



Kvalita a zdraví půd

Přednáška č.1

Organizace přednášek, cvičení, zkouška...

přednášky:

1–6. pedologie

7–12. mikrobiologie

cvičení:

1–6. pedologie

7–12. mikrobiologie

výjezd z předmětu
Kvalita a zdraví půd !!!



zajímavé postřehy....

- „Národ který ničí půdu, ničí sám sebe.“

Franklin D. Roosevelt

dopis guvernérům o jednotném zákoně na ochranu půdy (26. února 1937)

*The dust storms and floods of the last few years have underscored the importance of programs to control soil erosion. I need not emphasize to you the seriousness of the problem and the desirability of our taking effective action, as a Nation and in the several States, to conserve the soil as our basic asset. **The Nation that destroys its soil destroys itself. ...***

Proč se vlastně zabývat kvalitou/zdravím půdy ?

Zemědělstvím se člověk živí jen nepatrnou část své existence
(ve střední Evropě cca 7 500 let, na Předním východě nejvýše 10 000 let).

Za tu dobu se lidstvo rozrostlo na několik miliard
(v Evropě přes 500 miliónů).

Takový obrovský růst umožnilo právě zemědělství.

Až do minulého století byla všechna **potrava na této planetě
získána **ze Slunce** pomocí fotosyntézy.**

Ať už lidé jedli rostliny nebo živočichy, kteří se rostlinami živí,
energie v jejich potravě vždy pocházela ze Slunce.

Haber-Boshův proces průmyslové syntézy amoniaku je často nazýván nejvýznamnějším objevem 20. století...

Fritz Haber

(1868 – 1934)



Carl Bosch

(1874 – 1940)

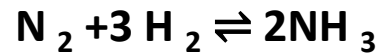
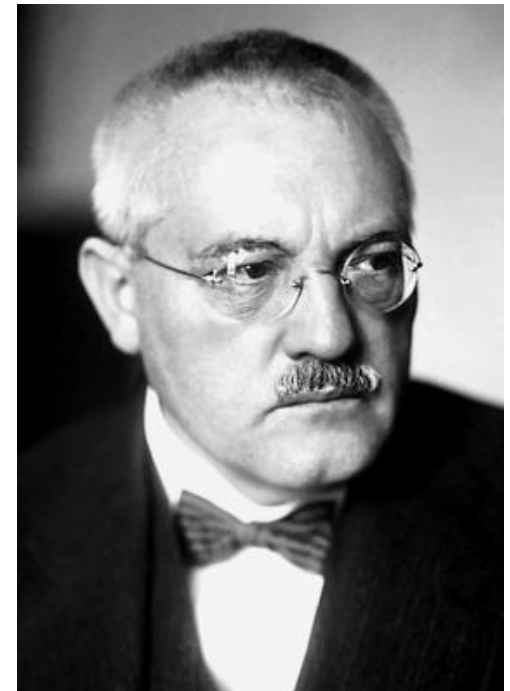


Foto: Wikipedia

Výroba jednoho kilogramu **dusíku pro hnojivo vyžaduje energii obsaženou v 1.4 až 1.8 litru nafty (bez původní suroviny, což je zemní plyn).**

Za rok použijí zemědělci v USA přibližně 12 milionů tun dusíkatých hnojiv. Při použití spodního odhadu 1.4 litrů nafty na kilogram dusíku odpovídá toto množství 15 miliardám litrů nafty, nebo též **96 milionů barelů ropy...**

Eilhard Alfred Mitscherlich

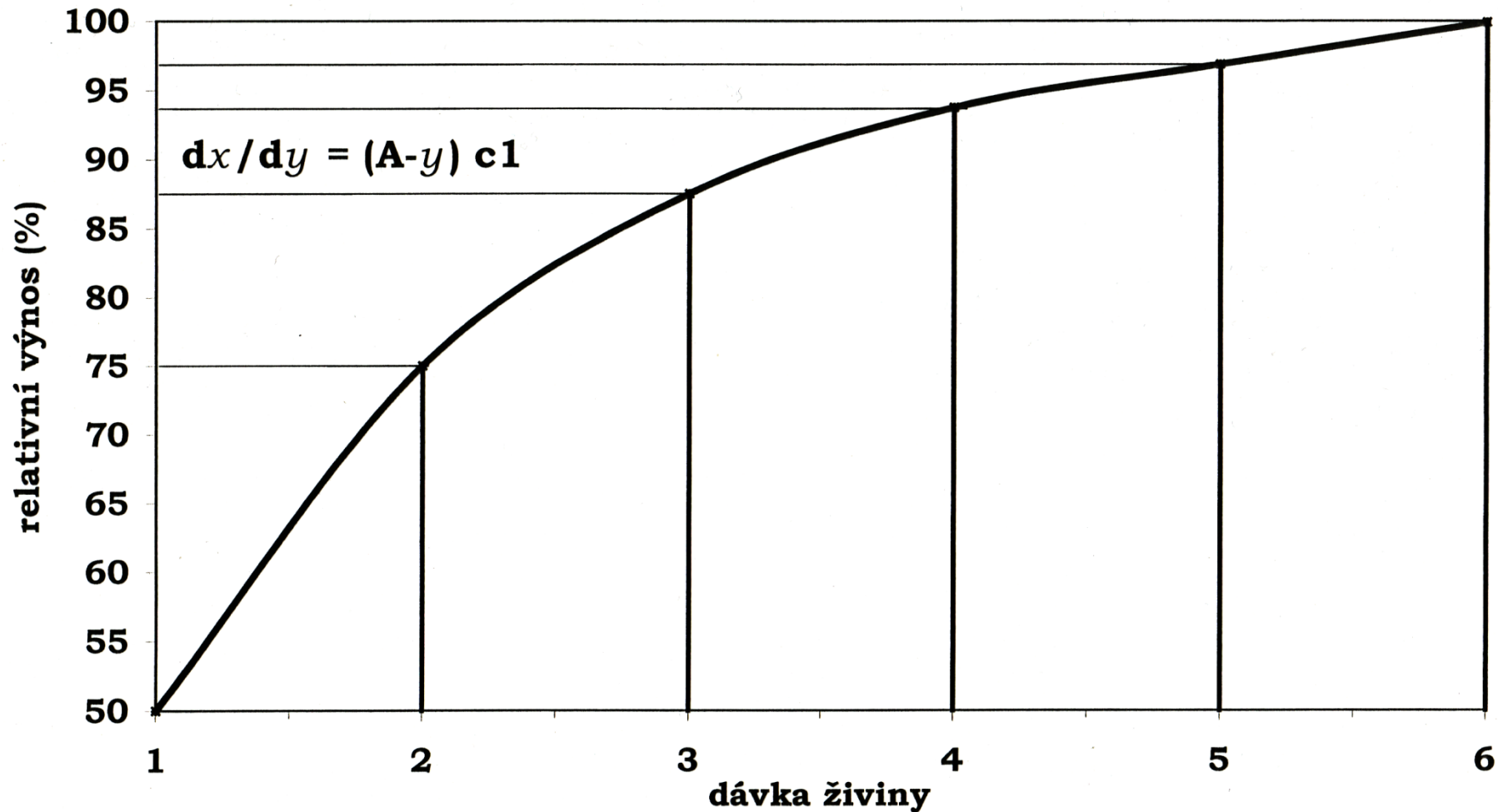
(1874 - 1956)

V roce 1909 matematicky vyjádřil tzv. „**Produkční zákon**“ který se stal základem výzkumu výživy rostlin.



Foto: Wikipedia

Mitscherlichova křivka korelace mezi stupňovanou dávkou živiny a relativním výnosem



Norman Ernest Borlaug

(1914 - 2009)

americký agronom,
známý také jako „otec tzv.
Zelené revoluce“

1970 Nobelova cena míru



Foto: Wikipedia

Mezi lety 1945 a 1994 roste množství energie vložené do zemědělské výroby čtyřnásobně, zatímco úroda vzrůstá pouze trojnásobně.

Od té doby vklady energie stále rostou, ale úroda se již nezvětšuje. Dosáhli jsme maximální výtěžnosti.

Naopak, díky postupnému vyčerpávání půdy, zvýšené nutnosti ochrany před škůdci a zvýšeným energetickým nákladům na zavlažování, musí moderní zemědělství stále zvyšovat své náklady na energii, jen aby zajistilo stávající neměnnou úroveň výroby.

M. Giampietro a D. Pimentel zjistili, že v potravinovém systému vyspělých zemí k produkci 1 kalorie ve formě potravin je potřeba 10 kalorií ve formě ropy...

Potravinový systém tedy spotřebuje 10x více energie, než produkuje ve formě potravin!!

Jakmile se ale začne snižovat množství ropy v systému (v rámci např. vyčerpání ložisek, zvyšující se cenou apod.), bude i méně energie pro produkci potravin...

Proč se vlastně zabývat kvalitou/zdravím půdy ?

- **půdy nepřibývá** a je značně poškozována – v současnosti tvoří zemědělská půda cca 1/3 povrchu souše planety (přibližně 10 % souše tvoří orná půda)
- v současnosti je využívána téměř veškerá dostupná zemědělsky využitelná půda (Pankhurst a kol. 1997)
- ročně na planetě přibývá 90–100 mil. lidí
- 815 milionů lidí trpí podvýživou (FAO 2016), v 90-tých letech to byla ale cca 1 mld. lidí

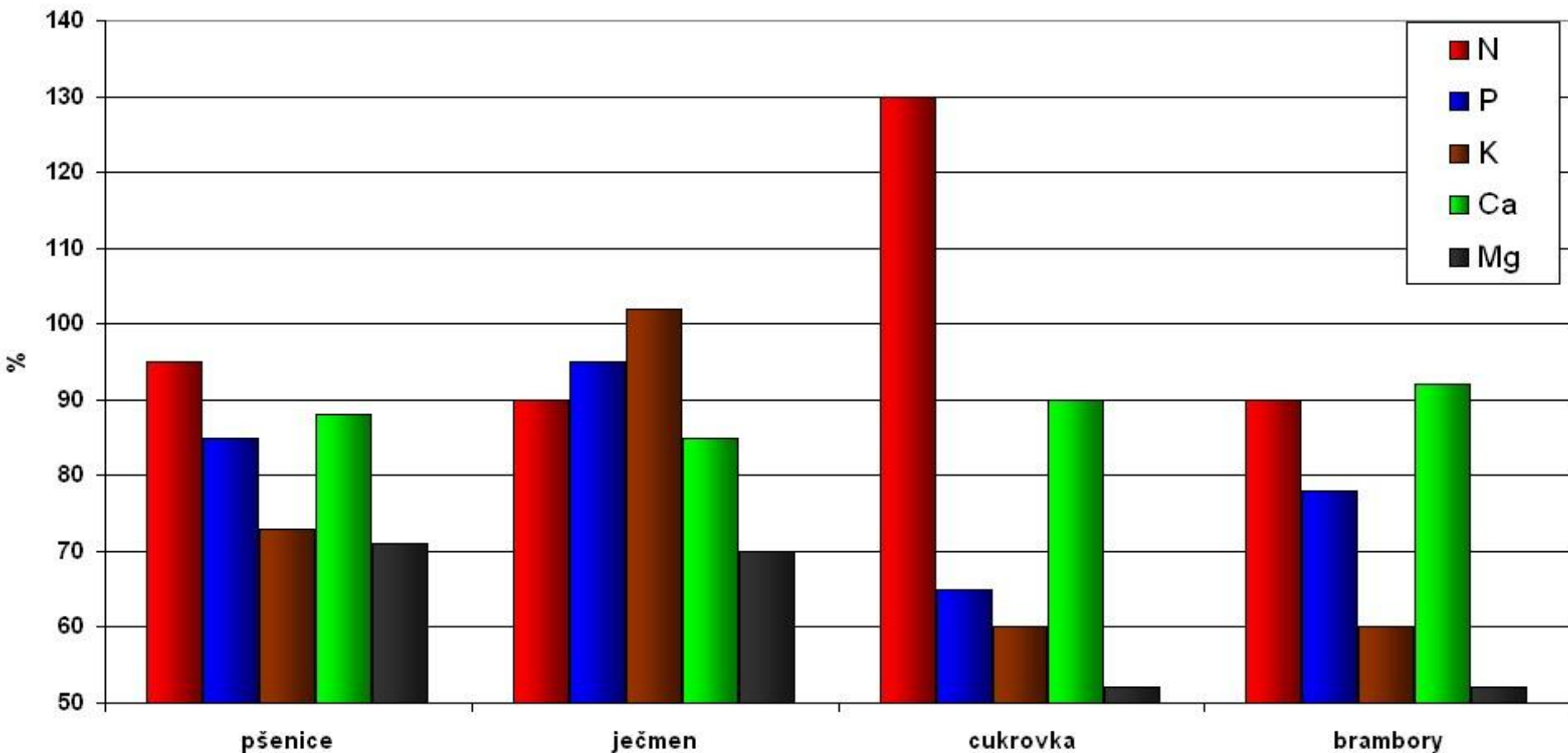
k zamyšlení....

množství zemědělské půdy na jednoho obyvatele planety

rok 1960	0,44 ha
rok 1990	0,27 ha
rok 2025	0,17 ha
rok 2050??	0,07 ha!!!

