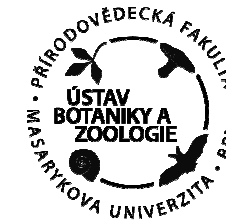


MODULARIZACE VÝUKY EVOLUČNÍ A EKOLOGICKÉ BIOLOGIE

CZ.1.07/2.2.00/15.0204



Jiří Schlaghamerský: Pedobiologie – jaro 2012

Půda II: ohrožení a ochrana půdy

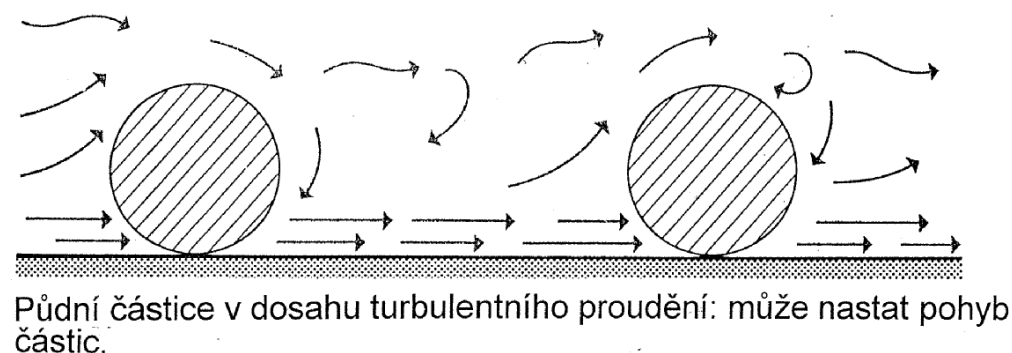
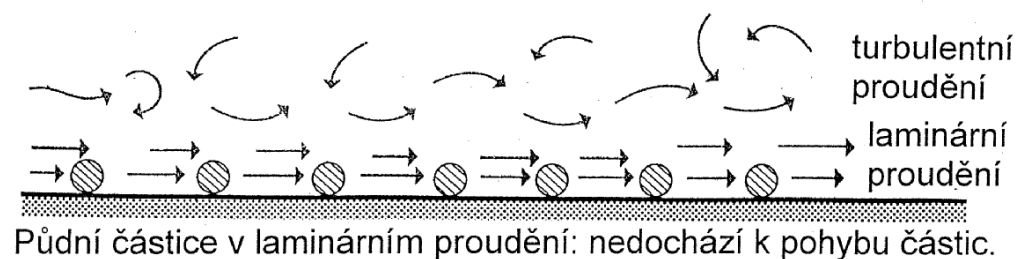


INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

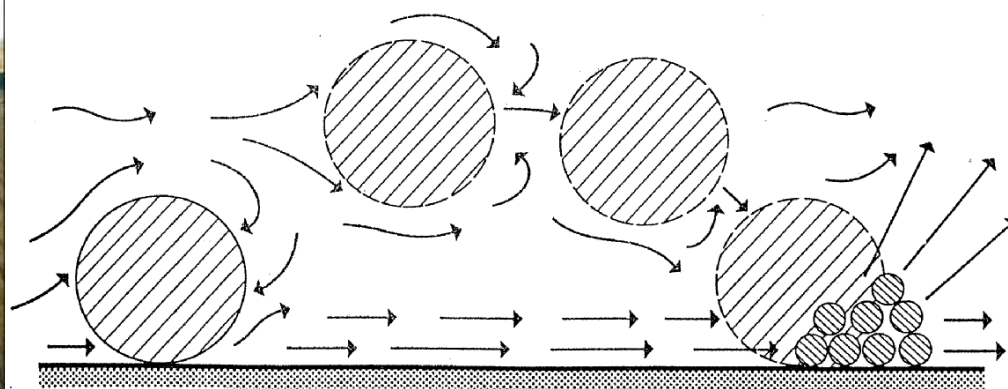
Větrná eroze



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



Vlnky naváté půdy z přilehlého pšeničného pole – důsledek tzv. saltation drift, Dickinson County, Kansas, březen 1996 (Skidmore, Wind Erosion Research, USDA)



Větrná eroze



Půda odváta z pole osetého pšenicí (vlevo) byla navátá na balíky sena (vpravo), Pratt County, Kansas, 18. 3. 1996 (Skidmore, Wind Erosion Research, USDA)



„The dust bowl“ – 400 000 km² postižených prašnými bouřemi v sev. Americe v 30. letech 20. století: Vpravo viz popisek na fotografii (zdroj: Wikimedia Commons), vlevo Stratford, Texas, 18. 4. 1935 (zdroj: NOAA George E. Marsh Album)

Větrná eroze



Pomník ztracené půdě v Iowě („The dust bowl“ – 400 000 km² postižených prašnými bouřemi v sev. Americe v 30. letech 20. století) - foto: Jiří Schlaghamerský

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

Větrná eroze



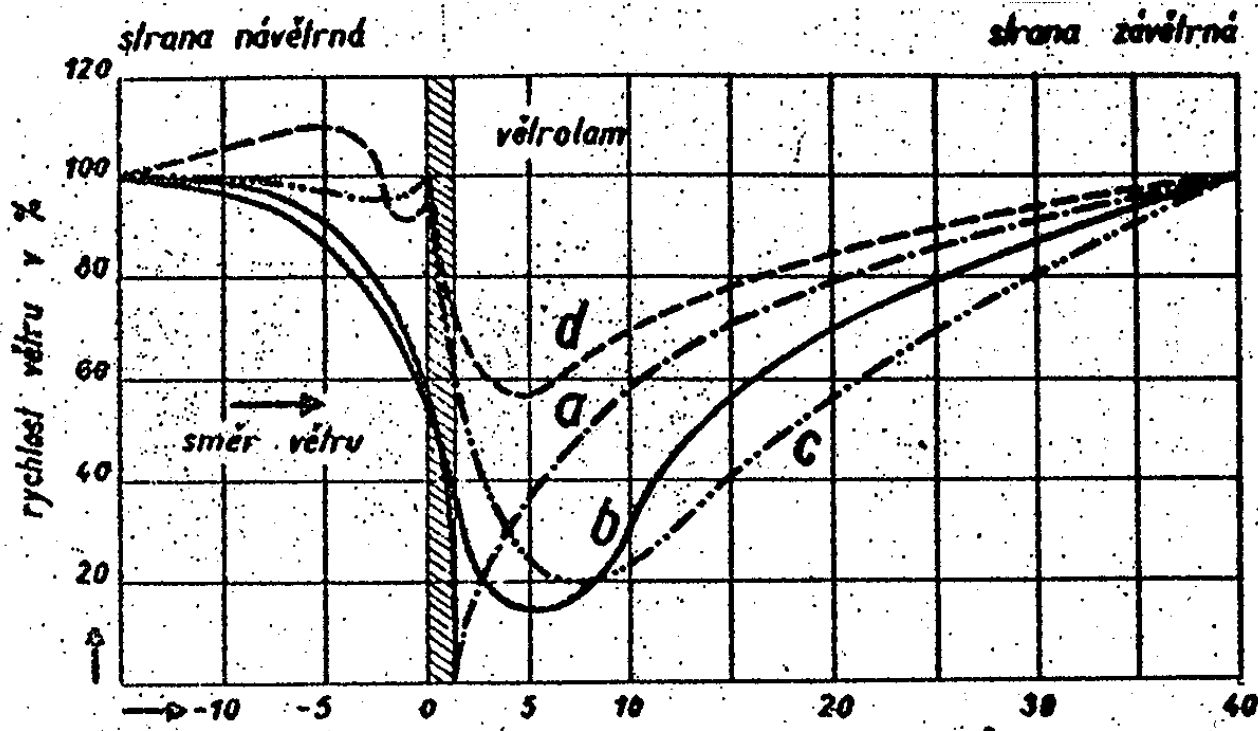
V případě velkých písečných dun slouží větrolamy pouze zpomalení jejich postupu.



Větrná eroze



Východoněmecký propagační leták z 50. let 20. stol. zdůrazňující pozitivní vliv větrolamů na zemědělskou úrodu (krmná řepa, červené a bílé zelí, obilí a sláma)

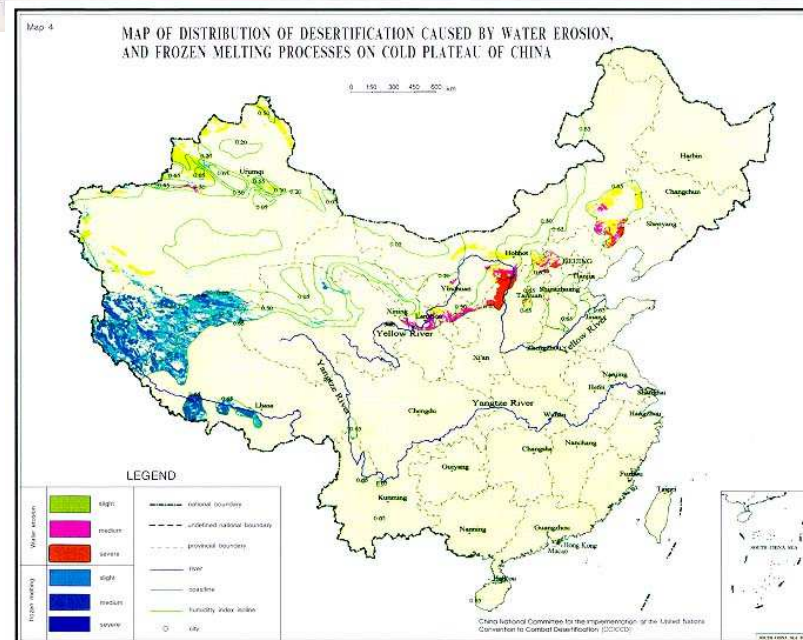
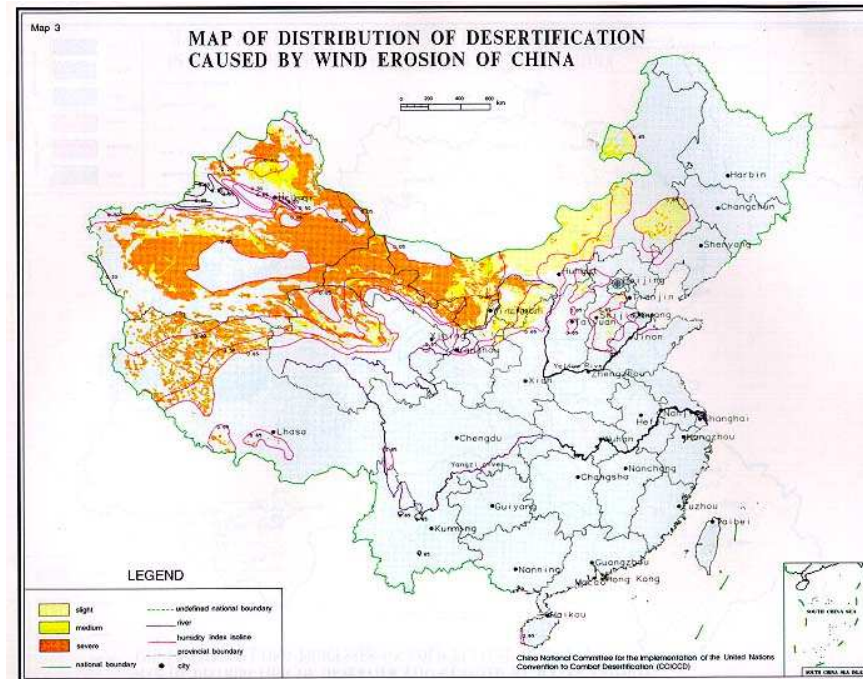
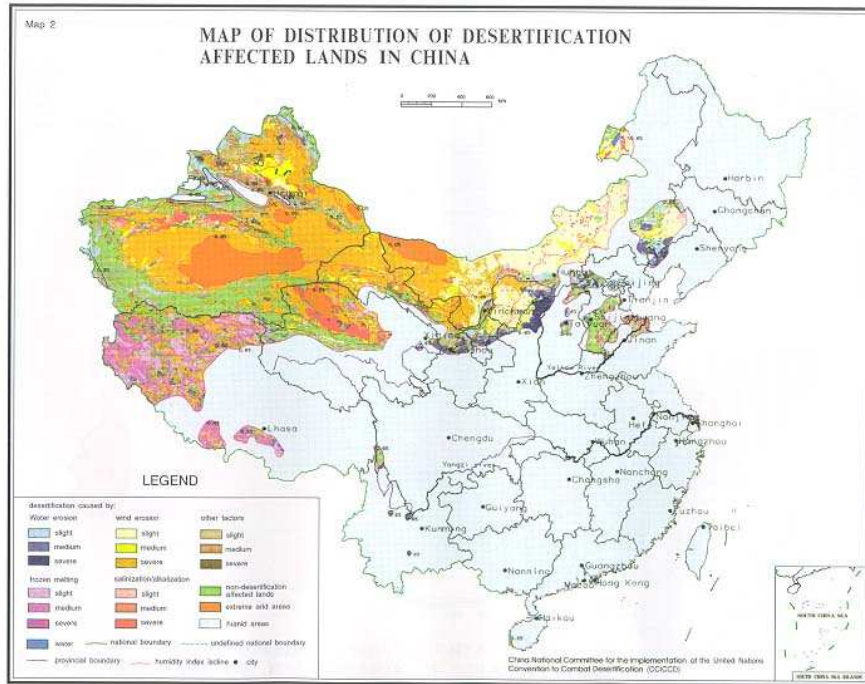


