

# MODULARIZACE VÝUKY EVOLUČNÍ A EKOLOGICKÉ BIOLOGIE

CZ.1.07/2.2.00/15.0204



## Jiří Schlaghamerský: Pedobiologie – jaro 2012

### Půda II: ohrožení a ochrana půdy



INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ



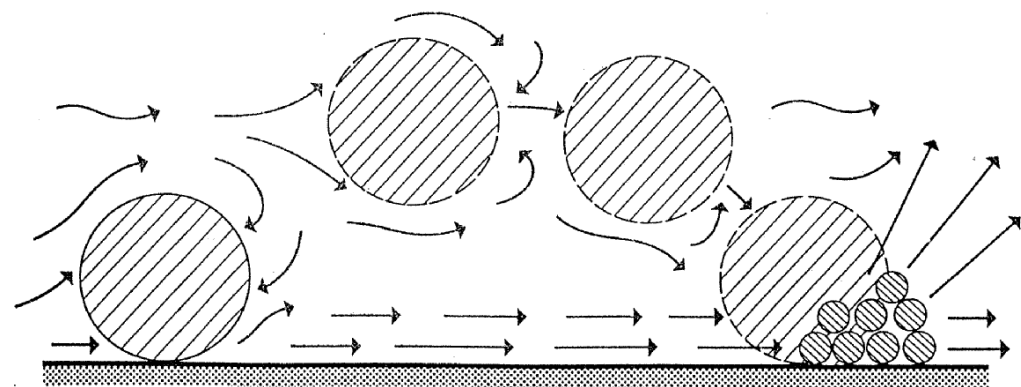
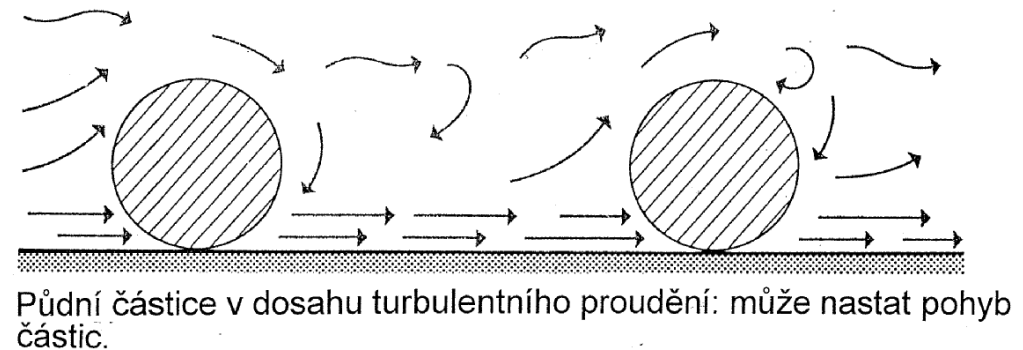
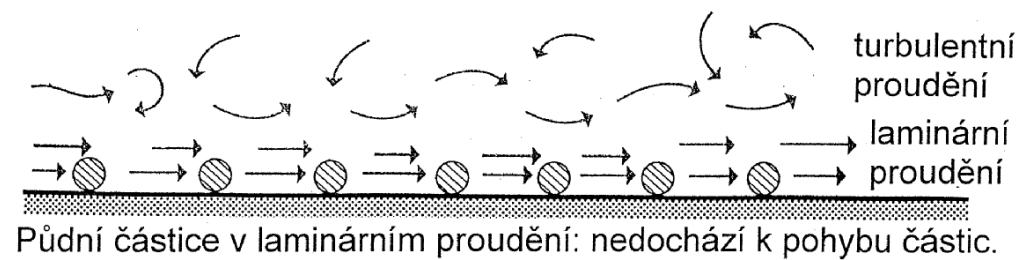
## Větrná eroze



Větrná půdní eroze na poloostrově Fife, Skotsko (zdroj: Jim Beam, Wikimedia Commons)



„The dust bowl“ – 400 000 km<sup>2</sup> postižených prašnými bouřemi v sev. Americe v 30. letech 20. století (zdroj: Wikimedia Commons)





## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Větrná eroze

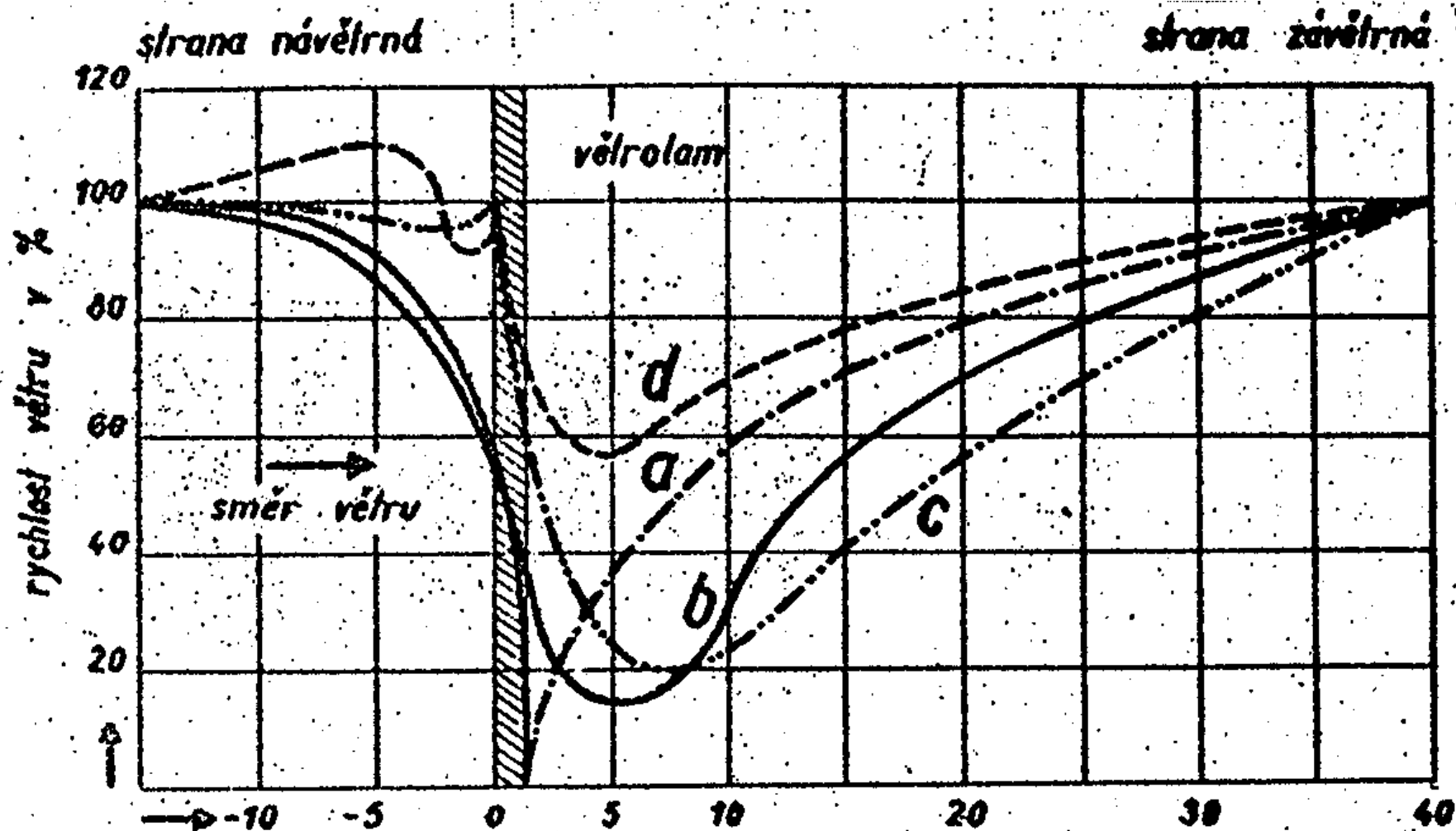


V případě velkých písečných dun slouží větrolamy pouze zpomalení jejich postupu.





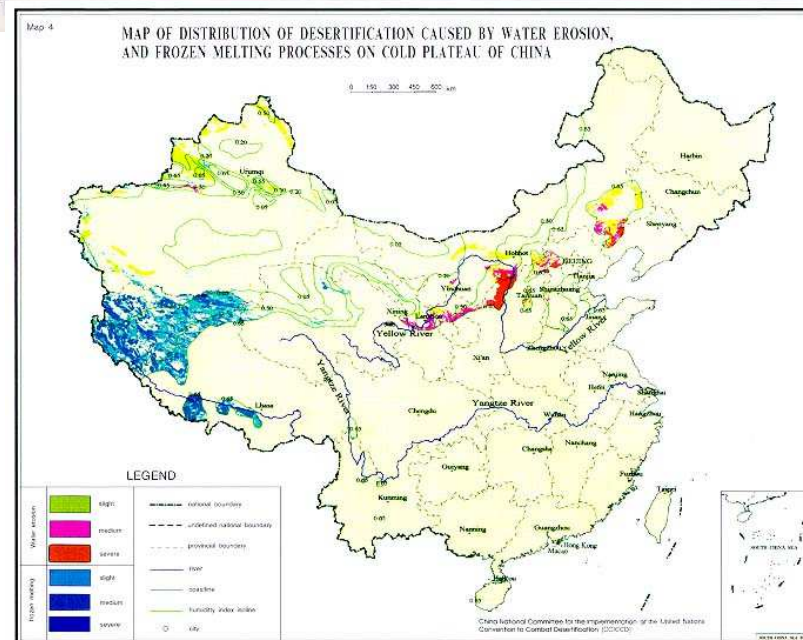
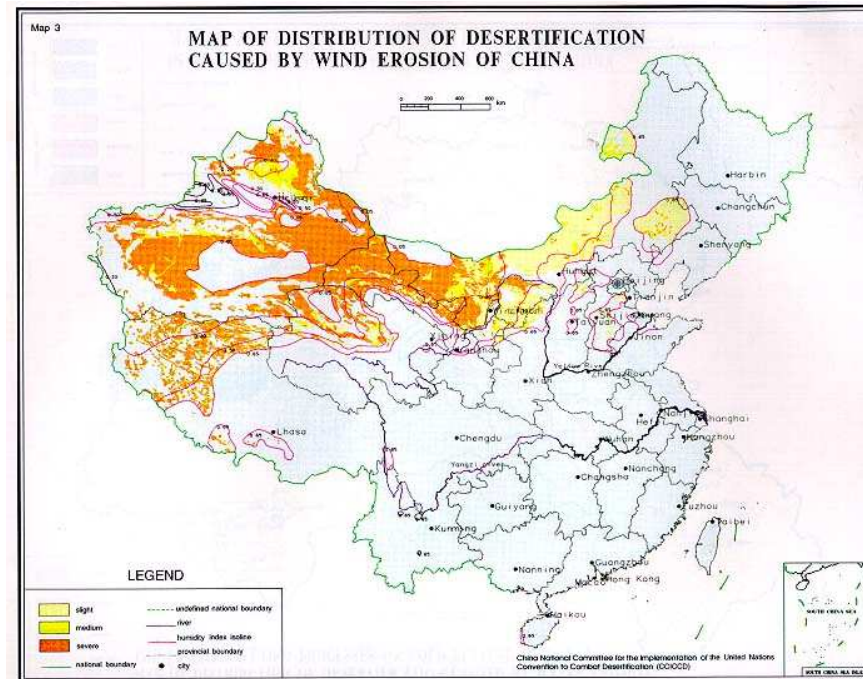
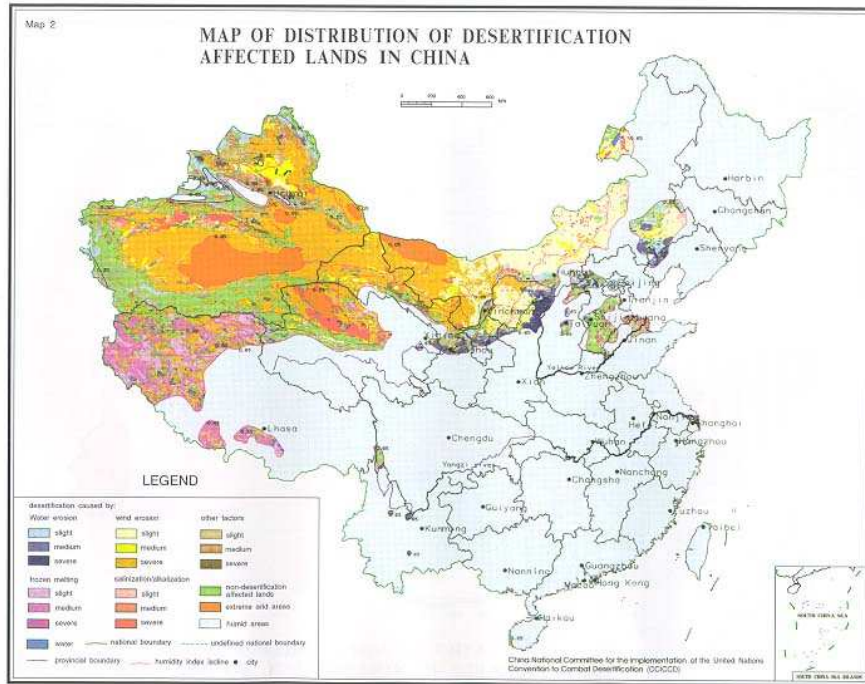
## Větrná eroze



Účinek větrolamu na snížení rychlosti větru: a) nepropustný, b, c) polopropustný (různé typy), d) propustný



# J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

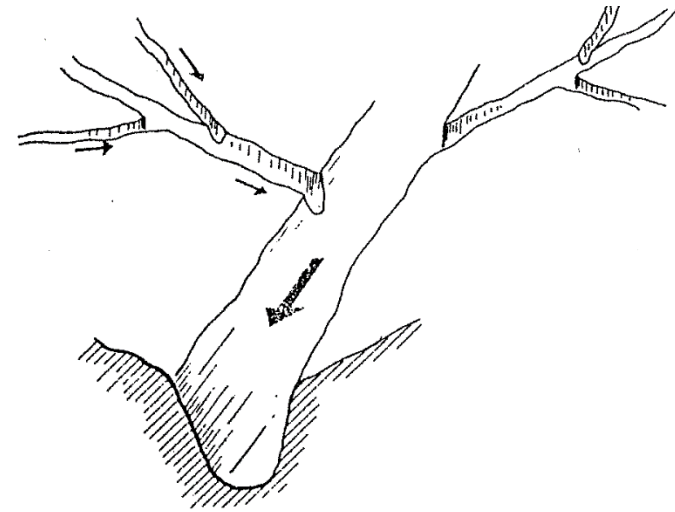


Větrná eroze (Mongolsko)

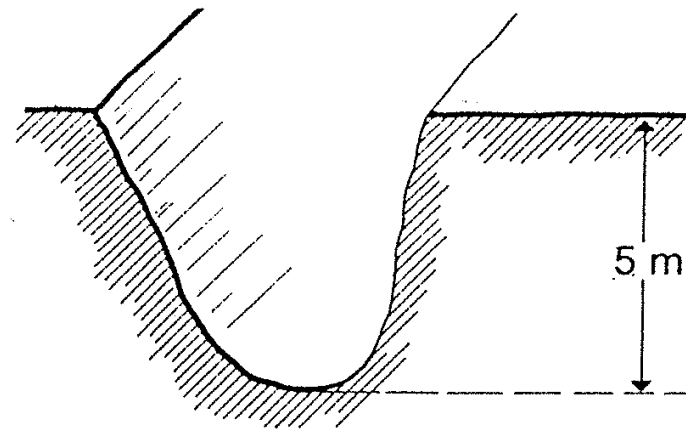




Vodní eroze: erozní struhy



Malé stružky se slévají do erozních struh



Struhy mohou dosáhnout hloubky několika metrů



**J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**



**Vodní eroze v jižním Portugalsku (Algarve) - foto: Jiří Schlaghamerský**



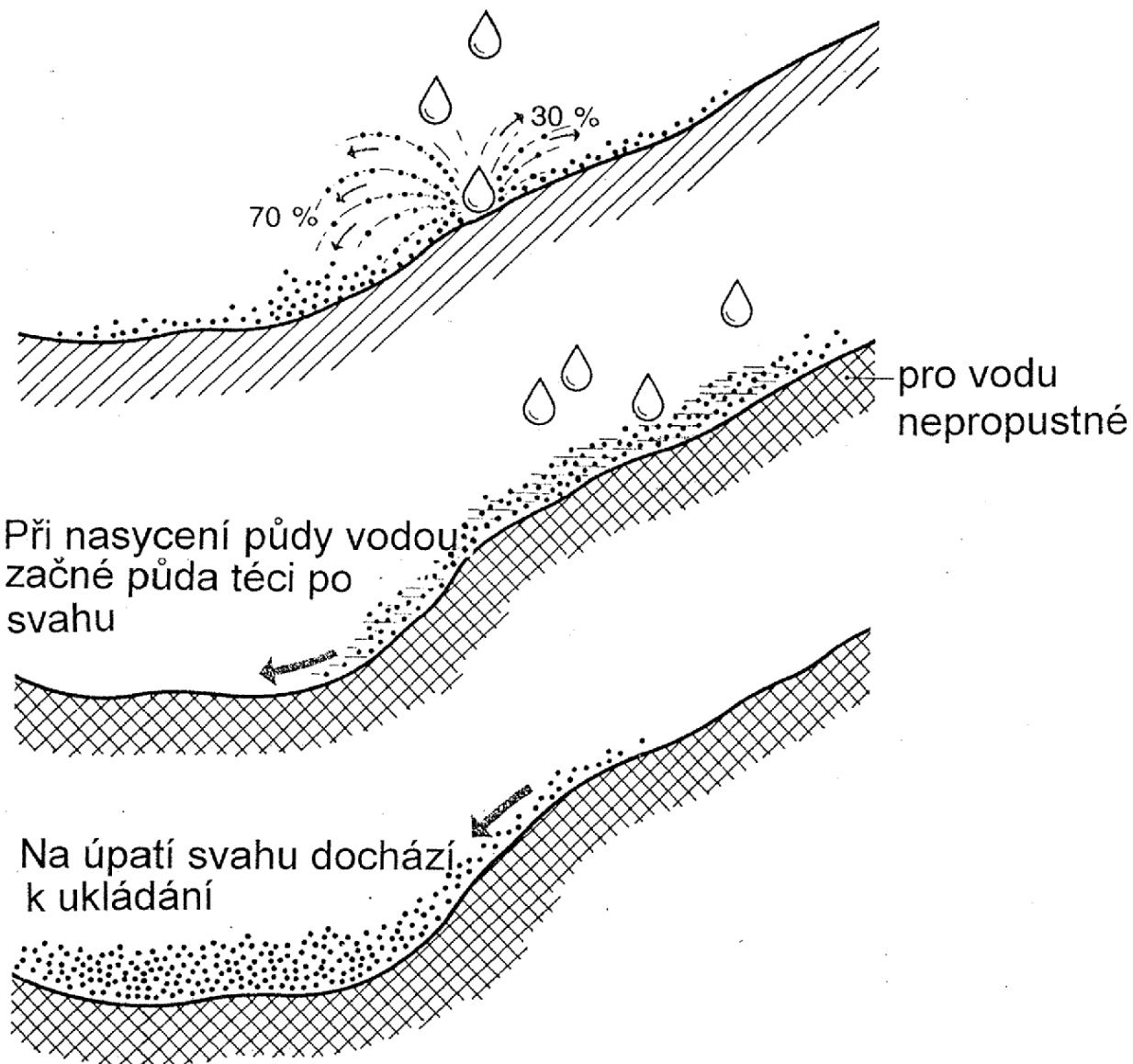
## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Vodní eroze:  
plošná na svahu



Erozní struha v pšeničném poli, stát Washington, USA  
(zdroj: Jack Dykinga, Wikimedia Commons)

Vodní kapky při dopadu odmršťují půdní částice





## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Pastva a eroze



Příliš intenzivní pastva zvyšuje míru půdní eroze



**J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**

Vodní eroze  
a opatření proti ní





# Pedobiologie: Ohrožení a ochrana půdy

## Příklady opatření proti vodní erozi



Zakládání  
travnatých  
pruhů

Vysazování  
agáv na  
svahu



terasování





**J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**

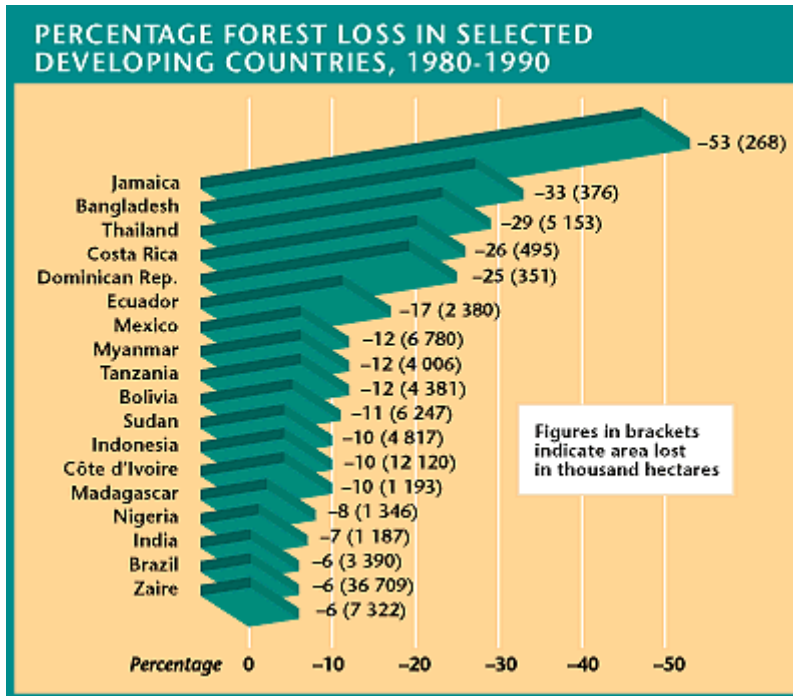
Dezertifikace





# J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

## Odlesňování v tropech a subtropích



### Where have all the forests gone?

**Analysis of data reveals regional differences in the nature and causes of deforestation**

Changes in forests in Africa are dominated by transition from closed forest, through intermediary stages of depletion, to shrub and short fallow. This would indicate an extension of subsistence farming under the pressure of rural population growth.