- **hranice** pro zajištění a **udržení výživy** jednoho člověka **je 0,07 ha...**
- každoročně ztratíme 7,5 mil. ha zemědělské půdy a 17–20 mil. ha lesa
- v rámci EU 27 ročně „mizí“ 1000 km² půdy pro stavební a jiné účely

Relativní srovnání obsahu makroprvků v zemědělských komoditách - rok srovnání 1990
(rok 1871 = 100 %)



Evropské zemědělství ohrožuje **snižování kvality orné půdy**. Je tomu tak zejména v zemích východní Evropy. V celé EU se znehodnocuje víc jak 16 % půdy a v nových členských státech tento poměr dosahuje až jednu třetinu výměry zemědělsky využívané půdy. **Znehodnocení může vést až k vyčerpání půdy**. To by ji učinilo nevhodnou pro pěstování zemědělských plodin. Poškozená půda vyžaduje velmi nákladnou rekultivaci trvající stovky let. **Arwyn Jones**, výzkumný pracovník, který vytvořil první půdní mapu EU říká: *„Zemědělství je závislé na zdravé půdě, ale změny farmářských metod, klimatických podmínek a využívání půdy na mnohých místech ohrožuje její kvalitu“*. Až 75 % výměry půdy v jižní Evropě nemá dostatek živných organických látek. V Británii se podíl takto poškozené půdy zvýšil z 35 na 42 %. **„Farmáři zklamali v základních úlohách, které mohly půdu zachránit“** tvrdí Jones.

...jedni si stěžují na podmínky atmosférické, jiní na vyčerpanost italské půdy, ale žádné z těchto vysvětlení neobstojí. Domnívám se, že příčinou těchto jevů nejsou nedostatky podnebí, nýbrž naše vlastní vady. Obdělávání půdy jsme svěřili nejhorším otrokům, takže jako bychom ji dali katovi, kdežto nejlepší z našich předků se jí zabývali sami s největší pečlivostí...

Lucius Junius Moderatus Columella (1 stol. po Kr.)

**Nové objevy v přírodních vědách a zemědělství sice
mění svět**

ale začíná „technický“ závod čápa s pluhem

Problémy nejsou řešeny reprezentováním nové skutečnosti, nýbrž přehledným sestavením toho, co je dávno známé.

Wittgenstein, L.: Filosofická zkoumání. Praha 1998, str. 63, paragraf 109

Co je vlastně půda?





**Jak se na ní vlastně můžeme dívat??
Jako na zdroj surovin pod ní uložených?**

Jako na stavební pozemek nebo na místo kde bydlíme?



Jako na zdroj potravín?



Jako na zdroj poznání?







Jako na místo posledního odpočinku?

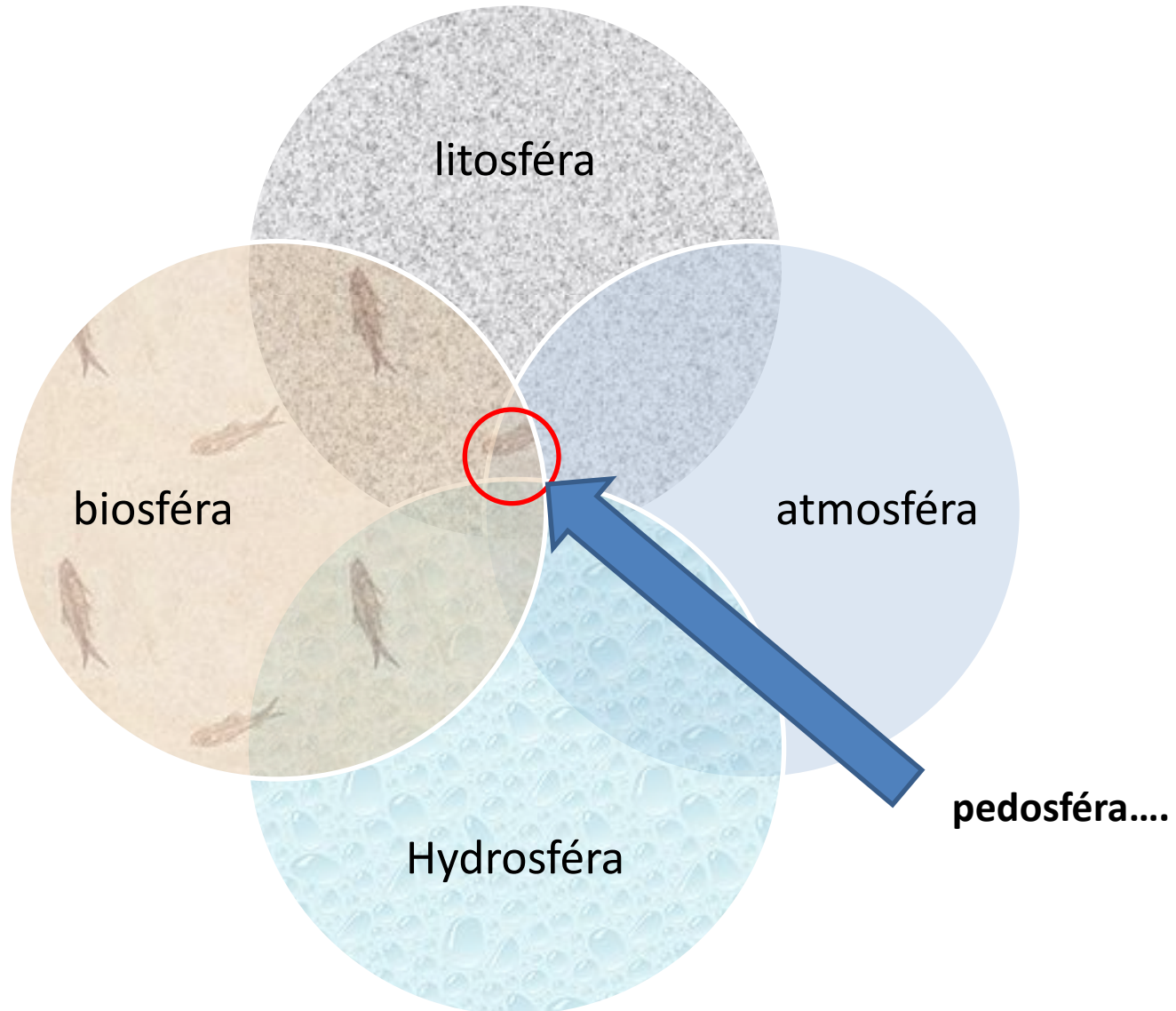


Půda je **přírodní útvar** vyvinutý z povrchových zvětralin zemské kůry a z organických zbytků. Jeho stavba a složení jsou výsledkem působení klimatu a živých organismů žijících v půdě i na ní.

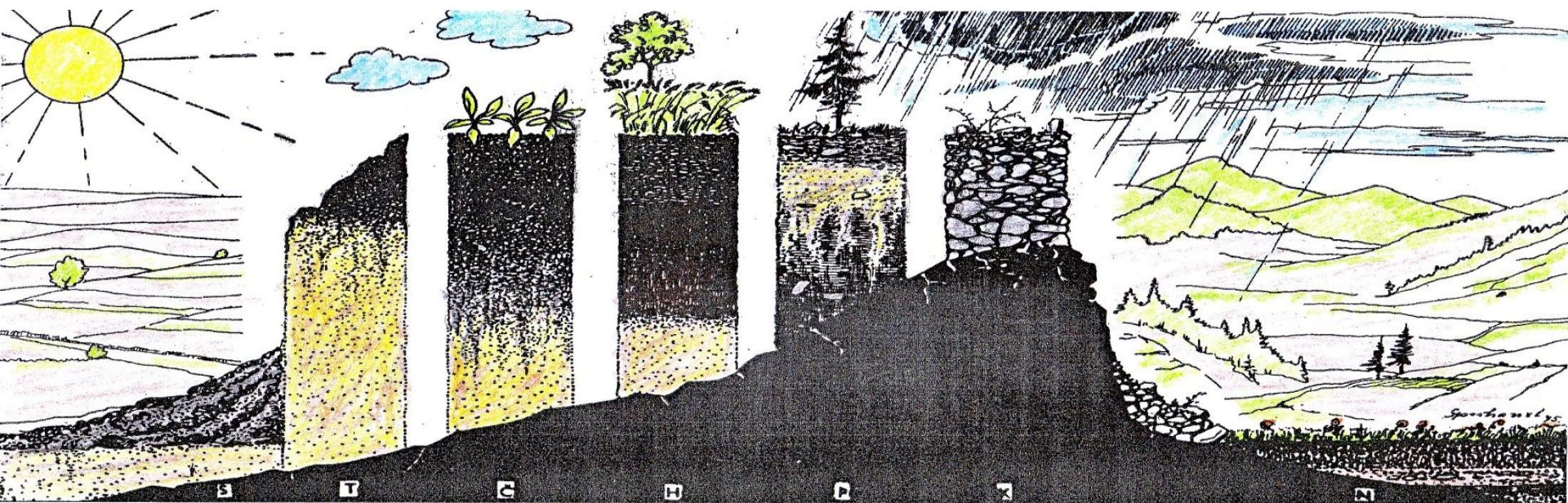
(prof. V. Novák)



Pozice pedosféry v krajině (upraveno dle J.W.B.Steward 1974)



Zrození půdy



Vznik našich půd (podle Spirhanzla)

S – suťové půdy, **T** – troska vytvořená erozí,
Č – černozem, **H** – hnědozem, **P** – podzol,
K – skeletovitá půda, **N** – nivní půda

