

Struktura půdy

Prostorové uspořádání EPČ a agregátů

Tvorba struktury:

Agregace

Deagregace

Cementace

Základní strukturní stavy

2



Elementární stav - minerální zrna leží izolovaně vedle sebe



Drobtovitá struktura – Ad, Ap horizonty svrchní části ornice ideální stav



Nevyvinutá struktura (spraš)



Hrudkovitá struktura - typická pro podorničí

Vznik agregátů

3

- ➔ Russelova teorie – dipóly vody a JČ, kationty (neuvažuje o OL)
- ➔ Emmersonova teorie – jílová doména (JČ=taktoidy, organické sloučeniny, Ca -tmelení)

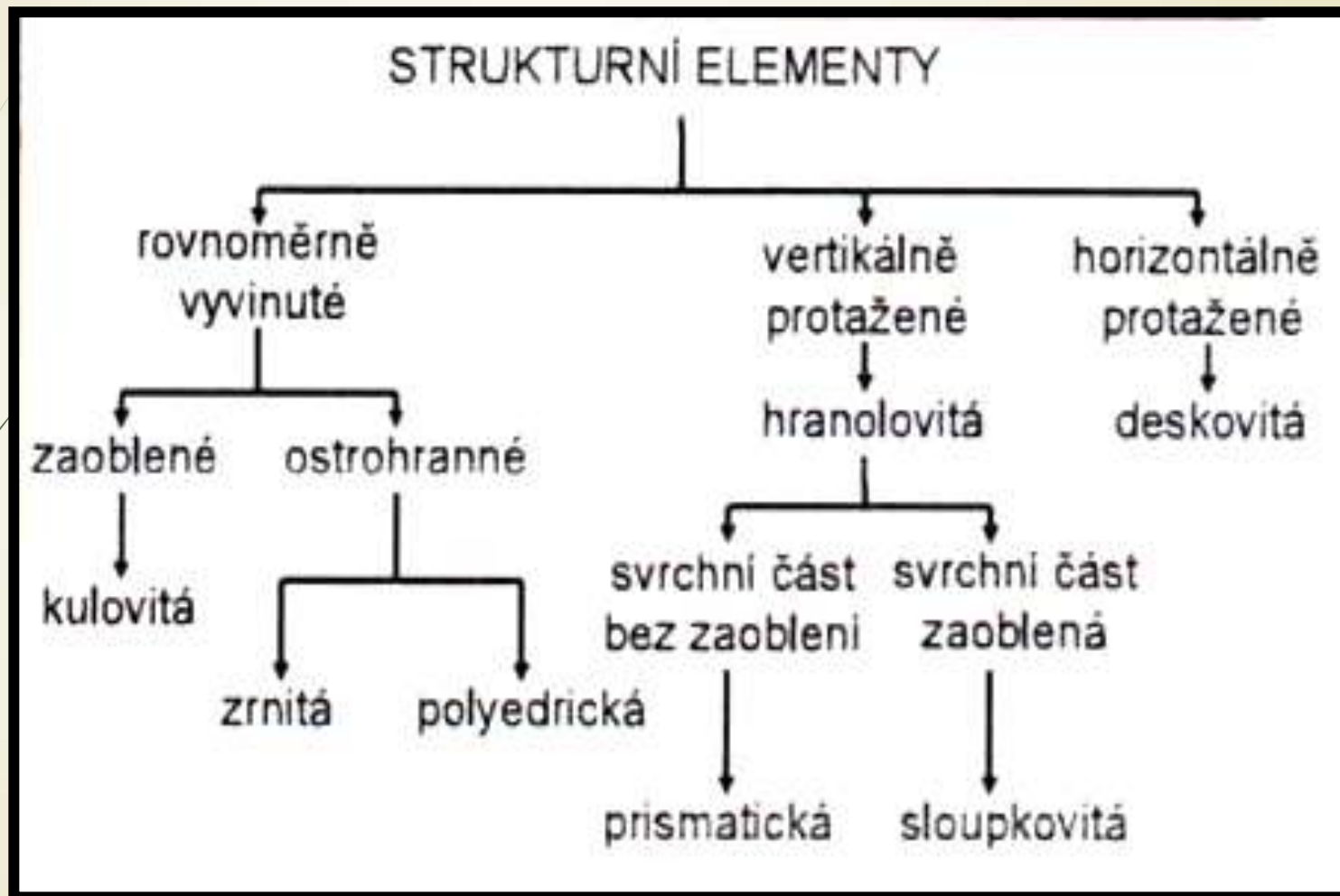
Faktory tvorby struktury

4

- Zrnitost (textura)
- Koagulace koloidů
- Přítomnost vícemocných kationtů
- Hydroxidy a sesquioxidy Al a Fe
- Humusové látky (HL)
- Interakce HL a jílových minerálů
- Interakce s půdními organismy
- Zpracování půdy
- Fyzikální síly (změna teplot, vlhkost)