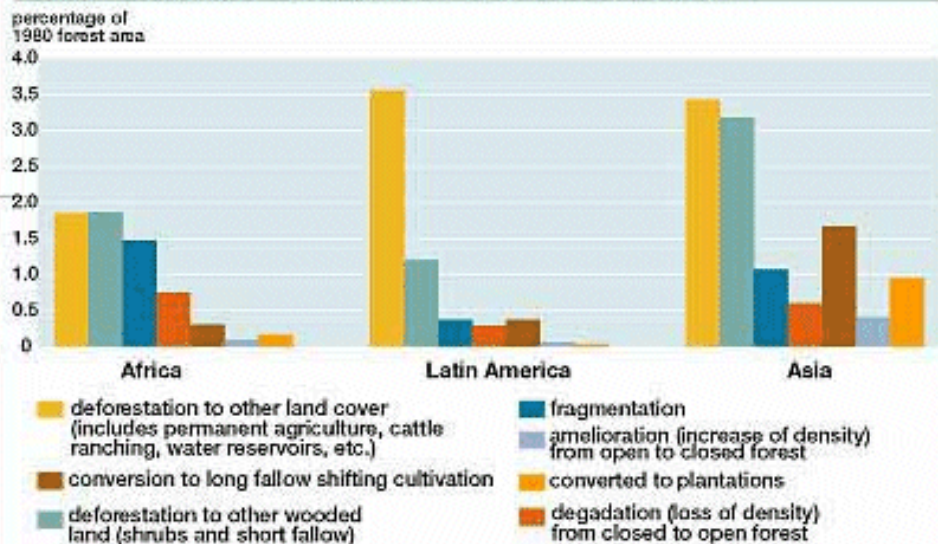
Changes in forests in Latin America are dominated by a more abrupt change involving deforestation from closed forest to other land cover, such as permanent agriculture, cattle

ranching or water reservoirs. This appears to reflect centrally-planned operations such as government resettlement schemes, large-scale cattle ranching and hydroelectric reservoirs.

Forests in Asia are undergoing two types of changes of nearly equal measure: gradual changes as a result of rural population pressure; and abrupt changes due to centrally-planned operations including government resettlement schemes and large plantation programmes.

### Main categories of forest cover change by geographic regions, 1980-90

(changes as percentages of 1980 regional forest area; closed and open forest)





**J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**

Odlesňování v tropech  
a subtropích





**J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**

**Odlesňování v tropech a subtropích**

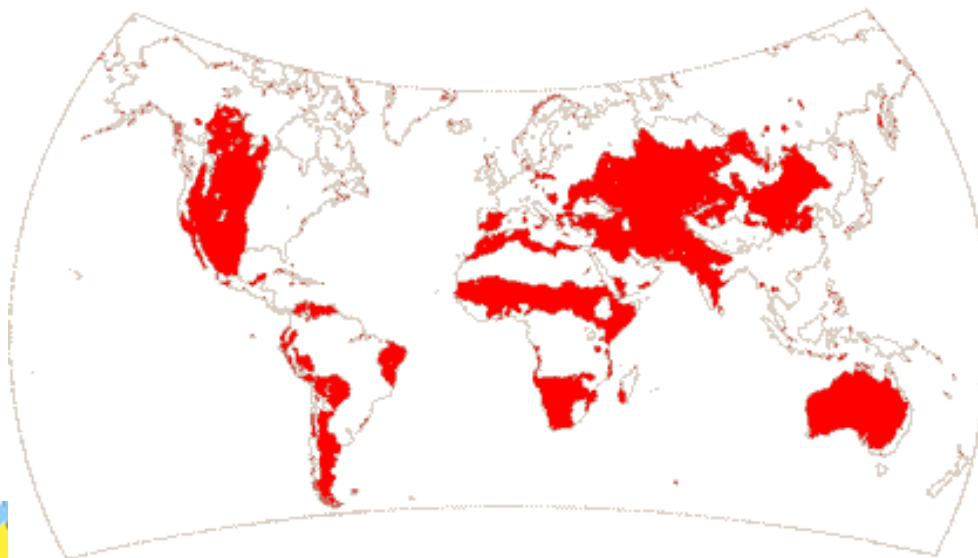


Opětovné zalesňování odlesněných ploch

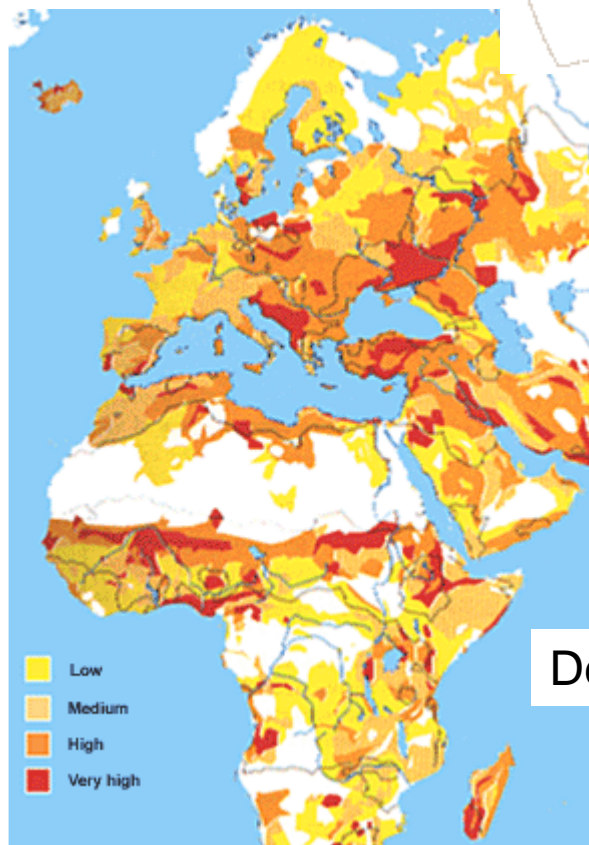


**J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**

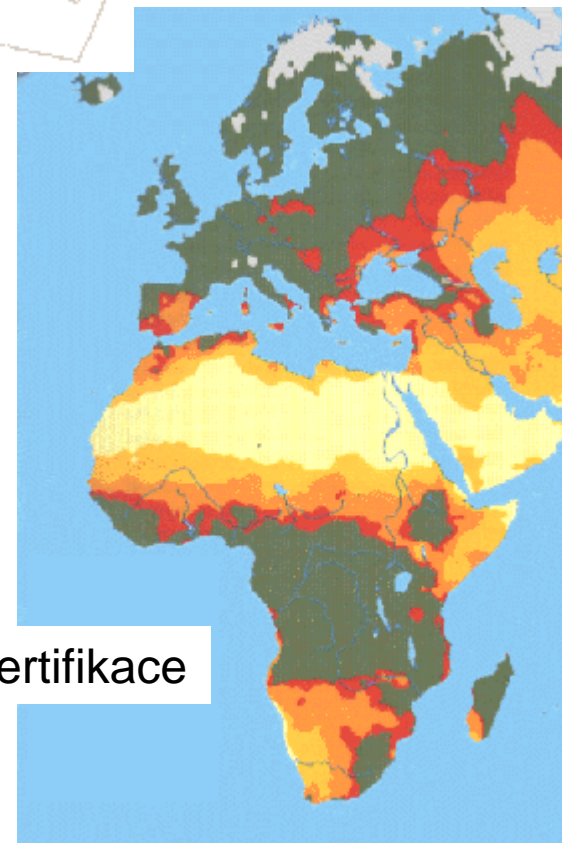
Dezertifikace



Aridní oblasti Země



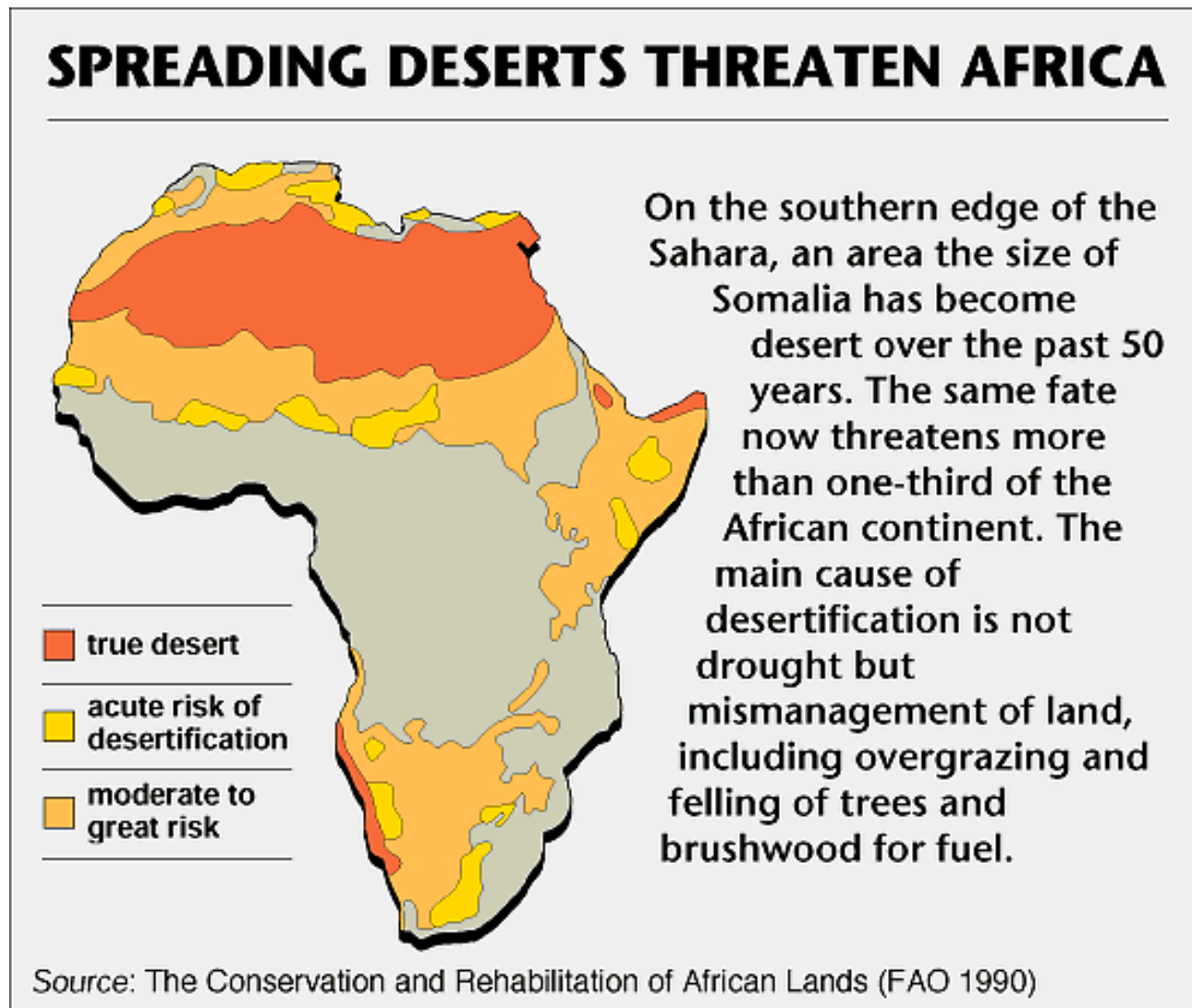
Degradace půdy



Dezertifikace



## Dezertifikace



# J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

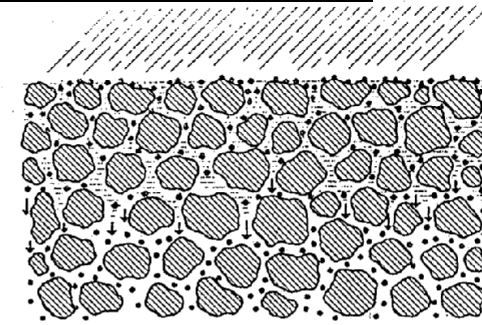
## Vliv půdní vody

V závislosti na klimatu (množství srážek a jejich rozložení v čase, teploty) a typu půdy dochází pomocí půdní vody k přemísťování látek v půdním profilu (vyluhování, zasolení).

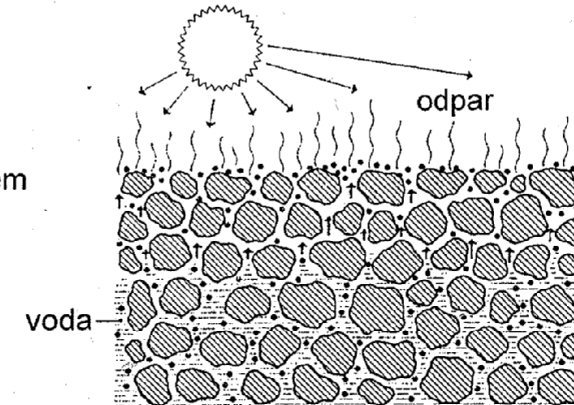
Brání-li průsaku vody nepropustné podloží, dochází k zamokření půdy, které je spojené s vytlačením vzduchu z půdních pórů. Dochází k oglejení: redukcí sloučenin železa a manganu. V redukované formě jsou dobře rozpustné ve vodě a rozptýlí se ve zvodnělé zóně. Dojde-li k vyschnutí jsou opět oxidovány, vznikají hrudky oxidů a hydroxidů železa a manganu.

Anaerobní rozklad nevede k úplné mineralizaci organických látek, ale pouze k org. meziproductům rozkladu a jejich hromadění (surový humus, rašelina).

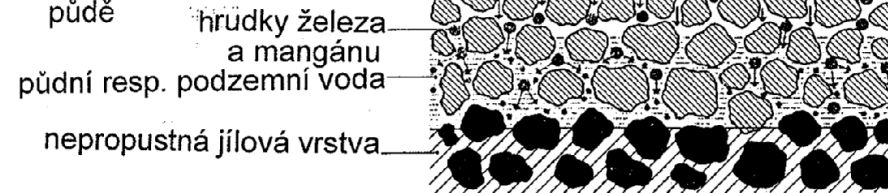
Vyluhování solí  
průsakovou vodou



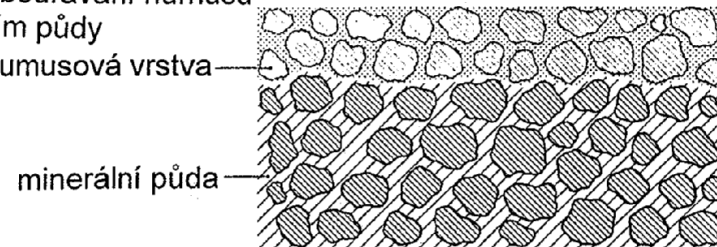
Zasolení půdy vlivem  
odparu



Difuze sloučenin železa  
a manganu v podmáčené  
půdě



Inhibice odbourávání humusu  
podmáčením půdy

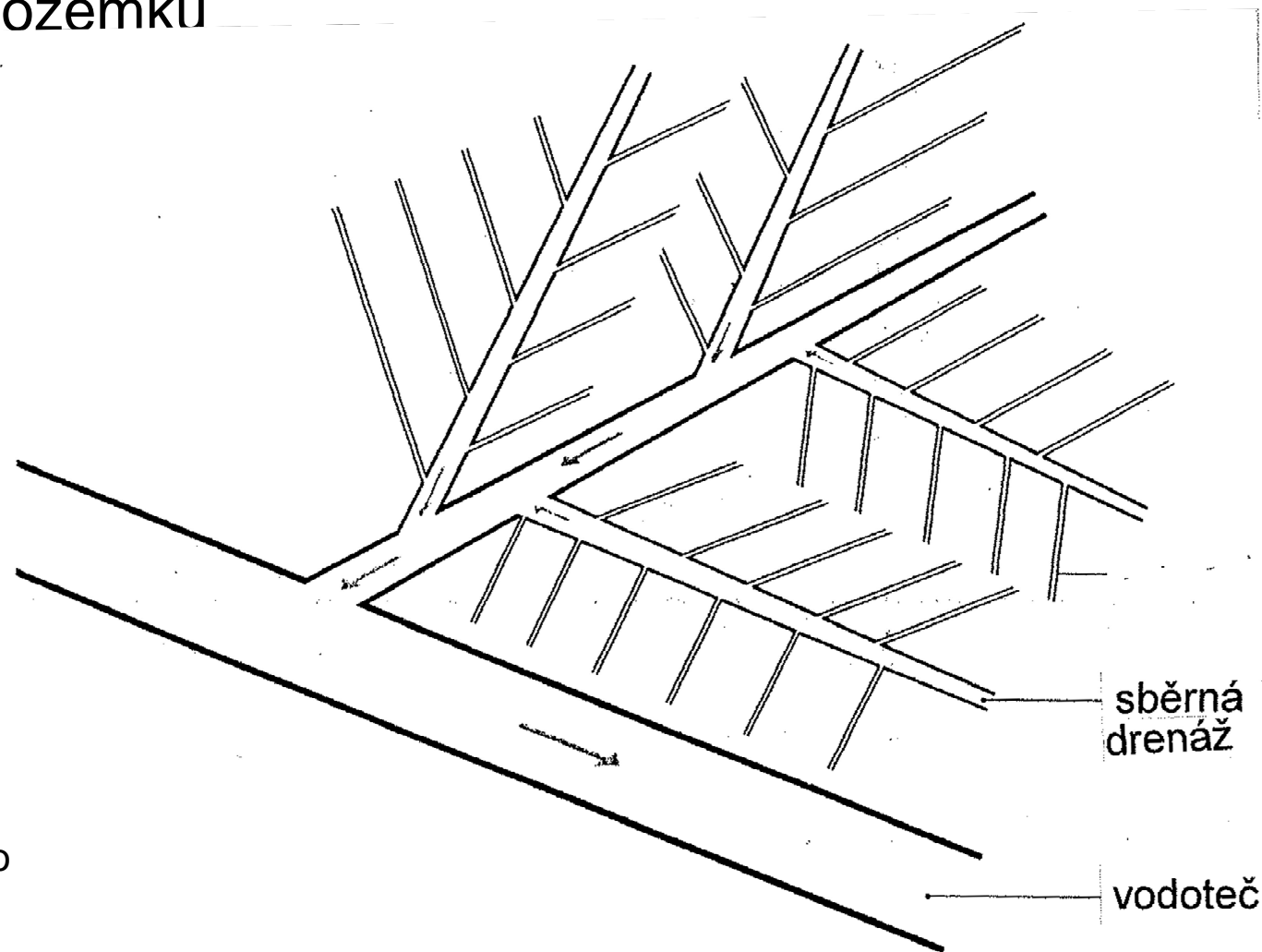




„Meliorace“ pozemků

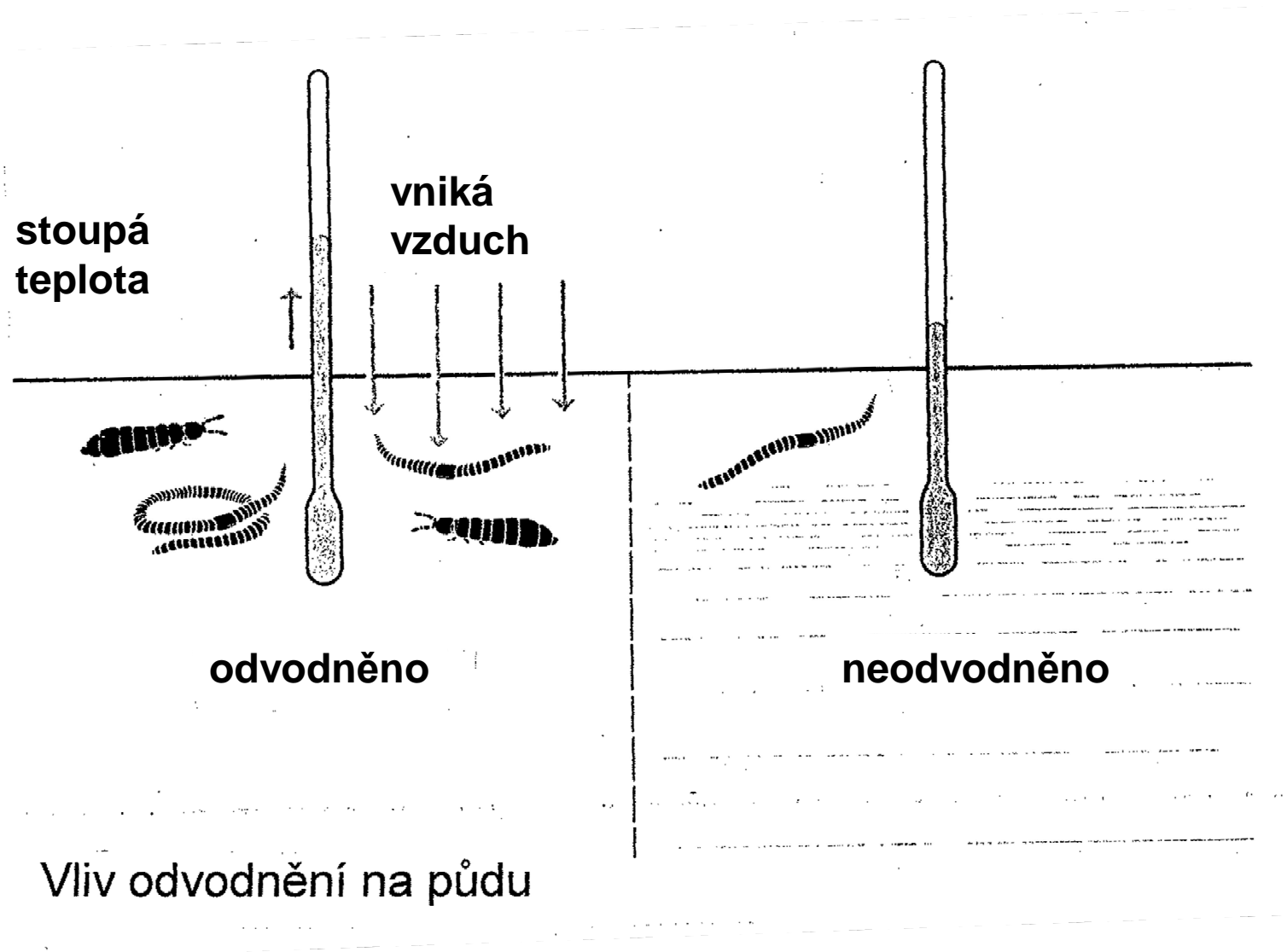


Drenážní „trubka“, Skotsko  
(Zdroj: Roger Griffith, Wikimedia)