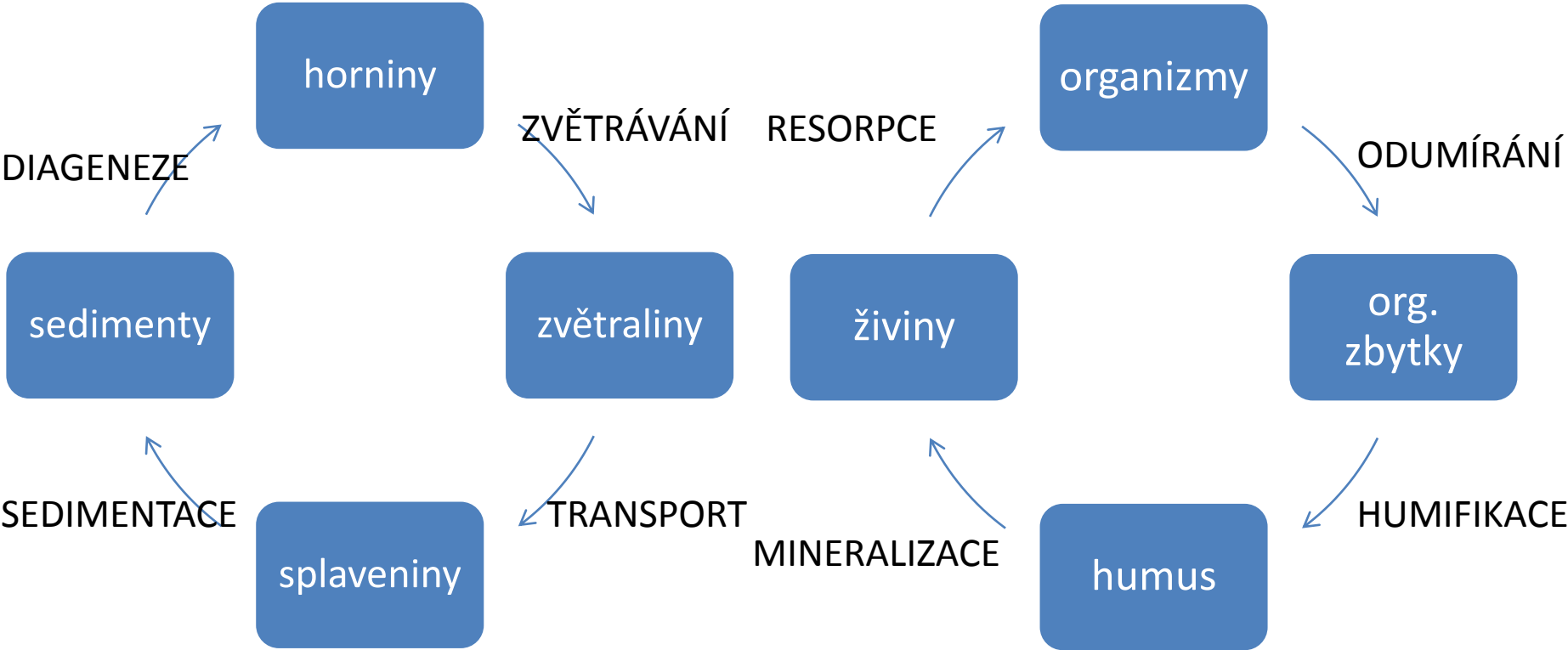


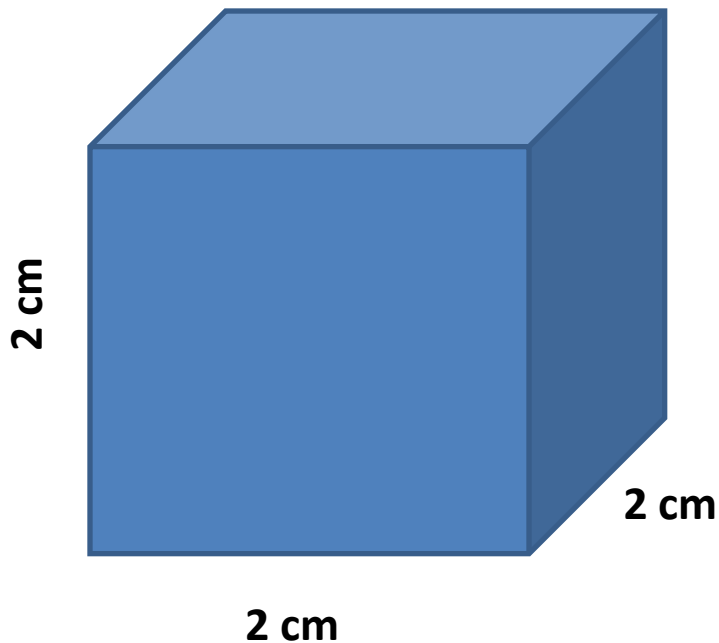
SCHÉMA GEOLOGICKÉHO A BIOLOGICKÉHO KOLOBĚHU LÁTEK

Zrnitostní složení půdy

Půdní druh

Změna velikosti povrchu částic zvětráváním

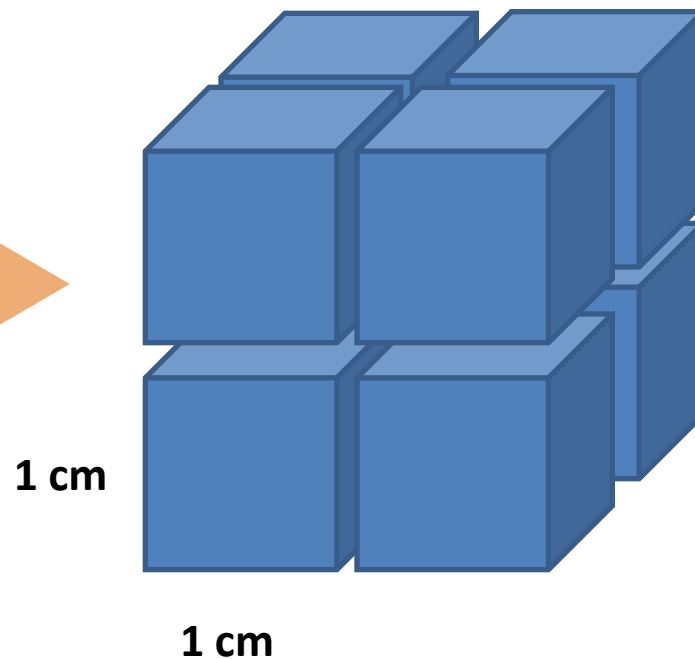
před fyzikálním zvětráváním



$$V = 8 \text{ cm}^3$$
$$S = 24 \text{ cm}^2$$

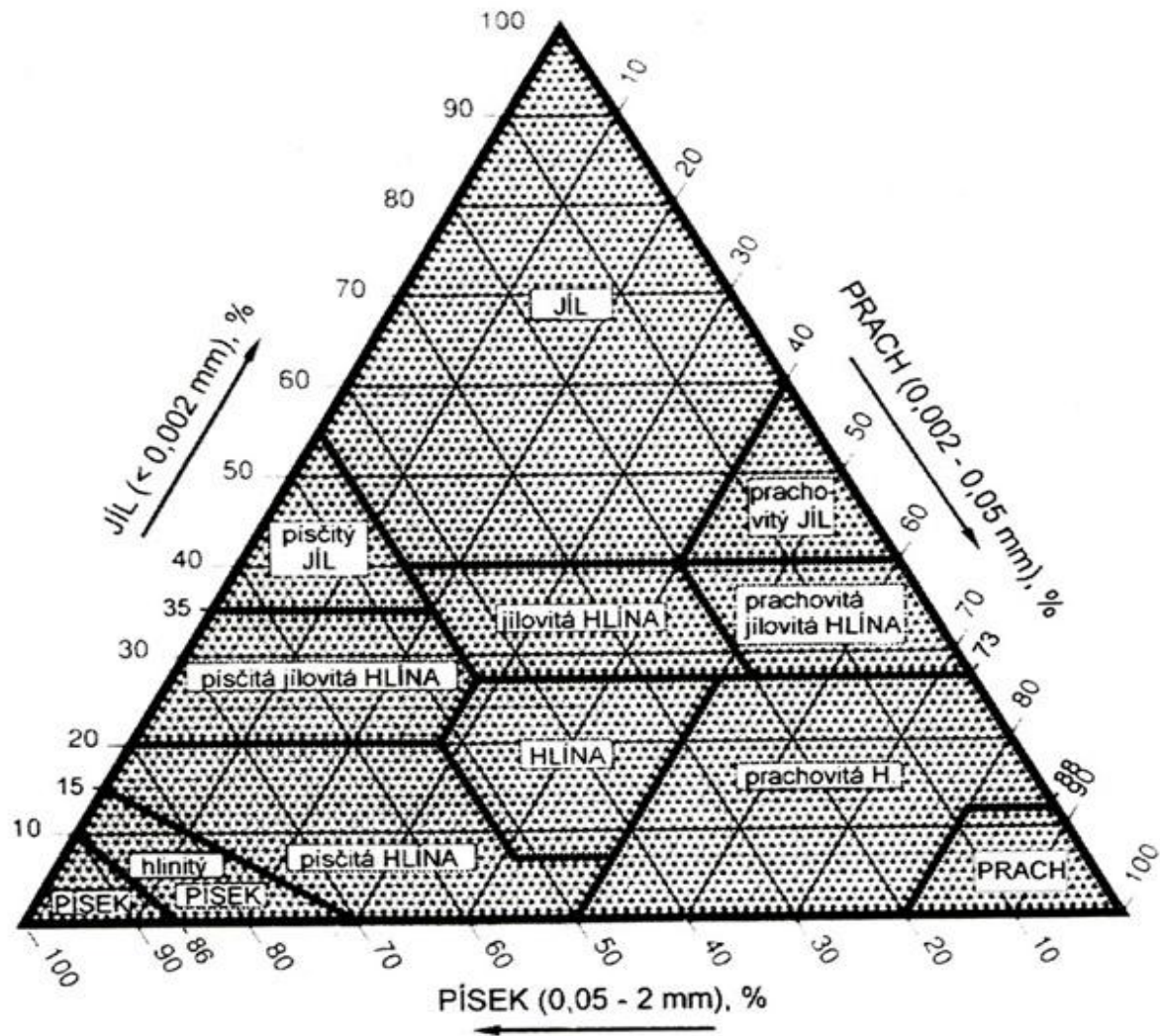


po fyzikálním zvětrávání



$$V = 8 \text{ cm}^3$$
$$S = 48 \text{ cm}^2$$

koloidní jíł (< 0,000 1 mm)	jílnatě částice	jemnozern	hrubozern
fyzikální jíł (0,000 1 – 0,001 mm)			
jemný prach (0,001 – 0,01 mm)			
prach (0,01 – 0,05 mm)	skelet		
práškový písek (0,05 – 0,1 mm)			
písek (0,1 – 2 mm)			
hrubý písek (2 – 4 mm)	skelet		
štěrk (4 – 30 mm)			
kameny (> 30 mm)			