Účinek větrolamu na snížení rychlosti větru: a) nepropustný, b, c) polopropustný (různé typy), d) propustný



Seti kulturních plodin v užších pásech, případně jejich proložení pásy trvalé zeleně (zatravněných), kolmo na převládající směr větru snižuje větrnou erozi

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



Větrná eroze (Mongolsko)



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

Pastva a eroze



Příliš intenzivní pastva zvyšuje míru půdní eroze



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

Pastva a eroze



Narušení travního drnu po přechodu stáda ovci
- naštěstí v pásech vedoucích po vrstevnicích,
Omšená, Slovensko (foto: J. Schlaghamerský)

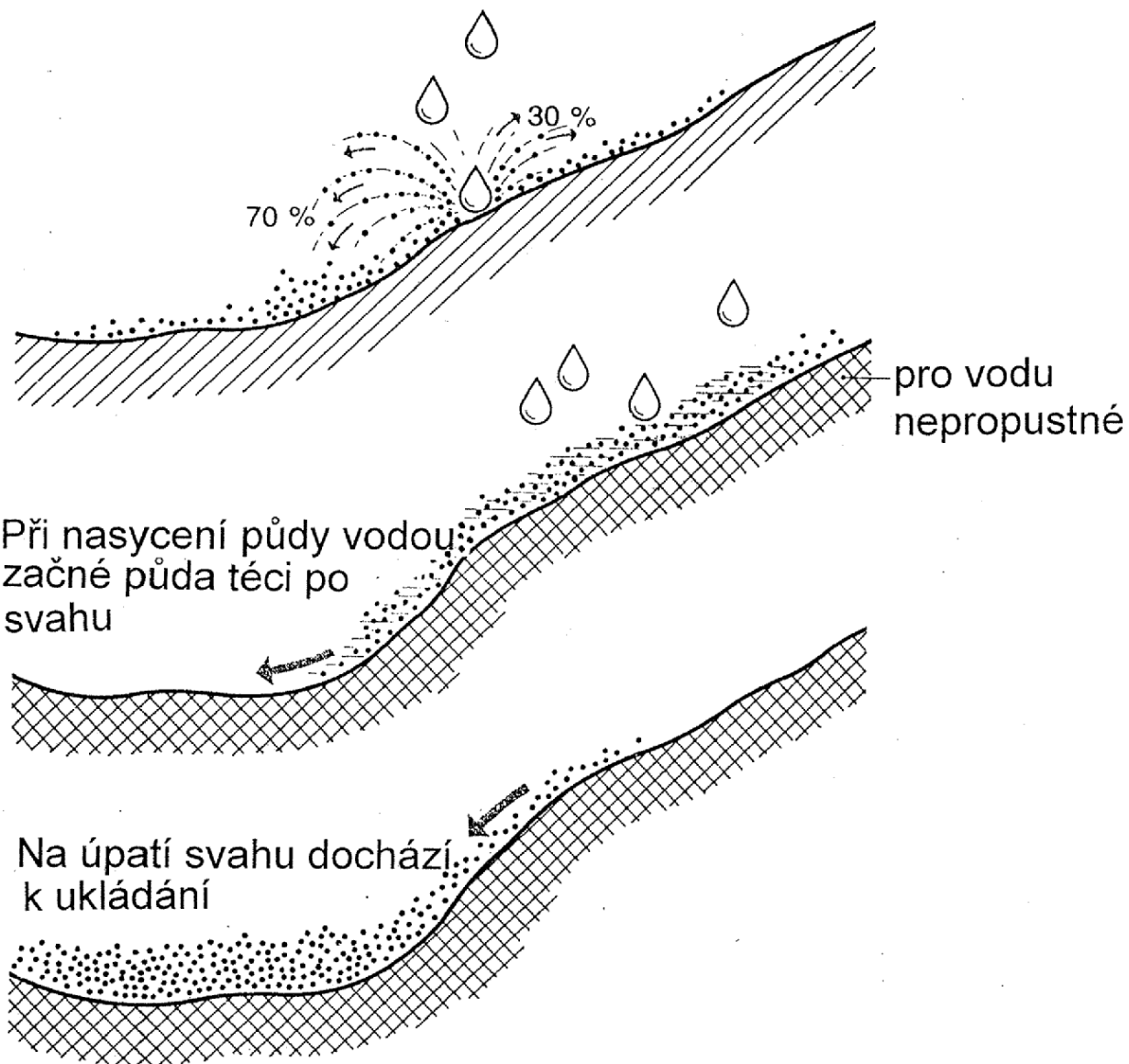
J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

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



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

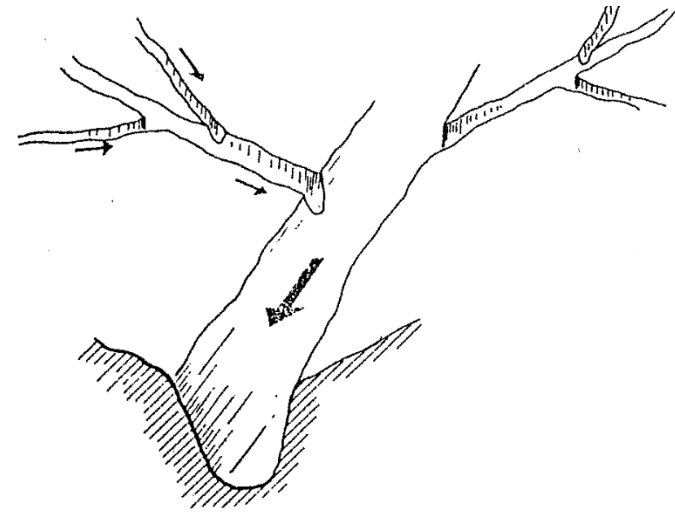
J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Vodní eroze v aridním klimatu a opatření proti ní

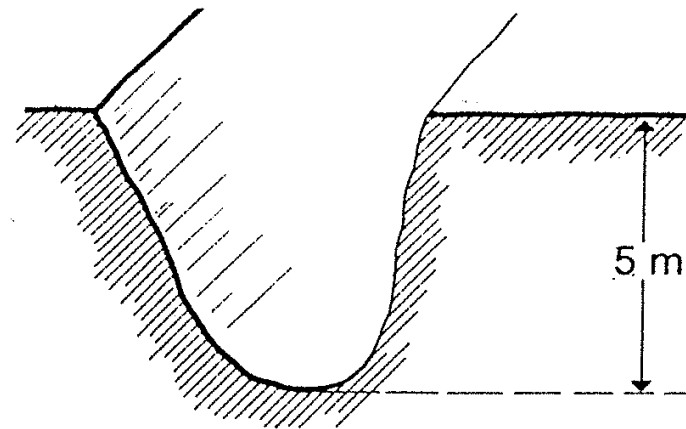


J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Vodní eroze: erozní struhy



Malé stružky se slévají do erozních struh



Struhy mohou dosáhnout hloubky několika metrů

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



Erozní struhy sahající po vrstvu ztuhnělou orbou (angl. plough/plow sole, něm. Pflugsohle) na zimním úhoru, kanton Bern, Švýcarsko (zdroj: Volker Prasuhn, Wikimedia Commons)



Půdní profil do hloubky cca 30 cm s vytvořenou ztuhnělou vrstvou v důsledku opakované orby. Na půdní povrch bylo rozprostřeno modré barvivo, poté byl zavlažen vodou v množství 38 l/m². Voda pronikla do půdy poměrně rovnoměrně až po hloubku do které sahá pluh při orbě. Kompaktní vrstva vytvořená na této hranici zabránila průniku vody do větší hloubky (zdroj: Sächsisches Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie (LfULG), http://www.smul.sachsen.de/de/wu/Landwirtschaft/lfl/inhalt/9960_9962.htm)

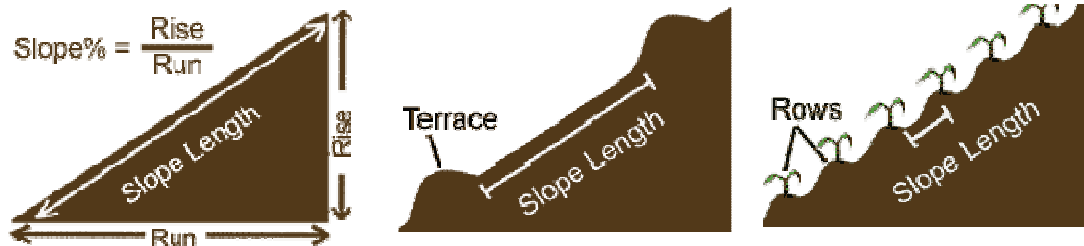


Příklad konturové orby (zdroj: USDA)

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



Konturová orba, resp. výsadba na svahu: pěstování jahod v Monterey County, Kalifornie (zdroj: USDA - NRCS)



Rychlost odtoku vody po svahu stoupá s délkou svahu. Zakládání teras či orba a výsadba rostlin napříč svahu (podél vrstevnic) délku zkracuje a tím snižuje rychlost odtoku i riziko vodní eroze (zdroj: UNL)



Konturová orba: protierozní pruhy s vojtěškou mezi pruhy kukuřice, Winneshiek County, Iowa, USA (zdroj: USDA - NRCS)



Terasování a bezorební hospodaření na farmě v Montgomery County, Iowa, USA (zdroj: USDA - NRCS)

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)

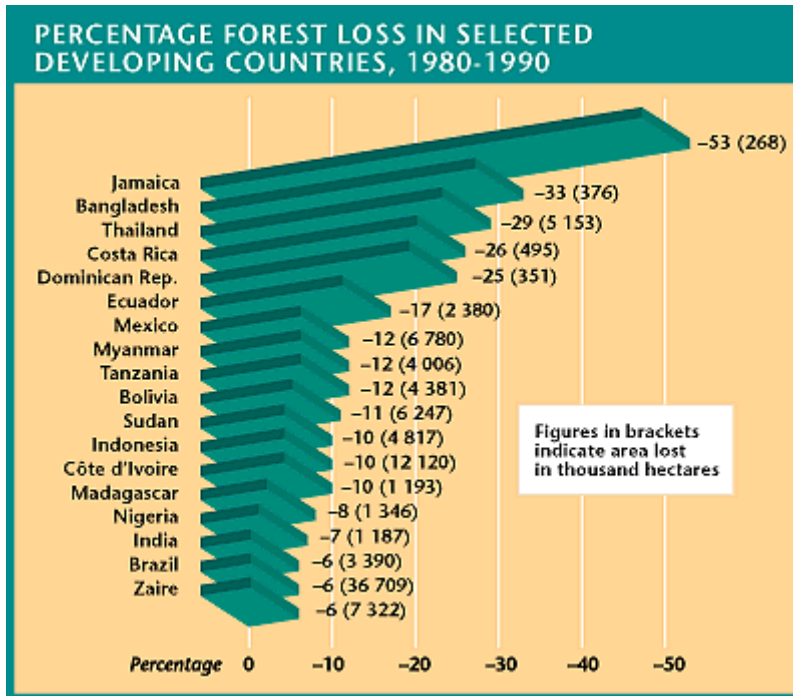
Dezertifikace

Ničení vegetačního pokryvu půdy (vypalování, kácení dřevin – stromů a keřů – za účelem získávání krmiva pro dobytek a dřeva na otop či jako stavebního materiálu, narušování až odstranění bylinné vegetace, resp. travinného drnu, příliš intenzivní pastvou) vede ke vzniku či postupu pouští, především v aridním klimatu.