Typy půdní struktury

5



Typy struktury dle tvaru

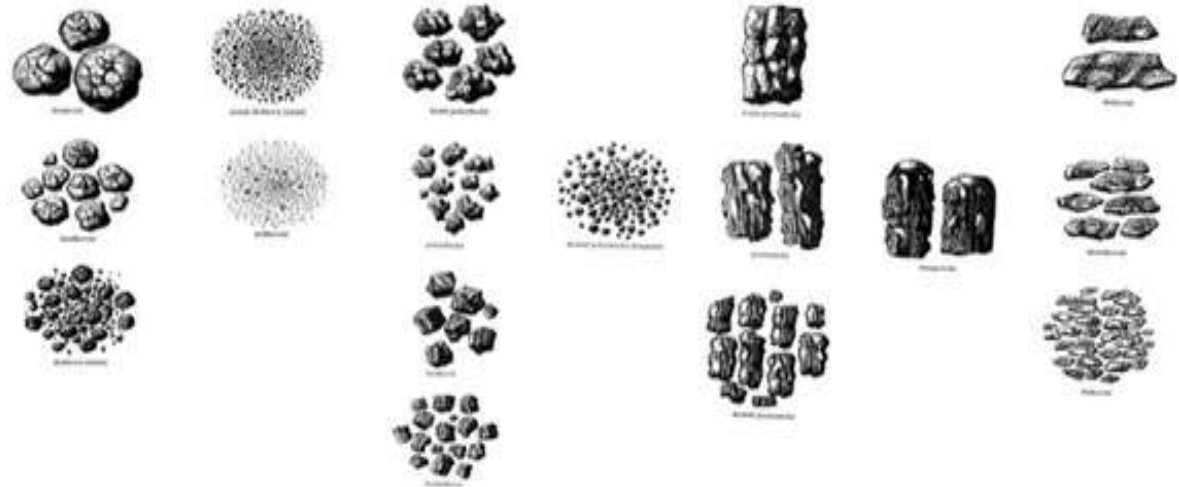


Typy půdní struktury

7

A – Izometrické (všechny tři rozměry přibližně stejné) strukturální elementy						B – Anisometrické (jeden nebo dva rozměry se liší) strukturální elementy			
A1 – Kulovitá struktura		A2 – Zrnitá struktura		A3 – Polyedrická struktura		B1 – Vertikálně protažené elementy		B2 – Horizontálně protažené elementy	
hrudovitá	> 50	zrnitá	10-5	polyedrická	> 10	hrubě prismatická (sloupkovitá)	> 50	deskovitá	> 5
hrudkovitá	50-10	jemně zrnitá	5-1	drobně polyedrická	< 10	prismatická (sloupkovitá)	50-20	destičkovitá	5-2
drobtovitá	10-5					drobně prismatická (sloupkovitá)	< 20	lístkovitá	< 2
jemně drobtovitá	5-1								
práškovitá	> 1								

Pozn.: Velikosti elementů jsou v milimetrech.



Význam struktury:

- Zadržování vody (infiltrace)
- Propustnost pro vodu a vzduch
- Biologická činnost

Struktura **x** Textura



agregáty

mikro (< 0,25 mm)

makro (> 0,25 mm)