Význam zrnitosti

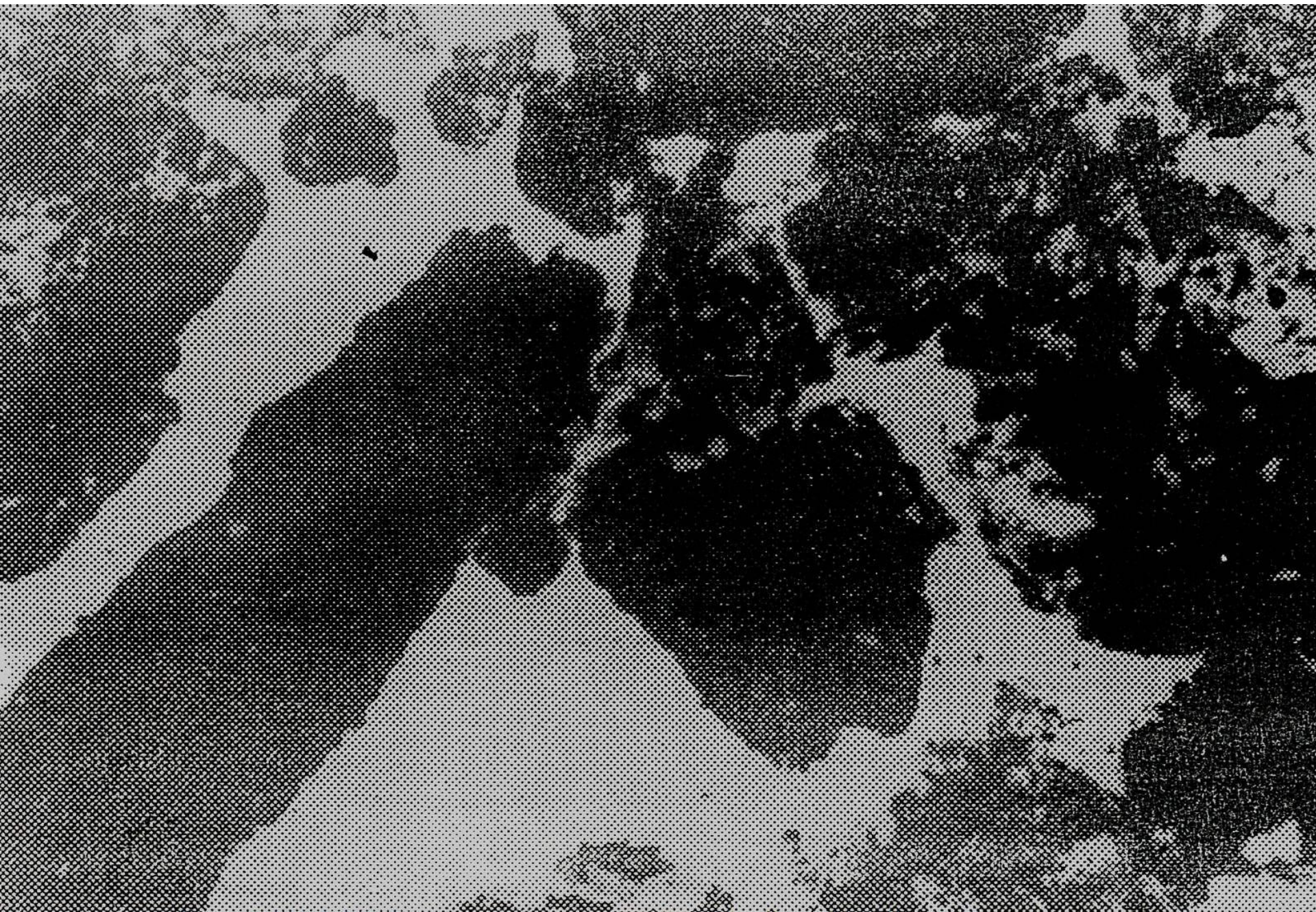
- jedna z hlavních charakteristik půdy
- ovlivňuje půdotvorné procesy
- ovlivňuje tvorbu sorpčního komplexu
- ovlivňuje pohyb vody v půdě
- ovlivňuje další fyzikální, chemické a biologické vlastnosti
- ovlivňuje rostlinná společenstva na ní rostoucí: viz psamofyty, xerofyty atd.

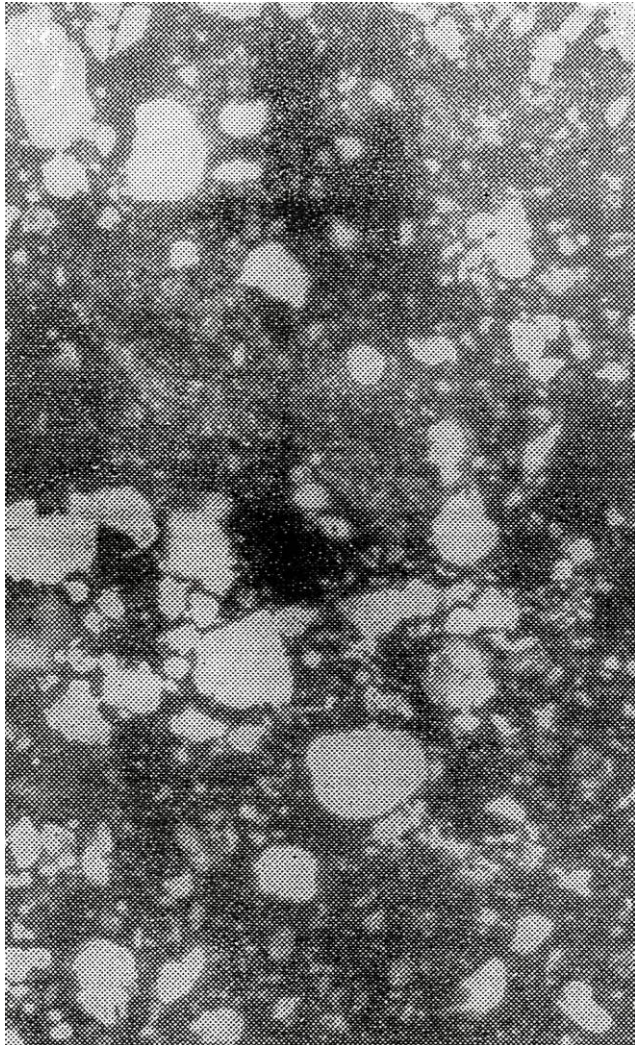
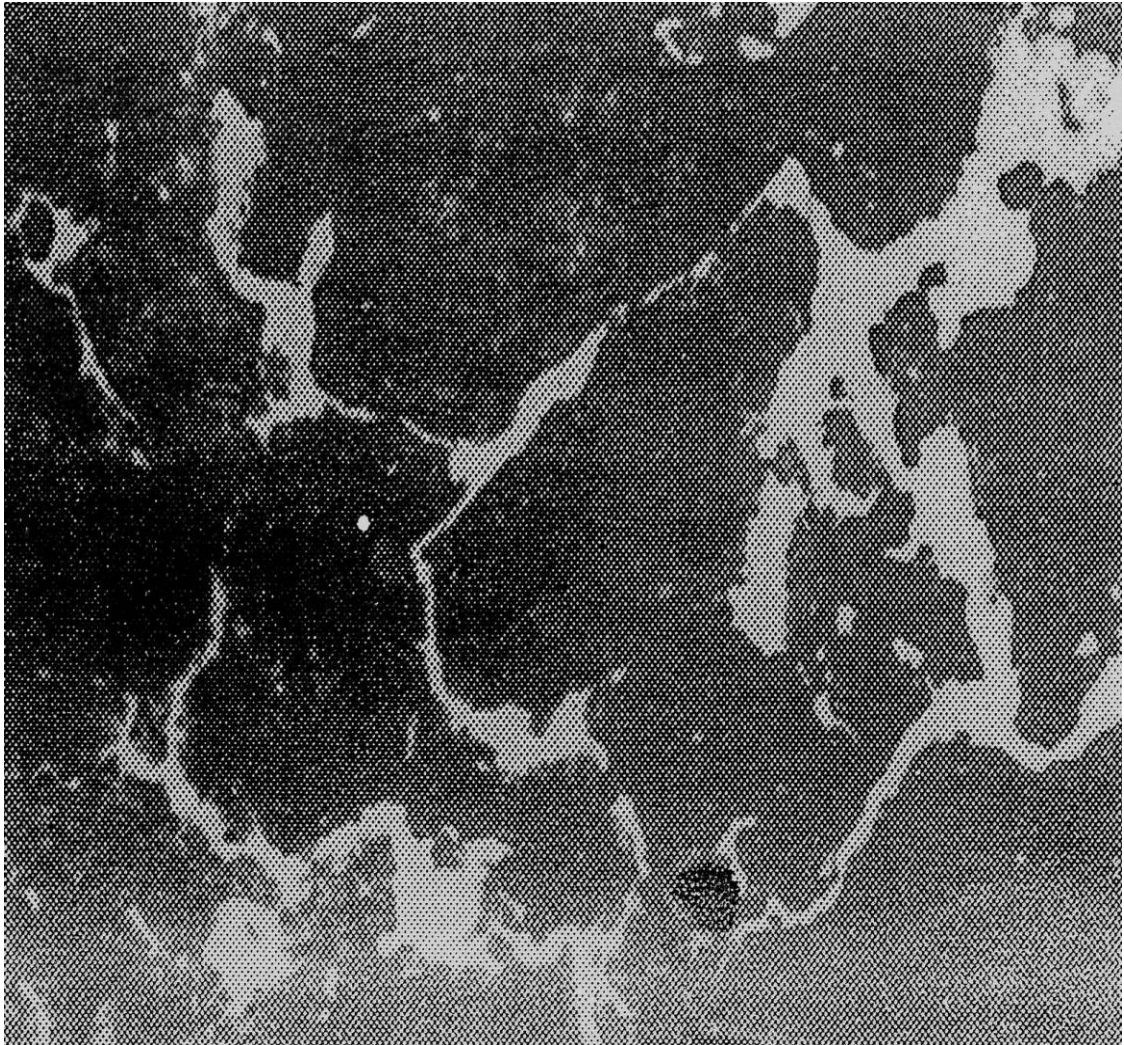
Další fyzikální vlastnosti

- **objemová hmotnost** – udává hmotnost známého objemu (cm^3) i s póry, čím je půda utuženější, tím je objemová hmotnost větší (*neměla by být vyšší než 1.45 g/cm^3*),
- **hustota (měrná hmotnost)** - udává hmotnost známého objemu (cm^3) bez pórů (*průměrná hodnota je 2.62 g/cm^3*). Slouží k výpočtu pórovitosti,
- **pórovitost** – udává množství volných prostorů v půdě (*neměla by klesnout pod 45 %*),
- **maximální kapilární kapacita** – udává množství pórů z nichž není voda odváděna gravitací (kapilární póry). *Neměla by být vyšší než 36 %*,
- **minimální vzdušnost** – množství vzduchu v půdě po nasycení na maximální kapilární kapacitu (*neměla by klesnout pod 10 %*)



**uložení částic v půdním těle –
schéma pórovitosti**





Praktické poznámky k významu fyzikálních vlastností půdy

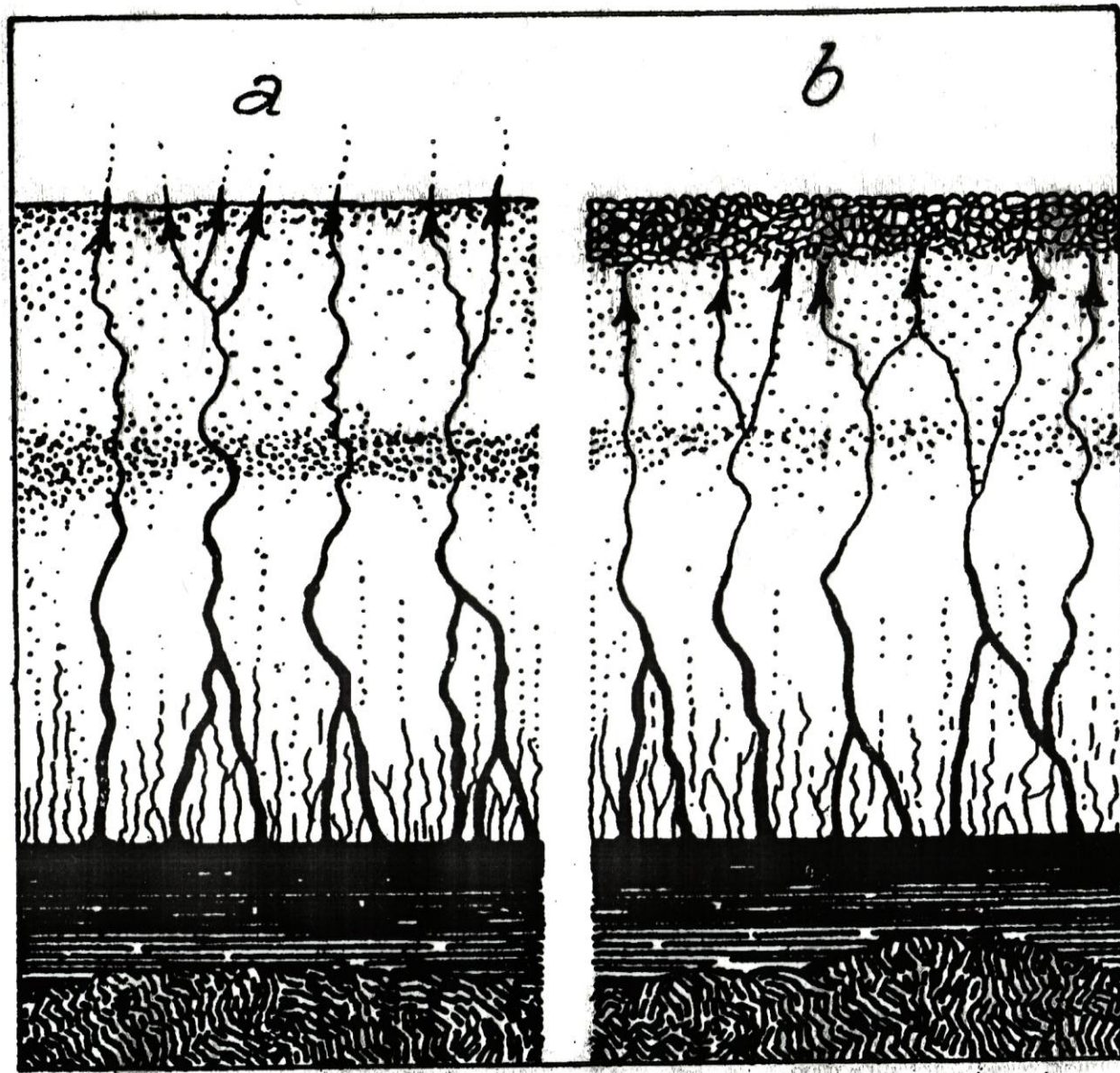
- **pórovitost** našich půd se pohybuje **mezi 40 a 55 %**
- **volný prostor** představuje v ČR **30 – 50 mld. m³**
- **v pórech** je umístěno **15 –25 mld. m³ vody**
- pro srovnání – veškeré **povrchové vody** ČR jsou cca **4 mld. m³**.
- každá změna pórovitosti způsobuje obrovské hydrologické změny, při průsaku vody půdou navíc dochází k jejímu čištění – půda má obrovský povrch v řádech stovek m² na gram

pozornost společnosti k tomuto problému je ale zatím mizivá...

například povodně...