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.

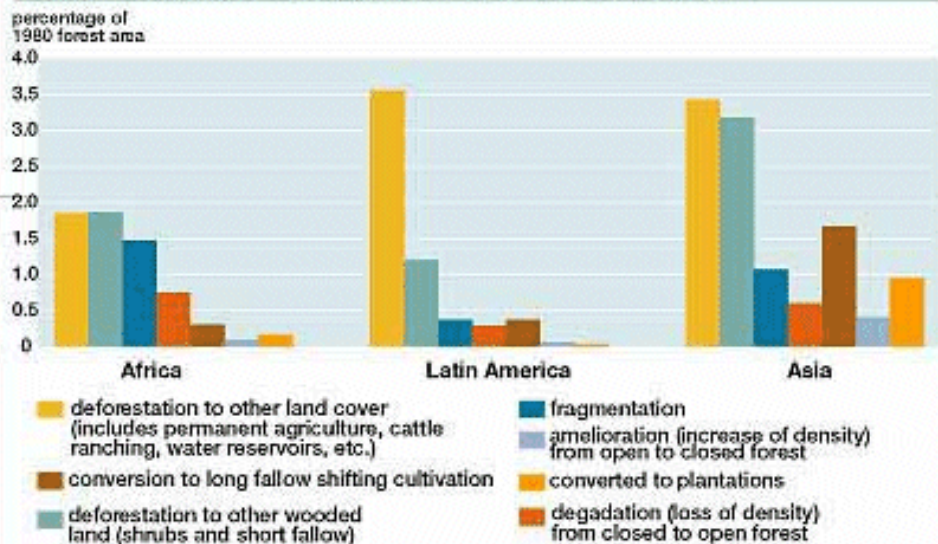
Changes in forests in Latin America are dominated by a more abrupt change involving deforestation from closed forest to other land cover, such as permanent agriculture, cattle

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

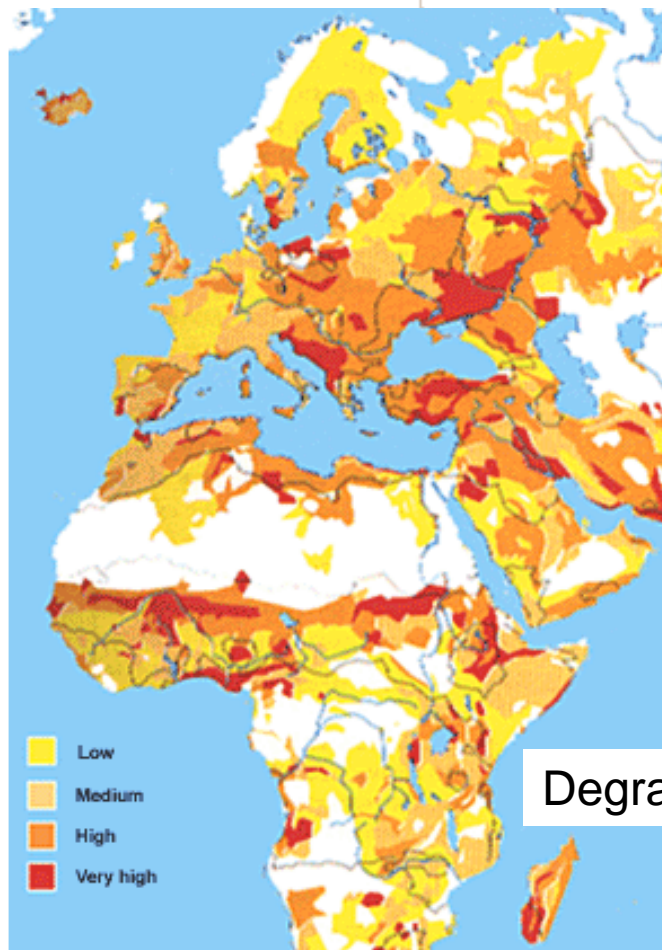


Opětovné zalesňování odlesněných ploch



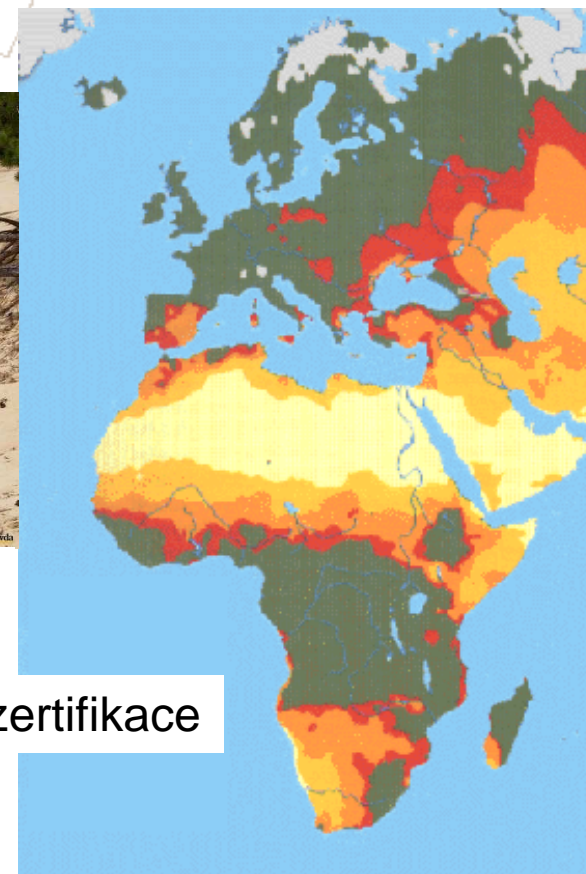
J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Dezertifikace

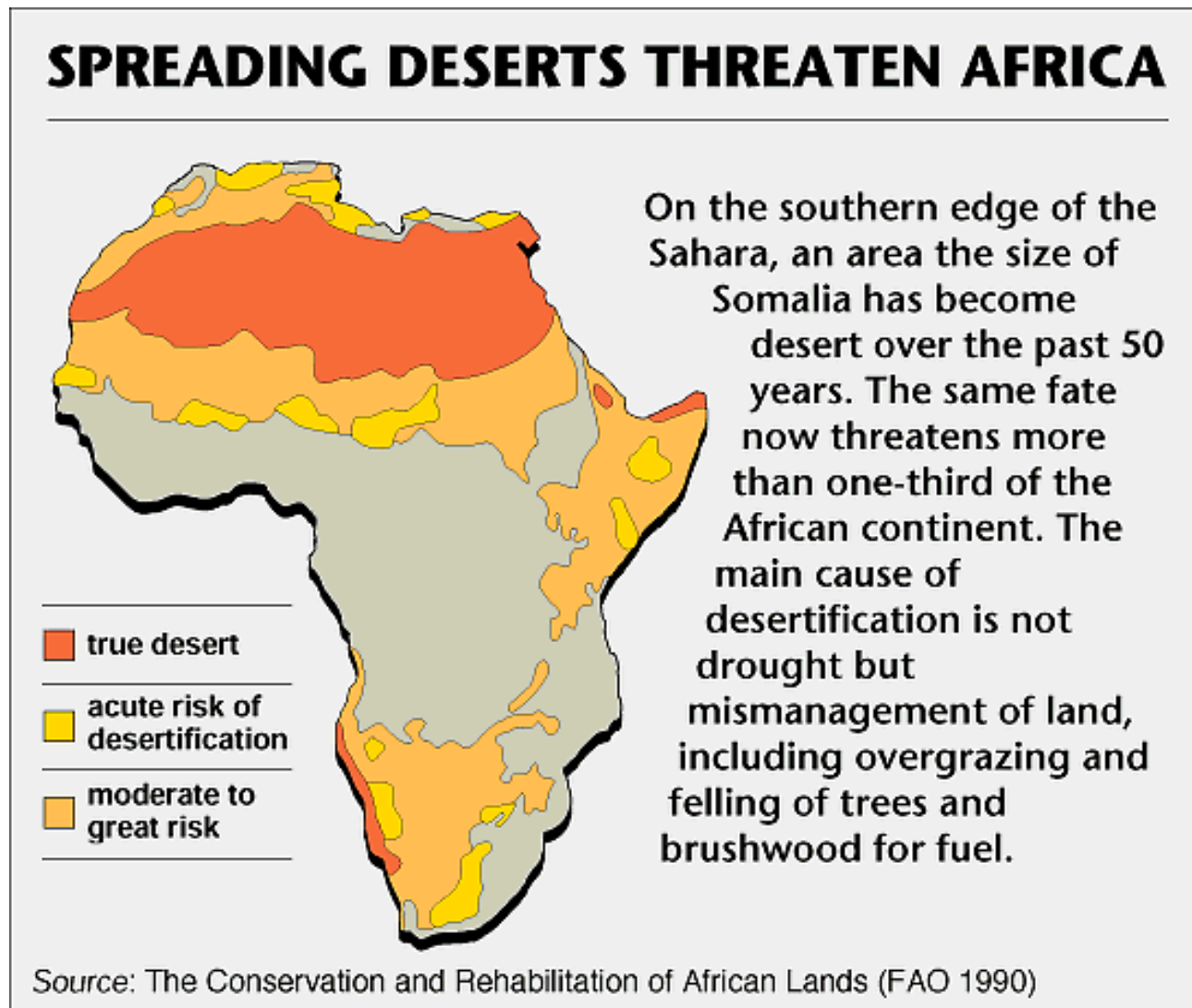


Váté písky na Záhorie, Slovensko
(foto: Andrej Barát, Pravda)