půdní typy



zrnitost

dána genezí, nelze
ovlivnit



půdní druhy

TEXTURA

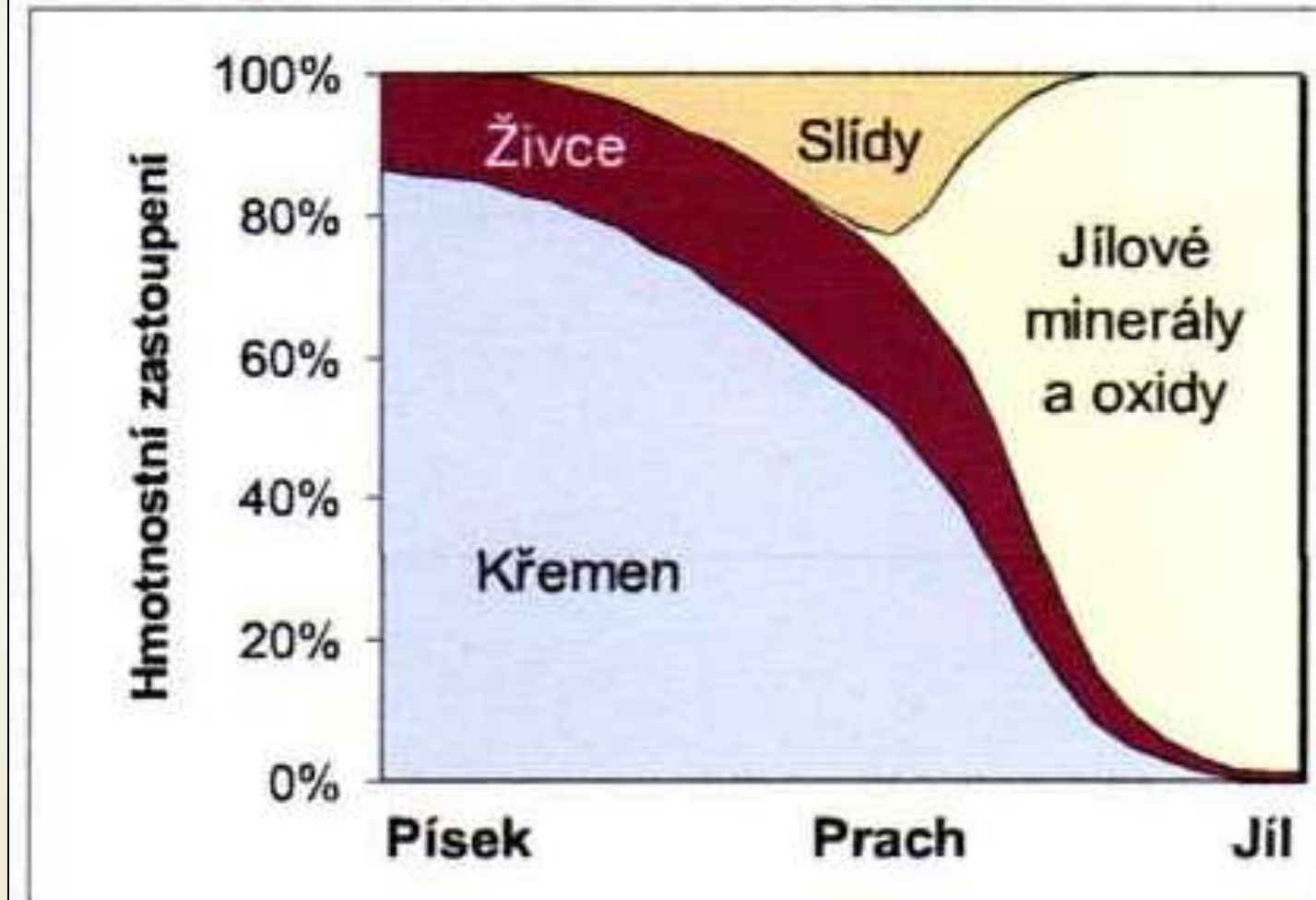
10

- Zrnitostní frakce = částice určitého velikostního rozmezí
- Fyzikální frakcionace → pomocí sít, sedimentací, vyplavováním a pod.
- Výsledky → hm. % dané frakce

TEXTURA

11

Zastoupení minerálů v zrnitostních frakcích



TEXTURA

12

Skelet (> 2 mm)

Jemnozern (< 2 mm)

TEXTURA

13

ZRNITOSTNÍ KATEGORIE

(frakce) → soubor zrn dané velikosti (tj. částice určitého rozměru)

ZRNITOSTNÍ SLOŽENÍ PŮDY

→ % zastoupení všech kategorií zrn

Pojmenování zrnitostních frakcí (dle Kopeckého)

14

Název frakce	Průměr částic (mm)
I. JČ	< 0,01
II. Prach	0,01 – 0,05
III. Práškový písek	0,05 – 0,1
IV. Písek	0,1 – 2,00

Pojmenování zrnitostních frakcí (dle Nováka)

Název frakce	Průměr částic (mm)
Jíl	< 0,001
Jemný prach	0,001 – 0,005
Střední prach	0,005 – 0,01
Jílnaté částice	< 0,01
Hrubý prach	0,01 – 0,05
Jemný písek	0,05 – 0,25
Střední písek	0,25 – 2,00
Hrubý písek	2,00 – 4,00
Štěrk	4,00 – 30,00
Kamení	> 30

ZRNITOSTNÍ ROZBOR

- **Třídění zrn pomocí vody (sedimentace, vyplavování, dekantace)**
- **Suché a mokré prosévání**
- **Centrifugační metody**
- **Nefelometrické metody**
- **Vážkové metody**

ZRNITOSTNÍ ROZBOR

Teoretickým základem je
Stokesův zákon:

$$V = \frac{2}{9} \frac{gr^2}{\eta} (\rho_s - \rho_k)$$

Kde:

V = rychlost pádu částice (m/s)

