů; hnědočervené zbarvení – terra rossa na vápencovém podloží; běložluté až okrové zbarvení – u některých křídových sedimentů. Výrazně může ovlivňovat i zbarvení celého půdního profilu.

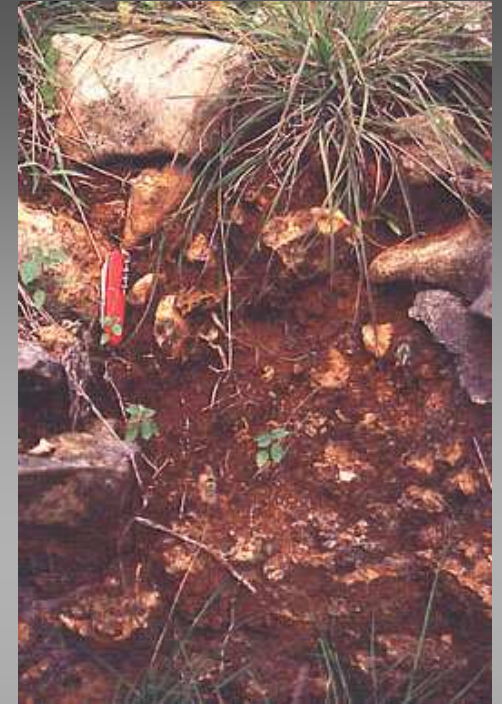
1. Půdní znaky



terra fusca



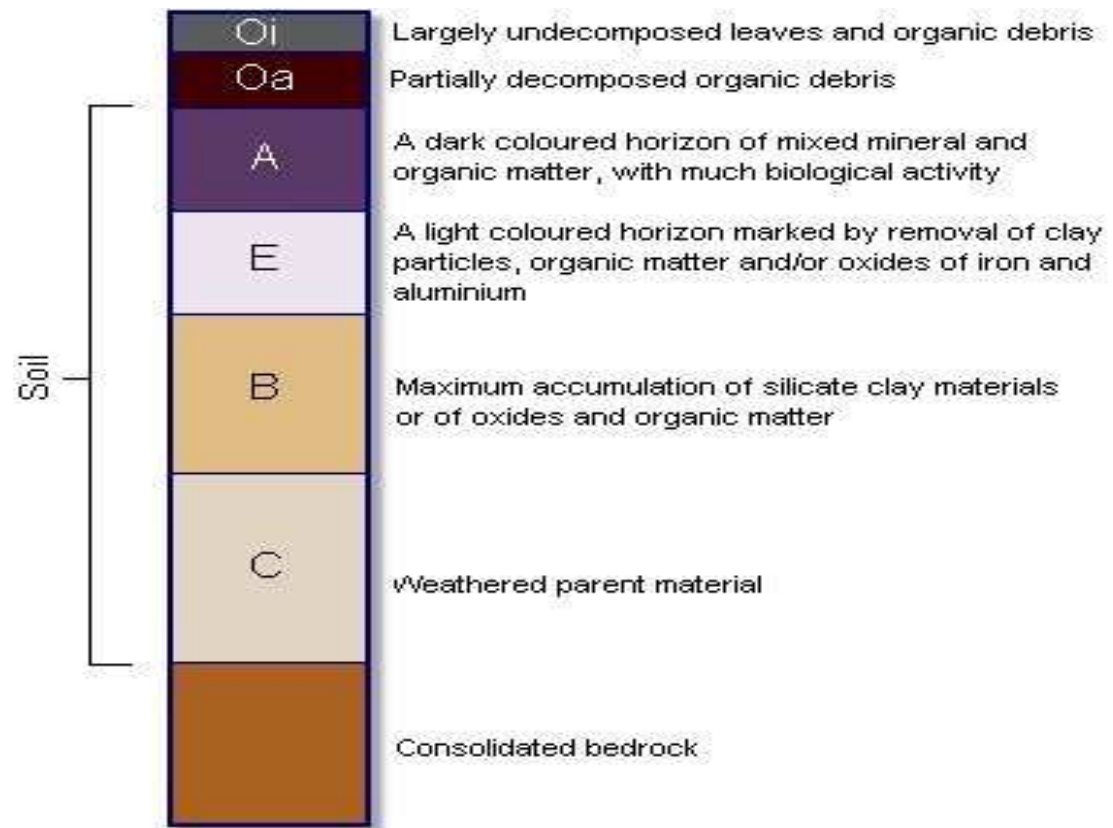
terra rossa



Minerální obsah - důležité → oxidy a hydroxidy. Např. žlutohnědé zbarvení až červené zbarvení – přítomnost železitých oxidů, obvykle goethitu a hematitu. Goethit – červenohnědé až žluté zbarvení → většina anorganického zbarvení v O₂ bohatých půdách.