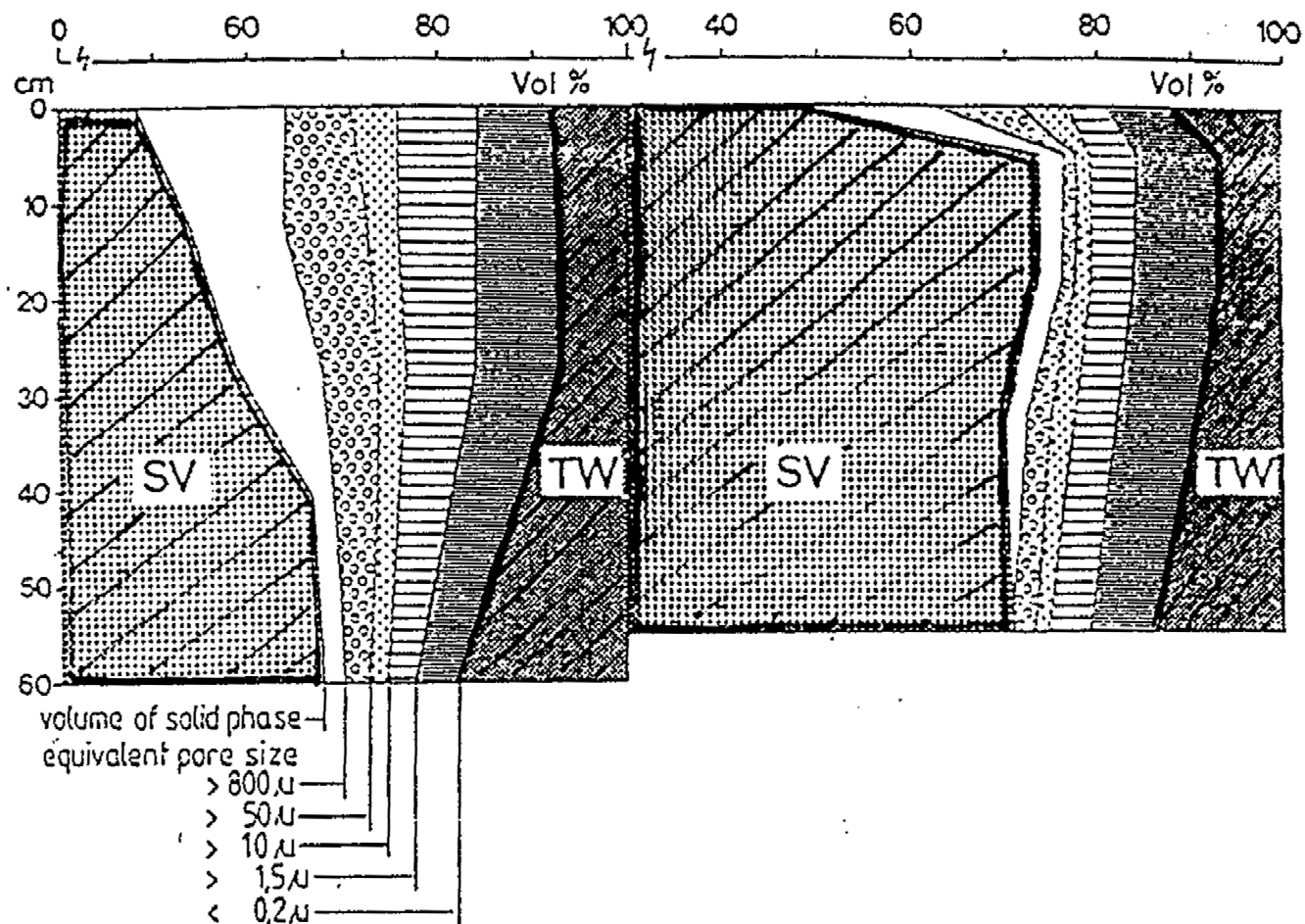
Odvodnění pozemku pomocí drenážního systému

„Meliorace“ pozemků





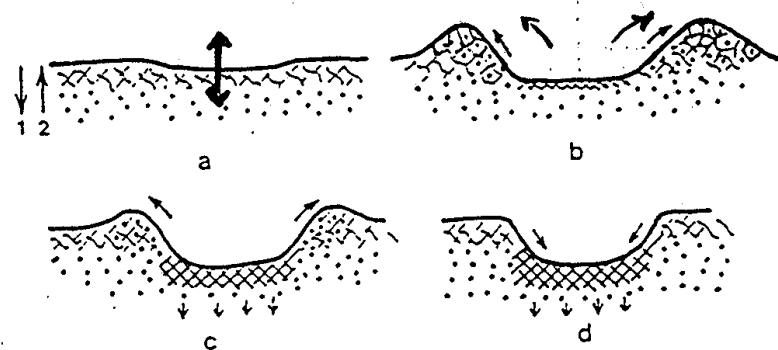
## Zhutňování půdy



Podíl půdních pórů různých velikostí v půdním profilu (sprašová hlína) nenarušeném (na levo) a narušeném (na pravo) mechanickou zátěží (zhutněním). Stav cca v r. 1980, poslední působení mechanické zátěže v r. 1969.

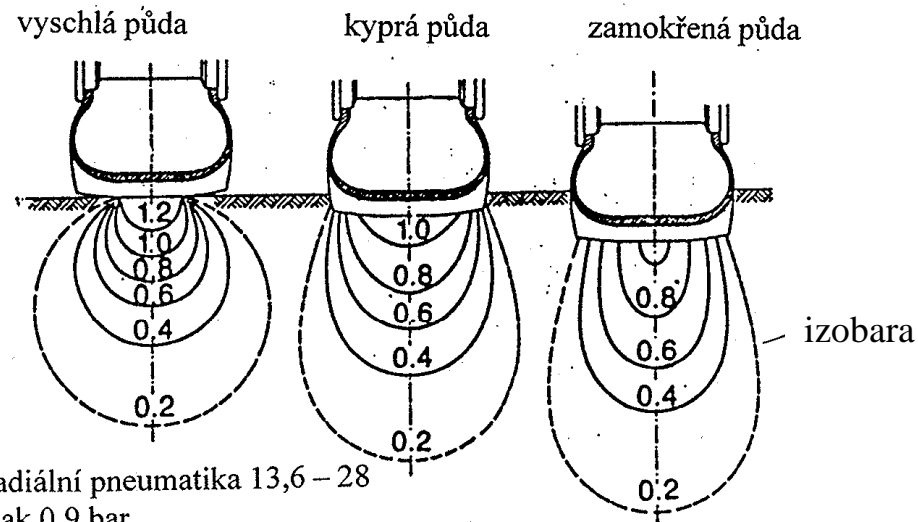
# J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

## Zhutňování půdy



Deformace půdy vystavené tlaku kola:

- a) stopa s elastickou deformací
- b) stopa s vytlačenými valy po stranách, bez zhutnění (viskózní tečení půdy)
- c) stopa s vytlačenými valy po stranách, zhutněná půda
- d) stopa bez vytlačených valů, půda zhutněná

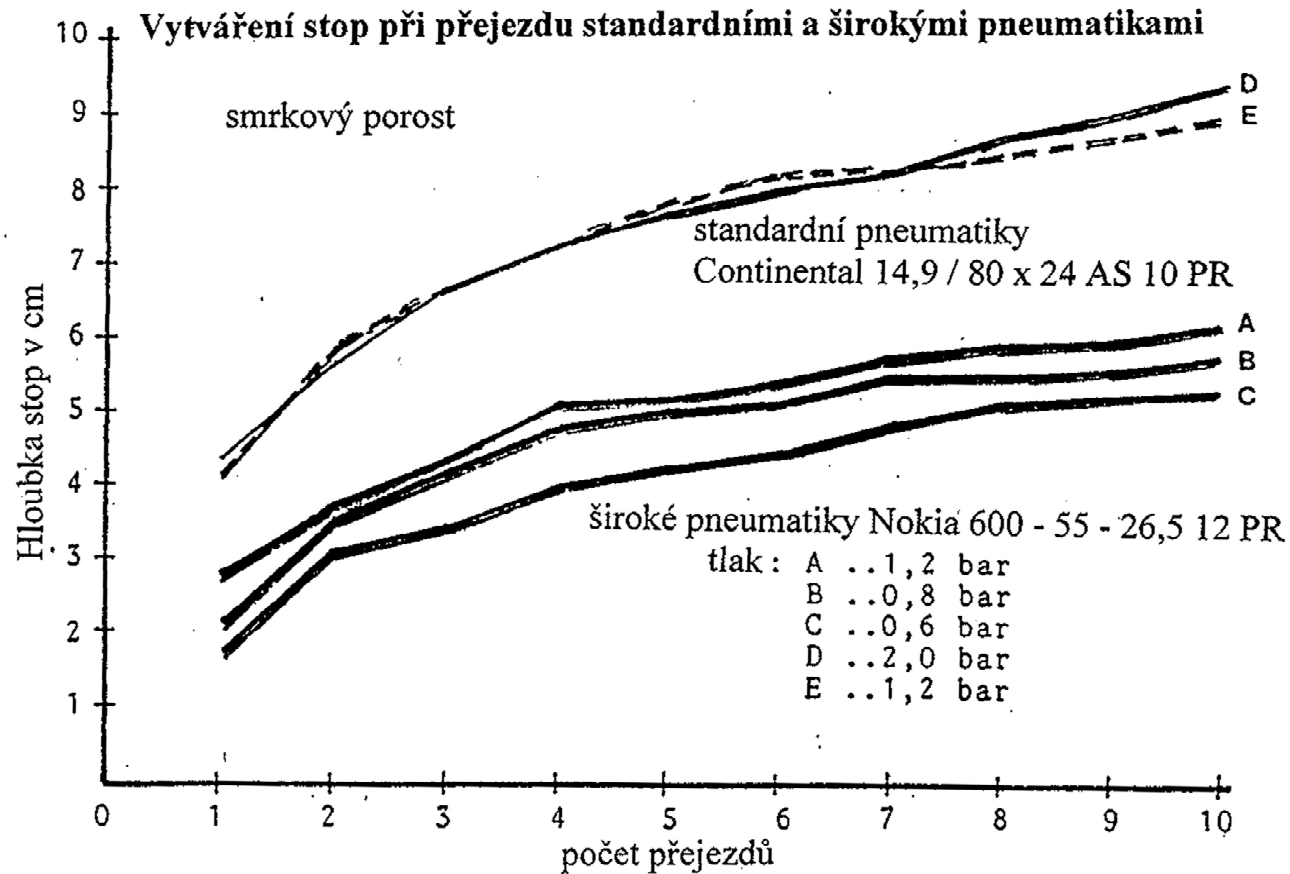


radiální pneumatika 13,6 – 28  
tlak 0,9 bar  
zátěž 10 kN

Vytváření stop v závislosti na vlhkosti půdy



## Zhutňování půdy



60-letý smrkový porost, 7-10 cm surového humusu, horní minerální půda písčaná, obsah půdní vody 33%.

Referenční šlepr: HSM-Forstspezialschlepper Typ 704 (60 kW)

Hmotnost s nákladem: 7 490 kg

Zátěž zadní osy: 4 420 kg

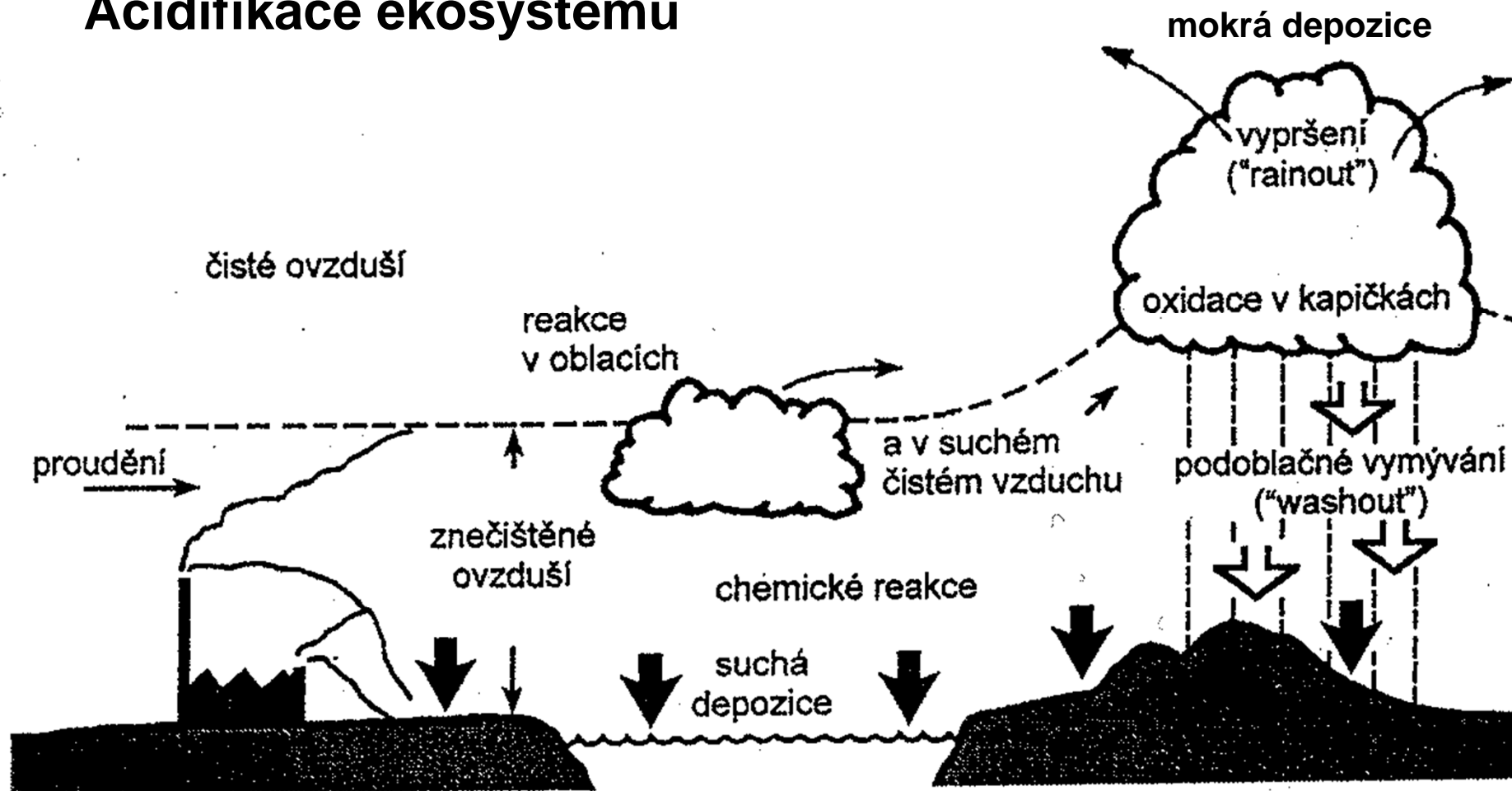
## Acifikace půdy



**Odumřelý smrkový les v Jizerských horách**



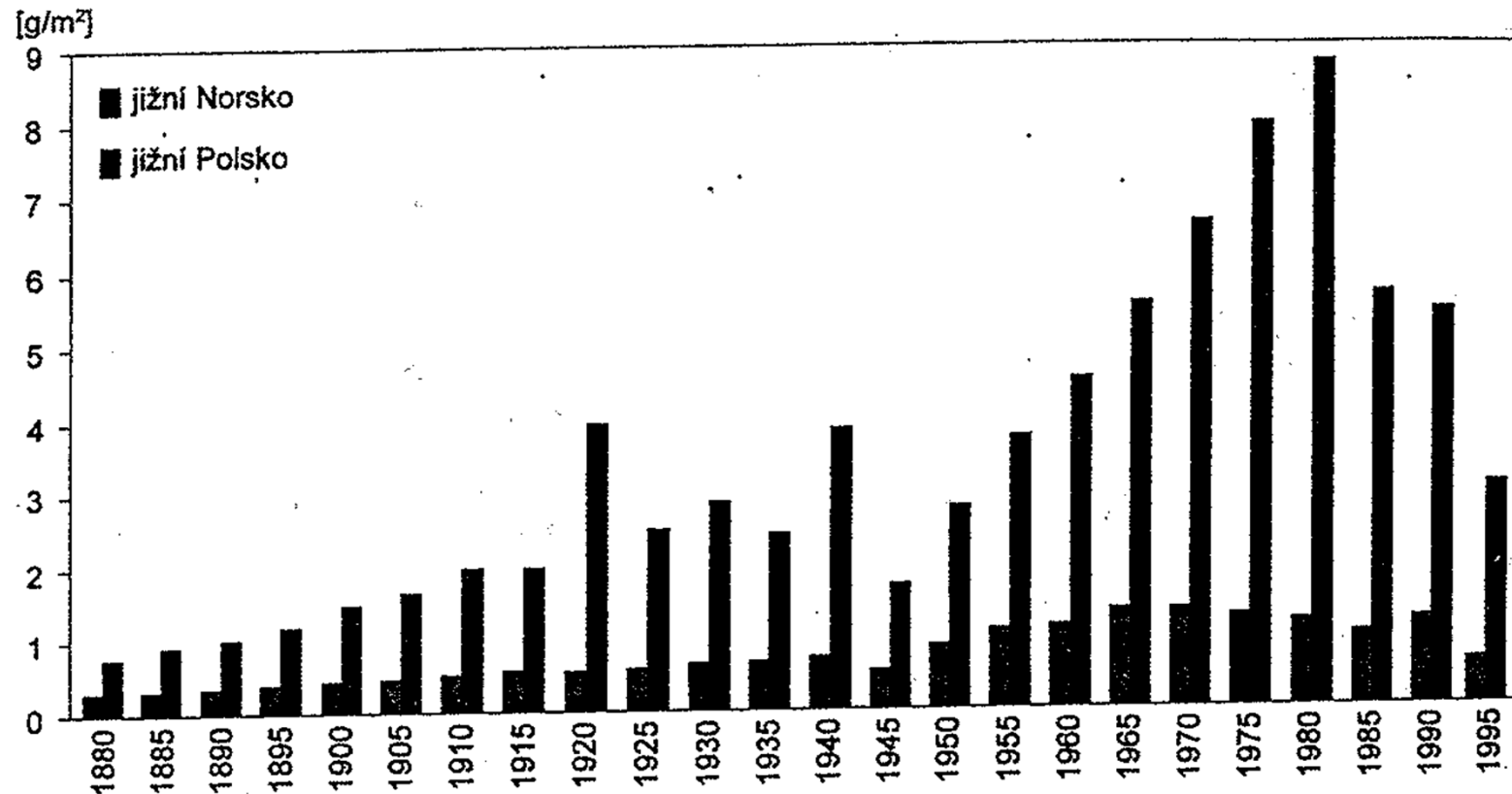
## Acidifikace ekosystémů



Obr. 11.1 Procesy vedoucí k atmosférické depozici (Porteous, 2000)

## Acidifikace ekosystémů

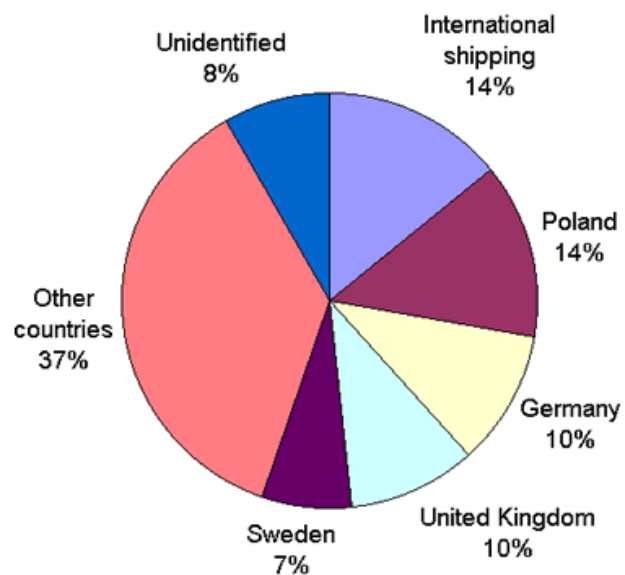
Depozice (spad) síry vlivem kyselých dešťů v blízkosti emisních zdrojů (již. Norsko, levé sloupečky) a ve velké vzdálenosti od nich (již. Polsko, pravé sloupečky; vliv transmise – dálkového přenosu)



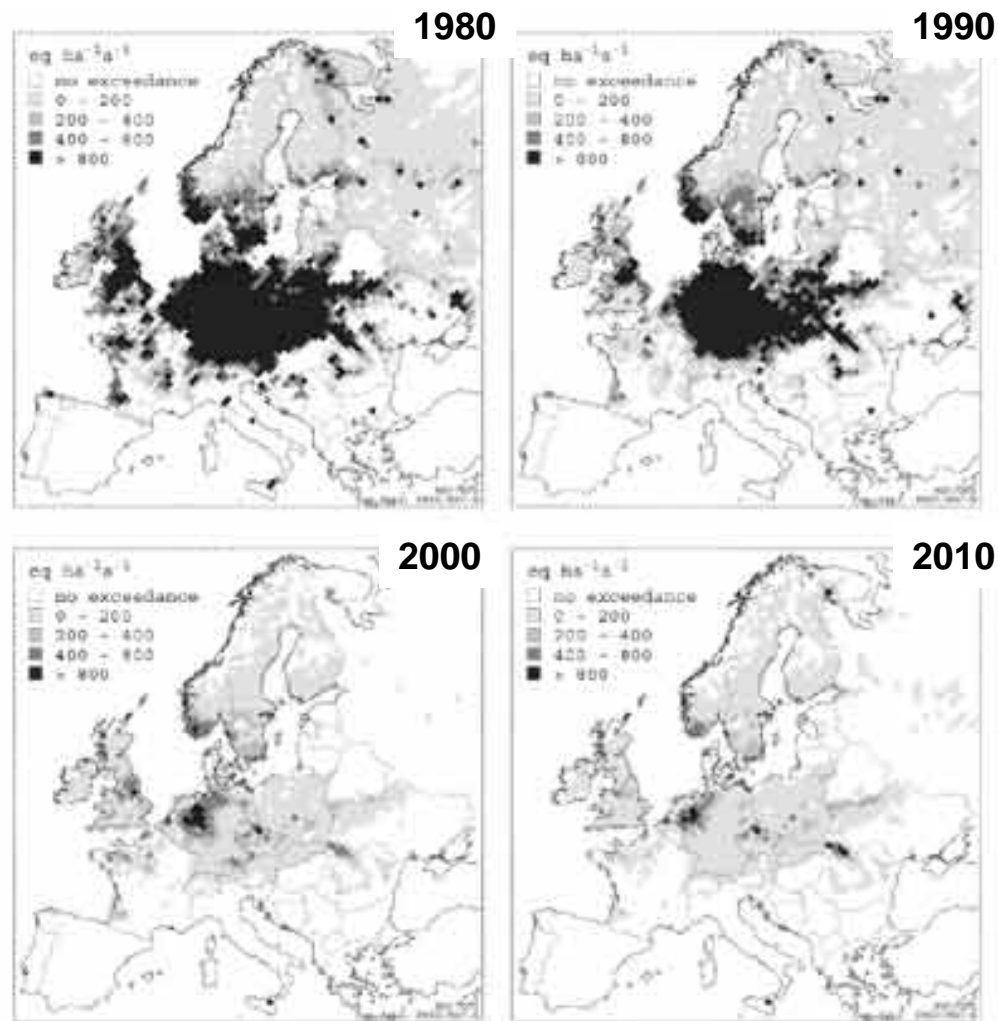
Obr. 11.3 Depozice síry v jižním Norsku a jižním Polsku, 1880–1995 (EEA, 1998)



## Acidifikace půdy



Původ kyselé depozice ve Švédsku (Zdroj: EMEP Report 1/2000)



**Oblasti Evropy, kde byla překročena kritická mez acidifikace půdy (údaje pro r. 2010 jsou prognózou z r. 2003).** Zdroj: Max Posch (2003): Coordination Centre for Effects / RIVM, Nizozemsko

## Acidifikace ekosystémů

Srovnání atmosférické depozice v ČR a v evropských státech (cca 1990)