g = tíhové zrychlení

r = poloměr částic

ρ_s = měrná hmotnost částic

ρ_k = měrná hmotnost kapaliny

η = viskozita kapaliny

ZRNITOSTNÍ ROZBOR

18

1. Prosívání na sítích



ZRNITOSTNÍ ROZBOR

19

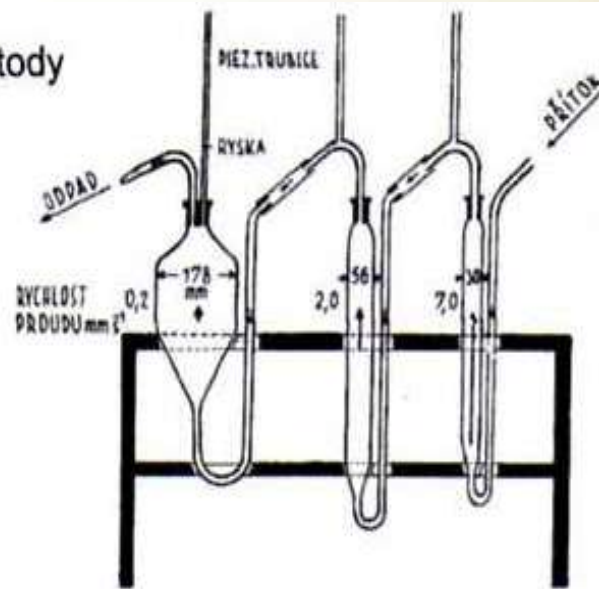
2. Sedimentační metody

3. Vyplavovací metody

□ Vyplavovací
(elutriační) metody

Schöneho vztah

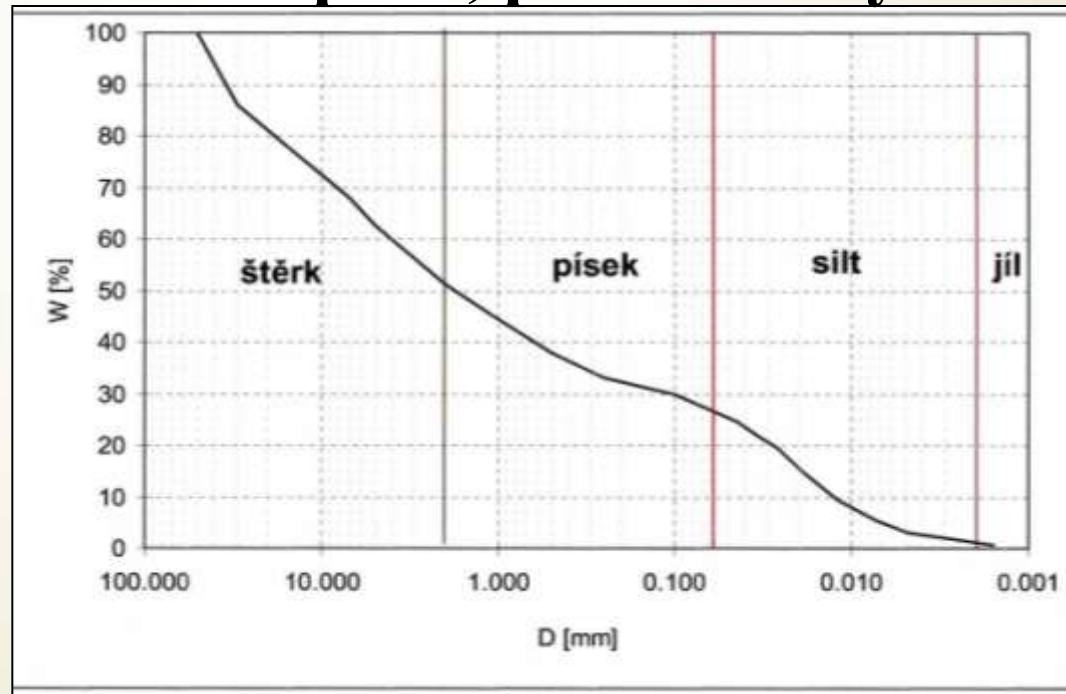
$$d = 0,0314 \cdot \sqrt[11]{v^7}$$



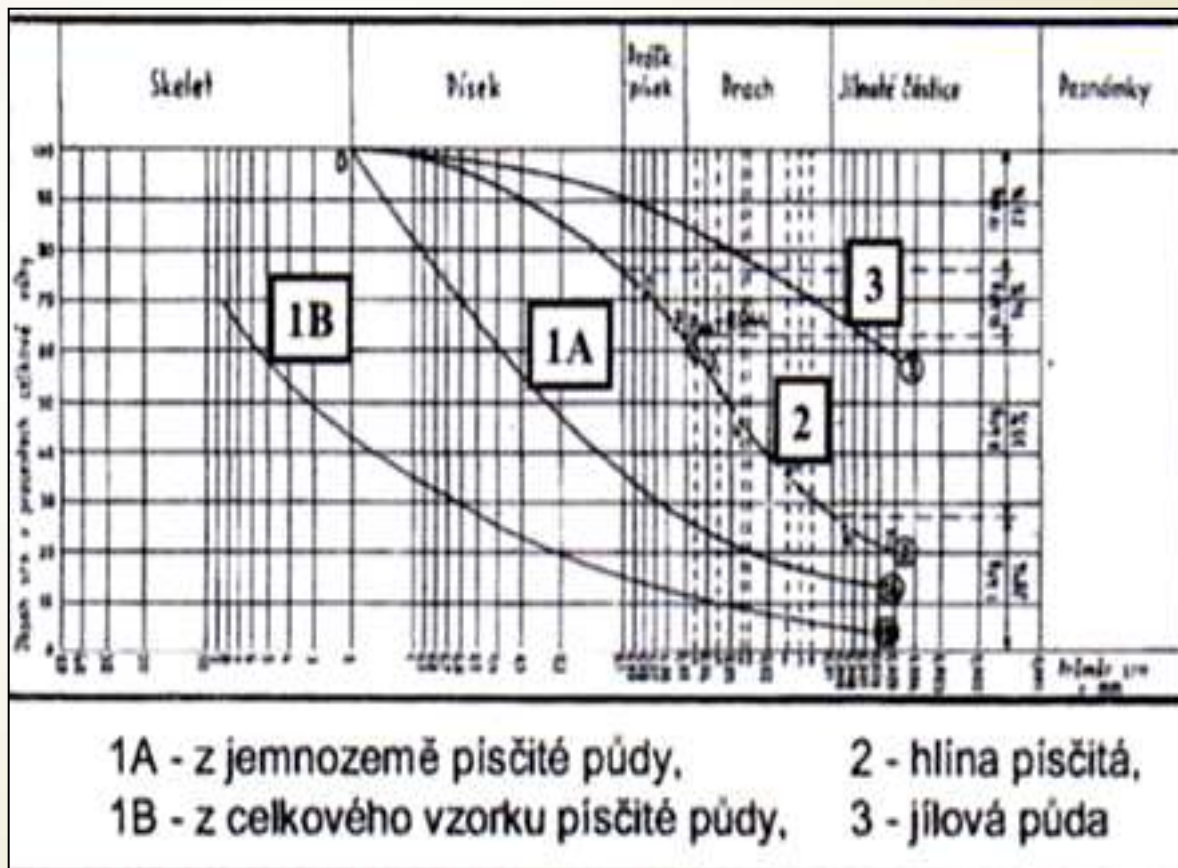
ZRNITOSTNÍ KŘIVKA

20

- závislost průměru zrna na jeho % zastoupení
- mezinárodně srozumitelná, slovní označení je nejednotné
- velikost pórů, půdní druhy



ZRNITOSTNÍ KŘIVKA



Klasifikace půdních druhů

Pro rozdělení zrnitostních frakcí se v praxi používá několik systémů:

- Rozdělení zrnitostních frakcí podle Nováka
- Rozdělení zrnitostních frakcí podle Kopeckého
- Rozdělení frakcí dle SN 72 1001
- Špirhanzlův grafikon
- Trojúhelníkový diagram

Novákova klasifikace PD - příloha č.8 k vyhlášce č. 275/1998 Sb.