Degradace půdy



Dezertifikace



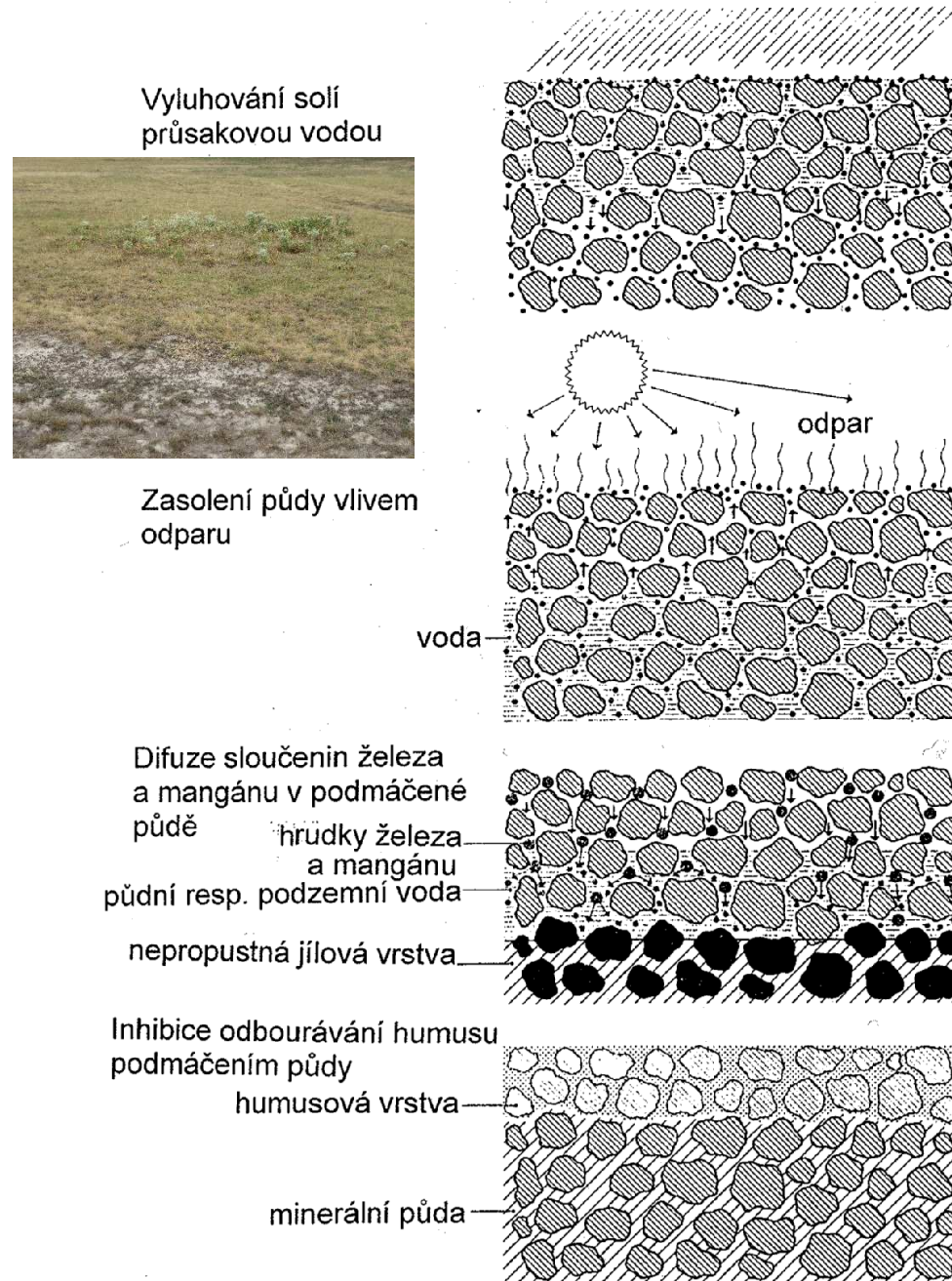
J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

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.

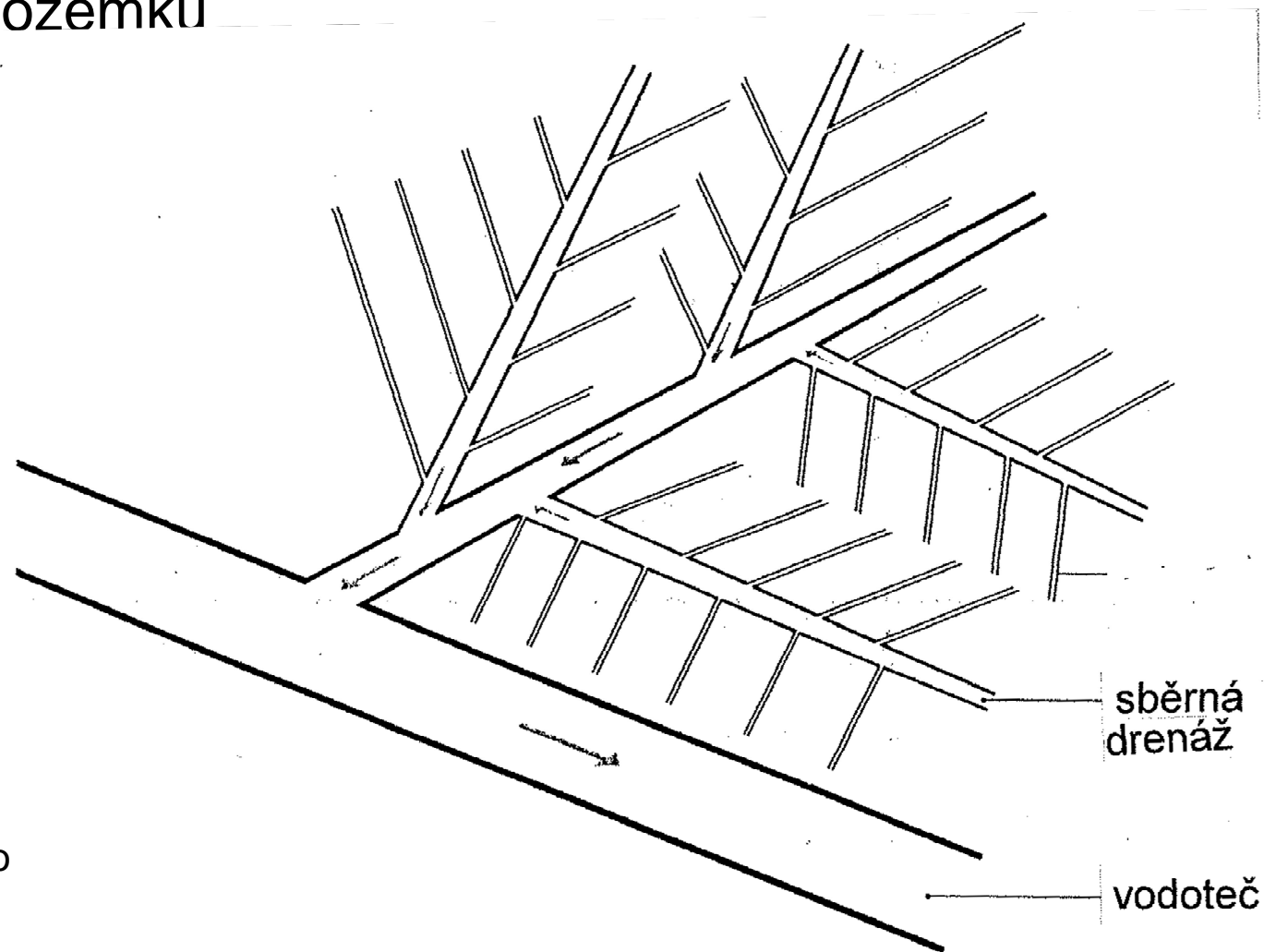
Anaerobní rozklad nevede k úplné mineralizaci organických látek, ale pouze k org. meziproductům rozkladu a jejich hromadění (surový humus, rašelina).



„Meliorace“ pozemků

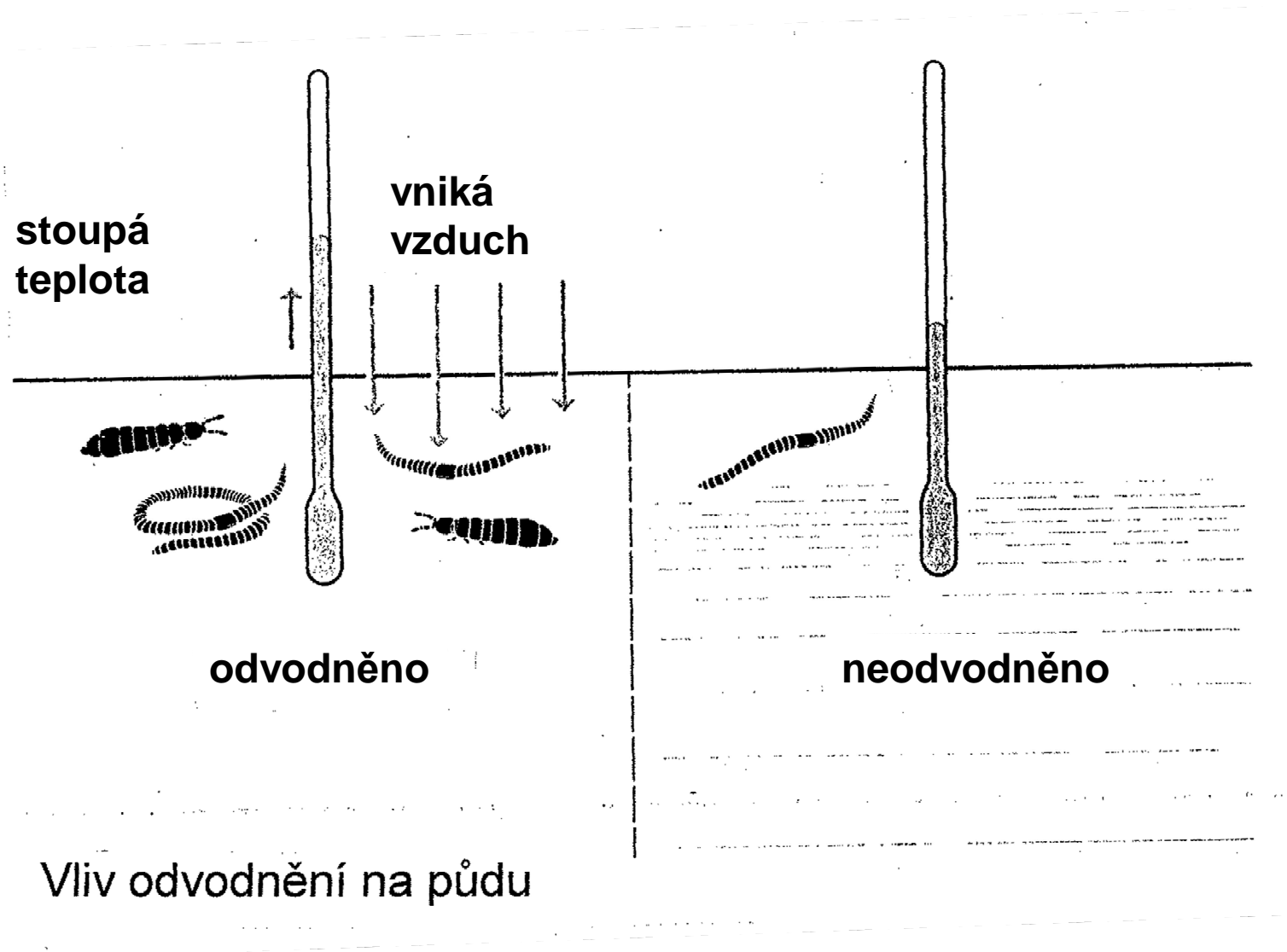


Drenážní „trubka“, Skotsko
(Zdroj: Roger Griffith, Wikimedia)