- mezi 6 a 13. srpnem 2002 padá v povodí Vltavy 5 mld.m³ vody ve formě srážek...
- z přehrady Slapy například 14. srpna 2002 padá bezpečnostním přelivem 8,5m přepadový proud o rychlosti 112 km/h
- průtok odpovídá Niagarským vodopádům v kanadské části (2 500 m³/s)

Voda v půdě



Ovlivňování výparu povrchovým zpracováním půdy

Spotřeba vody rostlinami

Na tvorbu 1 kg sušiny se spotřebuje	
pšenice	340–380 kg vody
žito	350–450 kg vody
oves	370–600 kg vody
brambory	250 kg vody
louka	800 kg vody
vojtěška	1 000 kg vody

Ve vegetačním období spotřebuje	
ječmen	18 000 hl vody
pšenice	24 000 hl vody
oves	40 000 hl vody
zelí	88 000 hl vody
chmel	120–160 000 hl vody

Na jeden hektar musí tedy být ve vegetačním období k dispozici 1,8–16 milionů litrů vody...

**Fyzikálně chemické
vlastnosti půdy**

Charakteristiky sorpčního komplexu a jejich hodnocení

T – celková sorpční kapacita (mmol/kg)

S – obsah výměnných bází (mmol/kg)

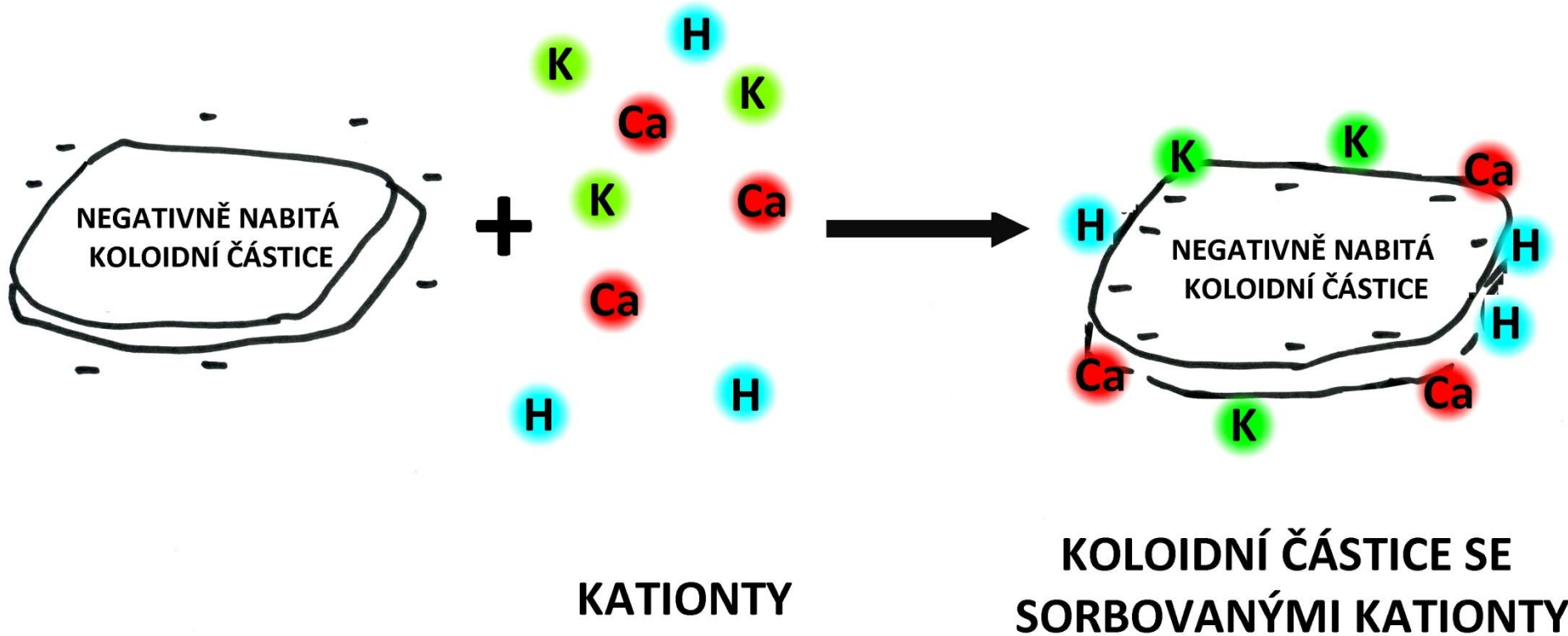
V – relativní nasycenost SK (%) $V = (S/T) * 100$

Optimální nasycenost SK:

Ca (65 %), Mg (15%), K (do 5 %)

Nasycenost SK by neměla klesnout pod 60 %!

schéma půdní sorpce



Půdní reakce

dána přítomností a aktivitou vodíkových iontů, které se ve vodných roztocích spojují s molekulou vody a tvoří s ní anionty H_3O^+ . V půdním roztoku rozpuštěné kyseliny uvolňují vodíkové ionty (disociace); rozpuštěné zásady a bazoidy se s nimi slučují (asociace).

rozeznáváme u ní dvě základní formy kyselosti:

1. kyselost aktivní (aktuální),
2. kyselost potencionální, která se dělí na: a) výměnnou,
b) hydrolytickou.

Aktivní kyselost je dána koncentrací iontů H^+ v půdním roztoku.

Výměnná kyselost je způsobená adsorbovanými ionty, které se vyměňují za bazické ionty roztokem neutrální soli KCl (CaCl_2).