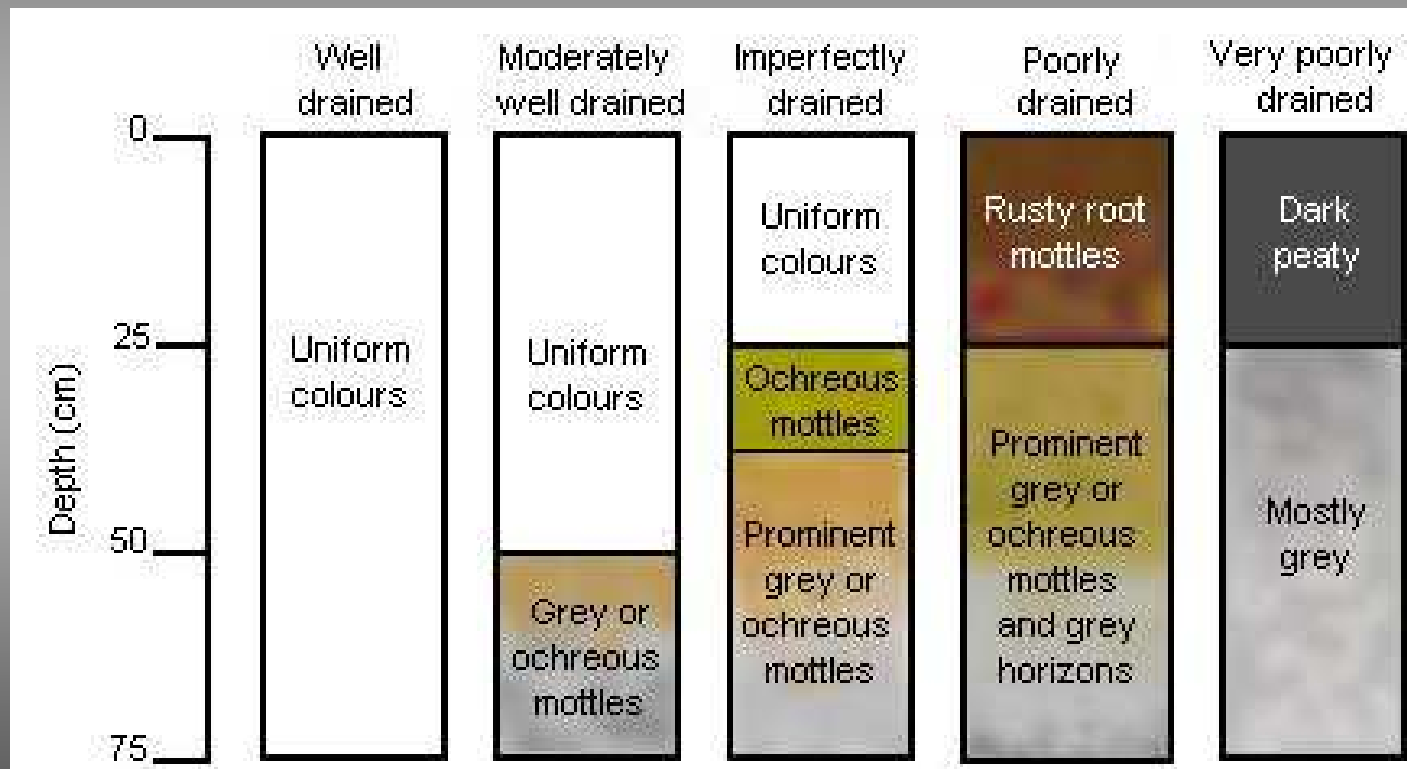
1. Půdní znaky

Koncentrace organického materiálu - poblíž povrchu → tmavší zbarvení (akumulaci organických látek). Intenzita tmavého zbarvení → stupeň rozkladu organické půdní složky. Čím větší humifikace, tím tmavší zbarvení organické složky.



1. Půdní znaky

Vlhkost půd - ve směru od nejsušších půd po půdy nasáklé vodou vidíme změny v řadě: červené půdy – hnědé a žluté půdy – zelené a modré půdy. Skvrnitost a mramorování – charakteristické pro ovlivnění profilu sezónním převlhčením.

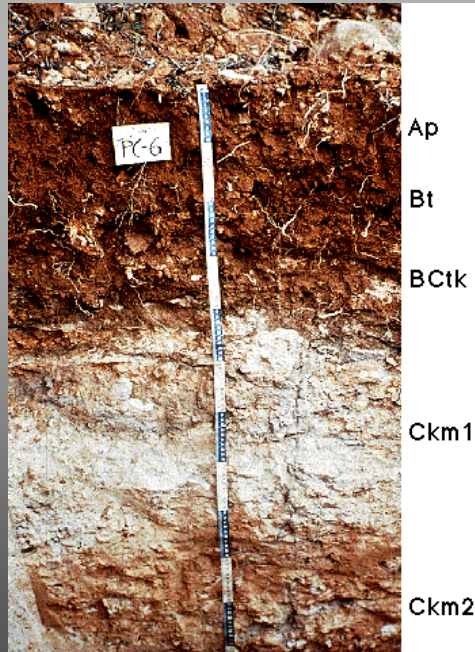


1. Půdní znaky

**zbarvení půd.
horizontů**

eluviace – zesvětlení až
vybělení vyluhovaných horizontů

iluviace - tmavší zbarvení
obohacených horizontů



sloučeniny Fe

okrová, hnědá, rezivá

**železnaté
sloučeniny,
redukční prostředí
(glejifikace)**

šedivá

**usazeniny CaCO_3 ,
obohacení
vysráženými solemi**

bílá, světlešedá

1. Půdní znaky

Struktura půd

- velikost, tvar a uspořádání částic a agregátů
- velikost, tvar a uspořádání volných prostorů mezi částicemi a agregáty
- kombinace charakterů půdních agregátů a prostorů mezi nimi

stabilita půd.
struktury

elementární stav půdní hmoty –
jednotlivé částice netvoří agregáty

slitý stav půdní hmoty –
jednotlivé částice stmeleny →
souvislá půdní masa

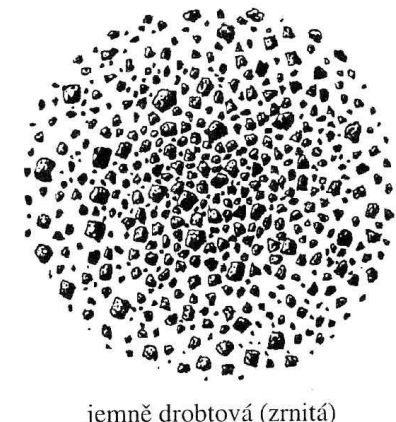
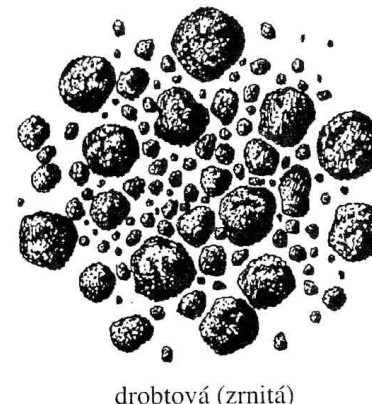
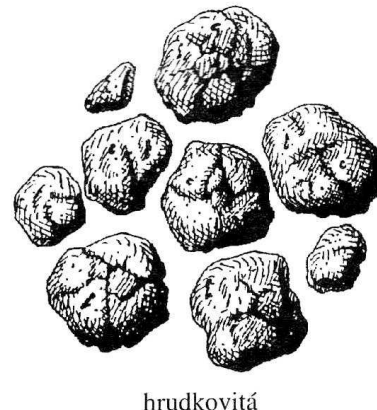
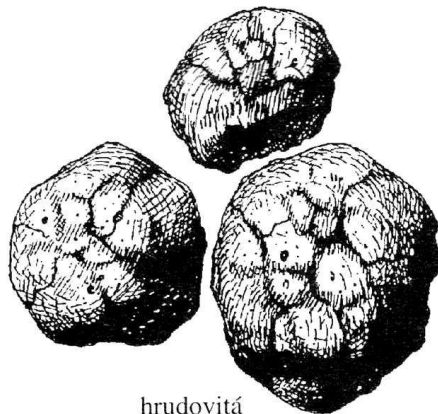
Vliv půdní struktury

- a) propustnost
- b) pronikání kořenů
- c) rychlost infiltrace
- d) rychlost perkolace
- e) erodovatelnost