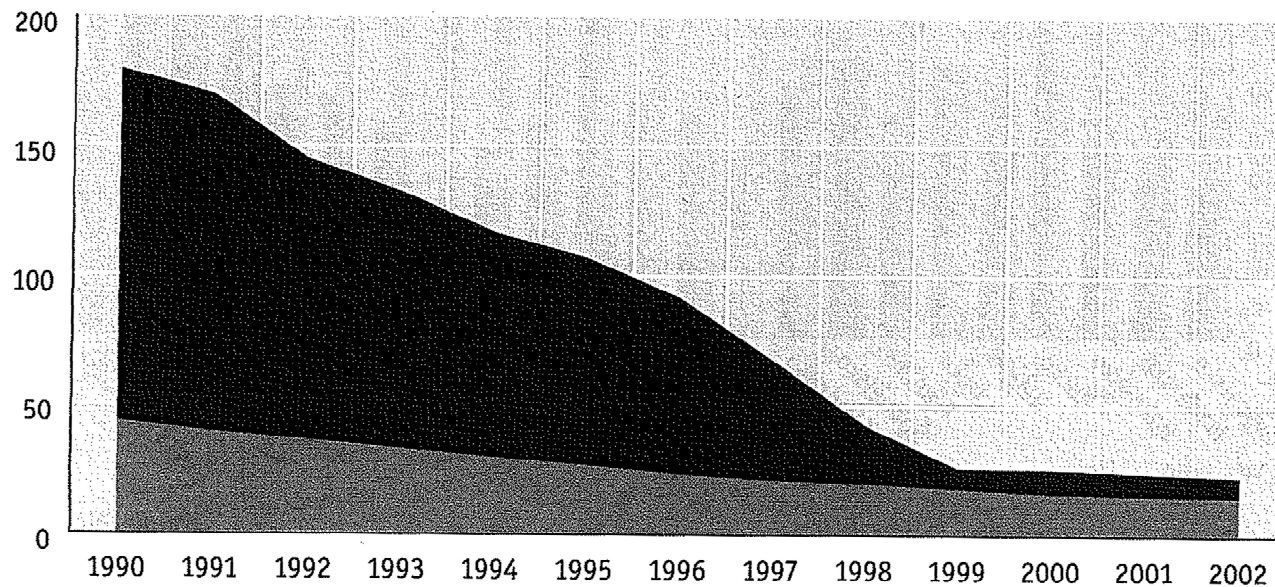
Země, oblast	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	(NO <sub>3</sub> + NH <sub>4</sub> )-N	
kg·ha <sup>-1</sup> ·rok <sup>-1</sup>					
<b>Celková depozice</b>					
SRN	16,0	6,3	7,3	13,6	
Rakousko	11,3	5,3	7,1	12,4	
Švýcarsko	18,9	5,9	8,1	14,0	
Francie	12,6	5,2	3,8	9,8	
Belgie	16,8	7,6	14,4	22,0	
Holandsko	8,0	5,7	13,1	18,7	
Švédsko	7,6	2,5	3,3	5,8	
Maďarsko	17,2	4,9	9,7	14,6	
česká pohoří	Krušné hory	31,7	10,6	14,0	24,6
	Jizerské hory	33,4	11,7	11,6	23,3
	Krkonoše	13,0	8,8	10,9	19,7
	Šumava	10,0	6,3	8,5	14,8
	Českomoravská vysočina	12,7	6,1	7,8	13,9
	<b>Mokrá depozice</b>				
česká města	Praha - Libuš	8,0	3,1	4,9	8,0
	Hradec Králové	8,9	3,7	6,2	9,9
	Košetice	5,3	3,0	3,3	6,6
	Svratouch	6,4	3,2	3,9	7,1
	Ústí n. L.	16,2	4,8	9,3	14,1

Zdroj: ČHMÚ (podle Brechlera - 1990, Škody - 1992, Šantrocha - 1993)



## Acifikace půdy

Trend měrných emisí SO<sub>2</sub> (v kg/os.rok) v České republice a v EU 15 v letech 1990–2002



Graf 4.3

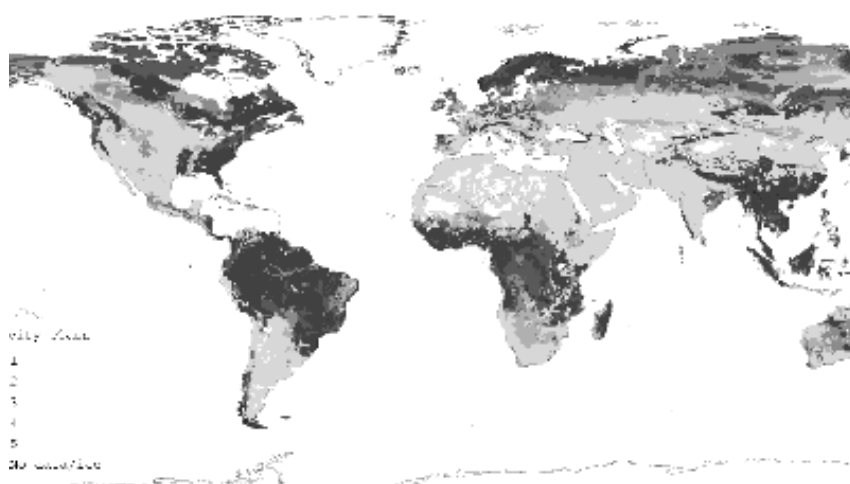
- EU 15
- Česká republika

Zdroj: EMEP, EEA

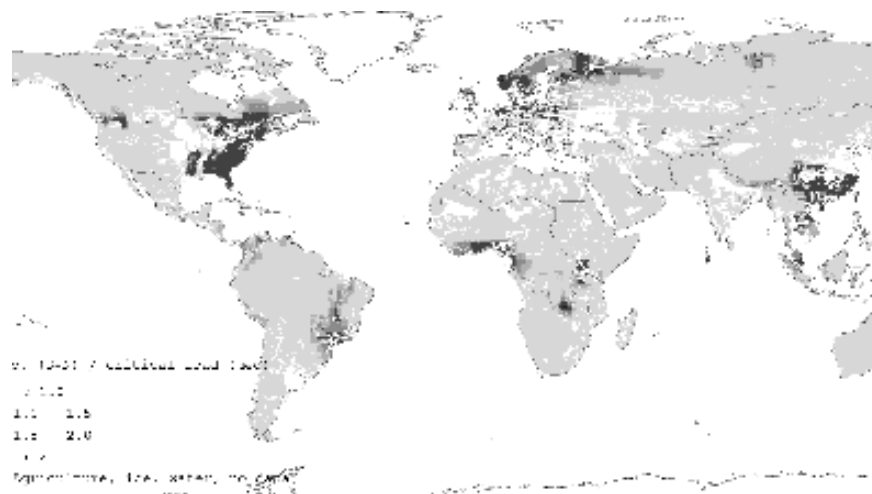


## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Acidifikace ekosystémů

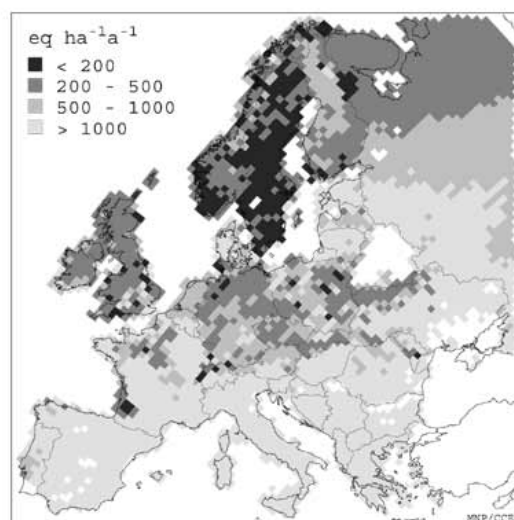


Citlivost vůči kyselé depozici (čím tmavší odstín na mapě, tím vyšší).



Oblasti kde byla překročena kritická mez acidifikace půdy (stav v r. 1992)

Zdroj: A. F. Bouwman and D. P. van Vuuren (1999) Global assessment of acidification and eutrophication of natural ecosystems. Report UNEP/DEIA&EW/TR.99-6 and RIVM 402001012.)

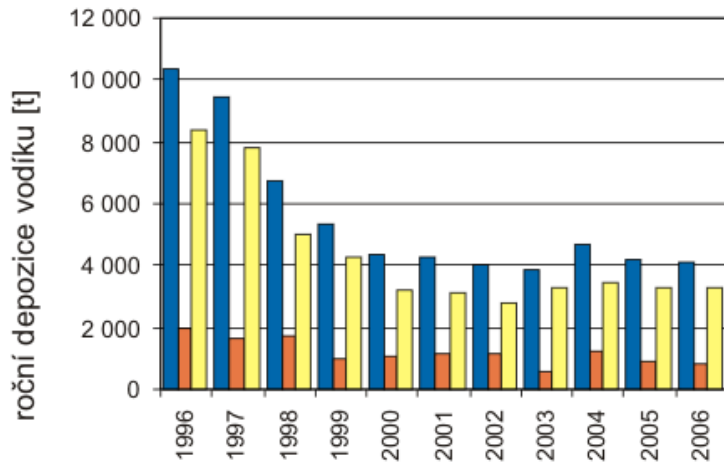
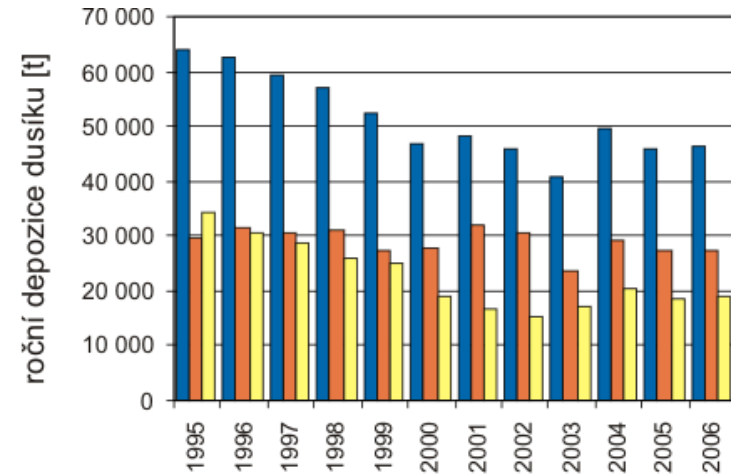
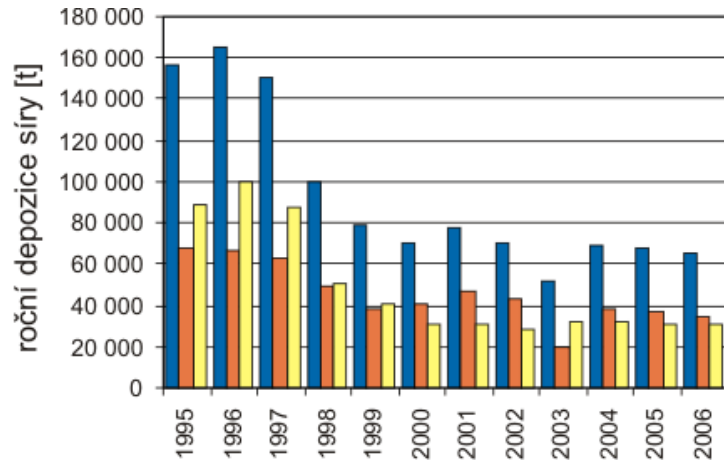


Citlivost ekosystémů v Evropě na acidifikaci: kritická zátěž (depozice hydrogenových iontů), která danou oblast (95 % její plochy) ještě nepoškodí

Zdroj: Max Posch (2003): Coordination Centre for Effects / RIVM, Nizozemsko



## Acidifikace ekosystémů



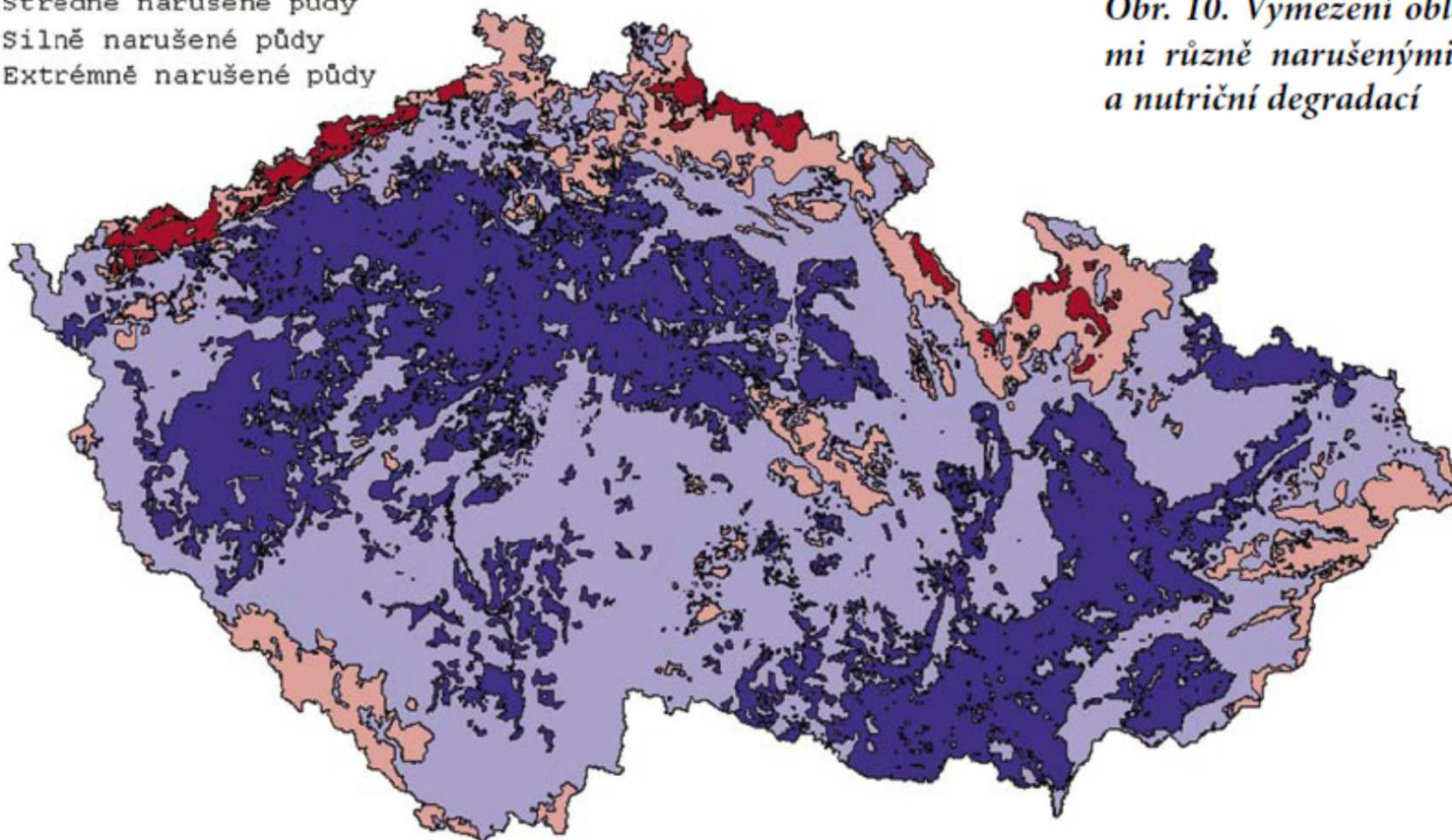
- suchá depozice
- mokrá depozice
- celková depozice

Vývoj roční depozice síry ( $\text{SO}_4^{2-}$ -S,  $\text{SO}_2$ -S), oxidovaných forem dusíku ( $\text{NO}_3^-$ -N,  $\text{NO}_x$ -N) a vodíku na plochu České republiky, 1995-2006

## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Acidifikace půdy v ČR

- Mírně narušené půdy
- Středně narušené půdy
- Silně narušené půdy
- Extrémně narušené půdy

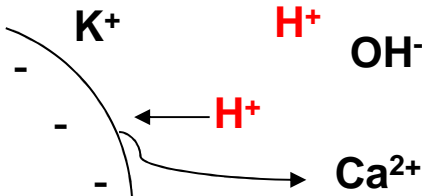


*Obr. 10. Vymezení oblastí s půdami různě narušenými acidifikací a nutriční degradací*



## Acidifikace půdy:

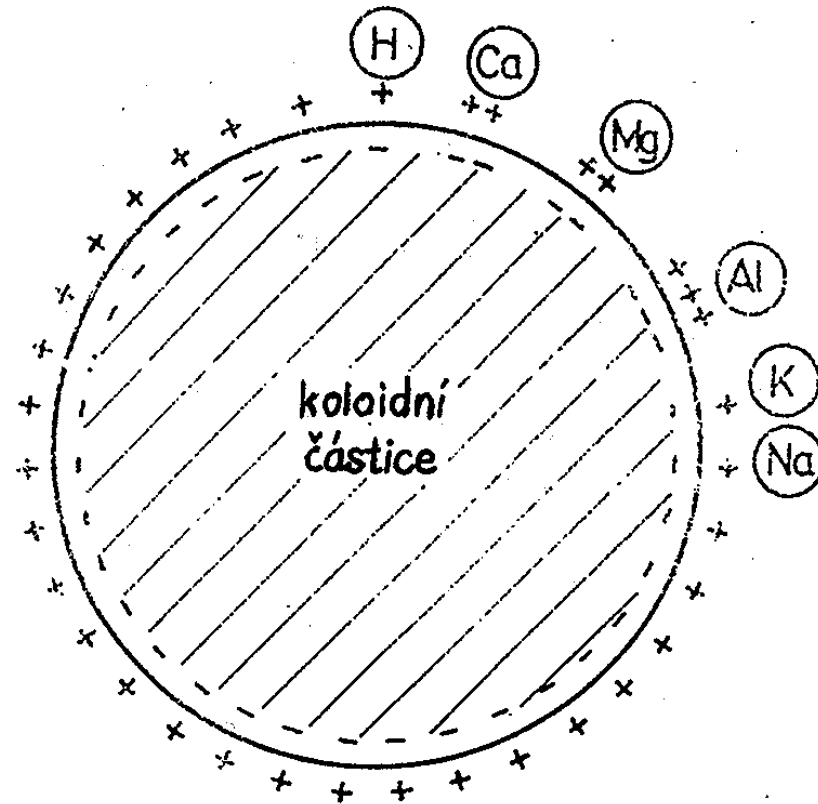
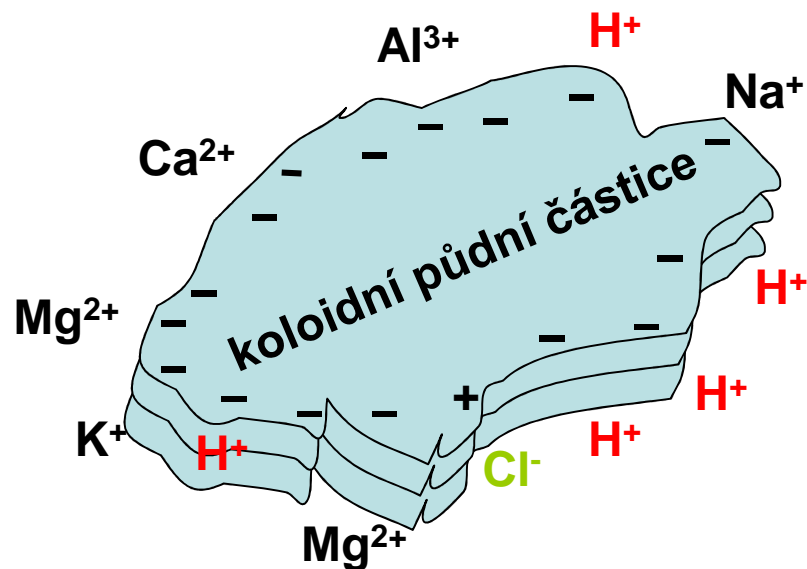
### Pufrovací kapacita půdy (půdní ústojčivost)

pufrovací zóna (systém)	pH půdy	chemické reakce
karbonátová (uhličitanová)	6,2 – 8,6	$\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{CO}_3 \longrightarrow \text{Ca}(\text{HCO}_3)_2$ $\text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{SO}_4 \longrightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{SO}_4^{2-} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
silikátová	5,0 – 6,2	$[(-\text{SiO}_4)\text{Al}]^- + 4 \text{H}^+ + 6 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow (-\text{SiOH})_4 + [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
kationtové výměnné kapacity	4,2 – 5,0	
hliníku	3,0 – 4,2	$[\text{Al}_6(\text{OH})_{15}]^{3+} + 15 \text{H}^+ + 21 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow 6 [\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$
železa	3,0 – 3,5	$\text{FeOOH} + 3 \text{H}^+ + 4 \text{H}_2\text{O} \longrightarrow [\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$

## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Půdní koloidy (jílové a humusové částice) jsou podstatou sorpčního komplexu půdy

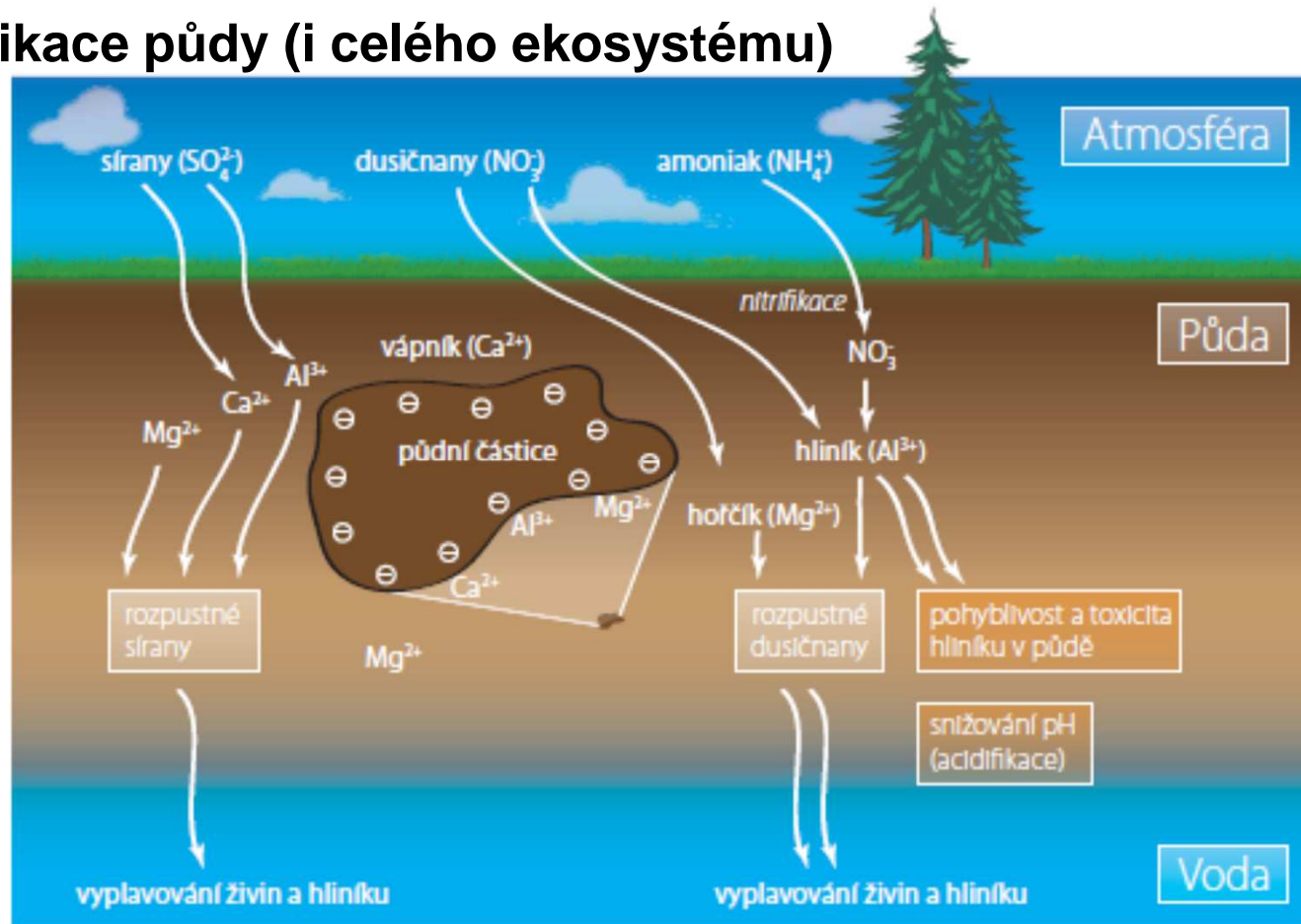
- význam pro pufrovací kapacitu půdy a retenci živin