23

obsah I. kategorie < (0,01 mm) v %	pojmenování	makroskopický posudek
0 – 10	píščitá	ani za mokra se částice nespojují
10 – 20	hlinitopíščitá	částice se za mokra spojují, nelze však vyválet hádka
20 – 30	píščitohlinitá	lze vyválet hádka, snadno se rozpadá, skřípe mezi prsty
30 – 45	hlinitá	lze vyválet hádka
45 – 60	jílovitohlinitá	po stisknutí vlhké zeminy lesk, mastnost prstů
60 – 75	jílovitá	silná mastnost, lepkavost
nad 75	jíl	vysoká mastnost, lepkavost

Půdní druhy (Novák, 1953)

Obsah částic (zrn) menších 0,01 mm v %	Označení druhu půdy		Klasifikace půdy
0 – 10	písčítá	P	lehká
10 – 20	hlinitopísčítá	HP	
20 – 30	písčitohlinitá	PH	středně těžká
30 – 45	hlinitá	HP	
45 – 60	jílovitohlinitá	JH	těžká
60 – 75	jílovitá	JV	
přes 75	jíl (nebo prchlice)	J	

Klasifikace půdních druhů

25



Trojúhelníkový diagram zrnitosti půd (NRSC USDA)

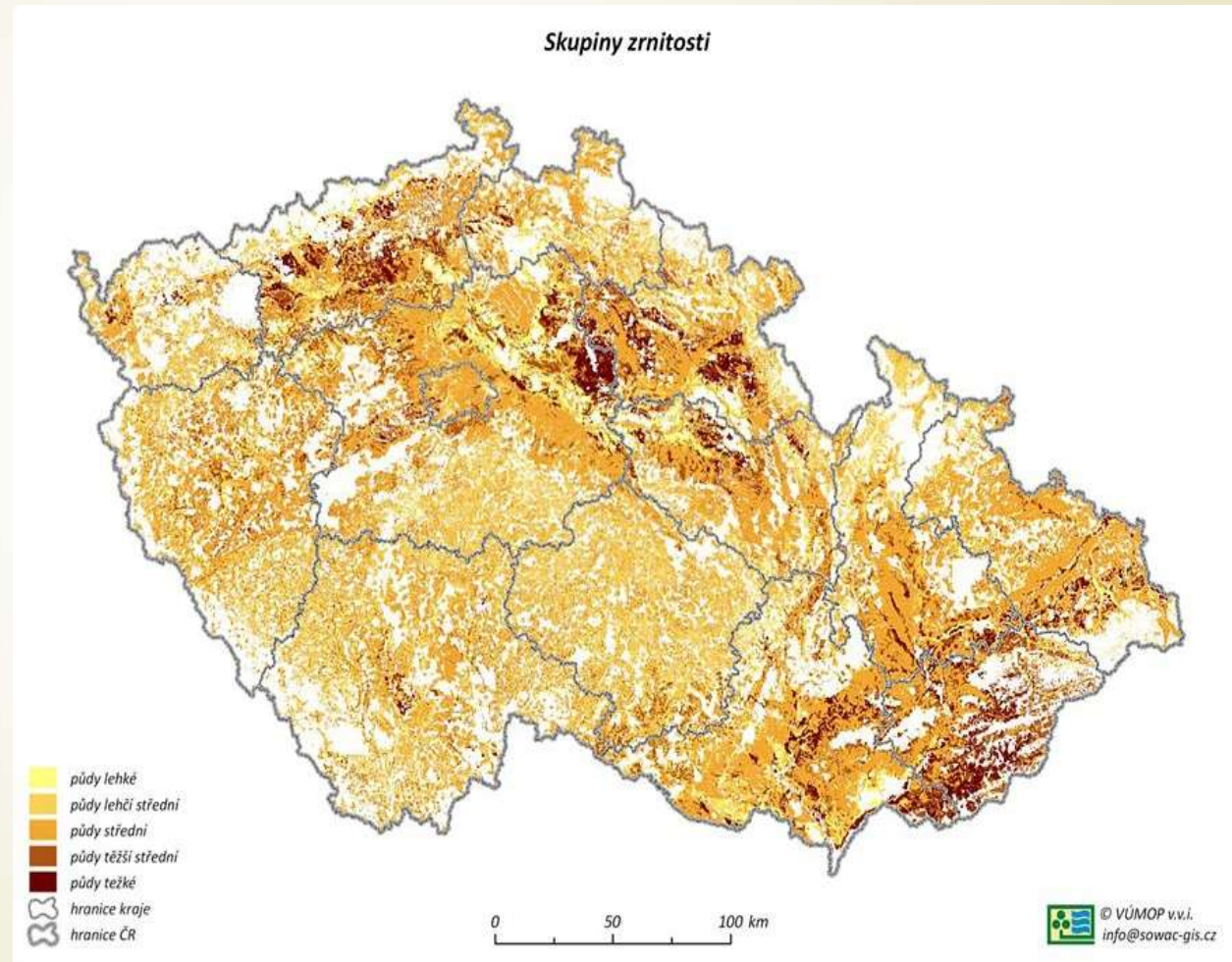
Zastoupení půd podle zrnitosti

(Jandák, 2007)

Půdní druhy ČR	ZPF (%)
Písčité až hlinitopísčité (lehké půdy)	19
Písčitohlinité až hlinité (střední půdy)	59
Jílovitohlinité až jíly (těžké půdy)	17
Silně štěrkovité až kamenité půdy	5

Zastoupení půd podle zrnitosti

27



KONZISTENCE ZEMIN

Konzistence půdy → adhezní a kohezní síly půdy

Stupeň vzájemného poutání EPČ !!!