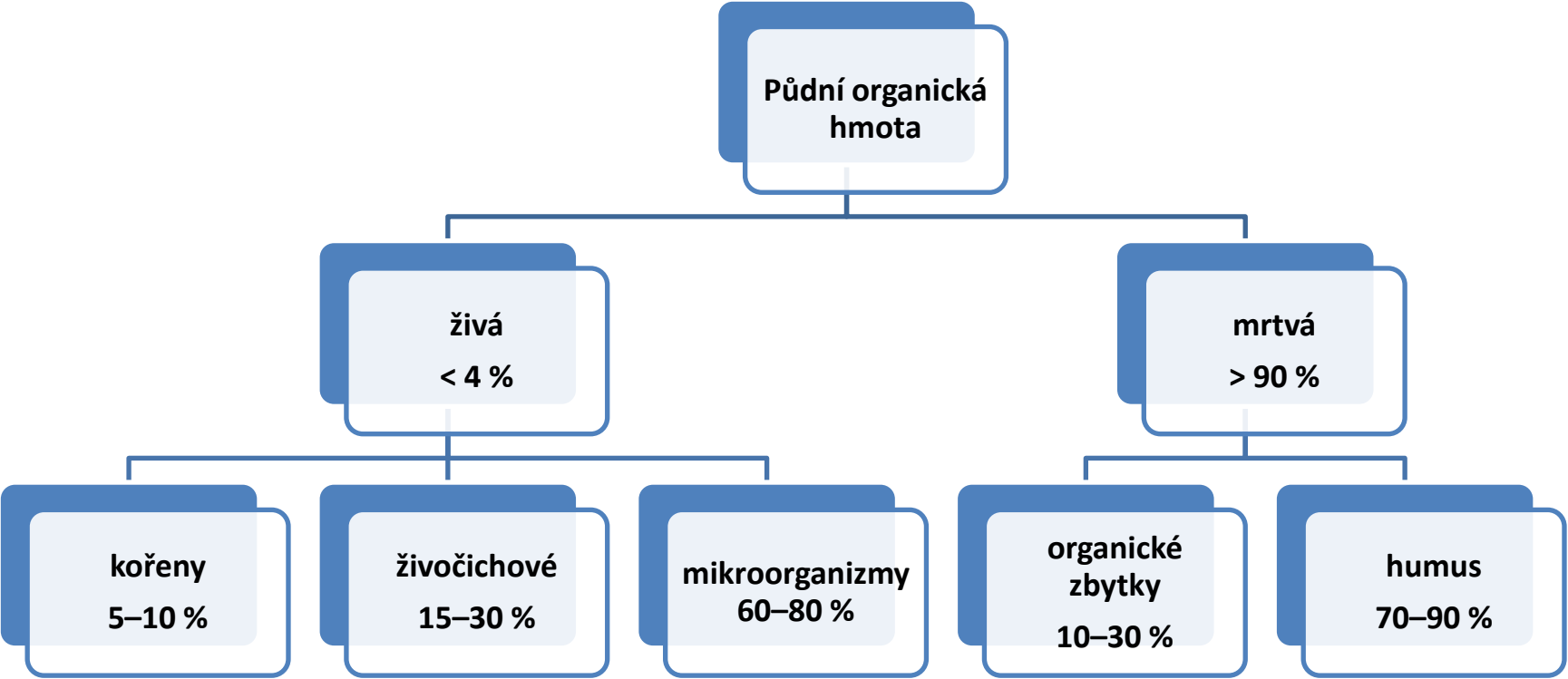


Organická hmota v půdě

humus/ život v půdě

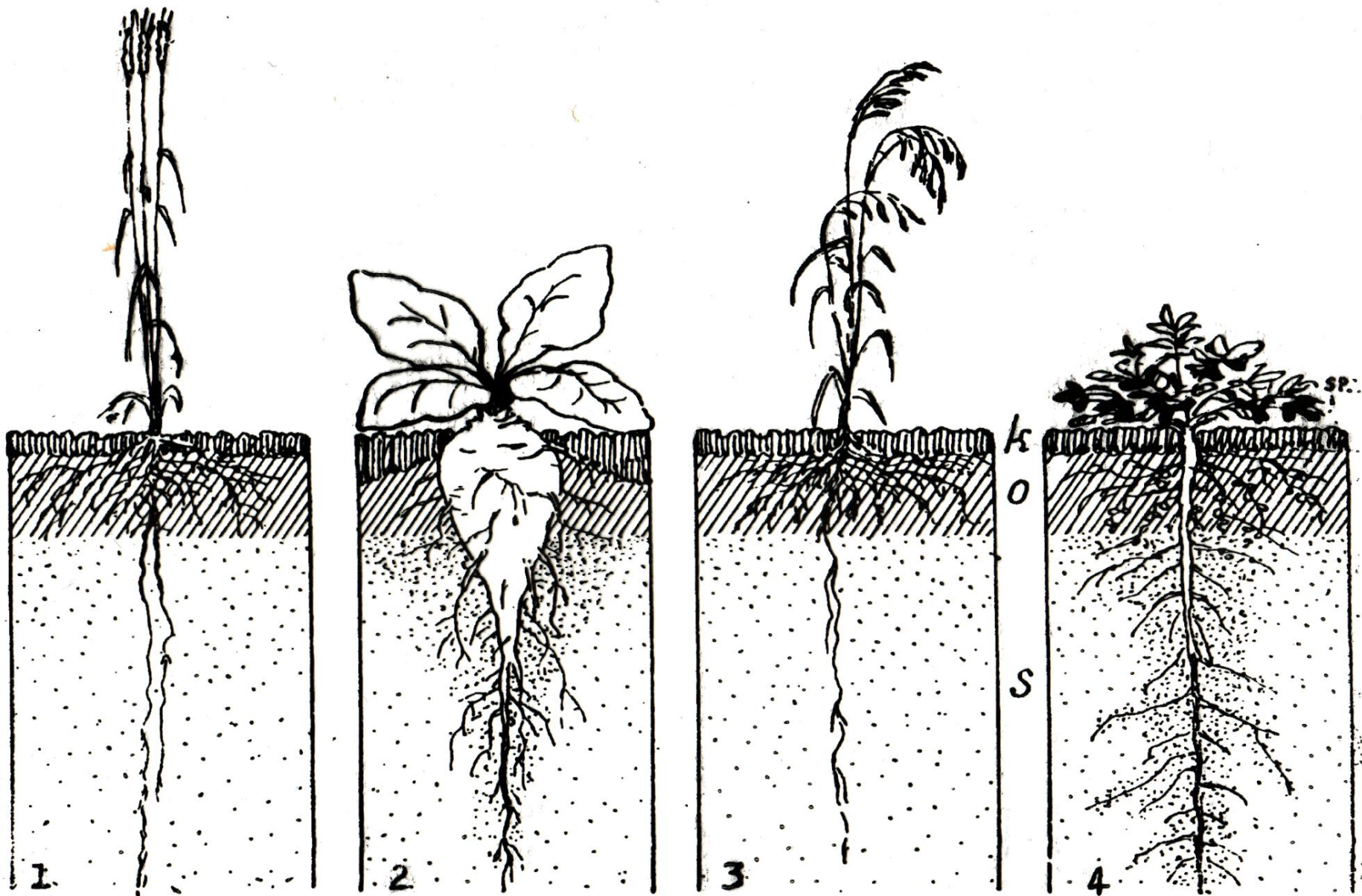
Rozdělení organické hmoty v půdě (hm. %)

(Theng et al. 1989, cit. Wood 1995, upraveno)



Množství zbytků plodin (t/ha) – suchá hmota

Vojtěška – 8.2	Pšenice oz. – 3.3	Cukrovka – 1.08
Jetel luční – 5.2	Žito – 3.2	Brambory – 0.91
Jetel plazivý – 3.3	Oves – 2.9	
	Ječmen – 2.5	

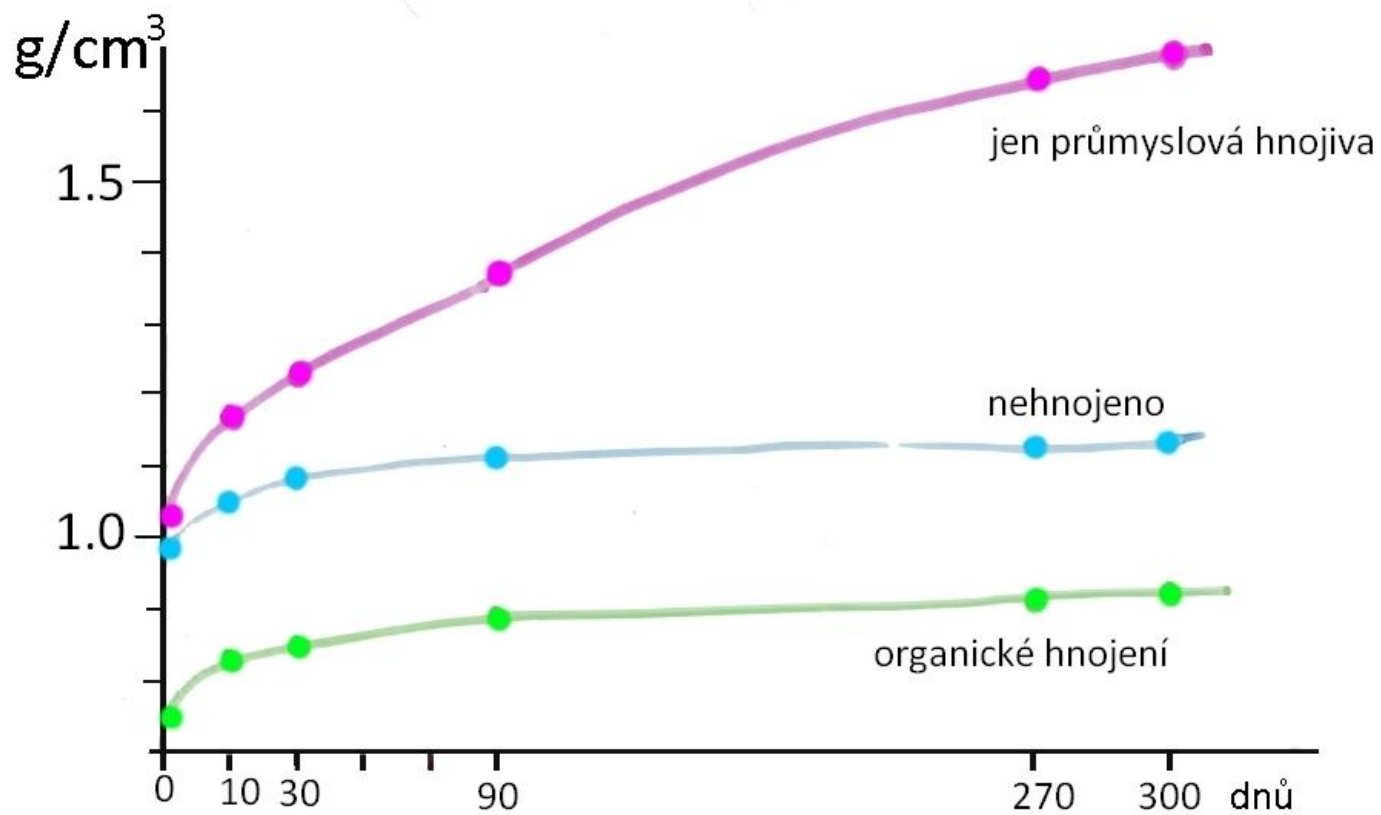


Kořenové systémy jednotlivých plodin

Na základě odolnosti vůči mikrobiálnímu rozkladu a rozpustnosti v kyselinách a louzích se humusové látky dělí na:

- **Fulvokyseliny (FK)**, rozpustné ve vodě
- **Hymatomelanové kyseliny** rozpustné v ethanolu
- **Humínové kyseliny (HK)**, rozpustné v louzích
- **Humáty** – jsou soli humínových kyselin
- **Humíny** – jsou látky vzniklé spojením anorganického podílu a humínové kyseliny
- **Humusové uhlí** – konečný produkt kondenzace
- **Kvalita humusu** se hodnotí poměrem HK:FK a poměrem C:N

Vliv hnojení na zhutnění půdy (podle B. Nováka)



černozem

- 1,8–3,5 % humusu v A horizontu (35 cm)
- = 94,5 – 184 tun humusu/ha
- HK:FK = 2,0 – 3,0



podzol

- 5–10 % humusu v A horizontu (10 cm)
- = 75 – 150 tun/ha
- HK:FK = 0,3





Žížala obecná
(*Lumbricus terrestris*)



Chemické složení koprolitů v porovnání s původní zemínou

	vápník	hořčík	draslík	fosfor	dusík	uhlík	pH/KCl	V
	mg/kg	mg/kg	mg/kg	mg/kg	%	%		%
koprolit	2790	492	358	67	0,35	5,17	7,0	93
zemina	1990	162	32	9	0,25	3,35	6,4	74

Funkce půdy, Kvalita a zdraví/ degradace půdy

Základní funkce půdy (Szabolcs, 1994)

- reguluje biotické procesy
- umožňuje tvorbu biomasy
- tvoří interface mezi geo- a biosférou
- přispívá k vodní a tepelné rovnováze atmosféry
- redistribuuje vodu
- plní specifickou ochrannou funkci vzhledem k litosféře

Nejdůležitější funkce půdy shrnutí:

- **zabezpečuje růst rostlin**
- **má filtrační funkci pro vodu**
- **má ekologickou funkci**
- **pokrývá a chrání povrch Země**
- **sanační funkce**
- **uchování historie, apod.**

Z rozmanitých funkcí půdy je zřejmé, že hodnocení její kvality je složité, zvláště má-li zahrnout posouzení všech důležitých funkcí.

Úrodnost půdy je:

1. Schopnost půdy uspokojovat požadavky rostlin na vodu a živiny v optimálním množství soustavně a po celou dobu jejich růstu a vývoje.
2. Schopnost zajišťovat život vyšších zelených rostlin, které mohou zužitkovat energii slunečního záření.

Měřitelným příznakem by měl být výnos (ALE!)

Kvalita/ zdraví půdy je...

Schopnost půdy fungovat jako součást ekosystému a při dané využití krajiny udržovat biologickou produktivitu a kvalitu prostředí a podporovat zdraví rostlin a živočichů

(DORAN A PARKIN 1994)

Nebo také: Kvalita a zdraví půdy je...

Mírou schopnosti půdy zachovávat kvalitu vody a ovzduší, podporovat produkci a kvalitu rostlin i živočichů a podporovat zdraví člověka, a to při daném způsobu využívání půdy a uvnitř daných krajinných a klimatických podmínek

(HARRIS A KOL., 1996)

Degradace půdy je pak každé vratné nebo nevratné poškození kvality a zdraví půdy

Úrodnost půdy – je schopnost půdy uspokojovat požadavky rostlin na vodu a živiny v optimálním množství, soustavně a po celou dobu jejich růstu a vývoje. *Měřitelným příznakem je výnos*

Kvalita/zdraví půdy – je mírou schopnosti půdy zachovávat kvalitu vody a ovzduší, podporovat produkci a kvalitu rostlin a živočichů, včetně člověka, a to při daném způsobu využívání půdy a uvnitř daných krajinných a klimatických podmínek. *Měřitelným příznakem je Index půdní kvality.*

Z výčtu kritérií vyplývá že:

- neexistuje žádný jednotný indikátor, který by byl dostatečný pro kvantifikaci kvality/zdraví půdy,
- DORAN A PARKIN (1994) zavedli *Index půdní kvality* (Soil quality index – SQ) použitelný pro hodnocení fcí půdy ve vztahu k:
- trvale udržitelné produkci,
 - kvalitě ŽP
 - zdraví lidí a živočichů

Index se určuje jako vážený průměr šesti elementů:

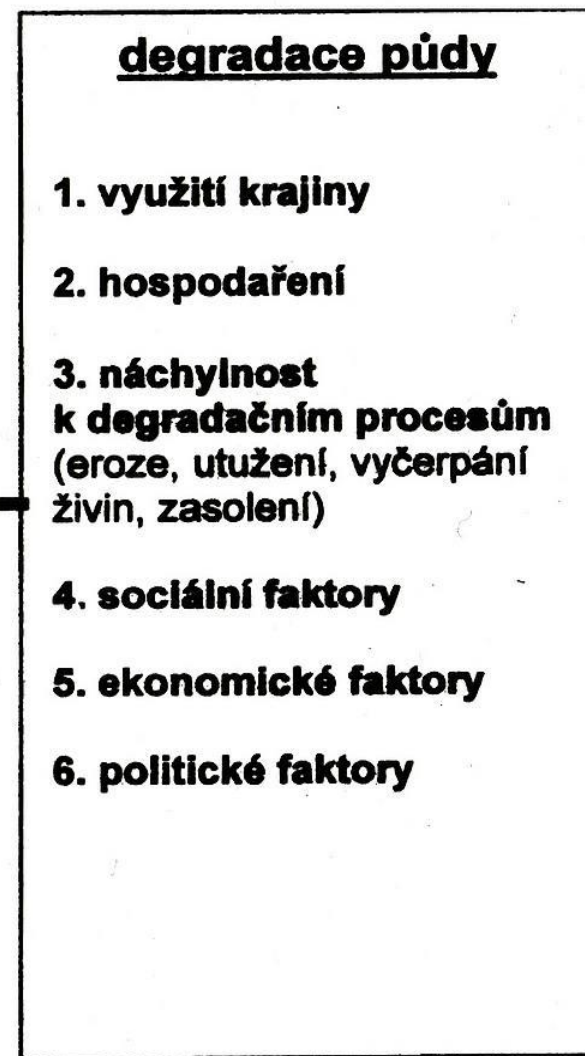
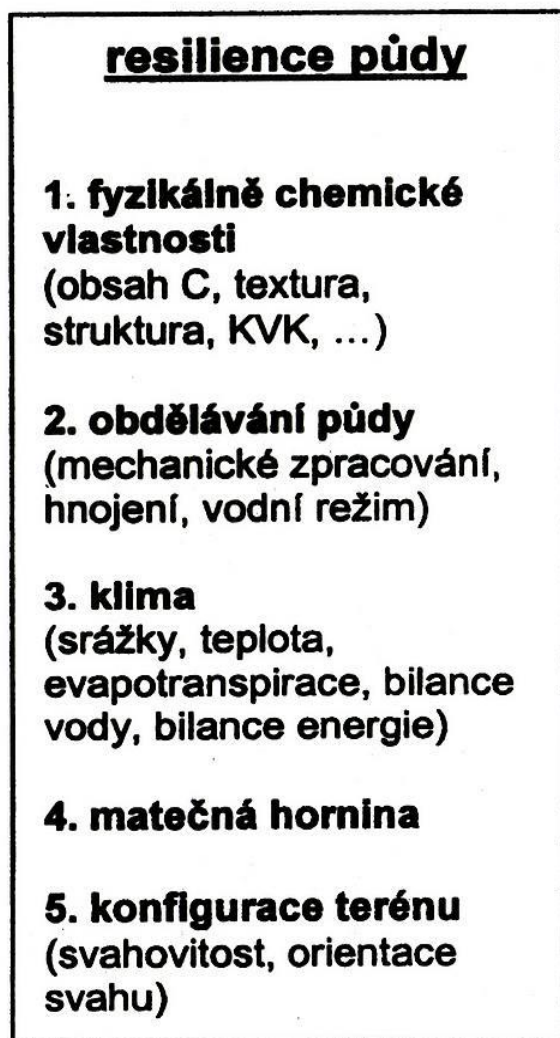
$$\mathbf{SQ = f (E1, E2, E3, E4, E5, E6)}$$

kde: E1 – produkce potravin (biomasy), E2 – erozivita, E3 – kvalita podzemní vody, E4 – kvalita povrchové vody, E5 – kvalita vzduchu, E6 – kvalita produkce (biomasy)

Příklad souboru vlastností půd využitelných jako indikátory kvality/zdraví půdy a vztah jednotlivých indikátorů k určitým funkcím půd. (HARRIS A KOL., 1996)

Skupina vlastností	Vlastnost	Vztah k určité funkci půdy						
		Podzemní vody	Povrchové vody	Ovzduší	Eroze	Kvalita rostlin	Kvalita živočichů	Zdraví
Fyzikální	textura	+	+	+	+	+		
	objemová hmotnost	+	+		+	+		
	infiltrace vody	+	+		+	+		
	polní vodní kapacita	+	+	+	+	+		
Chemické	celkový organický Corg	+	+	+	+	+	+	+
	celkový organický Norg	+	+			+		
	pH	+	+	+		+		+
	elektrická vodivost	+	+	+		+	+	+
	extrahovatelný NH ₄ ⁺	+	+			+		
	NO ₃ ⁻	+	+			+		
	extrahovatelný P	+	+			+		
	výměnný K	+	+			+		
Biologické	uhlík mikrobiální biomasy	+	+			+		
	dusík mikrobiální biomasy	+	+			+		
	mineralizovatelný dusík	+	+			+		
	respirace půdy	+	+	+		+		

Kvalita půdy je „netto“ výsledkem vztahu resilience a degradace (LAL, 1998)



Degradace půdy

Významovým opakem kvality/zdraví půdy je degradace půdy

Lze říci že:

- vše co snižuje kvalitu/zdraví půd lze označit za degradaci,
- pokud půda neplní některou ze základních funkcí, došlo k její degradaci (LAL, 1998)

Mechanismy degradace:

- **přírozené** – půdotvorné procesy, pozvolné změny textury, vymývání látek, přesun koloidů v profilu, změny v množství a složení půdních mikroorganismů
- **antropogenní** – činností člověka

Pět hlavních lidských činností způsobujících degradaci půdy

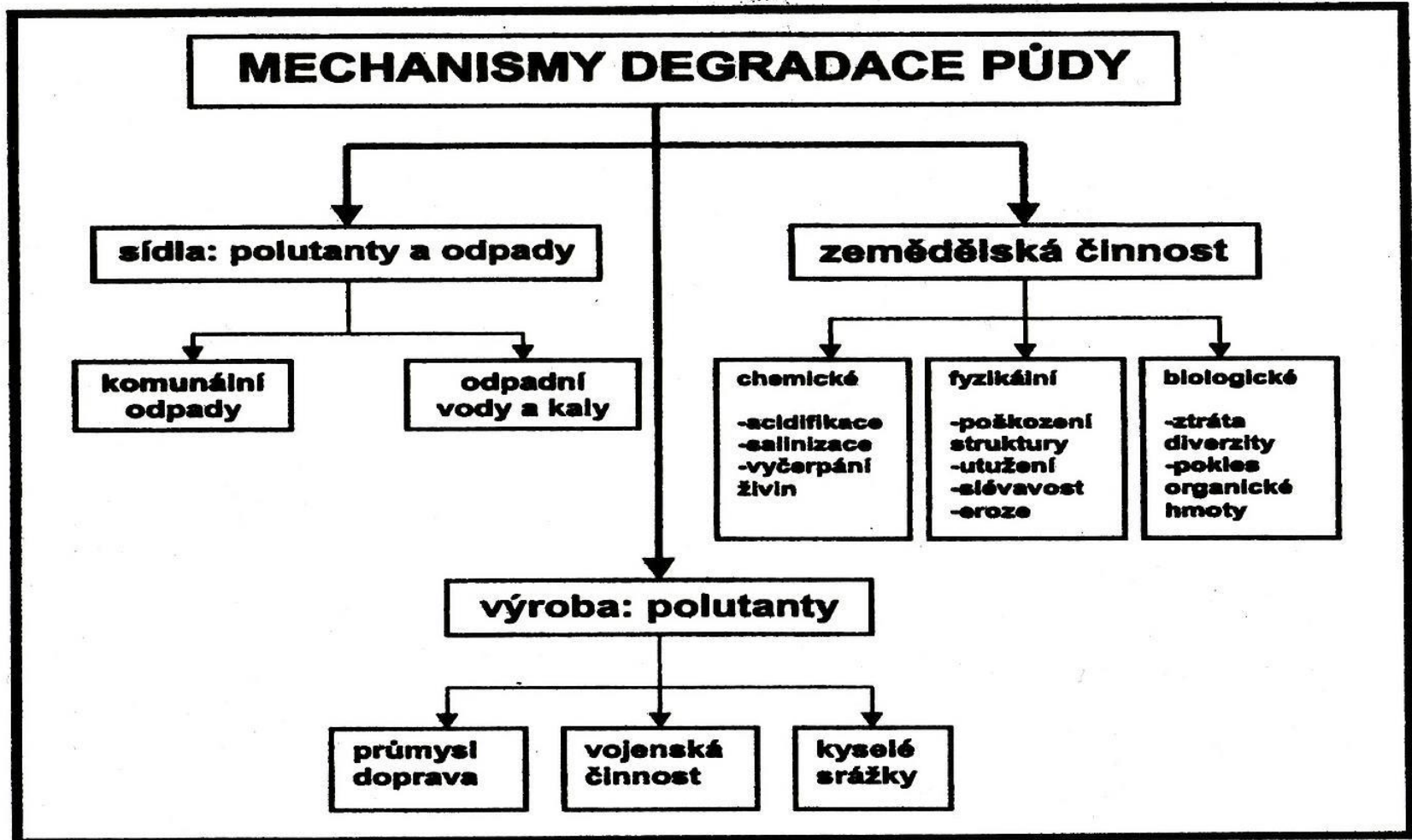
- odlesnění a odstranění původní vegetace
- nadměrné využívání půdy pro pastvu
- nevhodné zemědělské technologie
- nadměrné využívání přirozené vegetace,
- průmyslové technologie

Rozlišuje se osm základních typů degradace půdy

(VÁRALLYAY, 1994)

- 1. eroze půdy** (vodní, větrná)
- 2. acidifikace půdy,**
- 3. salinizace a alkalizace půdy,**
- 4. degradace fyzikálních vlastností půdy** (poškození struktury, utužení, slévavost povrchu),
- 5. extrémní vodní režim** (přemokření, zaplavení, sucho)
- 6. biologická degradace** (snížení obsahu a kvality POH, poškození populací organismů),
- 7. nežádoucí změny obsahu živin v půdě** (vyplavování, imobilizace)
- 8. snížení pufrační schopnosti** (poškození SK) a **znečištění polutanty**

Mechanismy degradace půdy související s lidskou činností (LAL 1998)



brownfields /sealing



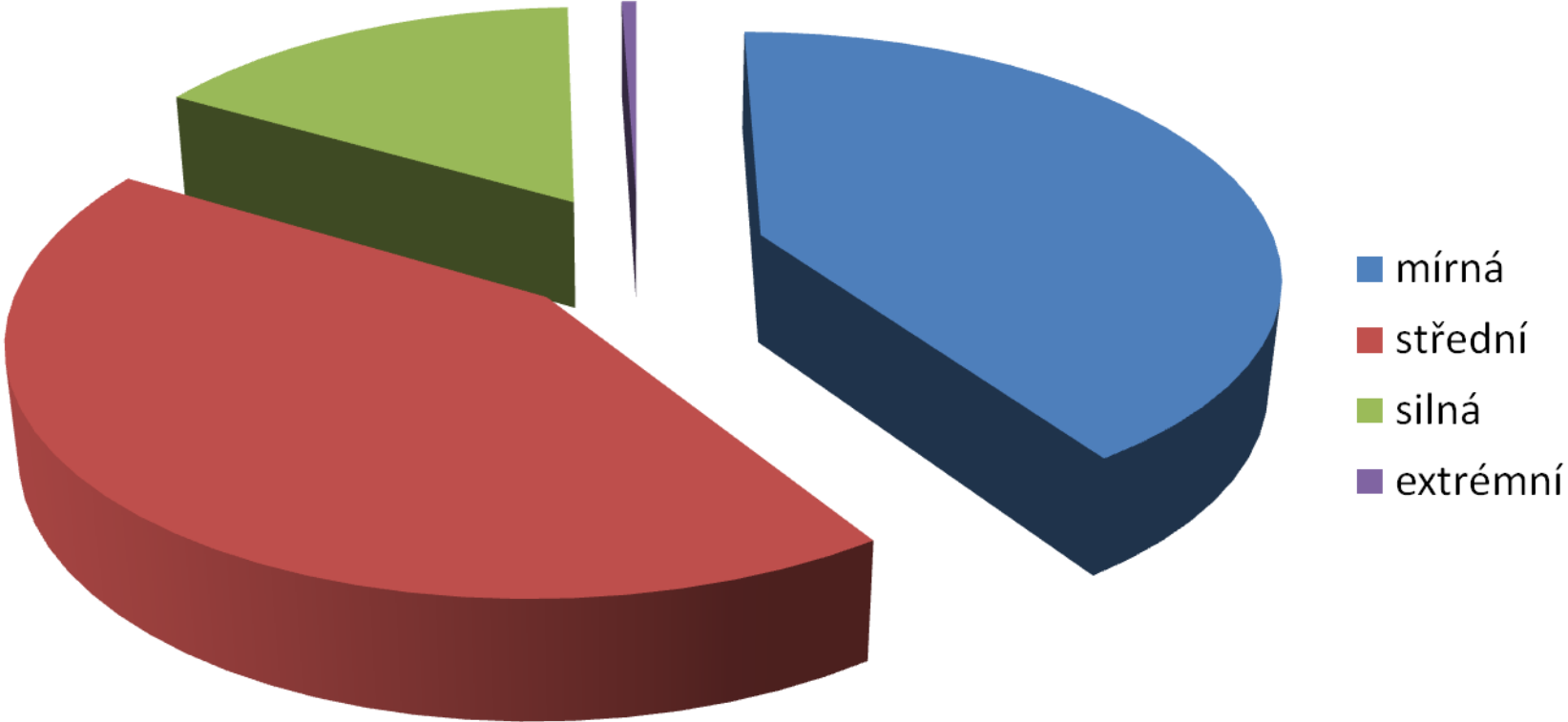
(upraveno podle: Brady a Weil, 1999)