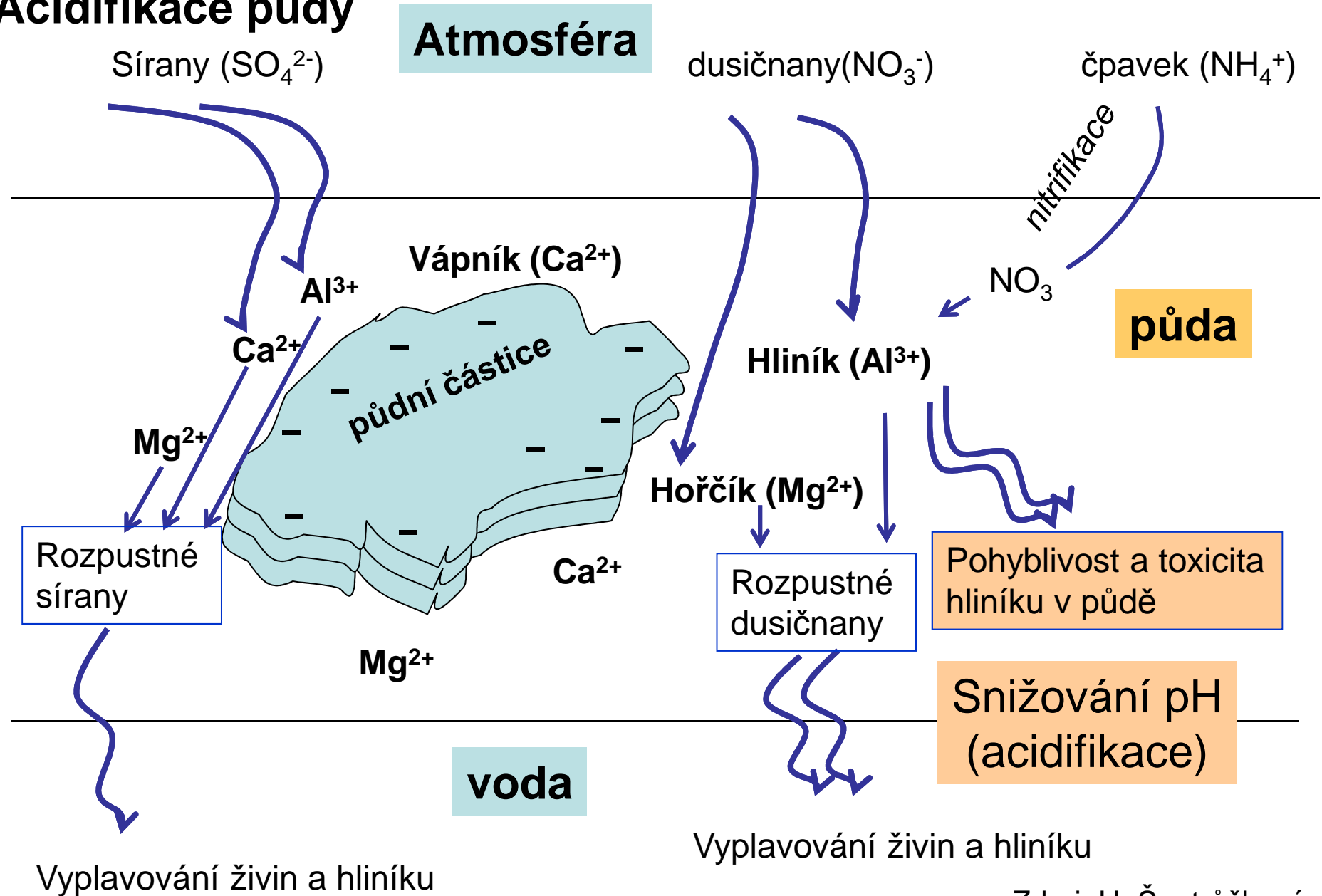
## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Acidifikace půdy (i celého ekosystému)

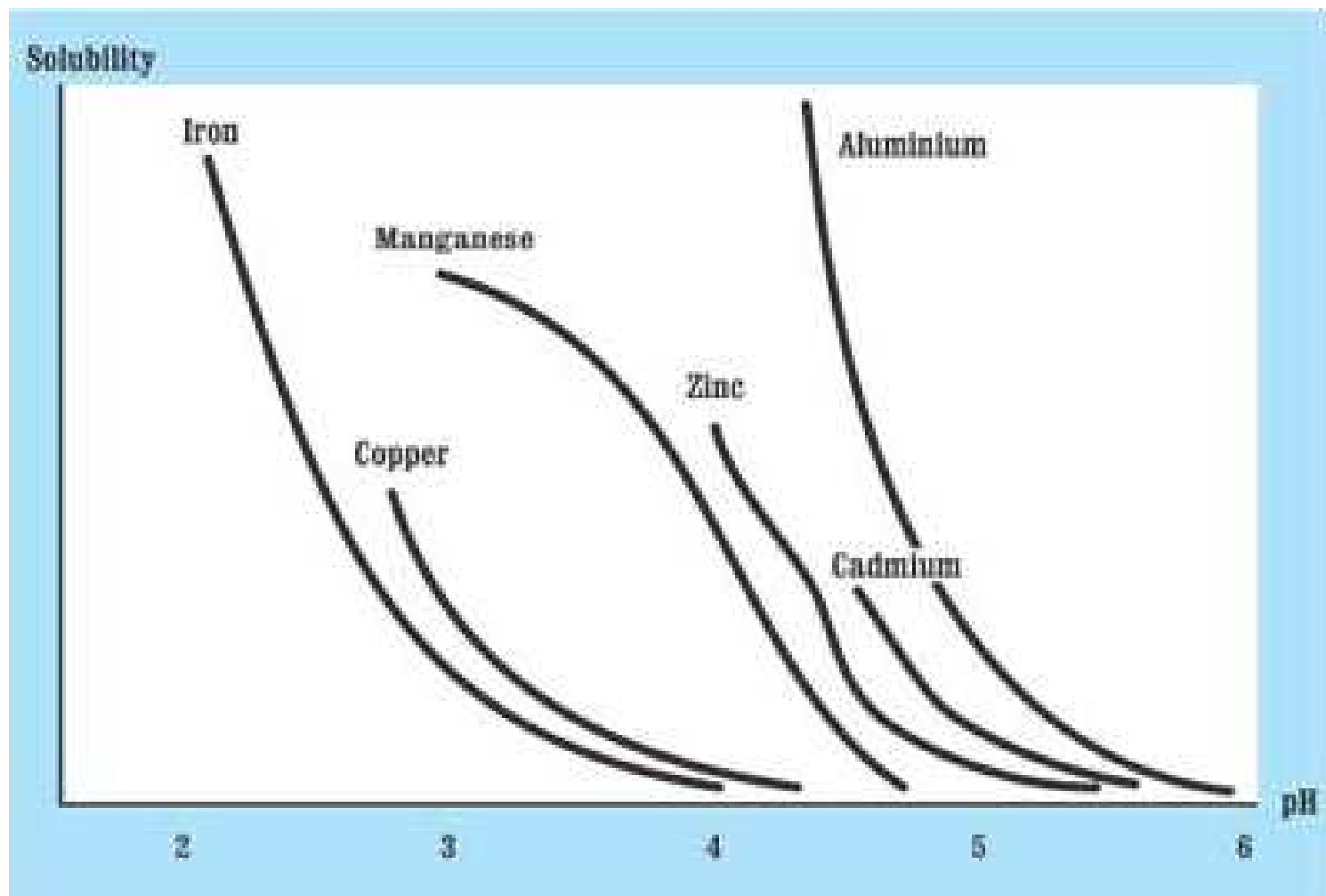


V půdě jsou koloidní částice (jílové minerály, hydroxyoxidy a organická hmota), které mají na svém povrchu negativní náboj. Na základě elektrostatických sil tak přitahují kladně nabitě ionty (kationty) a udržují je v těsné blízkosti částice. Tyto takzvané výměnné vazby jsou méně pevné než vazby chemické. Kořeny tak mohou kationty vápníku ( $\text{Ca}^{2+}$ ), hořčiku ( $\text{Mg}^{2+}$ ), draslíku ( $\text{K}^+$ ), amoniaku ( $\text{NH}_4^+$ ) i jiné živiny z půdy snadno získávat, přičemž kationty nejsou z půdy vyplavovány. Stejný mechanismus v půdě zadržuje trojmocné kationty hliníku ( $\text{Al}^{3+}$ , viz rámeček 32). Kationty vázané na půdních částicích mohou být také vyměněny za vodíkové ionty ( $\text{H}^+$ ) v půdním roztoku. Tím se snižuje kyselost vody vytékající z půdy a mluvíme o neutralizační kapacitě půd.

# Acidifikace půdy



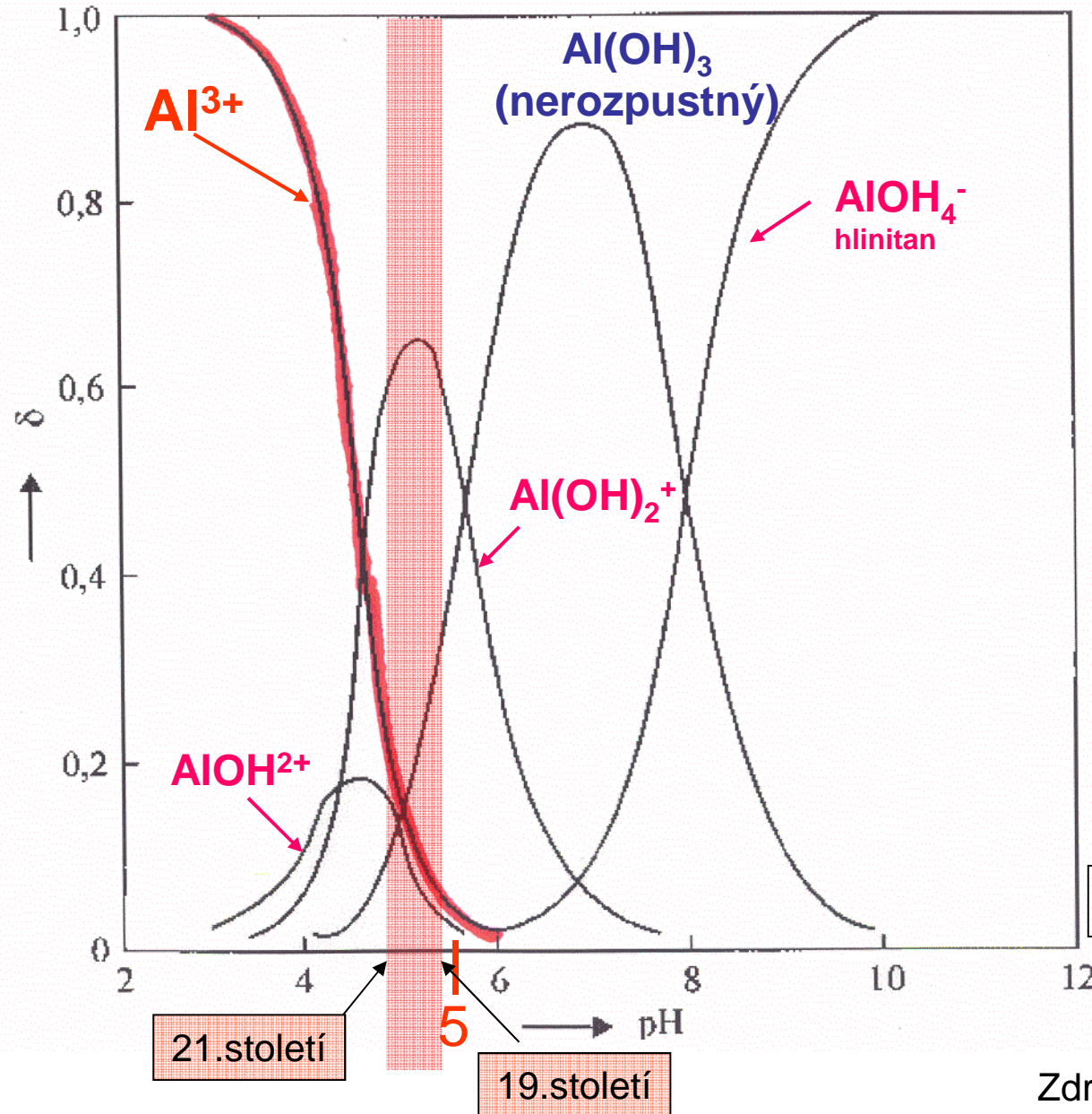
## Acifikace půdy



Rozpustnost kovů ve vodě v závislosti na pH



**Acidifikace půdy: příklad půd povodí Plešného jezera (Šumava)**

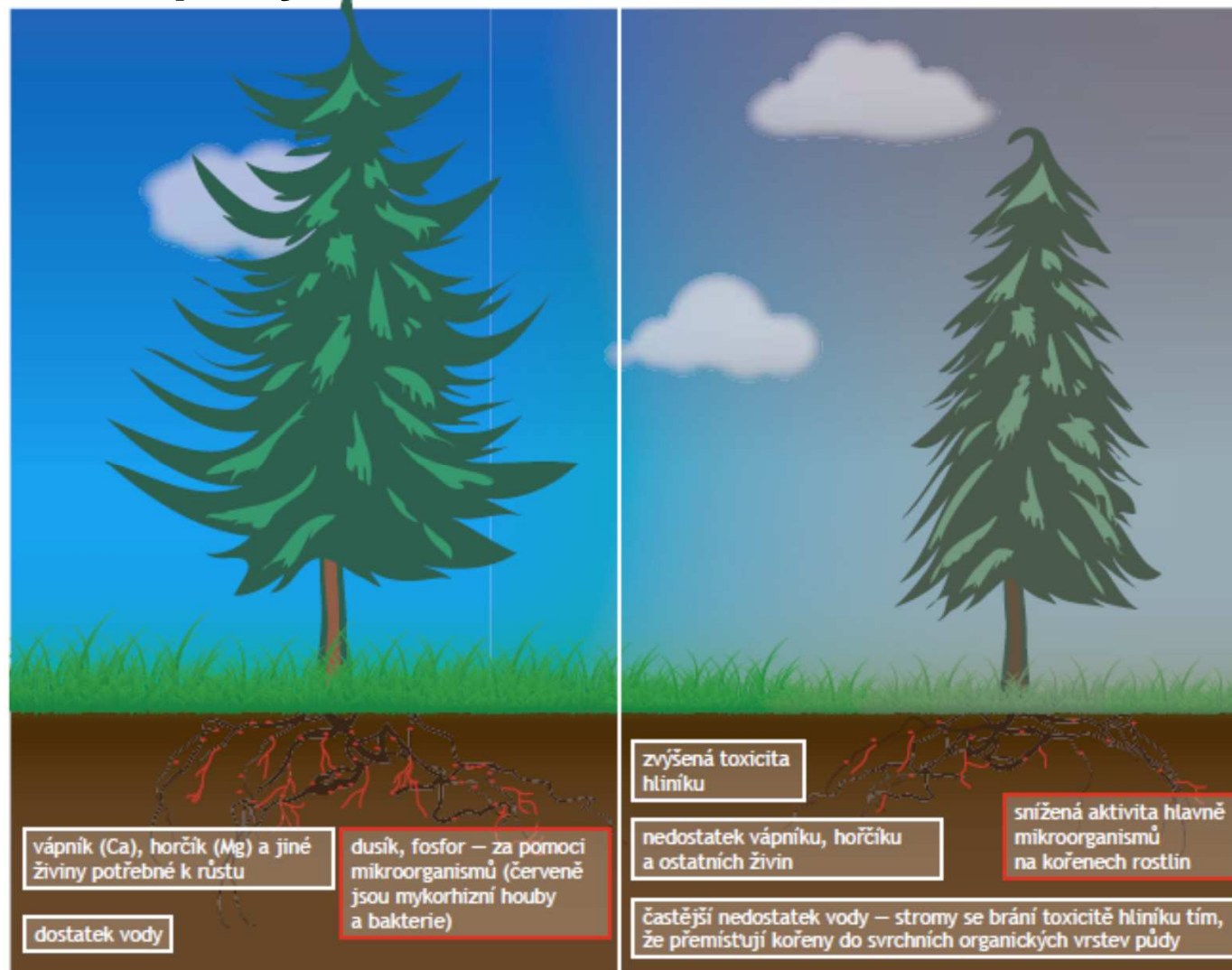


Obsah toxické formy hliníku prudce stoupá při poklesu hodnoty pH pod 5,5. V neutrálním prostředí (pH 6-7) je hliník převážně nerozpustný.

Pitter, 1999

Zdroj: H. Šantrůčková (upraveno)

## Acidifikace půdy



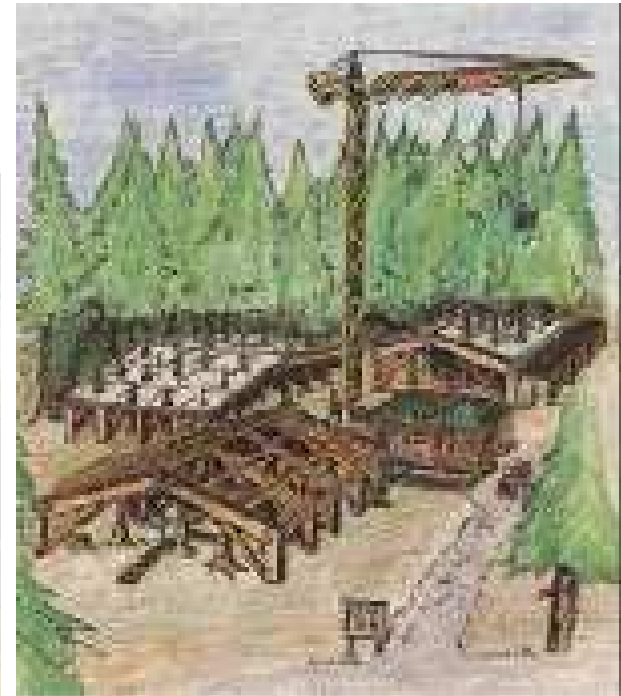
Přímé příčiny chřadnutí smrku v důsledku acidifikace půdy (v pravo) ve srovnání se situací bez pokročilé acidifikace

Zdroj: Šantrůčková a Vrba (ed.): Co vyprávějí šumavské smrčiny, Správa NP a CHKO Šumava, JČU a CSPE, Vimperk, 2010.

## Acidifikace půdy

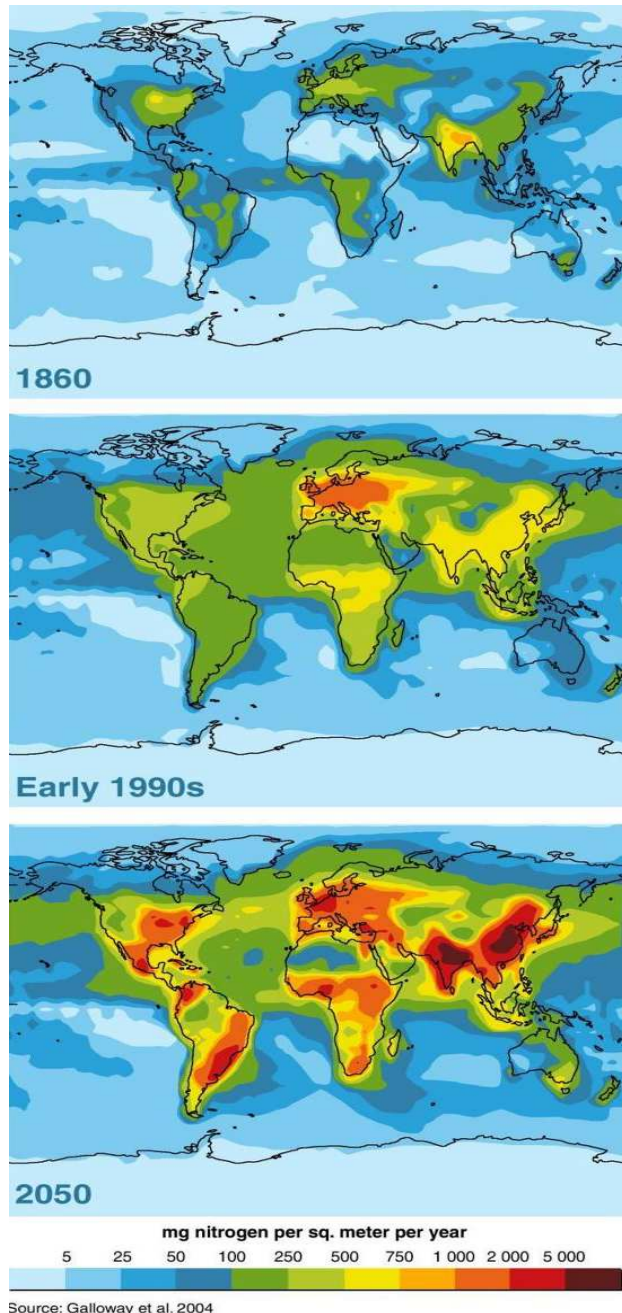


Výzkum vlivu kyselých dešťů v severoněmeckém středohoří Solling





## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)



**Odhad celkové atmosferické depozice (mokrě i suché) reaktivního dusíku v r. 1860, začátkem 90. let 20. století a v r. 2050 (prognóza).**

Atmosferická depozice v současnosti představuje cca 12 % reaktivního dusíku vstupujícího globálně do suchozemských a pobřežně-mořských ekosystémů (v některých regionech představuje vyšší podíl, např. v USA cca 33 %).