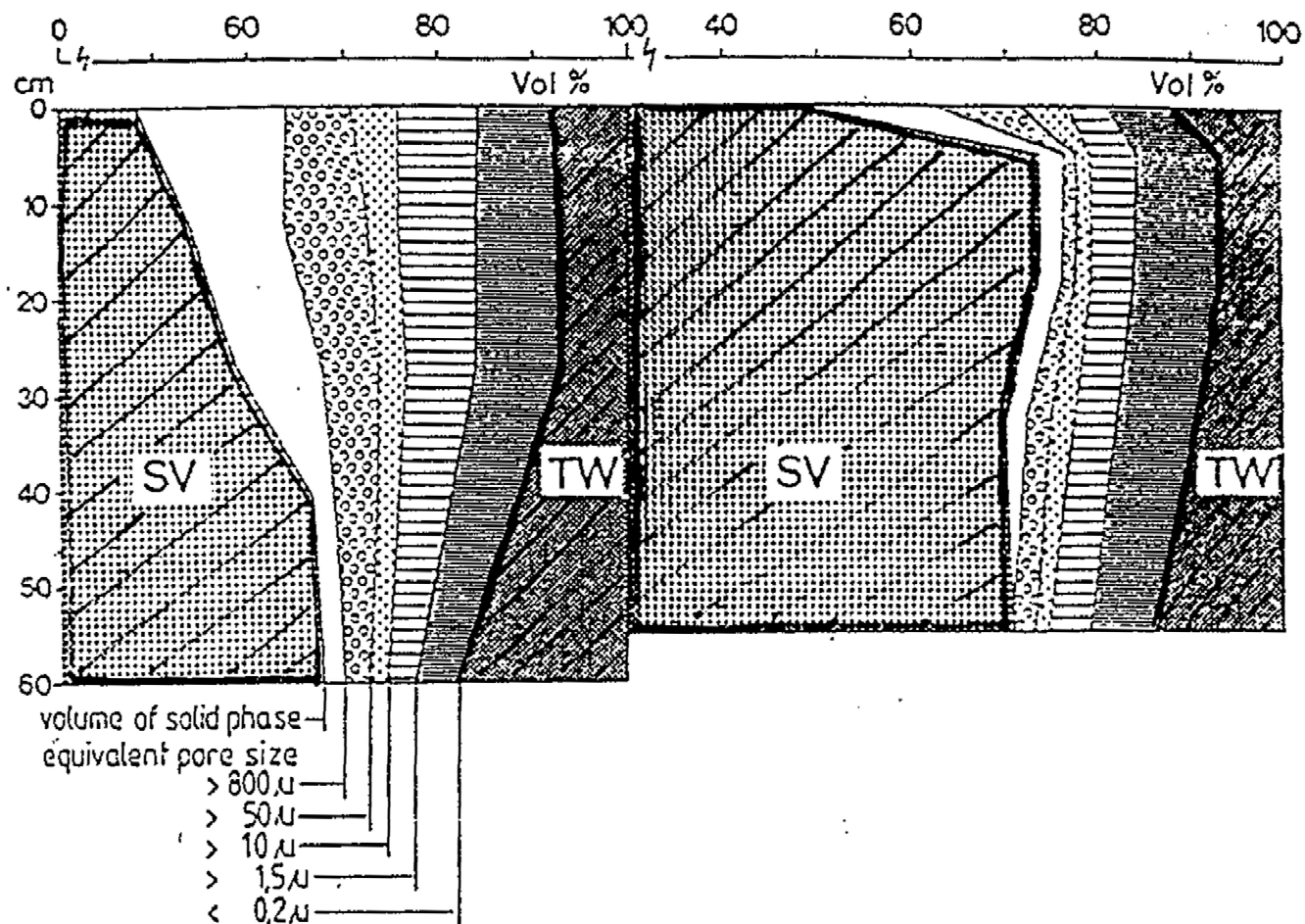


Odvodnění pozemku pomocí drenážního systému

„Meliorace“ pozemků



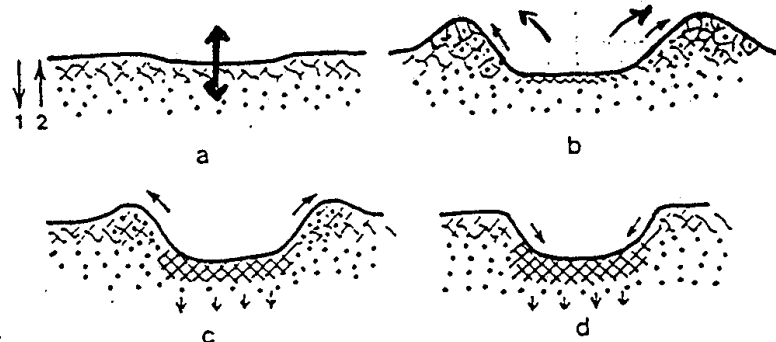
Zhutňování půdy



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.

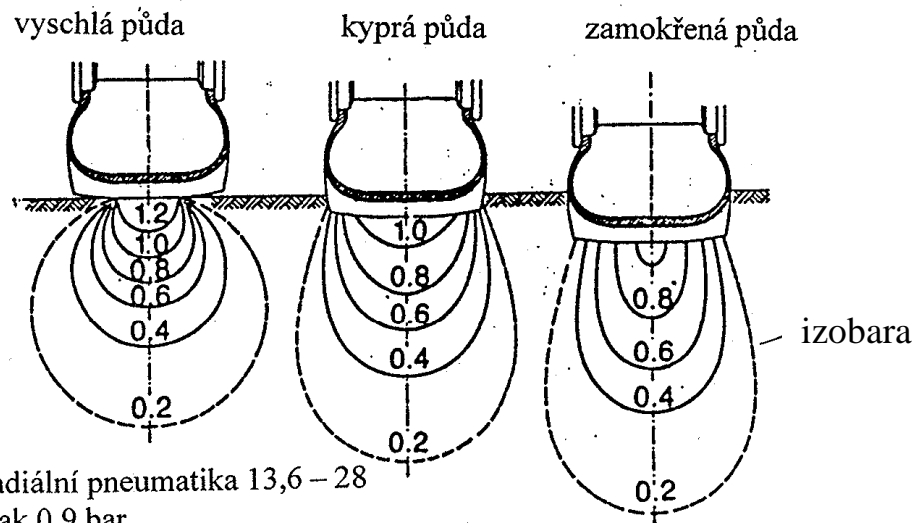
J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

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



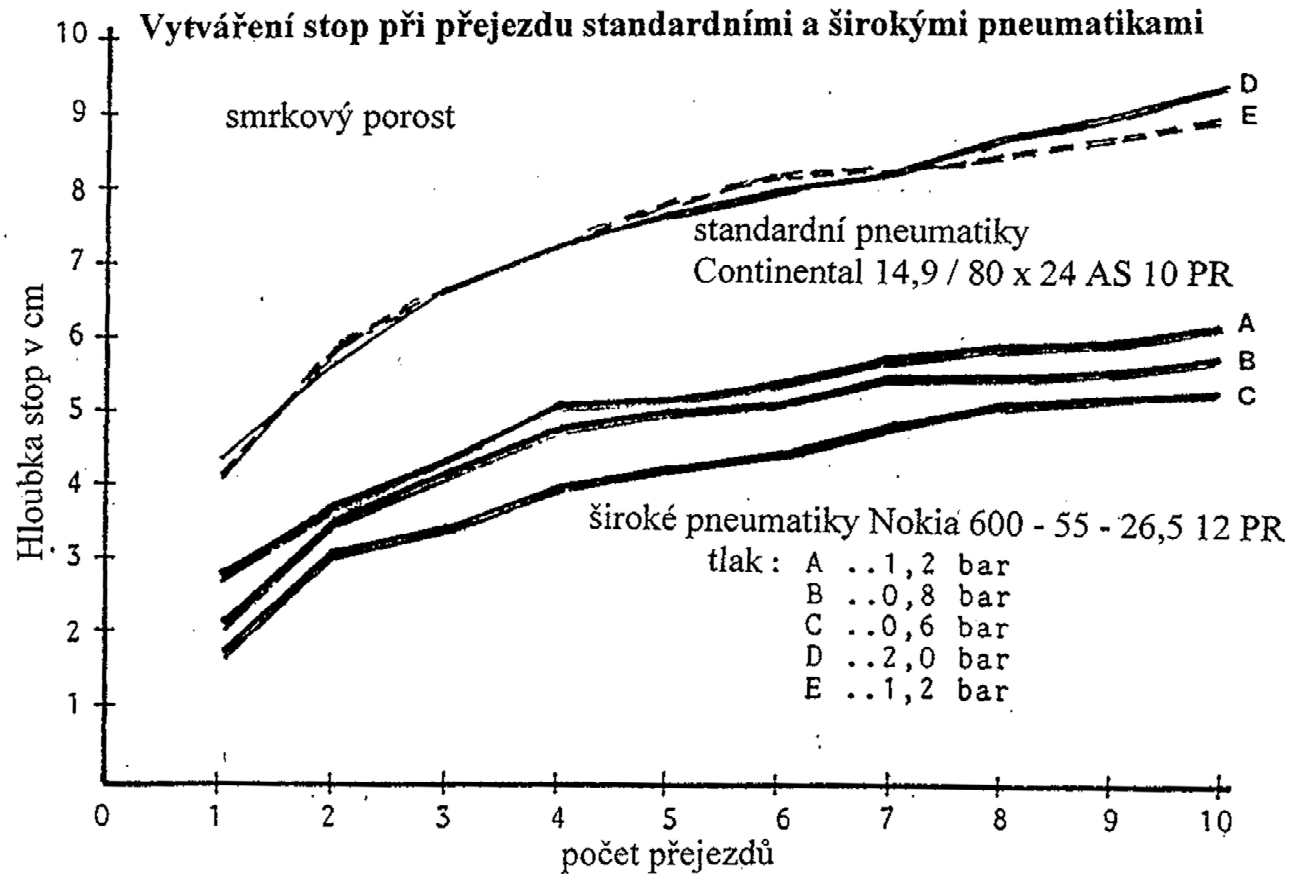
radiální pneumatika 13,6 - 28
tlak 0,9 bar
zátěž 10 kN

Vytváření stop v závislosti na vlhkosti půdy



Hluboká stopa po pojezdu traktorem (NPR Zahrady pod Hájem, Bílé Karpaty) - foto: Jiří Schlaghamerský