1. Půdní znaky

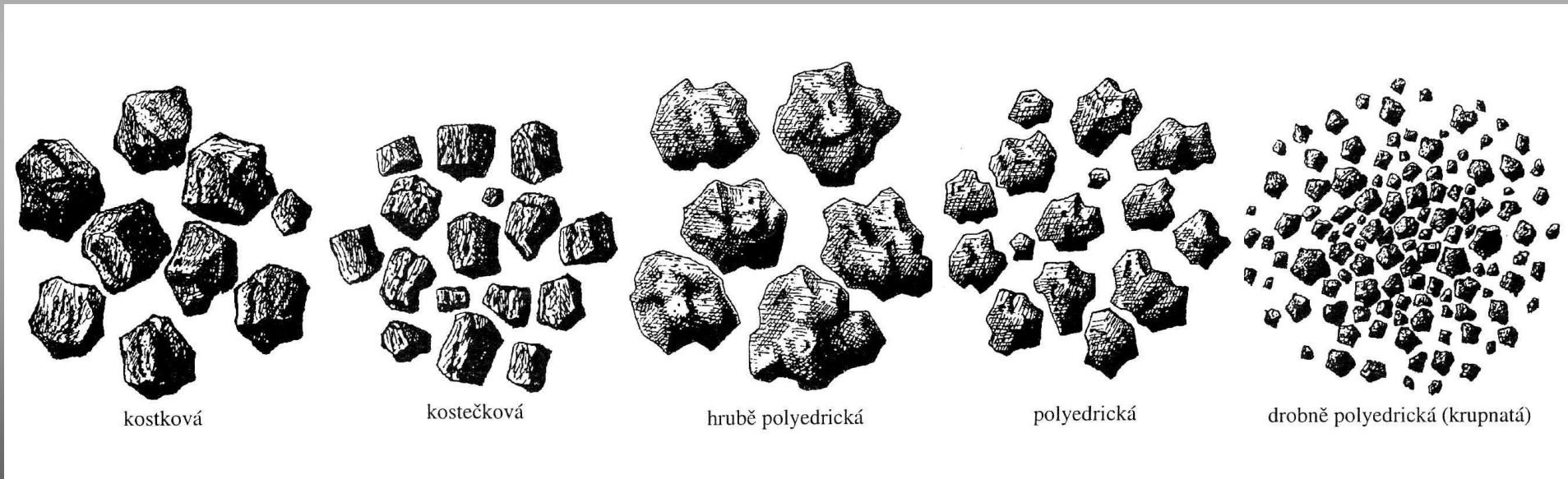
Základní typy struktur pedů (agregátů)

- **hrudovitá (granulární)** - nepravidelně kulovité agregáty, plošný kontakt s ostatními agregáty je omezen. Drobtová struktura – pórovitá granulární struktura. Výskyt – především horizont A. Částice - stmelovány působením organických koloidů. Jíly mohou spolu s hydroxidy Fe + Al vytvářet vazby. Multivalenční kationty Ca^{2+} , Mg^{2+} a Al^{3+} - schopny vázat se na více než jednu koloidální částici



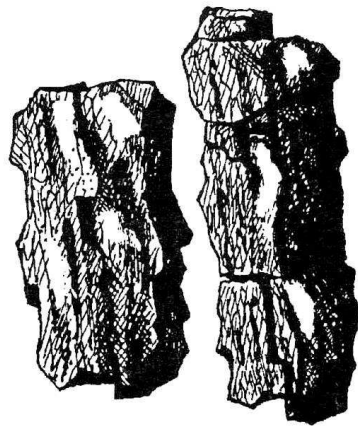
1. Půdní znaky

- **kostková** - přibližně stejně velké bločky mající plošky, kterými se vážou s ploškami ostatních pedů. Podle tvaru rozeznáváme struktury: kostková, kostečková, polyedrická, hrubě polyedrická, drobně polyedrická. Vznik kostkové struktury - plošky jsou nejspíše stříhové plošky vzniklé v důsledku měnící se vlhkosti půdy



1. Půdní znaky

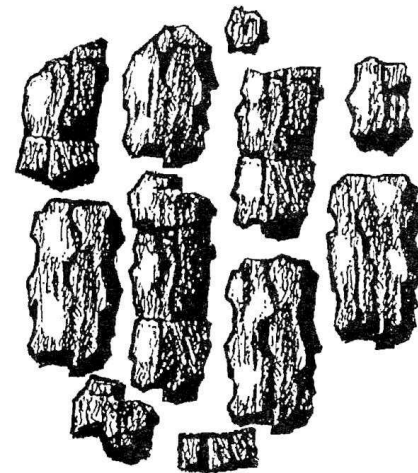
- **prizmatická** - částice uspořádané vertikálně, každý ped ohraničen planárními ploškami, které jsou v kontaktu s ploškami ostatních pedů. Vrchní ohraničení pedů je ploché. Podle velikosti rozlišujeme struktury: prizmatická, hrubě prizmatická, drobně prizmatická
- **sloupcovitá** - zaoblená horní ploška pedů → nabobtnáním v průběhu vlhnutí půdy. Vertikální plošky → smršťování během schnutí (dehydratace), výskyt rýh nebo ohlazů vzniklých střídáním vlhkých a suchých podmínek



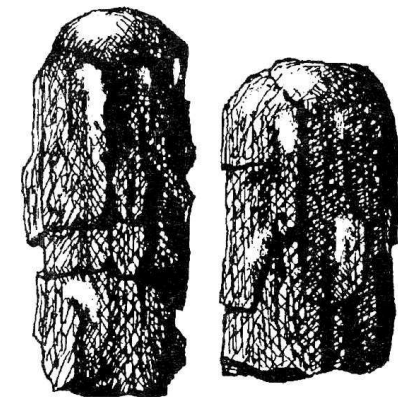
prizmatická



hrubě prizmatická



drobně prizmatická



sloupcovitá

1. Půdní znaky

- Č...
č...
r...
č...
u...
r...
v...



st

btová

ocovitá

á

1. Půdní znaky

Půdní mikromorfologie

- **plazma** - koloidní složka (< 2 μm) rozpuštěné v půdní vodě, která netvoří zrna. Často tvoří povlaků (okutany).
- **skelet** - destrukční minerální frakce sekundárně a amorfní t.
- **voidy** – prostory mezi částicemi a plazmy. Na alpské a alpské bublinovité póry nebo dutinky