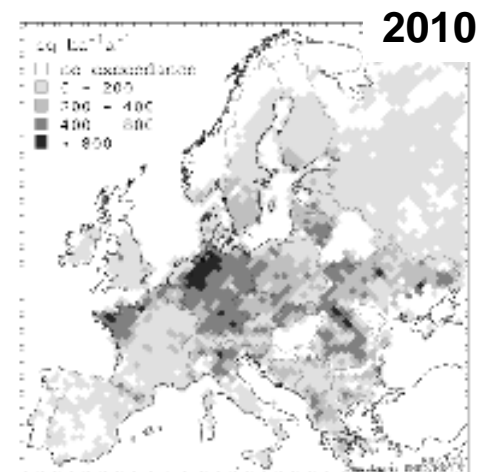
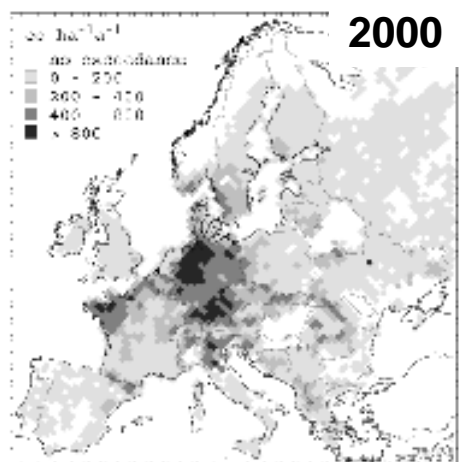
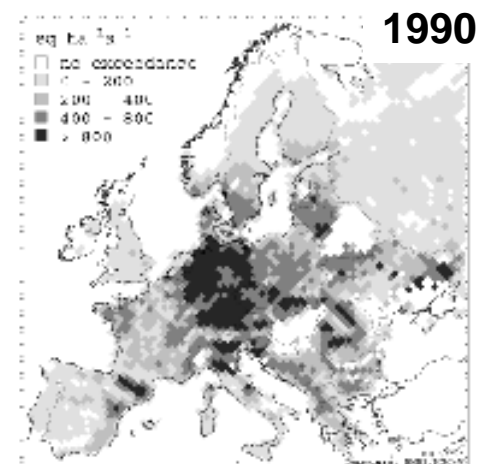
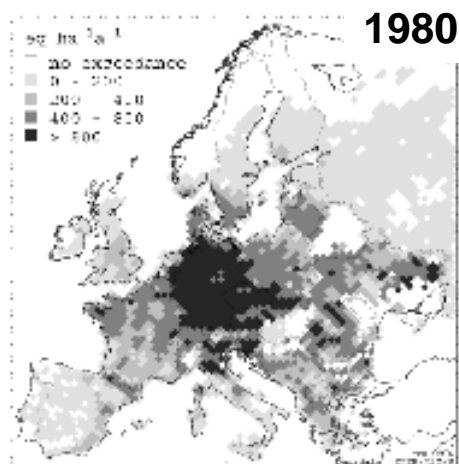
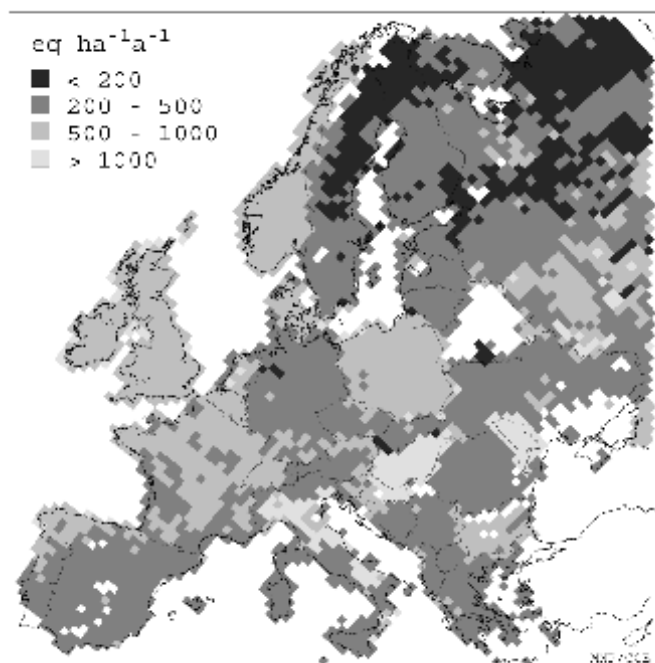
Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Estimated total reactive nitrogen deposition from the atmosphere (wet and dry) in 1860, early 1990s, and projected for 2050.

UNEP/GRID-Arendal Maps and Graphics Library. 2005. Dostupné na:

<http://maps.grida.no/go/graphic/estimated-total-reactive-nitrogen-deposition-from-the-atmosphere-wet-and-dry-in-1860-early-1990s-and-> (staženo 8. 11. 2011).

## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Eutrofizace – obohacení ekosystému živinami

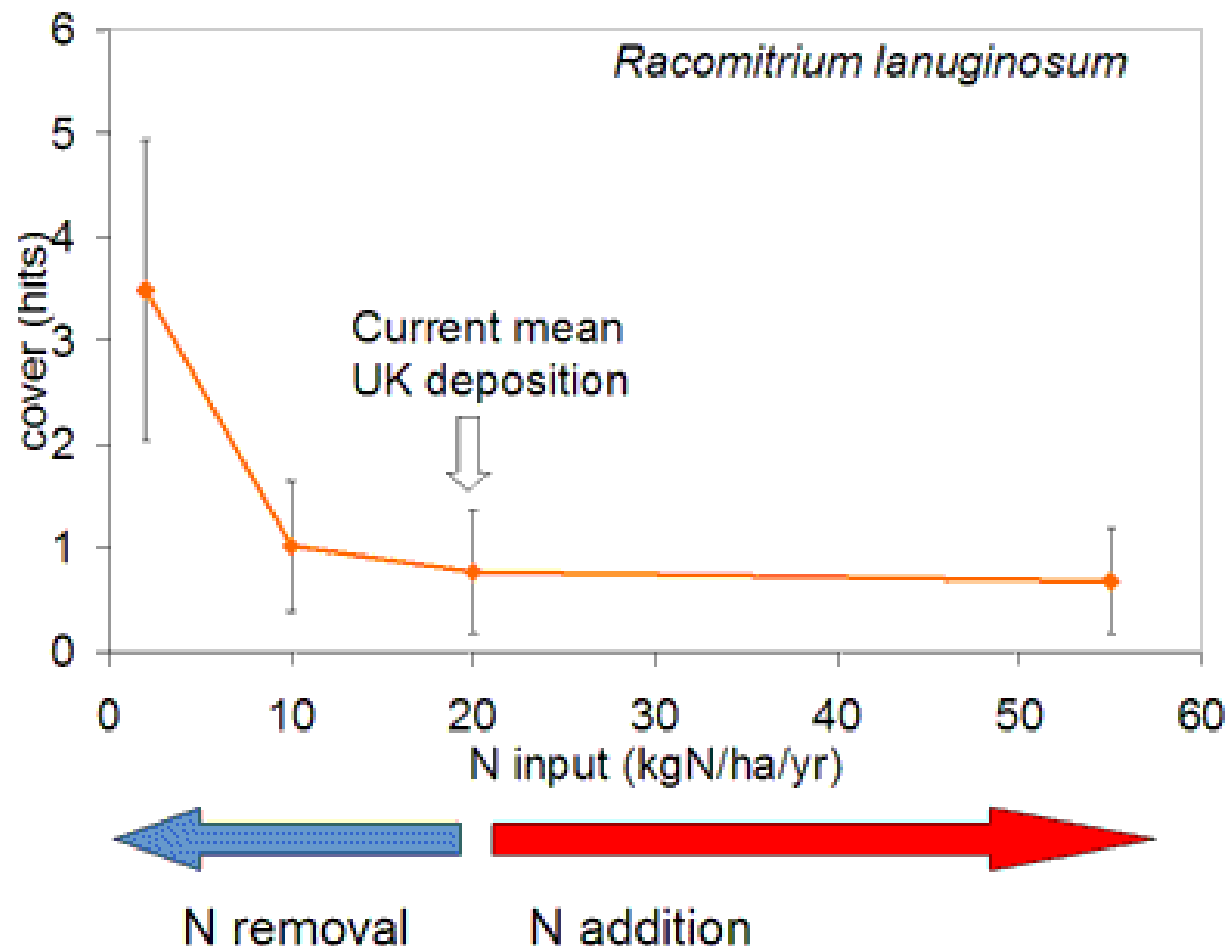


Kritická zátěž pro depozici dusíku (čím tmavší odstín, tím je oblast vůči přísunu dusíku citlivější)

**Oblasti Evropy, kde byla překročena kritická mez eutrofizace půdy (údaje pro r. 2010 jsou prognózou z r. 2003).**

## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Eutrofizace – obohacení ekosystému živinami: suchozemské ekosystémy



Pokryvnost mechu *Racomitrium lanuginosum* při různých dávkách dusíku v travinném ekosystému ve Velké Británii. K největšímu úbytku dochází mezi 5 a 10 kg N na hektar a rok.

Zdroj: Bridget Emmett, Centre for Ecology and Hydrology in Bangor, UK



## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Eutrofizace – obohacení ekosystému živinami: suchozemské ekosystémy



*Sphagnum capillifolium*



*Polytrichum commune*

Mnohé mechy a lišejníky reagují citlivě na depozici dusíku. Na obrázku jsou dva druhy mechu (rašeliník a ploník) na lokalitě Whim Bog v jihovýchodním Skotsku. Zdravý mech vlevo byl vystaven atmosférické koncentraci čpavku ( $0,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), odumřelý mech vpravo byl vystaven roční průměrné koncentraci  $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Zdroj: Ian Leith, Centre for Ecology and Hydrology in Edinburgh, UK.

## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Tropické půdy

#### Tropické deštné pralesy

Vysoká primární produkce, bujná vegetace

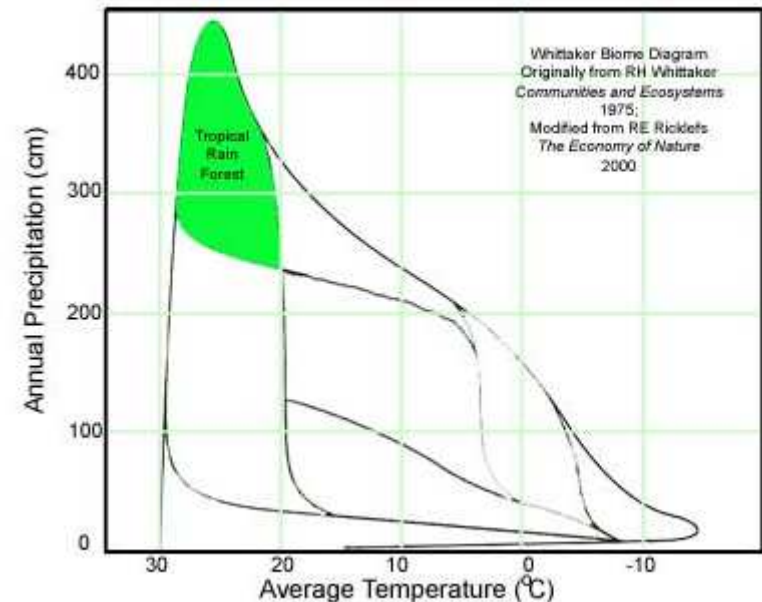
Klima: - velmi vysoké srážky  
- vysoké teploty

Původní předpoklad (od dob Alexandera von Humboldta):

Optimální podmínky pro růst rostlin a tedy i zemědělství.

Proč byly (a jsou) snahy o přeměnu tropických pralesů na zemědělskou půdu zřídka úspěšné?

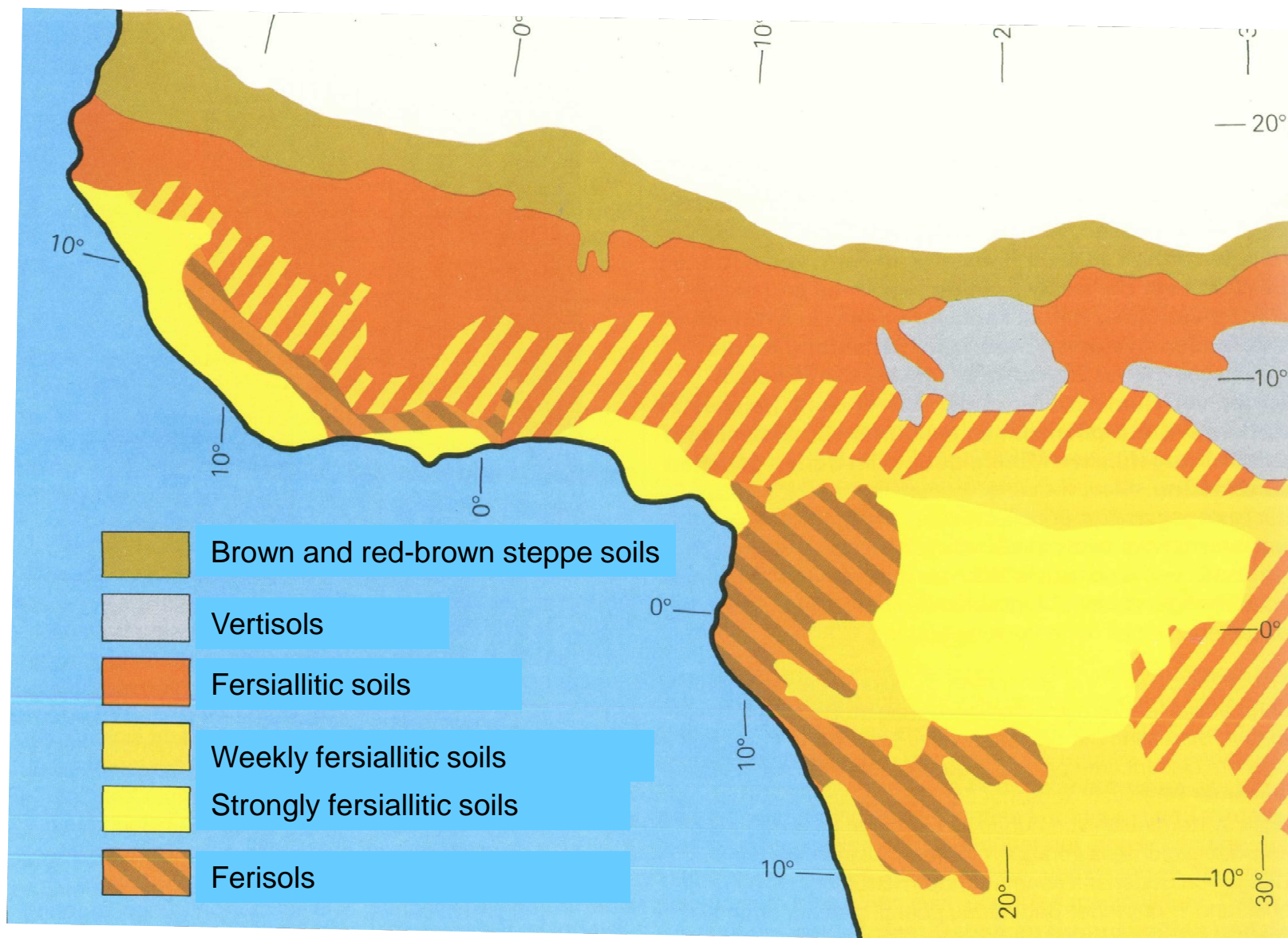
Vysoké úhrny srážek – vyluhování živin !





## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

### Zonální typy půdy v západní Africe





## Tropické půdy



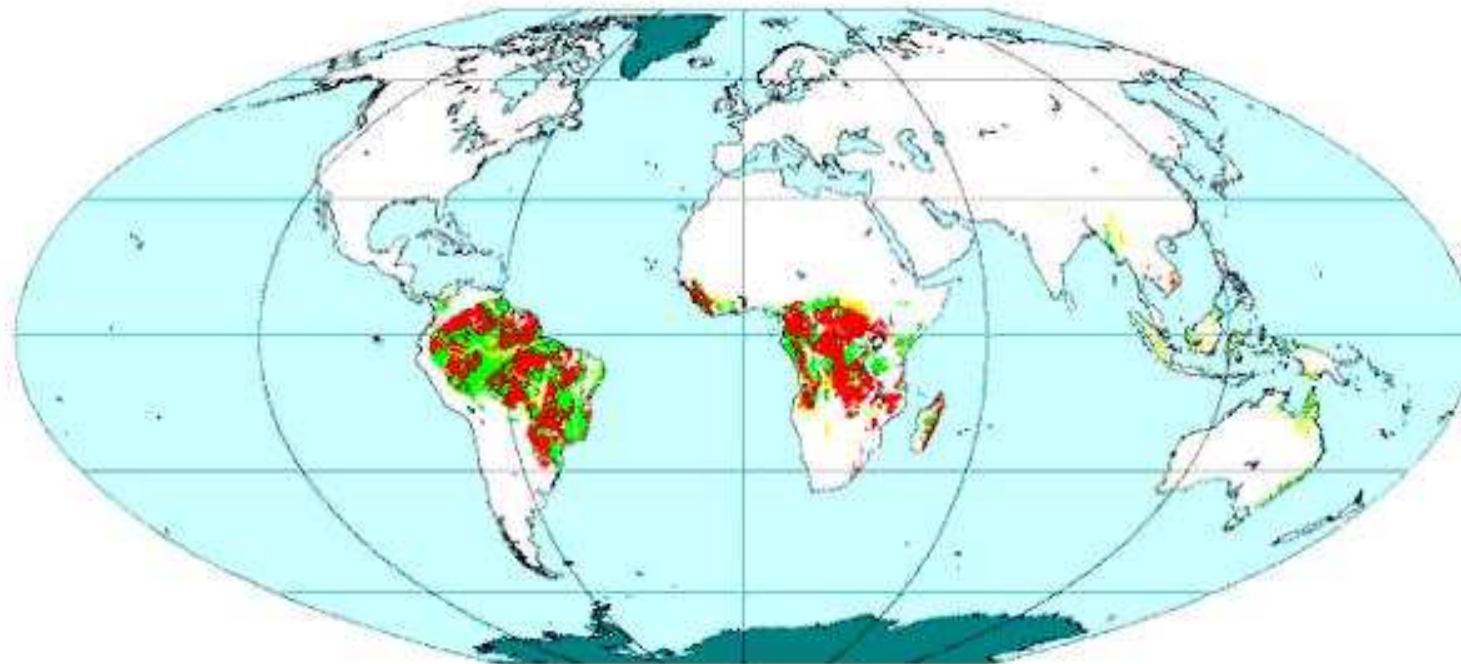
**Ferralsol (Oxisol, lateritová půda)**



**Vertisol**

## J. Schläghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Distribution of FERRALSOLS  
Based on WRB and the FAO/Unesco Soil Map of the World



**Red** Dominant    **Green** Associated    **Yellow** Inclusions    **Dark Blue** Miscellaneous lands

Flat Polar Quartic Projection

FAO-GIS, February 1998



## J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)



Clayey Ferralsol derived from basalt, China; residual iron gives the soil its dark reddish brown colour (*Rhodi-Geric Ferralsol*; ISRIC reference soil CN 018)



Ferralsol with accumulation of plinthite in the lower part of the profile, Brazil (*Endoplinthic Ferralsol*)



## Tropické půdy



**Lateritová půda na okraji Manausu (Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**

## Tropické půdy



**Lateritová půda na okraji Manausu (Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## **Tropické půdy**



**Lateritová půda severně od Manausu (Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy

### Jílové minerály:

- mikrokrystaly utvářející se v průběhu zvětrávání matečné horniny
- sestávají z vrstev oktaedrů hydroxidu hliníku a tetraedrů oxidu křemíku

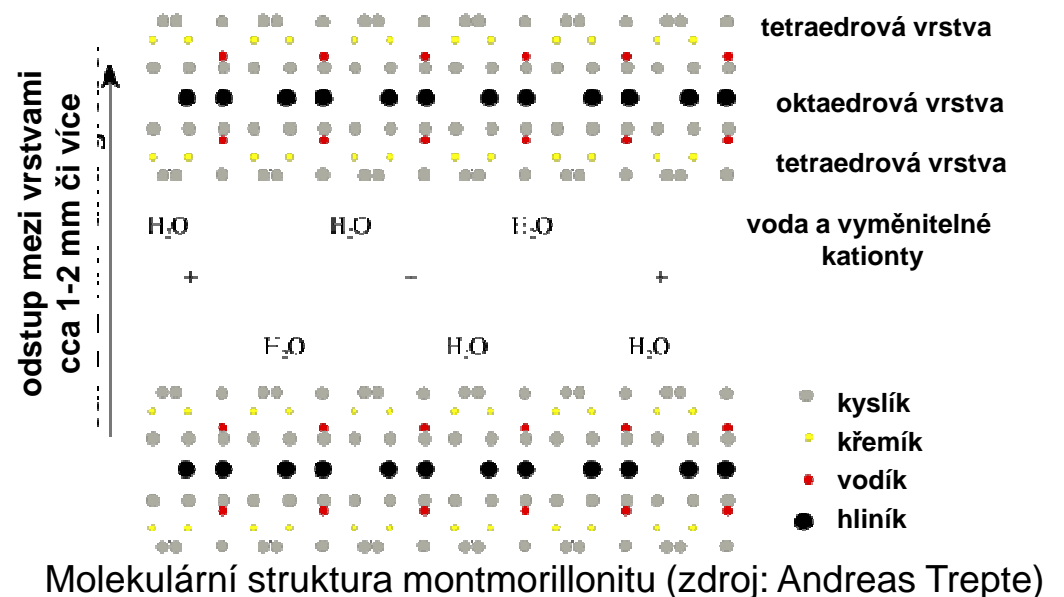
Různé typy jílových minerálů se liší mimo jiné stavbou krystalů:

**Trojvrstvé:** Si-O  
Al-OH chlority, illity, vermikulity, montmorillonity (mimo tropy)  
Si-O

**Dvouvrstvé** Al-OH kaolinity (v tropech)  
Si-O



Montmorillonit



## Tropické půdy

- Vysoké srážky – vyluhování živin

### Co brání vyluhování živin z půdy?

Kationtová výměnná kapacita

- daná obsahem (množstvím, druhem) jílových minerálů a humusu

Vyluhování v tropech zasahuje také křemík (Si; představuje až 90 % minerálních částic v půdě).