KONZISTENCE

- **Vlhkost půdy**
- **Textura**
- **Mineralogické složení půdy**
- **Jílové minerály**

KONZISTENČNÍ VLASTNOSTI ZEMIN

Dělíme na:

- Adheze a koheze
- Lpění zemin k cizím předmětům
- Plasticita
- Tekutost
- Tvrdost
- Kyprost
- Tření

KONZISTENCE

Adheze

- Přílnavost a lepivost půdy
(přitahování EPČ k tělesům, které do půdy vnikají)
- Vysoká u jílu
- Nízká u písku
- Koagulace (Ca^{2+}) a peptizace (Na^{+})
- Zpracování půdy

KONZISTENCE

Koheze

- Soudržnost je způsobena přitahováním mechanických elementů
- Projevuje se schopností odolávat tlaku působícímu drobení agregátů
- Projevuje se schopností odporu proti vnikání cizích těles
- Soudržnost a pevnost vazby mez EPČ závisí na vnitřní povrchové ploše zeminy (jíly a písky)

KONZISTENCE

Koherence

- spojitost je způsobena přitahováním EPČ suchým povrchem
- Projevuje se pevností EPČ a agregátů
- Tlak potřebný k rozdrobení vysušených přirozených agregátů

KONZISTENCE

Konzistenční stavy na základě obsahu vody v půdě:

1. Tvrdý (za sucha)
2. Pevný (vlahá půda)
3. Plastický (vlhká půda)
4. Tekutý (za mokra)

KONZISTENCE

Konzistenční stavy půdy:

1. Tvrdý

Velmi pevná vazba mezi EPČ, téměř bez hydratačního obalu, půda není drobivá, při obdělávání se rozbijí půdní agregáty a ničí půdní struktura

KONZISTENCE

Konzistenční stavy půdy:

2. Pevný

Pevná vazba EPČ, malý hydratační obal, půda je drobivá, optimální stav pro obdělávání, nízká přilnavost, vysoká soudržnost EPČ

KONZISTENCE

Konzistenční stavy půdy:

3. Plastický

Mocný hydratační obal, půda je plastická, nevhodná pro obdělávání - lepí se, vysoká přilnavost, vysoká soudržnost EPČ

KONZISTENCE

Konzistenční stavy půdy:

4. Tekutý

Velmi mocný hydratační obal, jeho síly spojují EPČ, vysoká přilnavost a nízká soudržnost EPČ, půda je rozbředlá, tekoucí...

KONZISTENČNÍ VLASTNOSTI ZEMIN

Klasifikujeme podle:

1. Stupně lepivosti
2. Stupně plasticity
3. Stupně pevnosti
4. Stupně tvrdosti

KONZISTENCE

Stupeň lepidivosti zemin:

- **Nelepivá**
- **Slabě**
- **Středně**
- **Silně lepidivá zemina**

KONZISTENCE

Stupeň plasticity zemin:

- Neplastická
- Slabě
- Středně
- Silně plastická zemina

KONZISTENCE

Stupeň pevnosti zemin:

- **Kyprá**
- **Drobivá**
- **Soudržná**
- **Ulehlá**

KONZISTENCE

Stupeň tvrdosti zemin:

- Tvrdá
- Velmi tvrdá zemina

KONZISTENCE

Atterbergovy metody:

1. Mez smržitelnosti (W_s)
2. Mez plasticity (vláčnosti, W_p)
3. Mez ztekucení (tekutosti, W_l)

KONZISTENCE

Index plasticity → míra tvárlivosti zemin

$$I_p = W_l - W_p$$

0 = neplastická

1-7 = slabě plastická

7-17 = plastická

>17 = silně plastická

>25 = tixotropní zemina

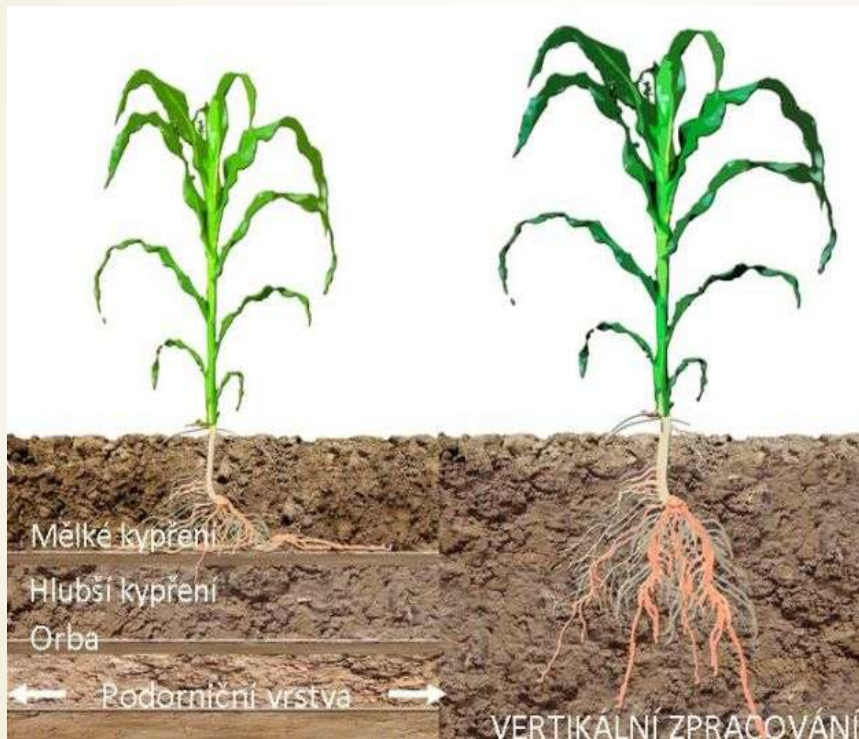
KONZISTENCE

- **Bobtnání zemin** → hodnotíme dle % změny objemu, resp. měřením tlaku, kterým půda na okolí působí
- **Vysychání těžkých půd** → trhliny 0,15 x 3 m, negativně na kořeny



<https://www.google.cz/search?q=degradace>

PEDOKOMPAKCE



[https://www.google.cz/search?q=foto+-utu%](https://www.google.cz/search?q=foto+-utu%20pedokompakce)

Ulehnutí (utužení) zemin:

➤ Primární

(přirozené, důsledkem ztráty vody, která přímo ovlivňuje strukturu, tj. prostorové uspořádání EPČ a agregátů)

➤ Sekundární

(antropogenní, pojezdy mechanismů, OP, hnojení)

Utůžení půdy = pedokompakce

- Primární (přirozené) → 20 % půd
- Sekundární (antropické) → 45% půd



<https://www.google.cz/search?q=degradace>

Utůžení půdy = pedokompakce

Sekundární zhutnění → nesprávné hospodaření na HP, PHP, plužní podešva, zhutnění podorničí, narušení stavby a struktury EPČ, neúnosné zvýšení OH, snížení P, vodostálosti, vodopropustnosti, anaerobní procesy.

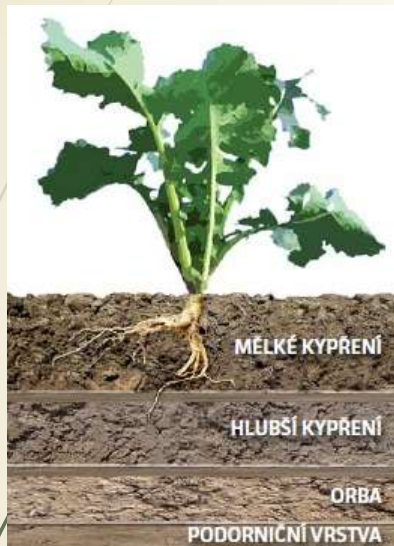
Příčinou druhotného zhutnění → intenzifikace ZV!!!

Utžení půdy = pedokompakce

Rozlišujeme dva stupně intenzity zhutnění :

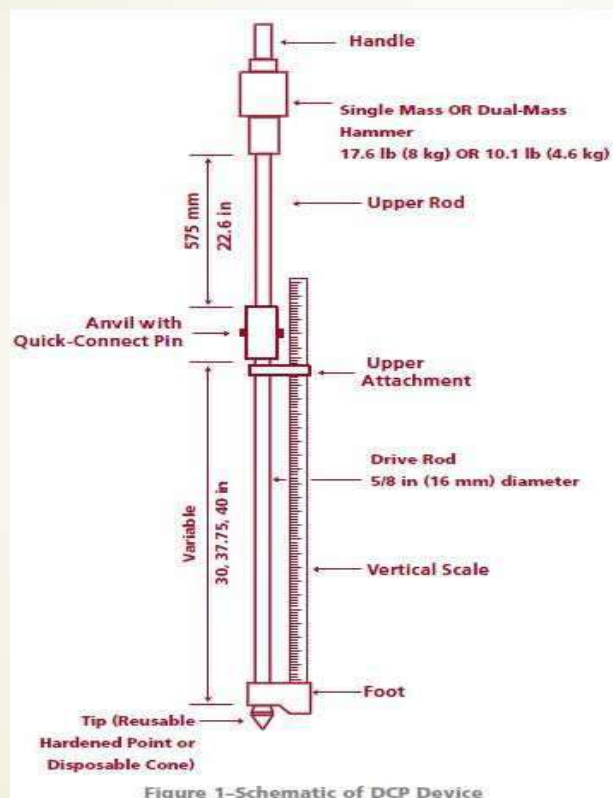
- **Přiblížení strukturních agregátů**, které se při tom rozrušují, rozpadají
- **Narušení hydrofyzikálních pochodů** tj. dynamiky a akumulace vody, anaerobní prostředí, < nitrifikace, fyziologické změny kořenů rostlin, snížení úrody (mrcasatění řepy, snížení úrody řepy a okopanin)