Typy povlaků

argilany

skeletany

+ hydrox. Fe, Al

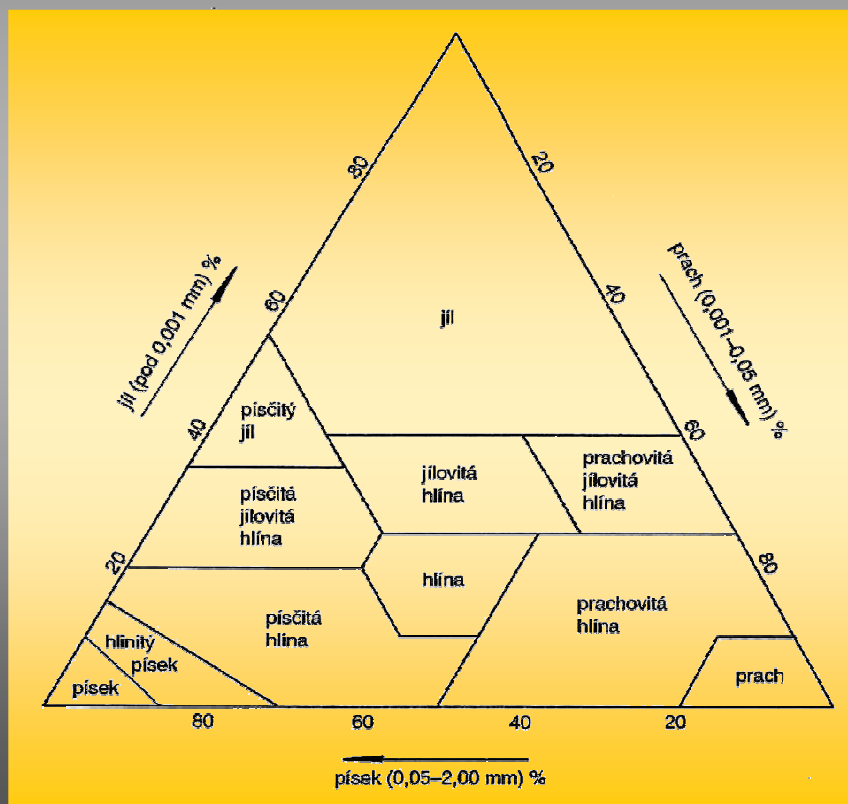
kalcitové

celková množství vápníku spojit a vytvořit masivní karbonát

1. Půdní znaky

Textura půd (zrnitostní složení)

obsah velikostně odlišných minerálních částic v jemnozemi, tj. sumě minerálních částic pod 2 mm v průměru. Vzorky jemnozeme – většina půdních rozborů.



průsak, živiny

hlinité půdy - snadný průsak vody, dostatek vody a živin pro růst rostlin

hrubě písčité půdy – rychlý průsak vody, snadno vyluhovatelné, málo živin

jemně písčité a prachovité půdy - vhodné ke kultivaci, avšak náchylné k erozi

jílovité půdy – dostatek živin, špatné odvodnění, za sucha - snížení infiltrační rychlosti, vyšší povrchový odtok

kamenité půdy – náchylné k vysychání, nedostatek živin

1. Půdní znaky

Zjišťování textury

odstranění organické složky pomocí H_2O_2 , následuje sítování a různé sedimentační techniky



Podle obsahu frakce pod 0,01 mm - % v jemnozemi (podle V. Nováka)		
lehké	písčité	0-10
	hlinitopísčité	10-20
střední	písčitohlinité	20-30
	hlinité	30-45
těžké	jílovitohlinité	45-60
	jílovité	60-75
	jílové	nad 75

Podle trojúhelníkového klasifikátoru	
lehké	písek – P, hlinitý písek – hP
středně lehčí	písčitá hlína – pH
střední	hlína – H, prachovitá hlína rH, prach – R
střední těžší	písčitá jílovitá hlína pjH, jílovitá hlína – jH
	prachovitá jílovitá hlína – rjH
těžké	písčitý jíl – pJ, jíl – J, prachovitý jíl – rJ

1. Půdní znaky

Skeletovitost

Skeletovitost – udává se v objemových procentech

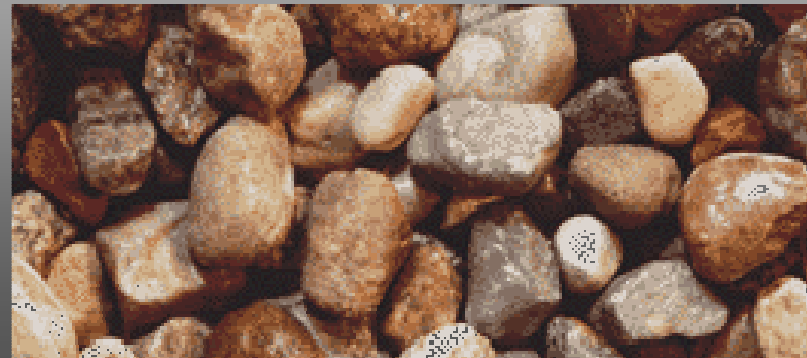
žádná	pod 5
příměs	5-10
slabá	11-25
střední	26-50
silná	51-75
velmi silná	nad 75
Velikost skeletu (průměr v mm)	
hrubý písek	2,1-4,0
štěrk	4,1-30,0
kamení	30,1-300,0
bloky	nad 300,0

hrubý písek

grus - polyedrické, ostrohranné částice → zvětraliny hlubinných vyvřelin (např. žul), výlev. vyvřeliny (diabasy), metamorfity (ortoruly)



kies - zaoblený, hladký povrchem částic → zrnitostně lehké zvětraliny a písčité kvartérní usazeniny



1. Půdní znaky

Vlhkostní poměry

Půda		Znaky	
Rozlišovací znaky momentní vlhkosti půdních horizontů			
vypralá	název	půdy zrnitostně lehčí (lehké a střední)	půdy zrnitostně těžší
suchá	uzběhlá	bez známek vody; lehké půdy jsou sypké; náhledu bývá půda až silně prašná	tvoří velmi tvrdé hroudy, v rozdrobeném stavu jsou úlomky tvrdé a drsné, naderžitelná
vlahá	název	Rozlišovací znaky konzistence horizontů půdy	
		za sucha	za vlhka
vlhká	velmi vazká	velmi ulehlá, puká a láme se v kusy, které nelze rukou rozdrtit	velmi vazká, silně mazlavá a velmi tvárná, velmi těžko rýpatelná
mokrá	vazká	tuhá, vyschnutím puká; v ruce se těžko láme	vazká, mazlavá a dobře tvárná, těžko rýpatelná
	soudržná	vysycháním se tvoří málo trhlin, v ruce je možno půdu tlakem drobit	mírně ulehlá, značně soudržná a tvárná, rýpatelná, při roztírání maže prsty
Kor	drobivá	rozpadá se mírním tlakem	dostí soudržná a dostí tvárná, dobře rýpatelná
	kyprá	velmi snadno robivá, kyprá	slabě soudržná a tvárná, velmi dobře rýpatelná
Půda	kyprá	sypká	nepatrně soudržná, velmi snadno se rozpadá
	drobivá	velmi sypká	zcela nesoudržná až prašná, transportovatelná větrem
	soudr.		se sešlápnutím půdy se postupně zaplňuje vodou
	tuhá (zbahnělá	půda je plně nasycena vodou, po vyjmutí ze země voda z půdy odtéká; stopa se rychle vyplňuje vodou
	velmi tuhá		ostří nástroje neproniká
			sešlápnutím vytvořené stopy se pomalu zaplňuje vodou
			půda vyjmutá ze země se roztéká mezi prsty; při sešlápnutí půdy vzniká čvachtavý zvuk; stopa se rychle vyplňuje vodou