- Důsledek:
- snížený obsah křemíku v půdě
  - tvorba **fersialitických** a **feralitických** půd

## Tropické půdy

Charakteristické složení zvětralé vrstvy nad matečnou horninou v tropickém pásmu a mimo ně

sloučenina	Velká Británie		Středomoří		Západní Ghát (Indie)	
	skelet %	zvětralý materiál %	skelet %	zvětralý materiál %	skelet %	zvětralý materiál %
SiO <sub>2</sub>	49,3	47,0	44,7	35,7	50,4	0,7
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,4	18,5	15,5	34,9	22,2	50,5
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2,7	14,6	7,5	7,9	9,9	23,4
FeO	8,3	—	3,7	0,7	3,6	—
MgO	4,7	5,2	7,9	3,6	1,5	—
CaO	8,7	1,5	15,3	4,9	8,4	—
Na <sub>2</sub> O	4,0	0,3	1,1	0,9	0,9	—
K <sub>2</sub> O	1,8	2,5	1,4	3,1	1,8	—
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>			1,7	2,8		
H <sub>2</sub> O	2,9	7,2	0,9	5,8	0,9	25,0



## Tropické půdy

Počet výměnných jednotek na 100 g jílu či humusu:

Montmorillonity                      80 – 150

Chlority, vermikulity                15 – 40

Kaolinity                                3 – 15

**Humus                                    150 – 500**

V tropech je humus přítomen pouze v horních 20-30 cm půdy;  
obsah humusu je nízký (rychlá mineralizace): 1-2 (max. 3) %

Teplota svrchní vrstvy půdy v tropech: 28-30 °C

Při nárůstu teploty z 20 na 30 °C probíhá rozklad 4x rychleji

Úplný rozklad organické hmoty za 9 měsíců (v mírném pásmu roky)

Přesto má humus ve svrchí vrstvě tropických půd hlavní podíl na celkové kationtové výměnné kapacitě:

2 g / cm<sup>3</sup> specifické hmotnosti

Při 40 % kaolinitu a 2 % humusu je podíl humusu dvojnásobný.

## Tropické půdy



**Povrch půdy s opadem v tropickém deštném pralese - organická vrstva může takřka chybět (Presidente Figueiredo, Amazonie) - foto: J. Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Půdní sonda (výkop) v primárním tropickém deštném pralese u Manausu (Amazonie, Brazílie) – foto: Miloslav Devetter**



## Tropické půdy

**Proč je tedy v tropech tak bujná vegetace?!**

- Skoro veškeré živiny se nacházejí v živé biomase
- Přímý koloběh živin
- Vegetace funguje jako filtr: několik pater, epifyty, koncentrace kořenů v horních 30 cm půdy
- Micorrhiza: past na živiny (nutrient trap), zkrat v koloběhu živin
- Akumulace živin po staletí (100-200 let) bez lesních požárů (vlhkost !), také vlivem zvětrávání
- Čím chudší matečná hornina, tím delší doba regenerace



## Tropické půdy



**Kořeny stromů v tropickém deštném lese jsou rozprostřené při půdním povrchu (Manaus, Amazonie) - foto Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy

**Plodnice hub na větévce dřeviny  
v tropickém deštném lese  
(Manaus, Amazonie)**  
– foto: Miloslav Devetter





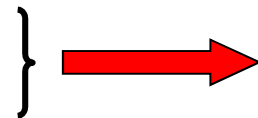
## Tropické půdy



**Důsledek zemědělství klůčením a žďářením (slash and burn):**

Mobilizace živin z popela

Částečné zničení humusu ohněm



**Ztráta živin vyluhováním**

V době druhé sklizně bývá zbytek humusu rozložen, malý přísun, žádná regenerace humusu.

V případě hnojení hnojivo půdou „proteče“ (nízká kationtová výměnná kapacita).

## Tropické půdy



**Žďáření tropického pralesa**



## Tropické půdy



**Mýtina v tropickém lese**



## Tropické půdy



**Paseka s pokácenými dřevinami (Balbina, Amazonie) - foto J. Schlaghamerský**

## Tropické půdy



**Vypalovaná paseka (Balbina, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## **Tropické půdy**



**Vypalovaná paseka (Iranduba, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Vypalovaná paseka (Iranduba, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Vypálená paseka (Balbina, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Banánovníky na mýtině (Balbina, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Banánovníky na mýtině**



## **Tropické půdy**



**Pastvina na místě bývalého deštného pralesa (Balbina, Amazonie)**

- foto: J. Schlaghamerský



## Tropické půdy



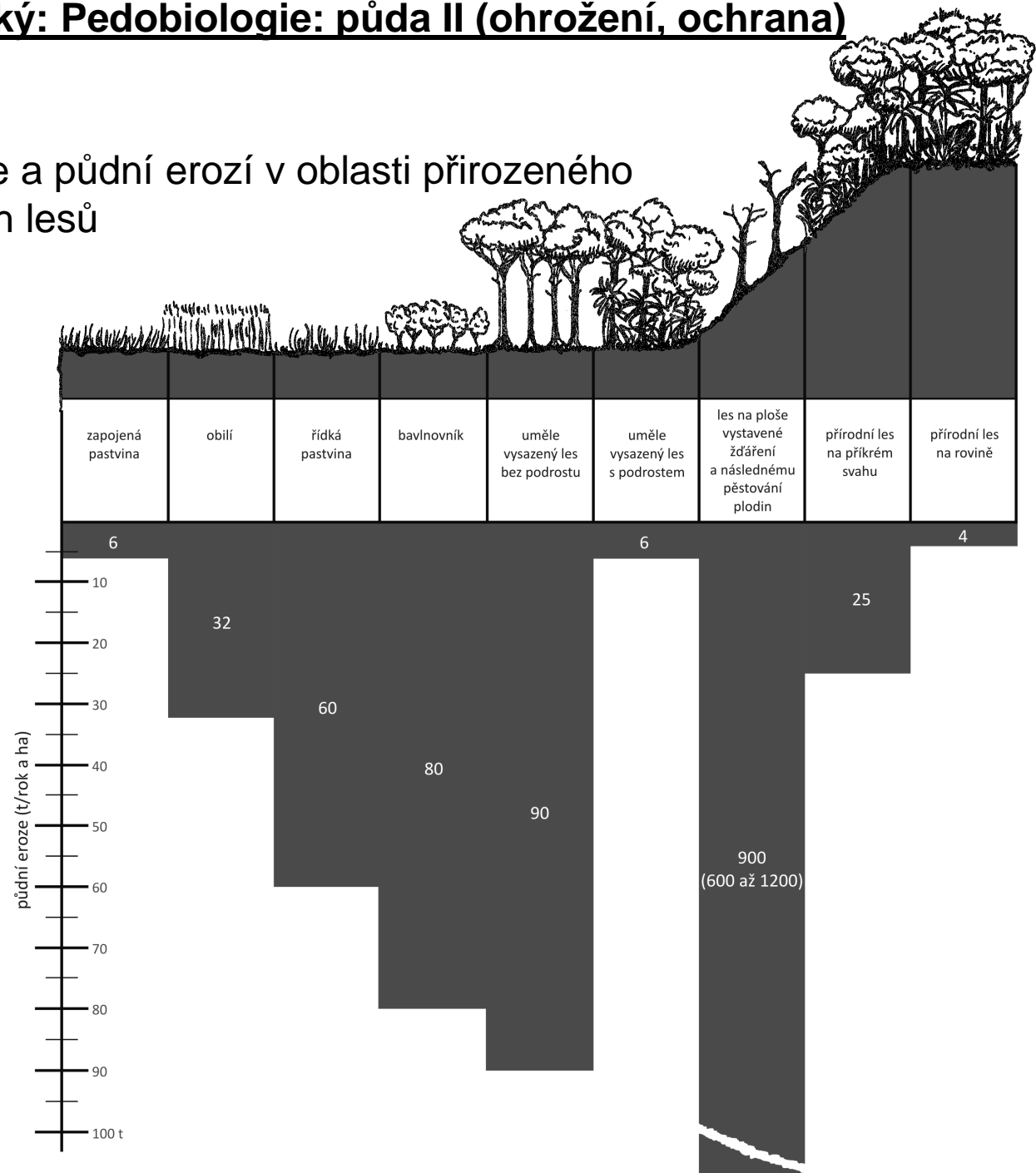
**Stará mýtina s obnaženou lateritovou půdou (Balbina, Amazonie)**

- foto: Jiří Schlaghamerský



## Tropické půdy

Vztah mezi typem vegetace a půdní erozí v oblasti přirozeného výskytu tropických deštných lesů



## Tropické půdy



**Erozní struhy na místě vykáceného deštného pralesa  
(Presidente Figueiredo, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Erodovaná a vyluhovaná tropická půda (Presidente Figueiredo, Amazonie)**  
- foto: Jiří Schlaghamerský



## Tropické půdy



**Erodovaná krajina po odlesnění - Madagaskar)**



## Tropické půdy

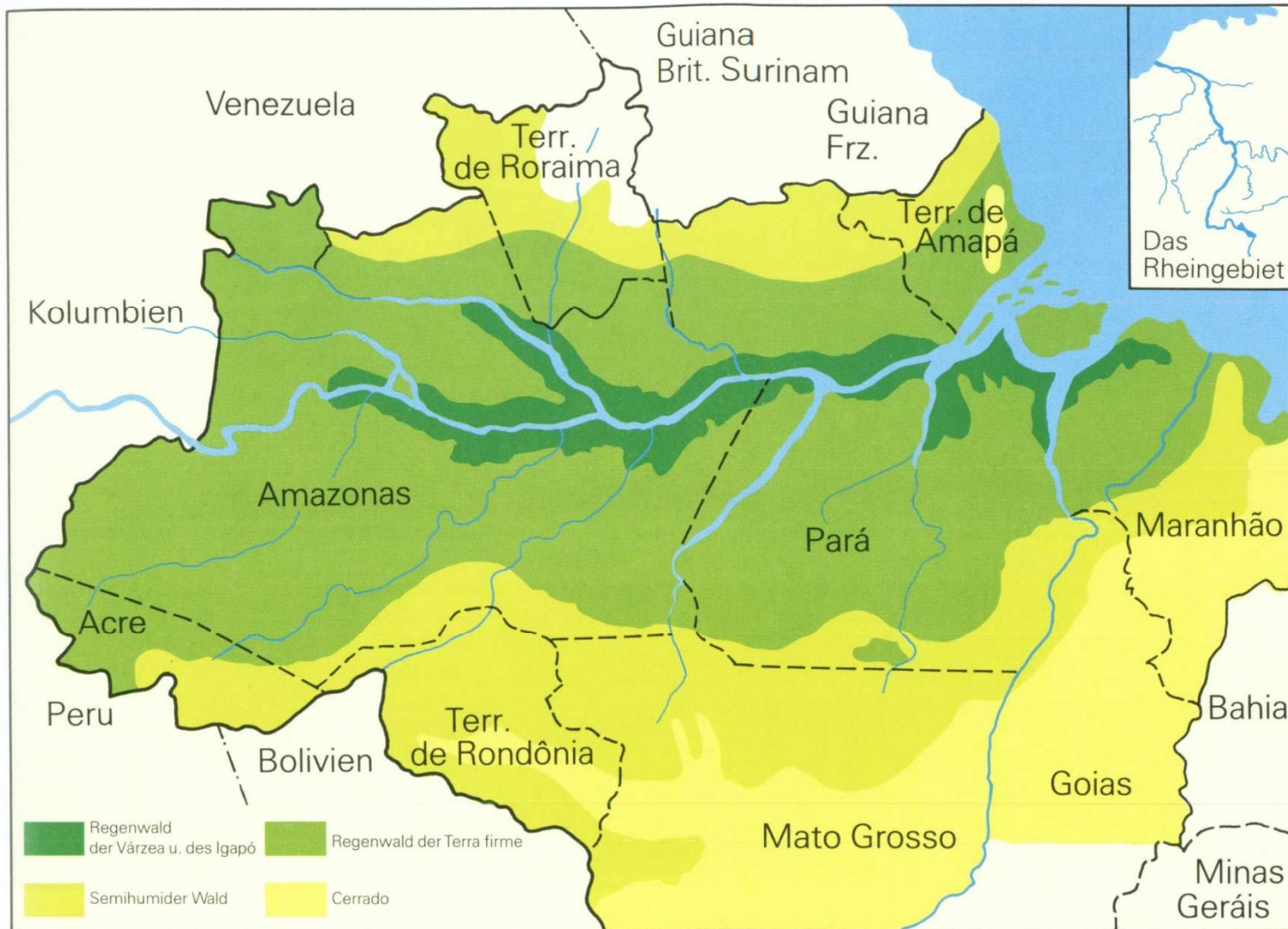


**Lateritová tropická půda odplavovaná za deště do „černé“ řeky (Presidente Figueiredo, Amazonie) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy

Přírodní vegetace v Amazonii: úrodná půda je pouze v nivách řek s „bílou vodou“ (varzeas – pouze část tmavě zeleného území na mapě)



srovnání  
s povodím  
Rýna



## Tropické půdy



**útok bílé řeky Amazonky (= Rio Solimoes) a černé řeky Rio Negro - foto: Jiří Schlaghamerský**



**J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)**

**Tropické půdy**



**Náplavové hlíny na břehu Amazonky (= Rio Solimoes) - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy



**Náplavové hlíny na břehu Amazonky (= Rio Solimoes, Iranduba)**

- foto: Jiří Schlaghamerský



## Tropické půdy



**Stromový velikán v záplavovém území Amazonky (= Rio Solimoes) u Manaosu**

- foto: Jiří Schlaghamerský



## Tropické půdy



**Černá voda říčky (přítoku Rio Negra) u Presidente Figueredo (Amazonie)**

- foto: Jiří Schlaghamerský



J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

## Tropické půdy



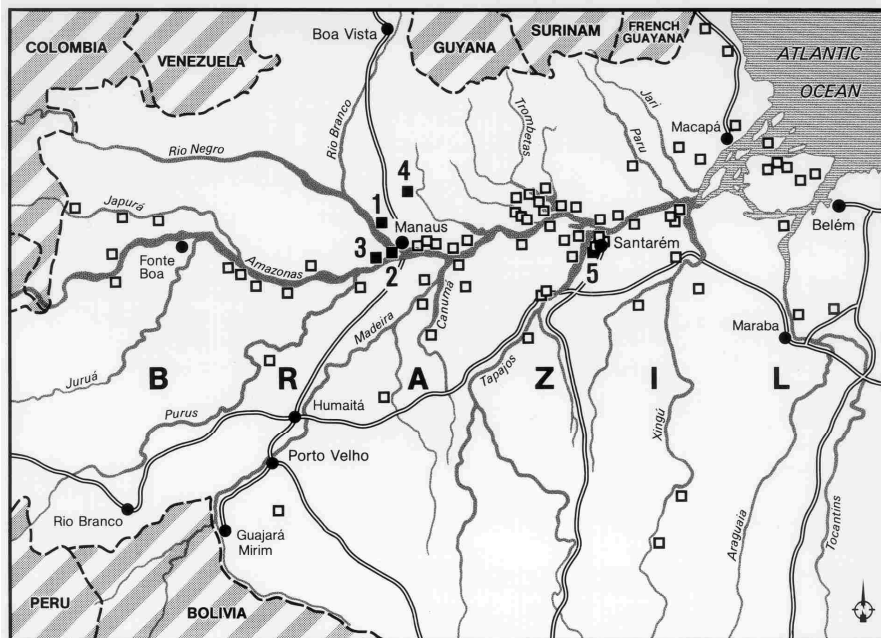
**Černá voda Rio Negra blízko Manausu s písčitým břehem (Amazonie) - foto: J. Schlaghamerský**



# J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

## Tropické půdy:

**Terra preta (de indio)  
– antropogenní úrodná  
půda v Amazonii  
(obohacená uhlíkem)**



**Nálezy půdy terra preta v Amazonii)**



**Profil terry prety u Manausu**

- foto: Jiří Schlaghamerský

**Umělý profil terry prety (model)**

- foto: Jiří Schlaghamerský





## Tropické půdy

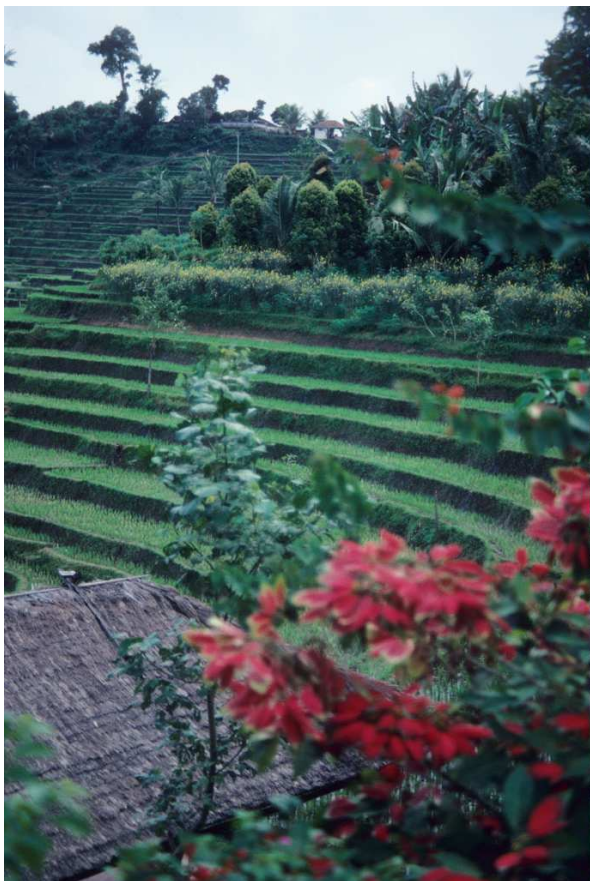


**Profil půdy terra preta v Amazonii blízko Manausu - foto: Jiří Schlaghamerský**



## Tropické půdy

Úrodné jsou také sopečné půdy jako např. na Bali (viz foto), Javě či Havajských ostrovech.

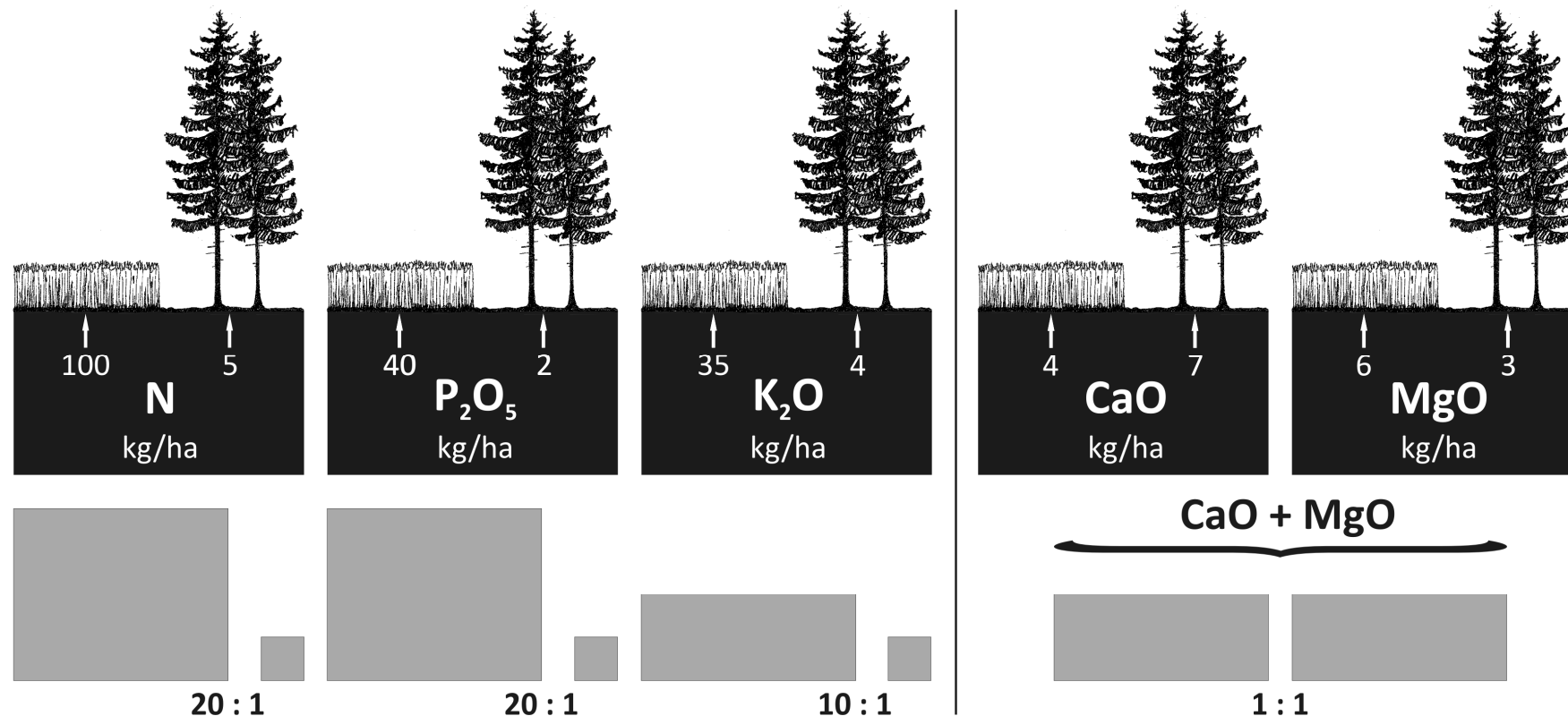


fotografie: Margery H. Freeman (1986)



## Zemědělství (lesnictví) a ochrana půdy

Roční ztráta živin z půdy: srovnání obilí – smrk



Na základě ročních hodnot: 5000 kg obilí (bez slámy), resp. 14 plnometrů dřeva (hroubí s kůrou) na hektar

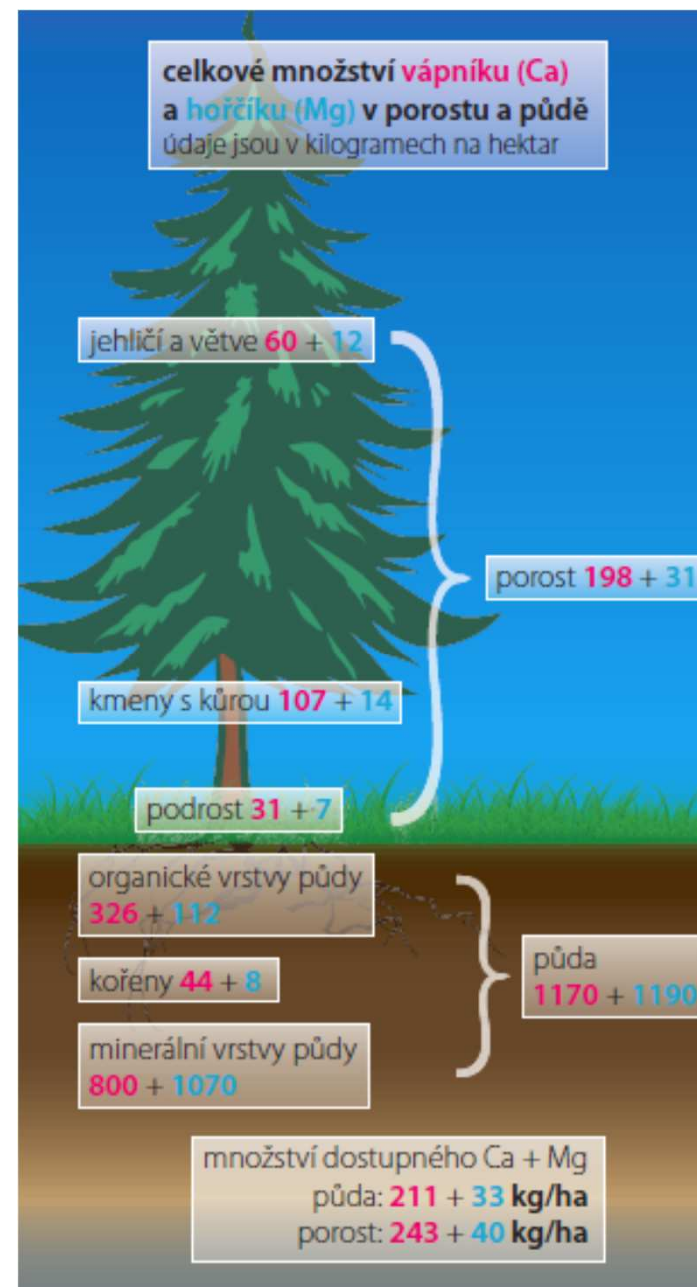


## **Zemědělství a ochrana půdy**

Průměrné ztráty živin v důsledku sklizně (odstranění biomasy) v polním a lesním hospodářství (kg ha<sup>-1</sup> a<sup>-1</sup>)

<b>kultura</b>	<b>N</b>	<b>K</b>	<b>Ca</b>	<b>P</b>	<b>Mg</b>
<b>vysetá louka</b>	<b>400</b>	<b>400</b>	<b>140</b>	<b>50</b>	<b>35</b>
<b>cukrová řepa</b>	<b>250</b>	<b>380</b>	<b>85</b>	<b>35</b>	<b>50</b>
<b>krmná kukuřice</b>	<b>230</b>	<b>200</b>	<b>50</b>	<b>38</b>	<b>30</b>
<b>přírodní louka (4–6 sečí)</b>	<b>220</b>	<b>290</b>	<b>90</b>	<b>35</b>	<b>25</b>
<b>mrkev</b>	<b>120</b>	<b>150</b>	<b>100</b>	<b>22</b>	<b>20</b>
<b>špenát</b>	<b>120</b>	<b>115</b>	<b>30</b>	<b>17</b>	<b>20</b>
<b>okurky</b>	<b>45</b>	<b>60</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>15</b>
<b>smíšený les</b>	<b>4</b>	<b>3</b>	<b>3,5</b>	<b>0,5</b>	<b>0,5</b>

## Zemědělství (lesnictví) a ochrana půdy



Bilance vápníku a hořčíku v porostu a půdě  
povodí Plešného jezera na Šumavě



## **Zemědělství a ochrana půdy**

### **Hnojení půdy má za cíl:**

- doplnění přirozených zásob živin
- náhradu živin ztracených v důsledku sklizně a uvolnění do vody a atmosféry
- tím zachování a zlepšování úrodnosti a biologické aktivity půdy
- za účelem optimální výživy rostlin (vysoké výnosy vysoké kvality).