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

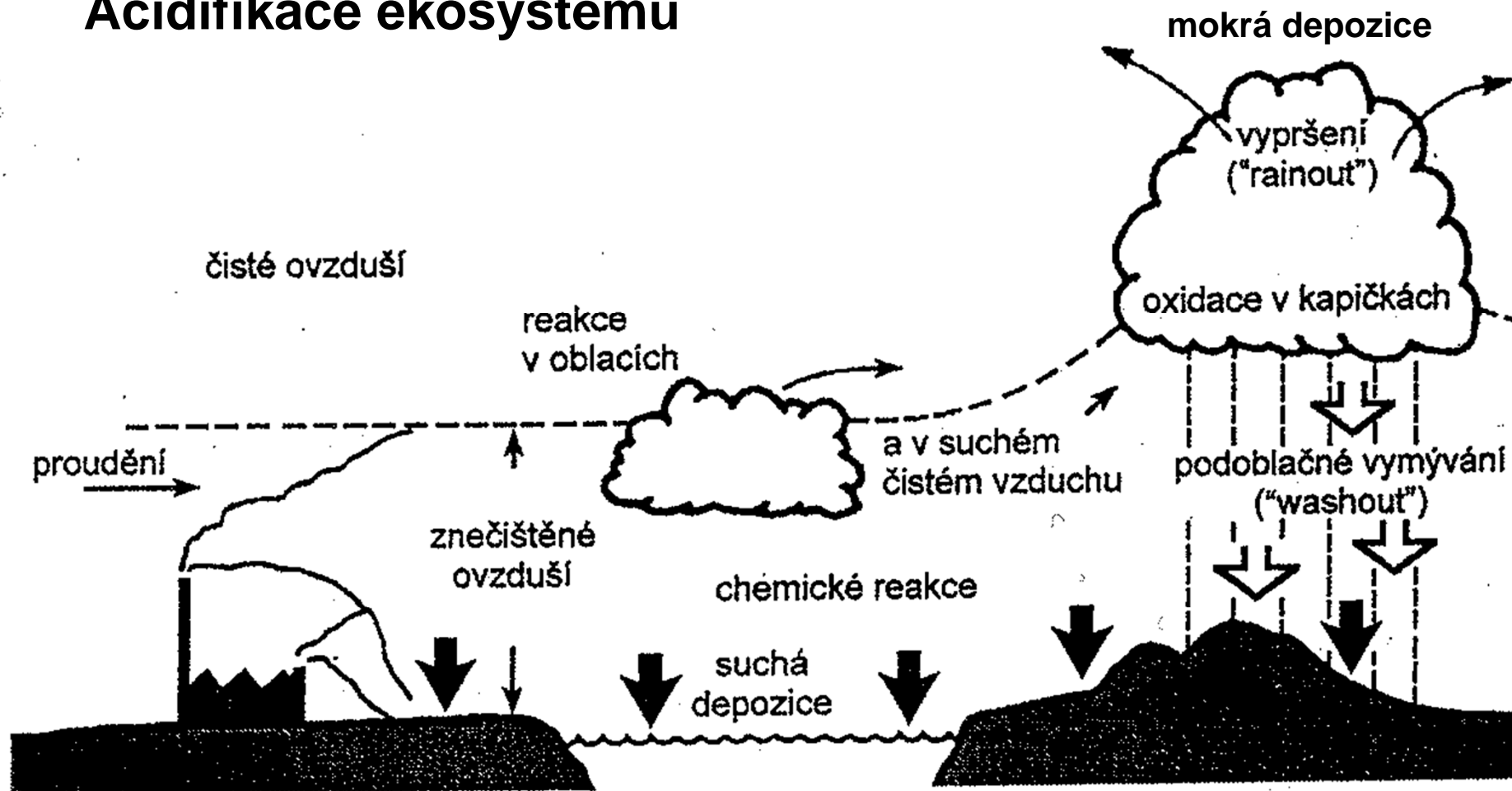
Zátěž zadní osy: 4 420 kg

Acifikace půdy



Odumřelý smrkový les v Jizerských horách

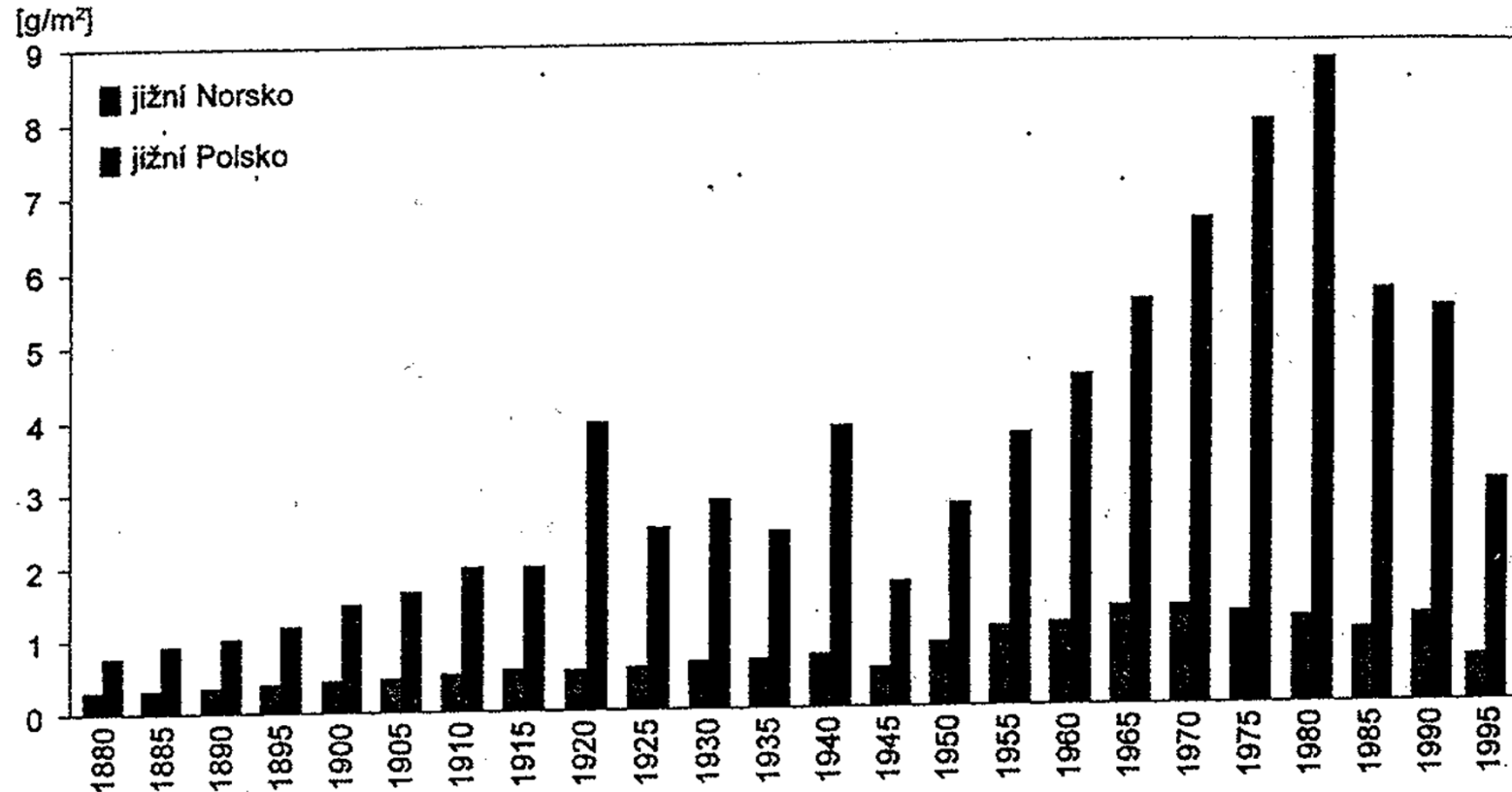
Acidifikace ekosystémů



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

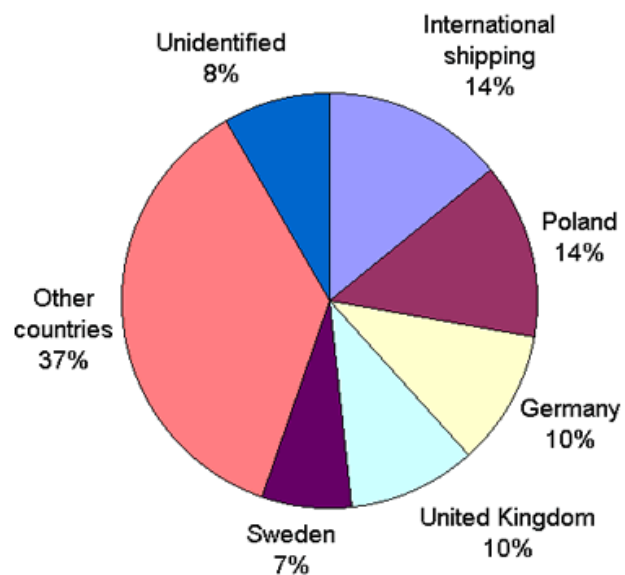
Acidifikace ekosystémů

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)

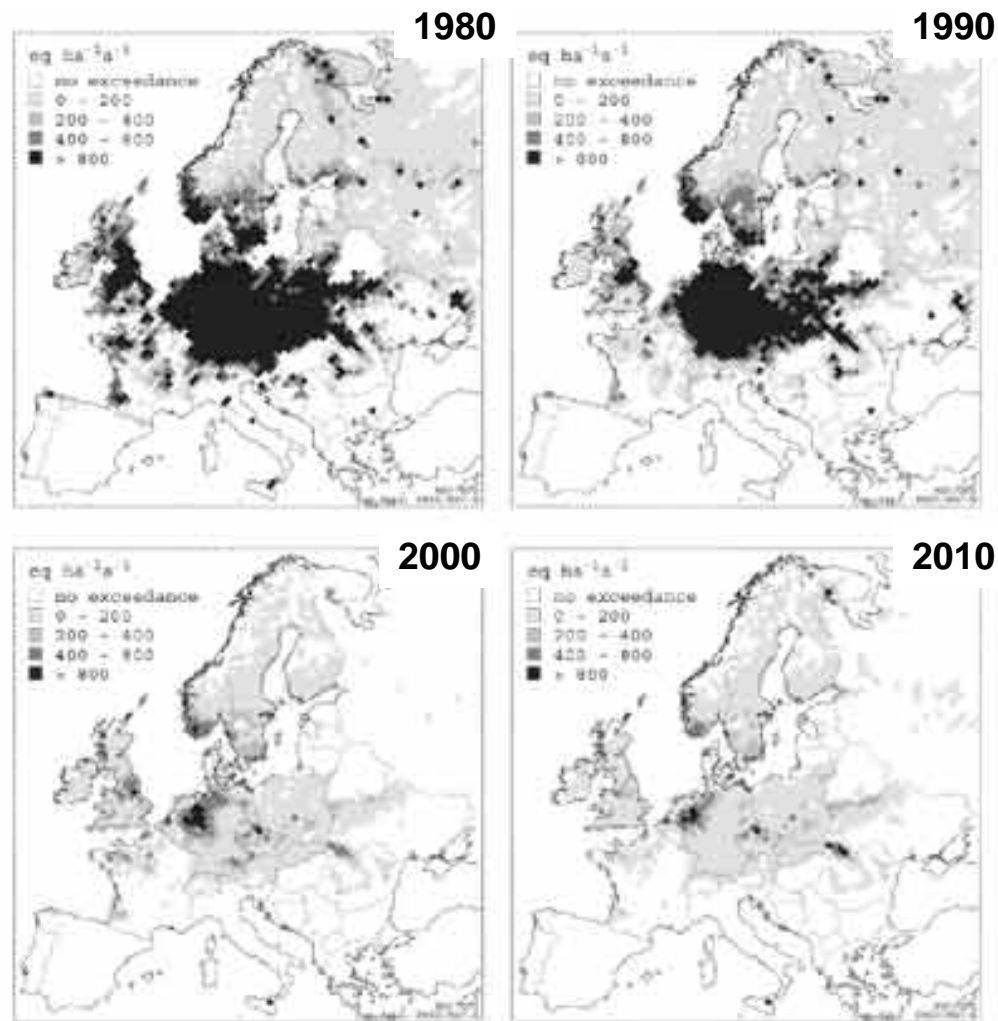


Obr. 11.3 Depozice síry v jižním Norsku a jižním Polsku, 1880–1995 (EEA, 1998)

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

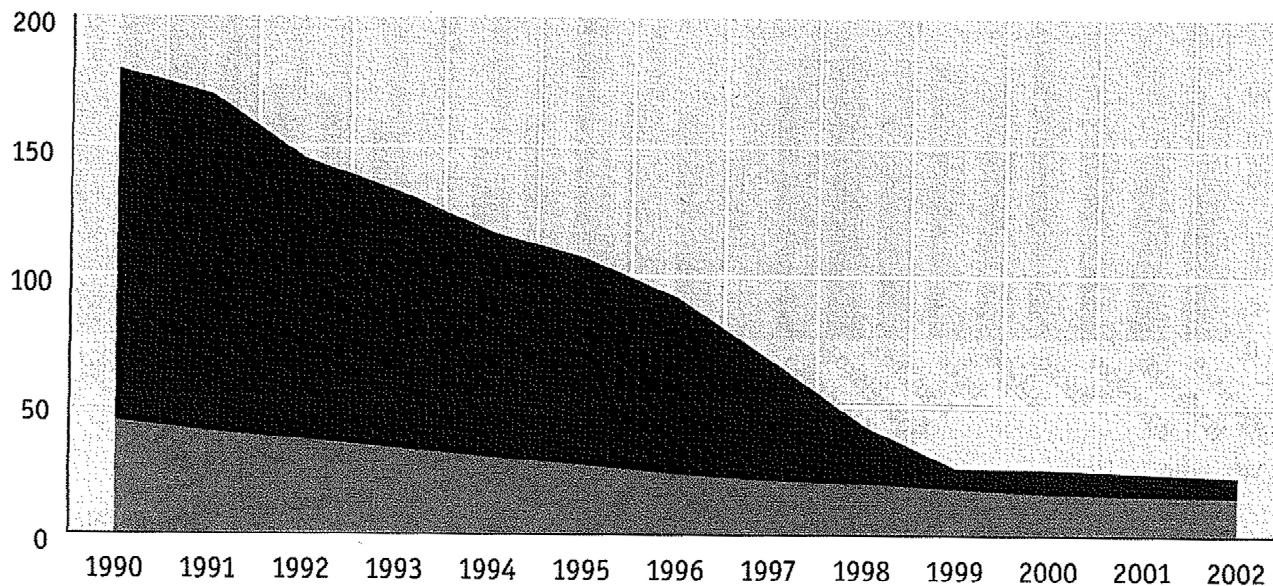
Srovnání atmosférické depozice v ČR a v evropských státech (cca 1990)