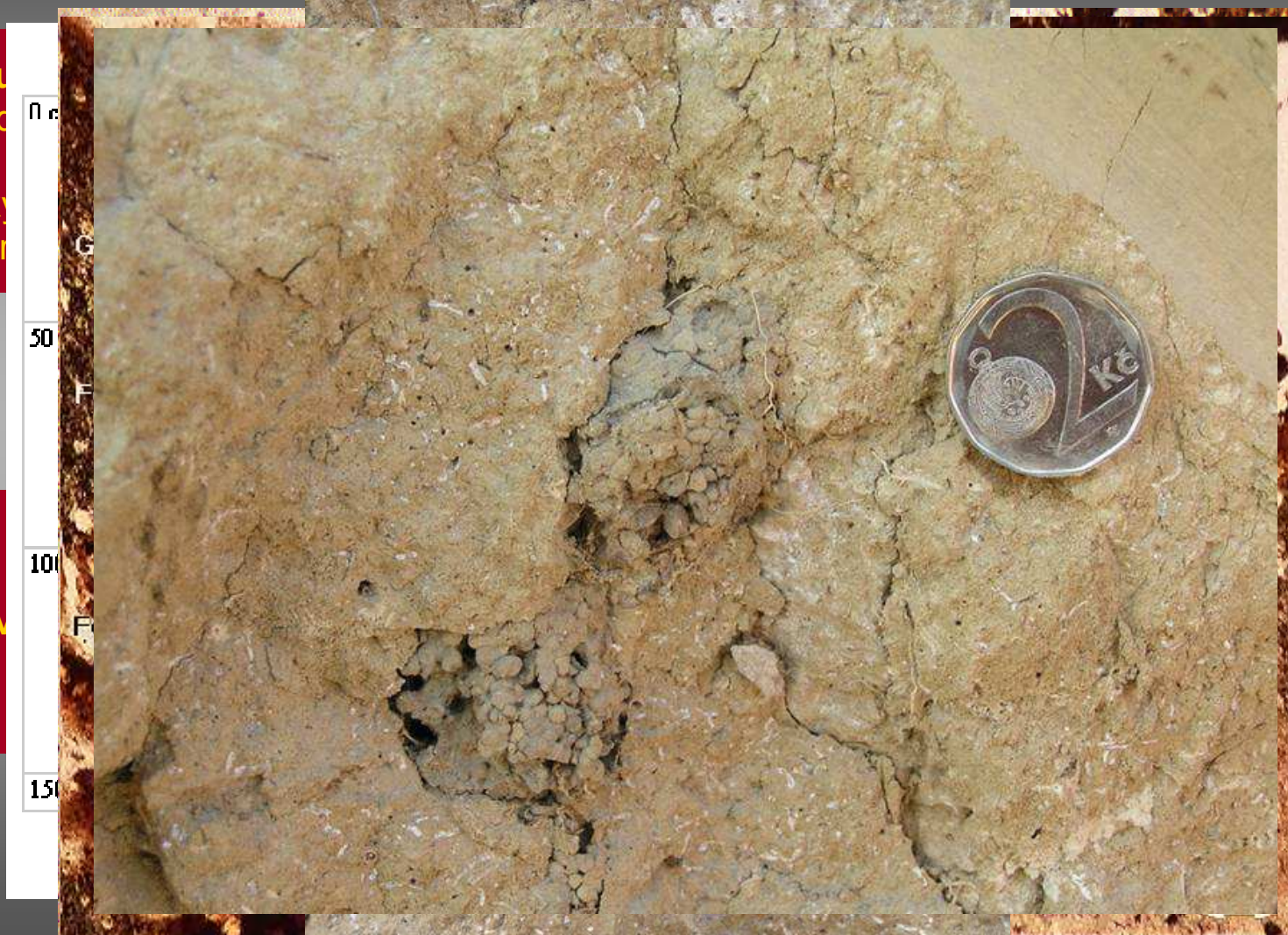
1. Půdní znaky

Novotvary

vzniklé akumulační

- pseudomorfy
- žilky
- shluky
- cicvátky

vzniklé vlivem



volného

a zrnech

inností

vkách
ech
y

masy

1. Půdní znaky

Prokořenění

- především v povrchových horizontech → významné pro posouzení celkového fyzikálního stavu půdy a její biologické činnosti. Sledujeme:

- charakter, hloubka a hustota prokořenění
- uplatnění jednotlivých ekologických skupin v půdním krytu

Oživení

Studium chodeb po kořenech rostlin, chodby po dešťovkách, krotoviny, chodby vytvořené drobnými zvířaty (krtek, hraboš, sysel...)

1. Půdní vlastnosti

Fyzikální vlastnosti

Zrnitost (viz výše)

Měrná hmotnost půdy (MH)

Hmotnost 1 m³ pevné, neporéz. zeminy (pev. fáze půdy) v tunách (t.m⁻³). Prům. hmotnost našich minerálních půd → 2,6-2,7 t.m⁻³, organické půdy < 1,5 t.m⁻³

Objemová hmotnost půdy (OH)

Hmotnost 1 m³ půdy v jeho přirozeném uložení (t.m⁻³). Vždy nižší MH. OH minerálních půd → 0,8-1,8 t.m⁻³, organické půdy → 0,2-0,3 t.m⁻³



Pórovitost (P)

Celkové procent. množství volného prostoru, který není vyplněný pevnými částicemi půdy

- pórovitost nekapilární (PN)
- pórovitost semikapilární (PS)
- pórovitost kapilární (PK)

1. Půdní vlastnosti

Chemické vlastnosti

Obsah humusu

- stanovením oxidovatelného organického uhlíku (C_{OX}) a vynásobením přepočítacím koeficientem 1,724 na humus. Tento přepočet platí v případě, že humus obsahuje 58 % C.

Obsah humusu (%) (C_{OX} [%] · 1,7, kde C_{OX} = obsah spalitelného uhlíku)	
velmi nízký	pod 1,0
nízký	1,0-2,0
střední	2,1-3,0
vysoký	3,1-5,0
velmi vysoký	nad 5,0

Složení humusu Poměr huminových kyselin k fulvokyselinám	
nepříznivé	pod 1,0
střední	1,0-1,1
příznivé	nad 1,1

C : N – kvalita humusu.
U nás: 7,1 až 17,1.
Čím nižší C : N, tím kvalitnější humus. C : N < 10 = dobrá kvalita humusu. **Huminové kyseliny** : **fulvokyseliny** – také kvalita humusu.
Podzol. půdy: < 0,5,
černozemě: většinou
HK : FK > 2,0

1. Půdní vlastnosti

Převažující typ jílového minerálu

kaolinitický	kaolinit, halloisit – dvojrstevné, nebobtnavé jílové minerály (zejména kaolinit je charakteristický pro staré zvětralinu a půdy)
illitický	illit, vermikulit (tzv. hydroslídy) – trojvrstevné, slabě bobtnavé jílové minerály (illit je nejčastějším jílovým minerálem v našich půdách)
montmorillonitický	montmorillonit – trojvrstevný, silně bobtnavý jílový minerál (relativně častý v křídových slínovcích a některých terciérních jílech)
allofanický	alofán – amorfní jílový minerál (u nás vzácný, typický pro tzv. andosoly – půdy na zvětralinách kyselých efuziv)

Jednotlivé minerály se v půdách nevyskytují samy, ale v tzv. asociacích, např. illit-montmorillonit