Ztráta živin je dnes často vyrovnávána průmyslovým hnojivem. Z hlediska ochrany životního prostředí je užívání průmyslových hnojiv problematické

- škodami při těžbě a přepravě surovin
- emisemi škodlivin a energetickou náročností jak při výrobě, tak při distribuci výrobku

## Zemědělství a ochrana půdy

### Organická hnojiva:

- statková (mrva, kejda, močůvka)
- kompost
- zelené hnojivo (zaorané rostliny jako lupina, jetel, řepka, různé traviny)
- čistírenský kal

Čím vyšší hodnota C/N, tím pomalejší je rozklad látky v půdě.

### Poměr C/N

kejda	2–10
kompost	10–20
mrva	20–30
sláma	70–00

Rozklad organických hnojiv probíhá záporně exponenciálně:  
50 % slámy za 4 měsíce, 90 % až za 9 let.



## Zemědělství a ochrana půdy

### Anorganická (průmyslová) hnojiva:

Jedno nebo vícesložková, často je užívána směs N, P, K (1 : 0,4 : 0,8).

Živiny jsou rostlinám i mikroorganismům okamžitě k dispozici.

Dávkování je jednodušší než u organických hnojiv.

Při aplikaci pomalu se rozpouštějících granulí lze také u nich zajistit pomalejší a dlouhodobější přísun živin.



## Zemědělství a ochrana půdy

### Čistírenské kaly:

Obsahují hodně živin i stopových prvků, mohou být dobrým hnojivem.

C/N = 5–10

Většina živin se stává dostupná v krátko až střednědobém horizontu.

Při aplikaci velkého množství najednou mohou v půdě dočasně nastat anaerobní podmínky vlivem velkého obsahu vody, míra mineralizace je tím snížena.

### Kompost z org. odpadů:

Obsahuje méně živin, zato však má vysoký obsah org. hmoty se stabilizačním účinkem v půdě.

C/N = cca 25 – pomalejší rozklad.

Dostupnost živin po aplikaci je horší, může dojít k **dočasné imobilizaci N v mikroorganismech.**

Na lehkých půdách chudých na vápník či lehce kyselých může opakované hnojení kaly či kompostem zvednout pH o asi jednu jednotku.

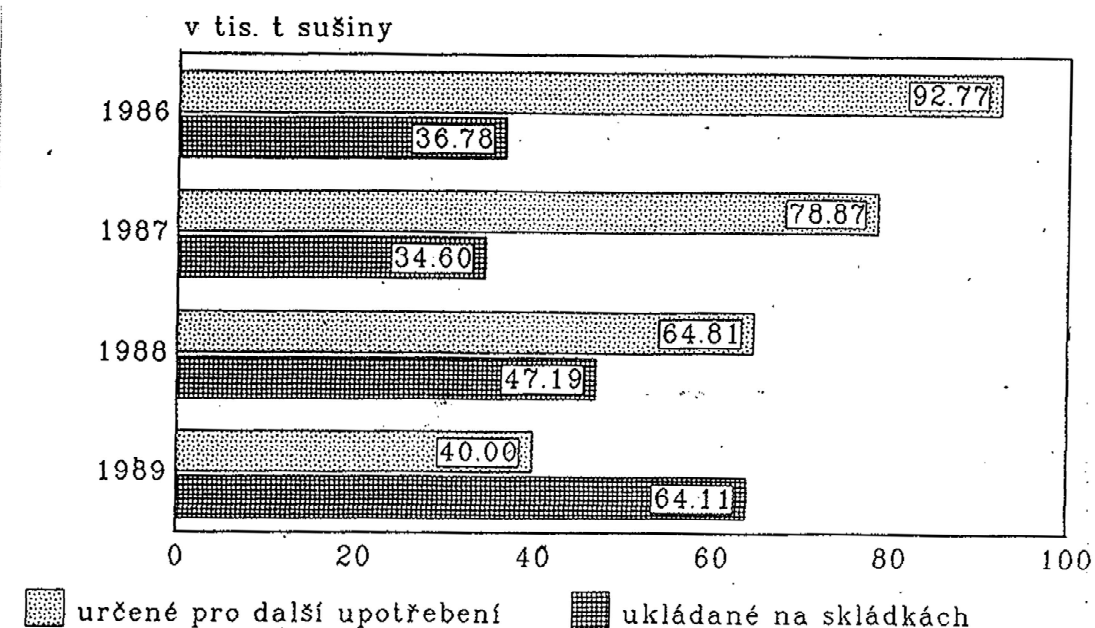


## Zemědělství a ochrana půdy

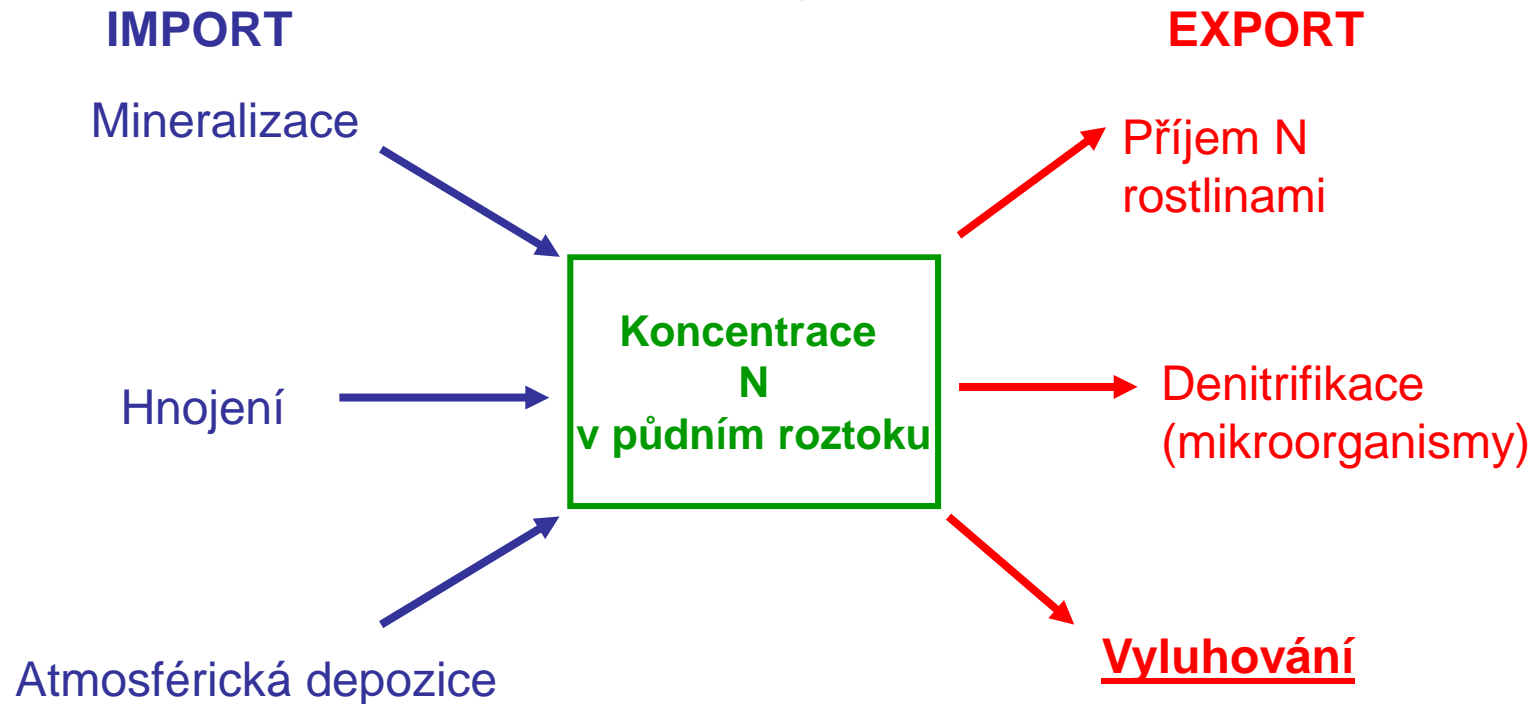
Průměrné hodnoty vstupů těžkých kovů do půdy pro celkovou plochu zemědělského půdního fondu ČR podle nejdůležitějších zdrojů ( $\text{g ha}^{-1} \text{a}^{-1}$ )

zdroj	Cd	Cr	Pb	Hg
hnojiva	0,639	7,610	1,624	0,004
aplikace kalů ČOV	0,058	4,250	1,790	0,060
atmosférická depozice	1,312	7,132	30,790	0,200

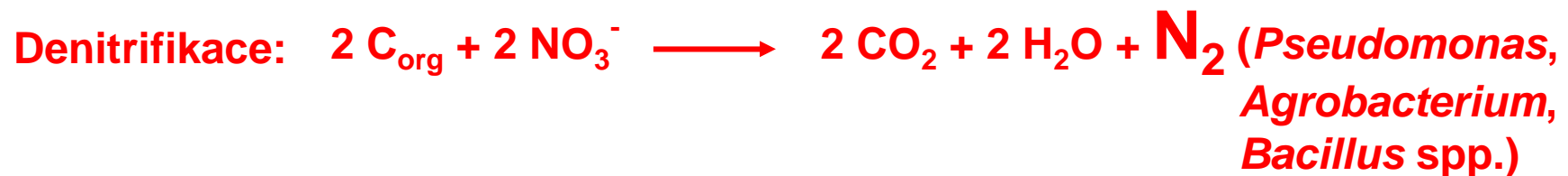
Zneškodňování kalu z čistíren odpadních vod



## Zemědělství a ochrana půdy



### Hlavní faktory ovlivňující koncentraci dusíku v půdě





## Zemědělství a ochrana půdy

### Důsledky vyluhování dusíku:

- ztráta pro výživu rostlin
- ohrožení kvality podzemní vody

Hraniční hodnota platná v EU pro koncentraci  $\text{NO}_3^-$  v pitné vodě : 50 mg / l  
– odpovídá: 11,3 mg N / l.

**Vymyté množství  $\text{NO}_3^-$  = množství průsakové vody x koncentrace  $\text{NO}_3^-$**

Obsah v prosakující vodě ročně: 0–600 mg / ha (podle klimatu a půdy)

Ve střední Evropě dochází k vyluhování dusičnanů hlavně v období  
**listopad – březen** (rozložení srážek!)

### **Klesá v závislosti na vegetačním pokryvu půdy:**

úhor (bez vegetace) – zelinářské plochy, brambory, řepa, kukuřice, víno – travinné porosty - les

### Průměrné ztráty N jako $\text{NO}_3^-$ na ha a rok – obsah v prosakující vodě:

pole:	20–300 kg	20–200 mg / l
travnaté porosty (louky, pastviny):	2–10 kg	2–10 mg / l

## Zemědělství a ochrana půdy

### Pesticidy v zemědělství:

Aplikovaná množství jsou ve srovnání s hnojivem malá:

herbicidy: 0,1 – 2 kg aktivní látky / ha

fungicidy: 10 – 500 g aktivní látky / ha

Možné vedlejší účinky jsou např. toxické účinky na jiné než cílové organismy (vč. samotné ošetřené rostliny) nebo změny chuťových vlastností plodů.

### Faktory ovlivňující vedlejší účinky:

- 1) **persistence**: doba působení látky (je možné tzv. "carry over" – tox. působení na příští kulturu)
- 2) **akumulace** aktivní látky nebo jejich derivátů (vznik rozkladem) v rostlinách a půdě – tzv. **rezidua**
- 3) **bioakumulace**: nashromáždění aktivní látky v potravním řetězci resp. v určitých orgánech
- 4) **negativní vliv na užitečné organismy** (např. na antagonisty škůdců jako pavouky, na žížaly apod.) nebo např. dekompoziční procesy v půdě. Je předmětem ekotoxikologického posouzení.



## **Zemědělství a ochrana půdy**

**Parametry užívané k posouzení negativních vedlejších účinků pesticidů:**

- produkce CO<sub>2</sub> v půdě (málo senzitivní vůči narušení – o to je závažnější, pokud k němu dojde)
- množství mykorrhizy na kořenových systémech
- populační hustoty vybraných půdních živočichů

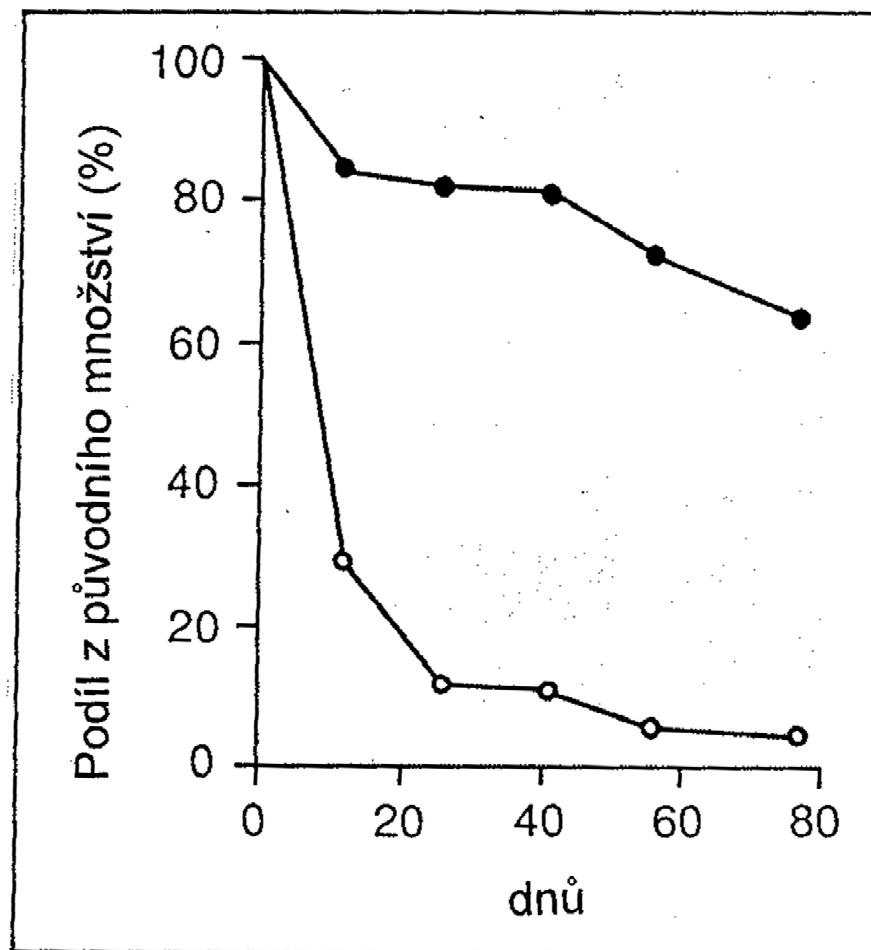
Při posuzování škodlivosti vedlejších účinků je třeba je porovnat s účinky zcela přirozených faktorů jako jsou zamokření, zmrznutí, mechanické narušení. V půdních procesech a populacích půdních organismů dochází v důsledku těchto faktorů ke značnému kolísání.

**Za zanedbatelné platí snížení měřených parametrů, které 30 dní po aplikaci nepřesahuje 20 % výchozích hodnot.**

**Za kritické platí, pokud snížení ještě za 60 dní po aplikaci dosahuje 85 %, resp. za 90 dní 70 %:**

**Fumiganty jako methylbromid, herbicidy s širokou působností jako chlorpikrin, fungicidy s obsahem rtuti.**

## Zemědělství a ochrana půdy



Rozklad fungicidu Iprodion v půdě, na kterou ještě nikdy nebyl aplikován (●) resp. po opakované aplikaci (○).



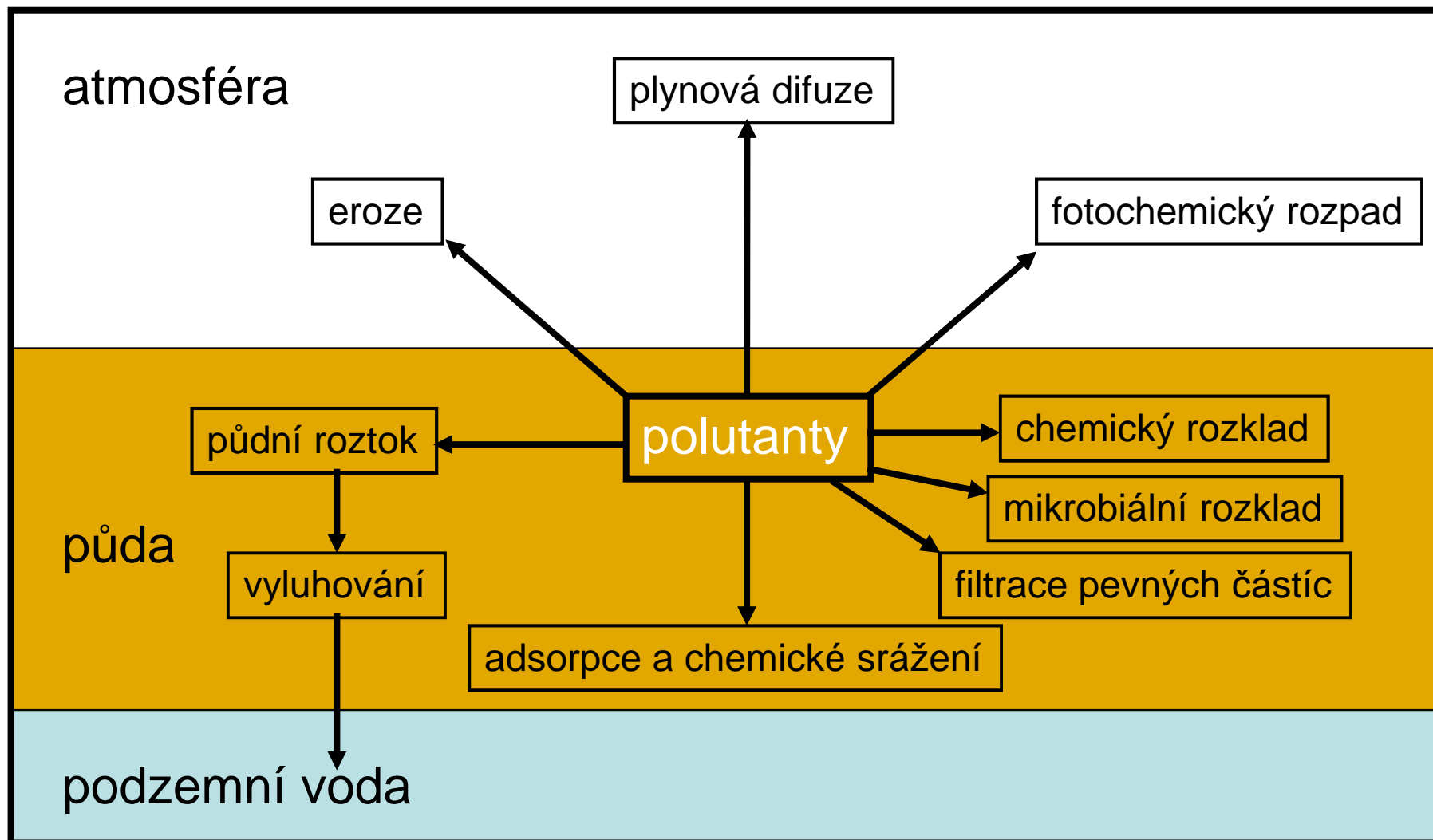
## **Zemědělství a ochrana půdy**

Odolnost pesticidů v půdě proti rozkladu (Metcalf, 1969)

Druh pesticidu	Poločas rozkladu (roky)
olovo, měď, arzén	10 – 30
insekticidy Dieldrin, BHC, DDT	2 – 4
herbicid Triazin	1 – 2
herbicidy na základě kyseliny benzoové	0,2 – 1
herbicidy na základě močoviny	0,3 – 0,8
herbicidy 2,4 – D, 2,4,5 – T	0,1 – 0,4
insekticidy organofosfátové	0,02 – 0,2
insekticid Carbaryl	0,02

V případě „rozkladu“ prvků (olovo, měď, arzén) se patrně jedná o imobilizaci, případně odnos z dané půdy (vodou, větrem).

## Kontaminace půdy



**Chování polutantů v půdním prostředí**