Země, oblast	SO ₄ -S	NO ₃ -N	NH ₄ -N	(NO ₃ + NH ₄)-N	
kg·ha ⁻¹ ·rok ⁻¹					
Celková depozice					
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
	Mokrá depozice				
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)

Acidifikace půdy

Trend měrných emisí SO₂ (v kg/os.rok) v České republice a v EU 15 v letech 1990–2002



Zdroj: EMEP, EEA

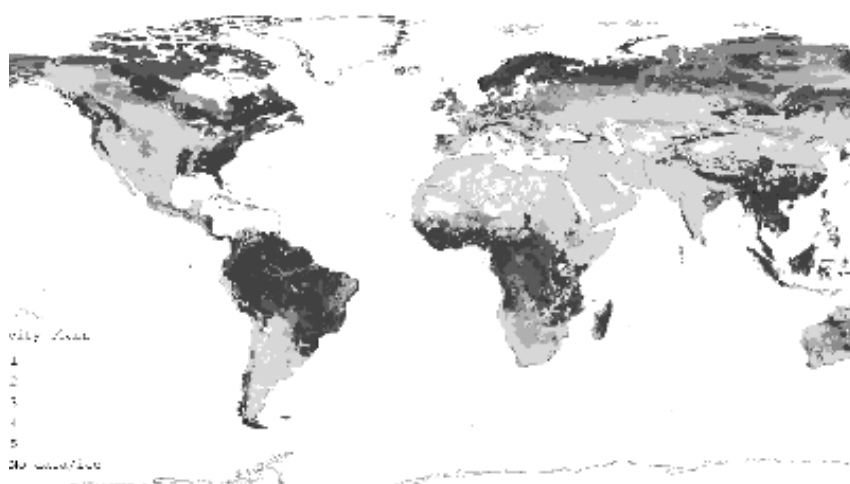
Graf 4.3

- EU 15
- Česká republika

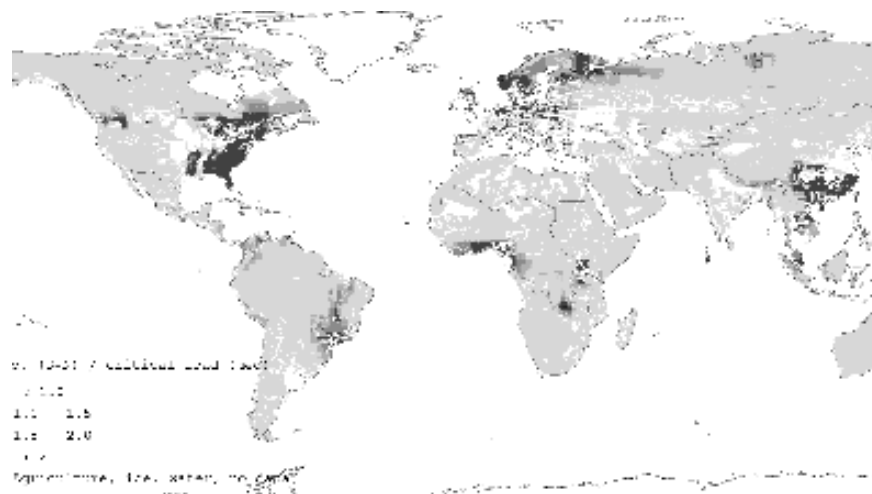


J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Acidifikace ekosystémů

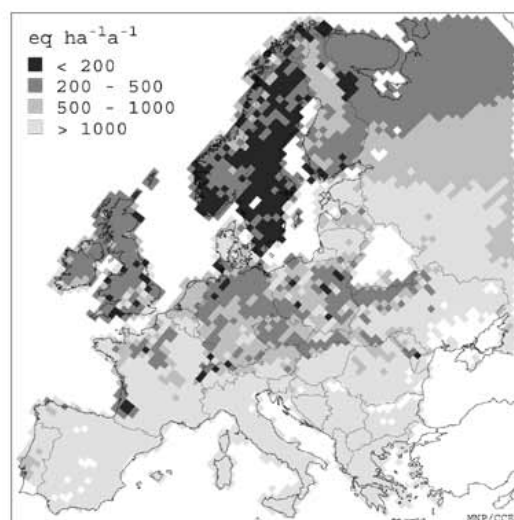


Citlivost vůči kyselé depozici (čím tmavší odstín na mapě, tím vyšší).



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

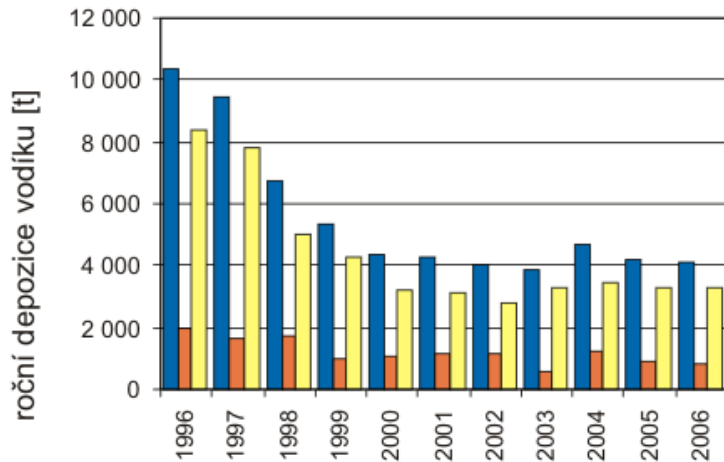
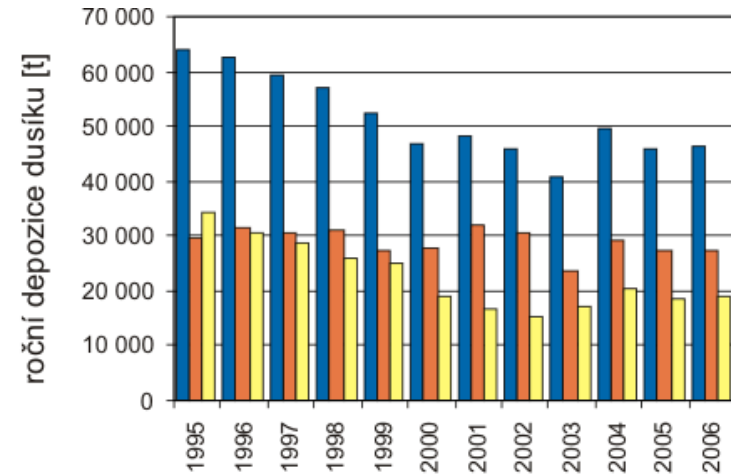
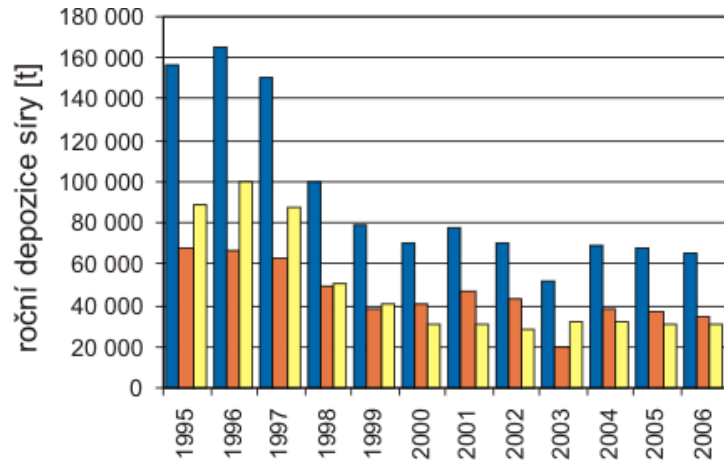
Zdroj: A. F. Bouwman and D. P. van Vuuren (1999) Global assessment of acidification and eutrophication of natural ecosystems. Report UNEP/DEIA&EW/TR.99-6 and RIVM 402001012.)



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



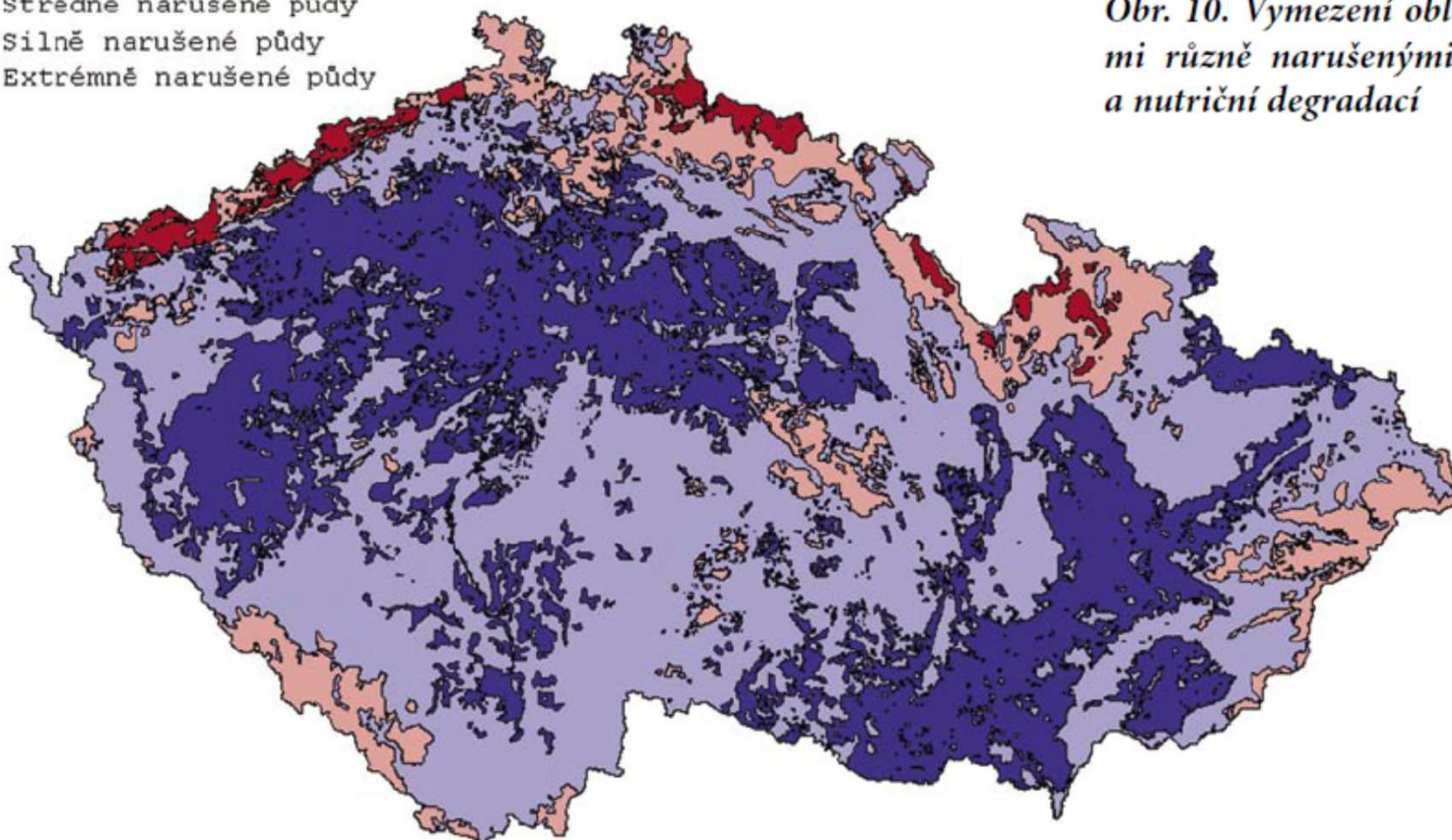
- suchá depozice
- mokrá depozice
- celková depozice