Utžení půdy = pedokompakce



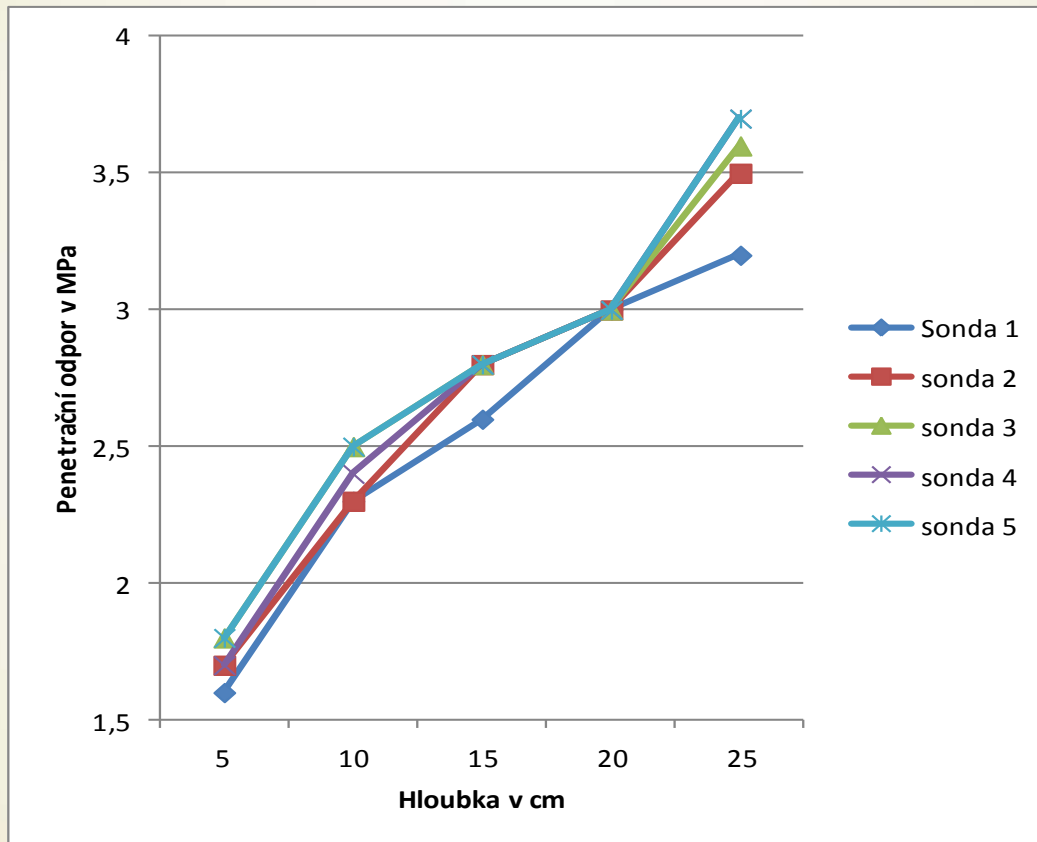
<https://www.google.cz/search?q=foto+-utu%>

Penetrometrie



kuželový penetrometr

PENETROGRAM



- **Němeček, J., Smolíková, L. & Kuřílek, M. 1990.** Pedologie a paleontologie. Academia. Praha. ISBN 80-200-0153-0
- **Prax, A., Jandák, J. & Pokorný, E. 1995.** Půdoznalství. Mendelova zemědělská a lesnická univerzita. Brno. ISBN 80-7157-145-8
- <http://af.czu.cz/~borůvka/přednašky.pdf>
- <http://ucebnice.remediace.cz/default.asp?oid=03010400001&fid=151#>
- http://af.czu.cz/~penizek/Fyto_I_cele.pdf
- <https://djfextranet.agrsci.dk/sites/vsee/public/Documents/presentations/Boizard%202011%20DK%20final.pdf>

- ▶ Jandák a kol., Pedologie. Brno, Skripta. 2009
- ▶ Kolář, V. a kol.: Hydraulika. Praha, SNTL 1966.
- ▶ Veihmeyer, F.J. and Hendrickson, A.H. (1928). "Soil moisture at permanent wilting of plants". Plant Physiol. 3 (3): 355–357.
- ▶ doi:10.1104/pp.3.3.355. PMC 440017. PMID 16652577. /
- ▶ /www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC440017/.
- ▶ Taiz, L. and E. Zeiger. 1991. Plant Physiology. The Benjamin/Cummings Publishing Co., Inc. Redwood City, CA
- ▶ www.primat.cz
- ▶ <http://katedry.czu.cz/kvz/odber-neporuseneho-pudniho-vzorku/>
- ▶ <http://www.zasakovani.cz/geolog.html>
- ▶ http://web2.mendelu.cz/af_217_multitext/ke_stazeni/produkce/Fa.pdf
- ▶ <http://www.tzb-info.cz/4846-odvodneni-zpevnenych-ploch-vsakovanim>

LITERATURA

- Jandák, J. a kol. (2008). Půdoznalství, Skripta, Mendelu
- Lhotský, J. a kol. (1984). Soustava opatření k zúrodnování zhutněných půd. Metodika ÚVTIZ 14/1984, str. 11 – 12
- Paige-Green, P. and Du Plessis, L. (2008). The use and interpretation of the dynamic cone penetrometer (DCP) test, CSIR Built Environment Pretoria
- Pokorný, E. a Šarapatka, B. (2003). Půdoznalství pro ekozemědělce. MZČR, Praha.
- Sotáková, S. (1987). Podoznalectvo. Skripta, SPU, Nitra
- Zaujec, A. a kol. (2009). Základy pedologie a geologie
- ČSN EN ISO 22476-2: Geotechnický průzkum a zkoušení- Terénní zkoušky- Část 2: Dynamická penetrační zkouška
- <http://www.kesslerdcp.com/>
- <http://www.geology.upol.cz/Soubory/2005>
- <http://www.vumop.cz>