degradace půdy v mil ha



(upraveno podle: Brady a Weil, 1999)

degradace zemědělské půdy



Typy degradace půdy a podíl příčinných faktorů, které je způsobují v mil.ha (Oldeman, 1994)

typ degradace	příčinný faktor					celkem
	odlesnění	využívání vegetace	nadměrné pasení	zemědělské technologie	průmyslové technologie	
vodní eroze	471	36	320	266	-	1093
větrná eroze	44	85	332	87	-	548
chemická degradace	62	10	14	133	23	242
fyzikální degradace	1	-	14	66	-	81
Svět celkem	578	131	680	552	23	1964

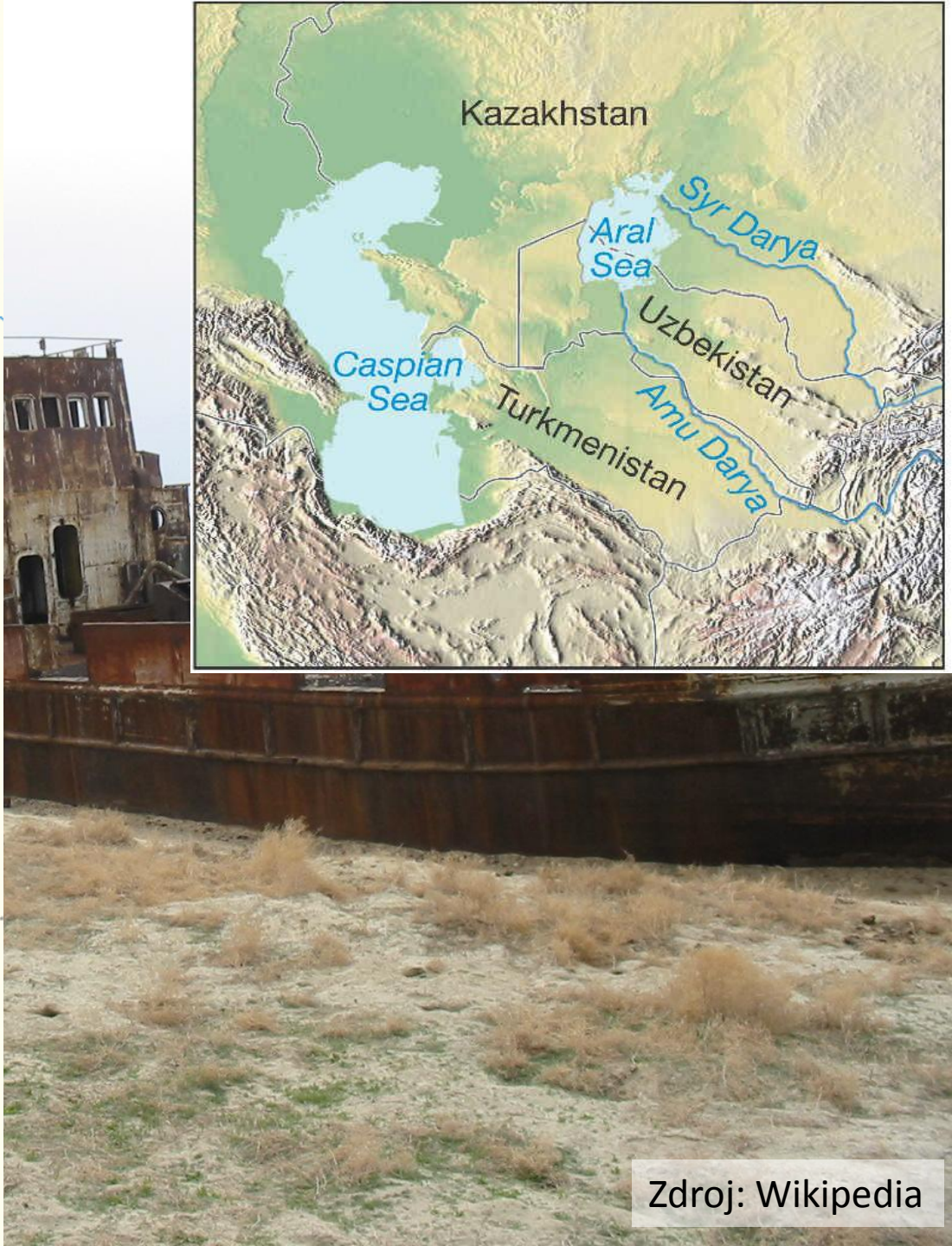
Evropská unie – ztráty degradací půdy jsou odhadovány na 38 mld. € ročně...

- eroze 0,7–14 mld. €
- POH 3,4–5,6 mld. €
- salinizace 158–321 mil. €
- sesuvy půdy >1,2 mld. €

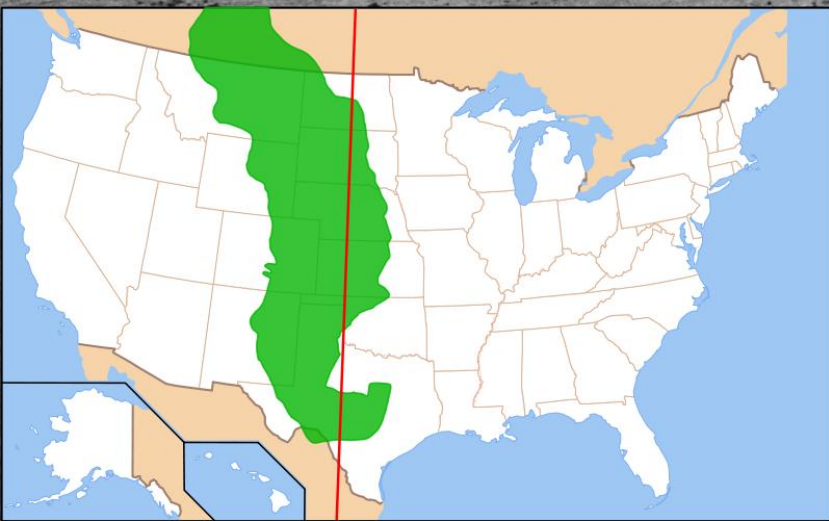
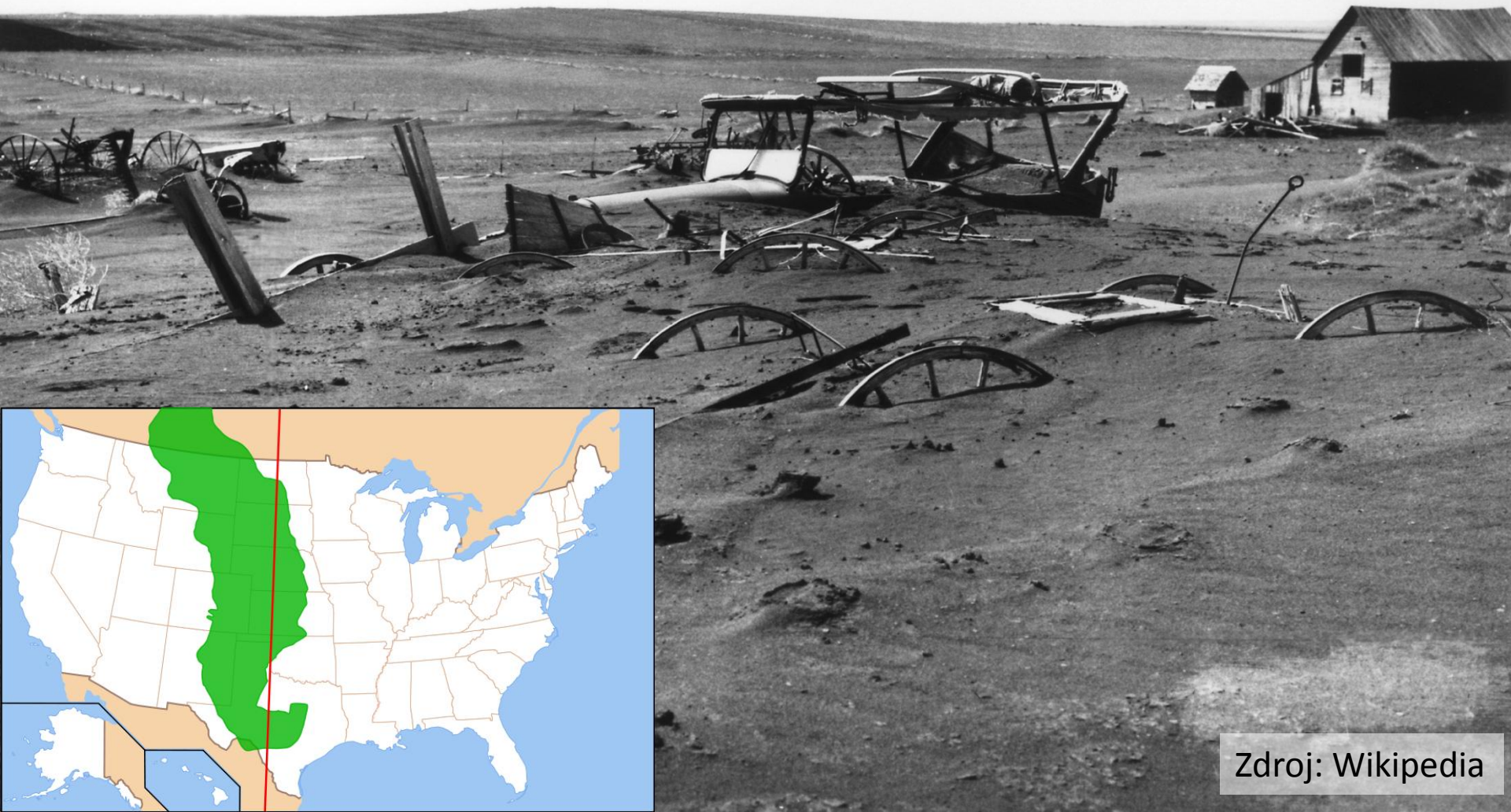


Nepřímé škody mohou být ještě několikanásobně vyšší

Velké „kolapsy“ krajiny...



Great Plains (US, CA)



Měli byste znát například odpovědi na otázky:

- Haber-Boschův proces – proč je pro nás zajímavý
- Mitscherlich – co „zjistil“
- co je to půda
- jaké jsou funkce půdy
- které lidské činnosti nejčastěji způsobují degradaci
- jaké jsou nejčastější půdy v ČR
- na co působí textura, pH, voda v půdě, POH
- co je to úrodnost a jak jí můžeme měřit
- co je kvalita půdy
- jak dlouho trvá „vznik“ jednoho centimetru půdy

- co je to pufrovitost
- co je to půdní resilience