1. Půdní vlastnosti

Minerální síla půdotvorného substrátu

- horniny a zem. s vys. obsahem jedné nebo více miner. živin, příp. organ. látek
- sedimenty se středně vysokým až vysokým obsahem CaCO_3
- horniny a zeminy středně až málo výživ. s níz. obsahem vápna až nevápnité
- horniny a zeminy s nepatrným podílem živin

Obsah karbonátů

Obsah karbonátů (%)	
žádný až velmi nízký	pod 0,3
nízký	0,3-3,0
střední	3,1-25,0
vysoký	25,1-60,0
velmi vysoký	nad 60,0

Výměnná půdní reakce

Výměnná půdní reakce (pH/KCl)	
silně kyselá	pod 4,5
kyselá	4,6-5,5
slabě kyselá	5,6-6,5
neutrální	6,6-7,2
alkalická	nad 7,2

1. Půdní vlastnosti

Sorpční vlastnosti

Jedna z nejdůl. vlastností půd z hlediska vazby původních i dodávaných živin v půdě a z hlediska vazby potenciálních kontaminujících látek. Rozlišujeme:

- **Celková sorpční kapacita – T** – největší množství kationtů v mmol nebo chemických ekvivalentech, které může poutat 1 kg zeminy
- **Množství sorbovaných bází – S** – množství bazických kationtů (Ca, Mg, K, Na) v 1 kg zeminy
- **Nasycenost sorpčního komplexu v % - V** – podíl výměnných bazických kationtů v % z celkové sorpční kapacity.

$$V = \frac{S \cdot 100}{T}$$

Výměnná sorpční kapacita (T hod. - mval/100g)	
velmi nízká	pod 8
nízká	8-13
střední	14-24
vysoká	25-30
velmi vysoká	nad 30

Nasycení sorpčního komplexu (V hodnota - %)	
extrémně nenasycený	pod 30
nenasycený	30-50
slabě nasycený	51-75
nasycený	75-90
plně nasycený	91-100

1. Půdní vlastnosti

Typ zasolení

- síranové – se zvýšeným obsahem CaSO_4
- sodové – se zvýšeným obsahem Na_2CO_3
- chloridové – se zvýšeným obsahem NaCl

Obsah Na v půdě – nejnepříznivěji ovlivňuje stav půdy a vegetace

stupeň zasolení

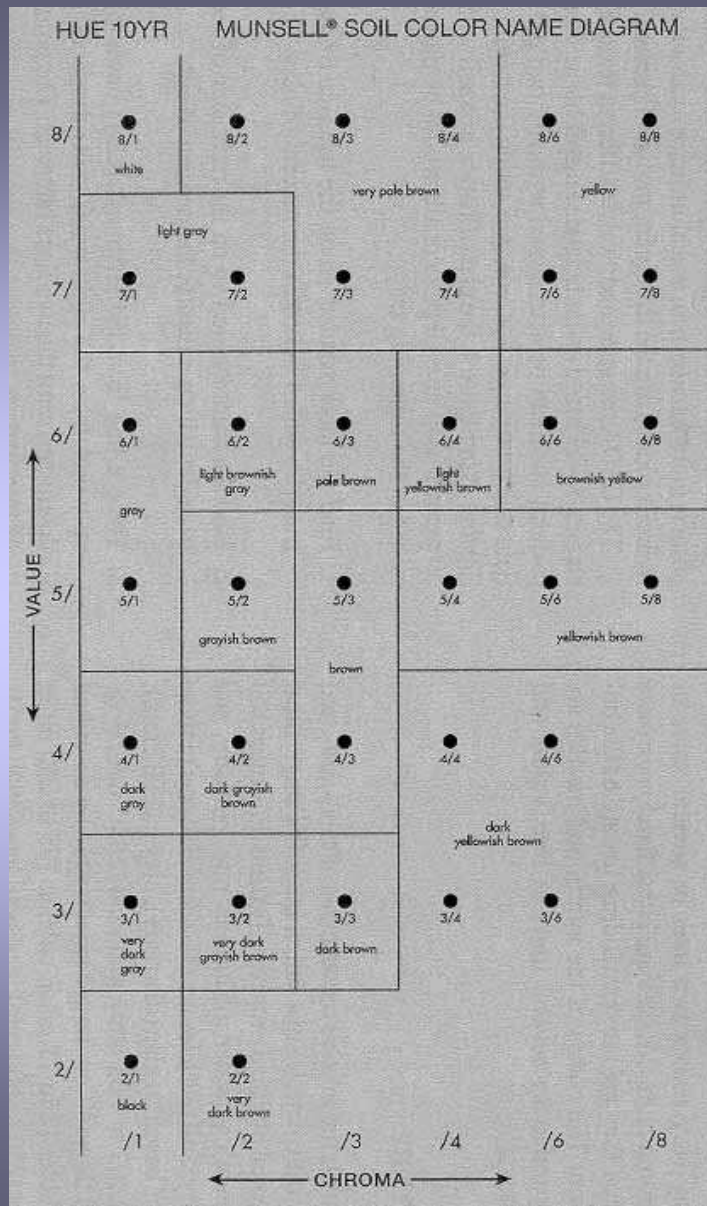
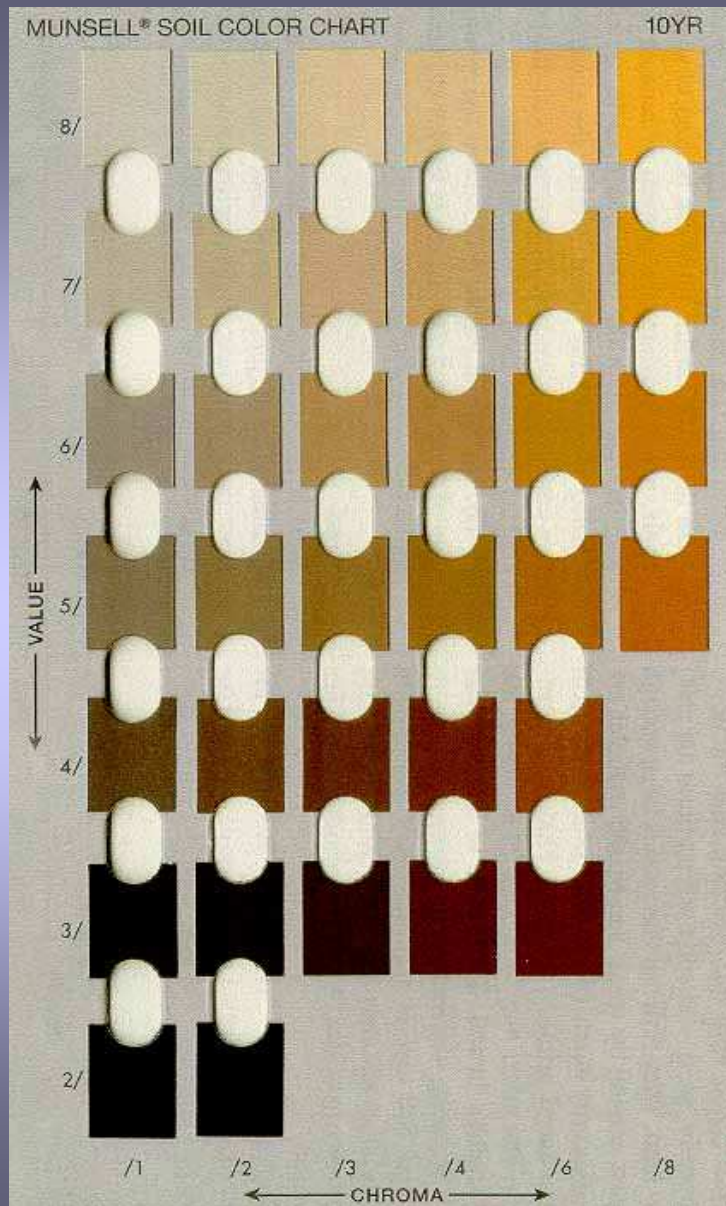
nízký stupeň zasolení – nemá podstatný vliv na stav půdy a vegetace

střední stupeň zasolení – zřetelně se projevuje na stavu půdy a vegetace

vysoký stupeň zasolení – výrazná destrukce půdy, výskyt běžné vegetace vyloučen (sporadicky halofyty)



1. Půdní znaky



1. Půdní znaky

Stanovení hmotnostní vlhkosti

určí se gravimetricky z fyzikálního válečku, vyjádření v %. Hmotnostní vlhkost – dána procenticky vyjádřeným poměrem hmotnosti vody k hmotnosti konstantně vysušeného vzorku (kolik gramů vody připadá na konstantně vysušených 100 g půdy).

1. do vysoušecí misky se vloží vzorek s původní vlhkostí. V případě horizontu měli Oh se vkládá přibližně 3-5 g vzorku, v případě humusového A-horizontu ± 5 g a v případě podpovrchových a substrátových horizontů 8-10 g
2. vzorky ve vysoušečce s podloženým víčkem se zvaží na analytických vahách s nejvyšší dosažitelnou přesností
3. vzorky se suší při teplotě $\pm 60^\circ\text{C}$ po dobu 2 hodin
4. poté se dosušují při teplotě 105°C alespoň čtyři hodiny
5. vysoušečka se vzorkem se vyjme ze sušárny a ihned uzavře víčkem
6. po zchladnutí v exsikátoru se vzorek v zavíčkované vysoušečce zvaží

$$w = \frac{(m_1 - m_2) \cdot 100}{m_2}$$

m_1 – hmotnost vzorku před vysušením, tj. navážka původního vzorku

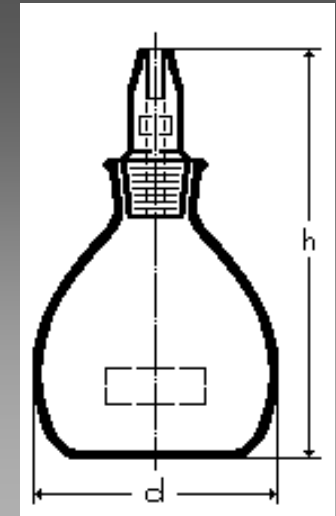
m_2 – hmotnost po vysušení do konstantní hmotnosti

Lehké půdy	Střední půdy	Těžké půdy	Půdní horizont
Hmotnostní vlhkost w (%)			
2-4	4-8	8-15	Suchý
4-8	8-15	15-25	Mírně vlhký
8-12	15-25	25-35	Čerstvě vlhký
12-18	25-35	35-45	Vlhký
18-30	35-45	45-55	Mokrý
Více než 30	Více než 45	Více než 55	Zbahnělý

1. Půdní znaky

Měrná hmotnost (MH) stanovená pyknometricky

- dána hmotností 1 cm³ půdy zcela zbavené plynné i kapalné fáze (vysušené při teplotě 105 - 110 °C)
- 1. vzorek jemnozeme I vysušíme do konstantní hmotnosti
- 2. zvážíme pečlivě vyčištěný, očíslovaný Gay-Lussacův [gélisakův] pyknometr
- 3. daný pyknometr naplníme až po okraj destilovanou vodou, krouživým pohybem zasuneme zátku tak, aby voda prostříkla kapilárou, pyknometr osušíme a zvážíme
- 4. pyknometr vyprázdníme a vložíme na 10 minut do vyhřáté elektrické sušárny. Po vychladnutí vsypeme do přibližně jedné čtvrtiny jeho výšky daný půdní vzorek
- 5. pyknometr se vzorkem znovu odvážíme
- 6. pyknometr naplníme asi do poloviny destilovanou vodou a bez vážení jej zahříváme na pískové lázni až do varu. Při zahřívání je nutno dbát na nevykypění jeho obsahu
- 7. souběžně zahříváme číselnou kádinku s touto vodou hmotnosti m_2 při pokojové teplotě
- 8. při vysušení do konstantní hmotnosti, při provaření veškerý vzorek tvořen pouze pevnou půdou, osušíme do pokojové teploty
- 9. pyknometr opět doplním destilovanou vodou, zátku zasuneme tak, aby kapilára odvážíme



$$\rho_s = \frac{m_1}{(m_1 + m_2) - m_3}$$

m_1 – hmotnost vzorku vysušeného do konstantní hmotnosti

m_2 – hmotnost pyknometru s destilovanou vodou

m_3 – hmotnost pyknometru s rozvařeným vzorkem a s destilovanou vodou

1. Půdní znaky

Objemová hmotnost (OH) půdy redukovaná

- dána hmotností 1 cm³ půdy vysušené do konstantní hmotnosti
- 1. používané číslované fyzikální válečky i s oběma číslovanými víčky si předem zvážím
- 2. v rámci terénního šetření do fyzikálního válečku odebereme půdní vzorek daného horizontu
- 3. váleček s neporušeným půdním vzorkem o objemu 100 cm³ se uzavře víčky z obou stran, fixuje dvěma do kříže orientovanými gumičkami a převeze do laboratoře
- 4. v laboratoři se váleček se vzorkem pečlivě očistí a s víčky (bez gumiček) zváží
- 5. z válečku se sejme horní víčko a tento se vysouší do konstantní hmotnosti
- 6. po vysušování se váleček se vzorkem přikryje druhým původním víčkem a vloží na vychladnutí do exsikátoru
- 7. po vychladnutí se váleček zváží.

pórovitost

$$P = \frac{(\rho_s - \rho_d) \cdot 100}{\rho_s}$$

OH

$$\rho_w = \frac{b - a}{V}$$

OH redukovaná

$$\rho_d = \frac{c - a}{V}$$

c – hmotnost válečku s víčky se vzorkem vysušeným do konstantní hmotnosti

b – hmotnost válečku s víčky s neporušeným vzorkem v původním stavu

a – hmotnost válečku s víčky

V – objem vzorku

1. Půdní znaky

Půdní reakce

Poměr koncentrací hydroxoniových a hydroxylových iontů v půdní suspenzi

1. pH metr s kombinovanou skleněnou a kalomelovou (tj. náplní chloridu rtuťného) elektrodou se nastaví na příslušnou venkovní teplotu. Poté se provede přesná kalibrace s použitím alespoň dvou tlumivých roztoků přesného pH. Zakoupené roztoky pufrů je nutné uchovávat v ledničce v uzavřených nádobkách
2. Do 50 ml kádinky se naváží 10 g jemnozemě I
3. Na vzorky se přilije 25 ml destilované vody a obsah se 5 minut míchá skleněnou tyčinkou. Do suspenze se po dvou hodinách vloží kombinovaná elektroda pH-metru a po ustálení hodnoty se tato zapíše jako hodnota pH/H₂O. Norma ISO/DIS 10390 (1992) připouští rozsah doby extrakce od 2 hodin do maximálně 24 hodin. Výsledná hodnota se udává s přesností na jedno desetinné místo
4. Na druhou sadu vzorků se přilije 25 ml 1 mol⁻¹ KCl. Obsah se promíchá skleněnou tyčinkou a nechá stát do druhého dne. Po přibližně 24 hodinách se do suspenze vloží kombinovaná elektroda pH-metru a po ustálení hodnoty se tato zapíše jako hodnota pH/KCl. Tato doba většinou nikdy nepřekročí 30-45 sekund – s těmito relativně dlouhými časy je nutné počítat zvláště při stanovování hodnot půdní reakce potenciální výměnné u alkalických půd

[Snímek 25](#)

1. Půdní vlastnosti

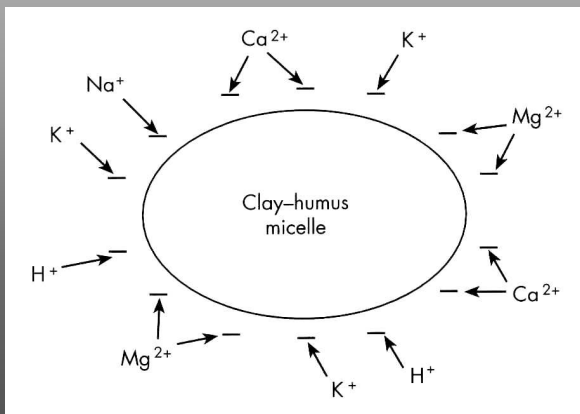
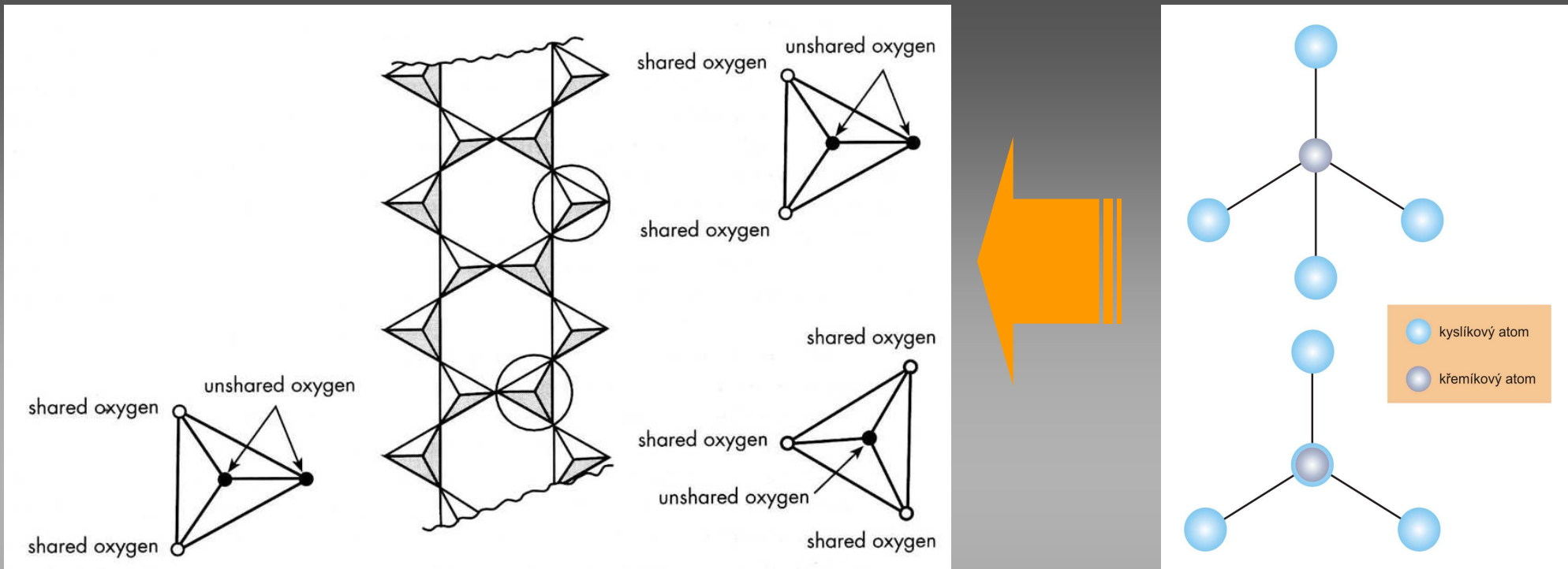


Table 2.2 Some properties of the more commonly occurring clay minerals

Clay	Layer structure	Layer thickness (nm)	Surface area ($m^2 g^{-1}$)	Swelling properties
Kaolinite	1:1	0.7	10	none
Illite	2:1	1.0	20	none or very little
Smectite	2:1	1.0	800	extensive
Vermiculite	2:1	1.4	400	limited
Chlorite	2:2	1.4	10	none

1. Půdní znaky

Stanovení nasycenosti sorpčního komplexu

Půdní výměnná sorpce – schopnost půdy vázat vodu a kationty a anionty minerálních látek na vnitřním a vnějším povrchu organominerální koloidní frakce.

Pracovní postup pro stanovení T

1. připraví se roztok $1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CH}_3\text{COONa}$, 1 %-ní roztok fenolftaleinu a $0,1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NaOH}$
2. 10 g jemnozemi I se vsype do 250 ml-ové PE-vzorkovnice, přilije se 100 ml $1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ CH}_3\text{COONa}$ a vzniklá suspenze se třepe 1 hodinu na horizontální třepačce
3. suspenze se filtruje a to tak, že první podíl s vysokým obsahem minerálních koloidů se znovu vrací na filtrační papír
4. z filtrátu se do 100 ml-ové titrační baňky odpipetuje kalibrovanou pipetou 50 ml suspenze, přidá se několik kapek indikátoru (zde fenolftaleinu) a vzniklá směs se krátce protřepe
5. vzniklý roztok titrujeme $0,1 \text{ mol.l}^{-1} \text{ NaOH}$ do minimálně 30 sekund neměnného slabě růžového zabarvení.