Vývoj roční depozice síry (SO_4^{2-} -S, SO_2 -S), oxidovaných forem dusíku (NO_3^- -N, 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:

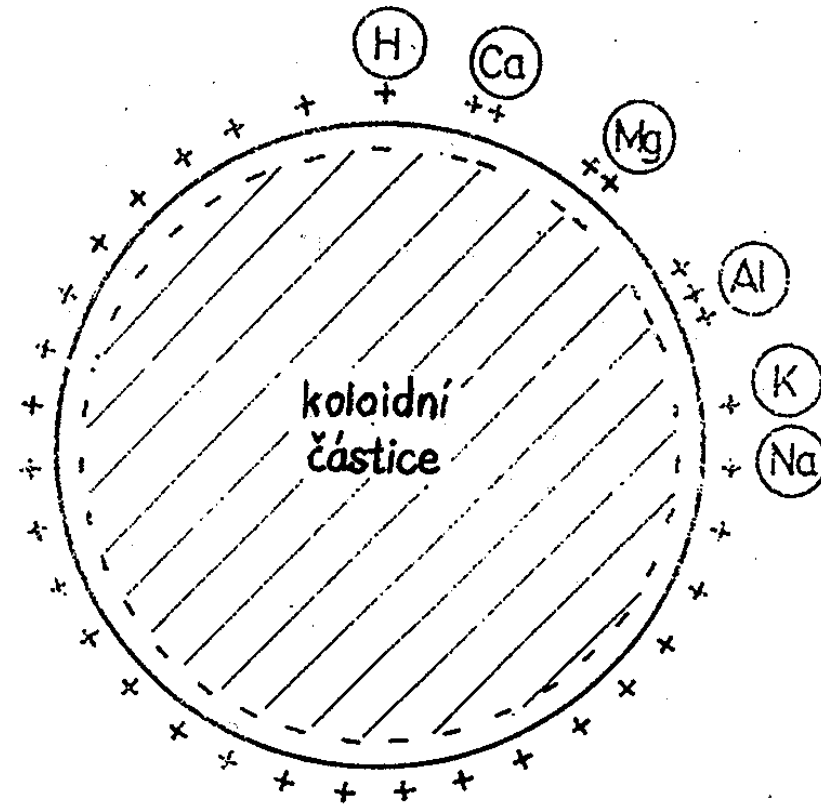
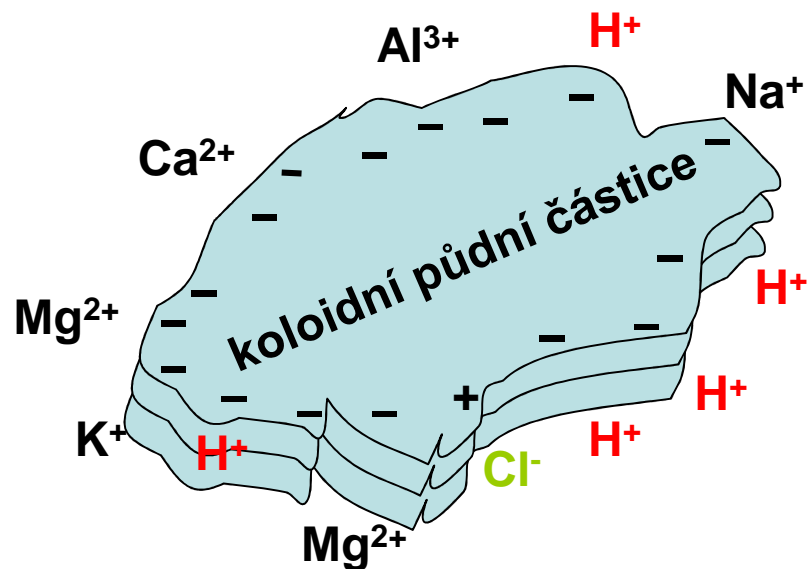
Pufrovací kapacita půdy (půdní ústojčivost)

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)

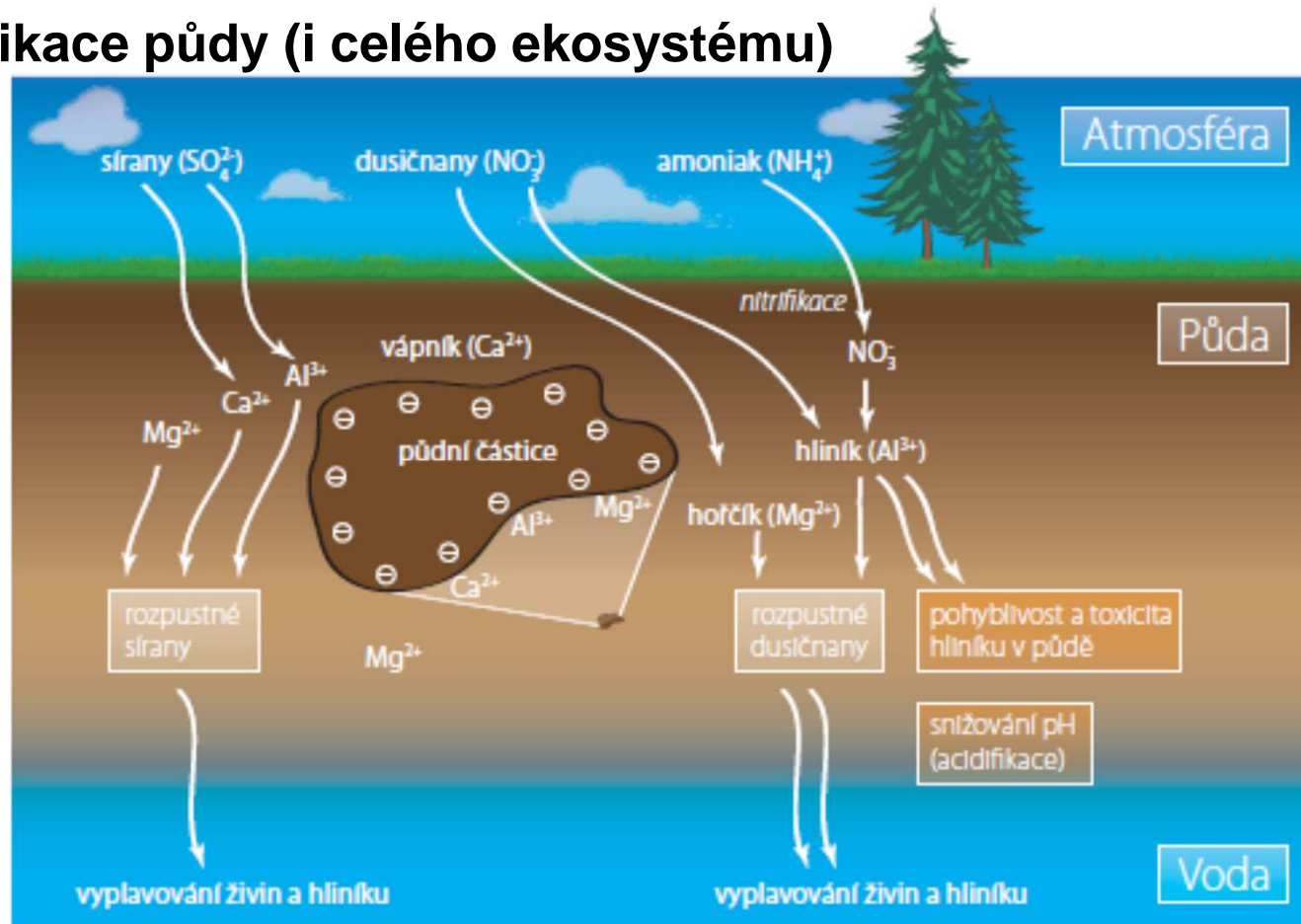
Půdní koloidy (jílové a humusové částice) jsou podstatou sorpčního komplexu půdy

- význam pro pufrovací kapacitu půdy a retenci živin



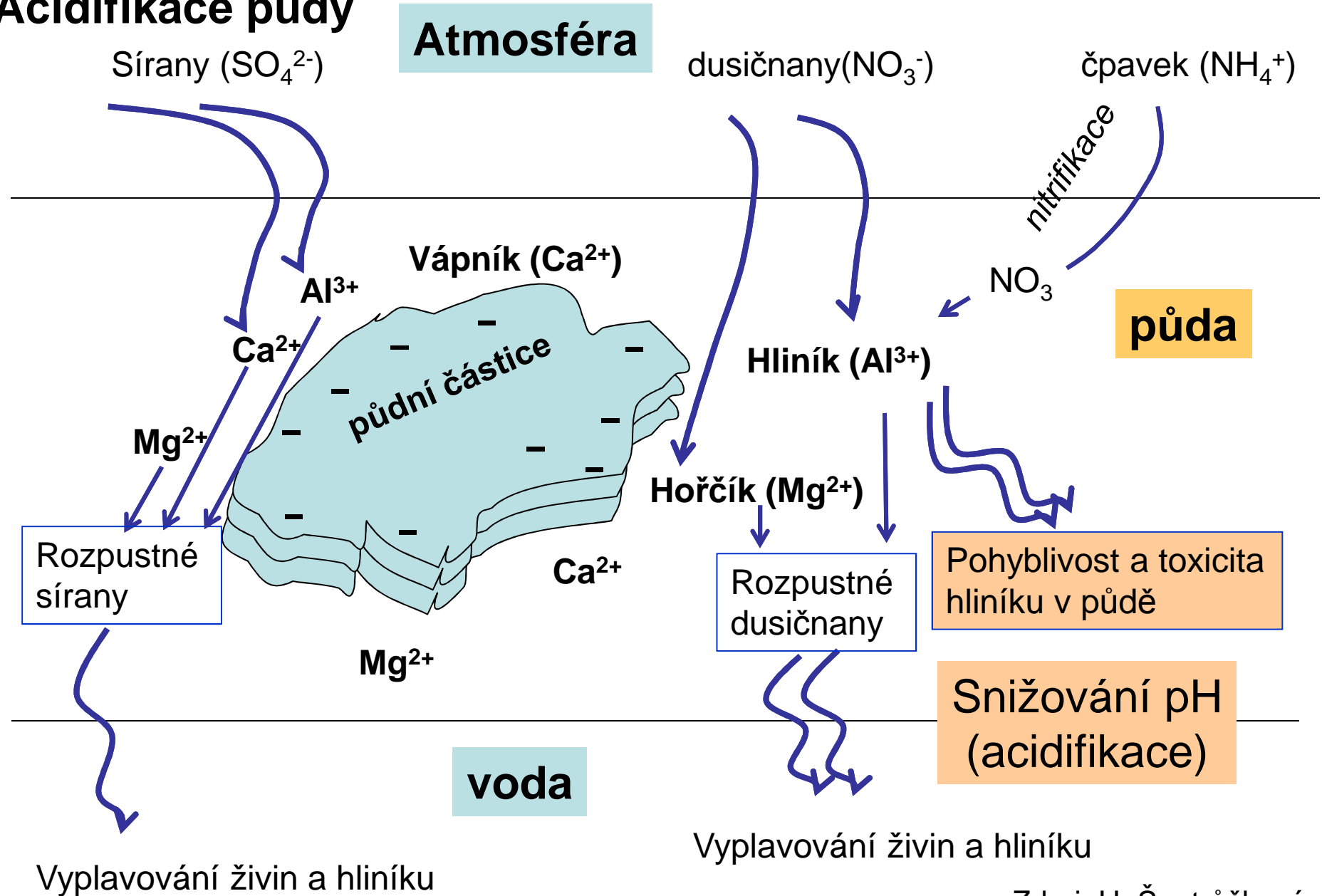
J. Schlaghamerský: Pedobiologie: půda II (ohrožení, ochrana)

Acidifikace půdy (i celého ekosystému)

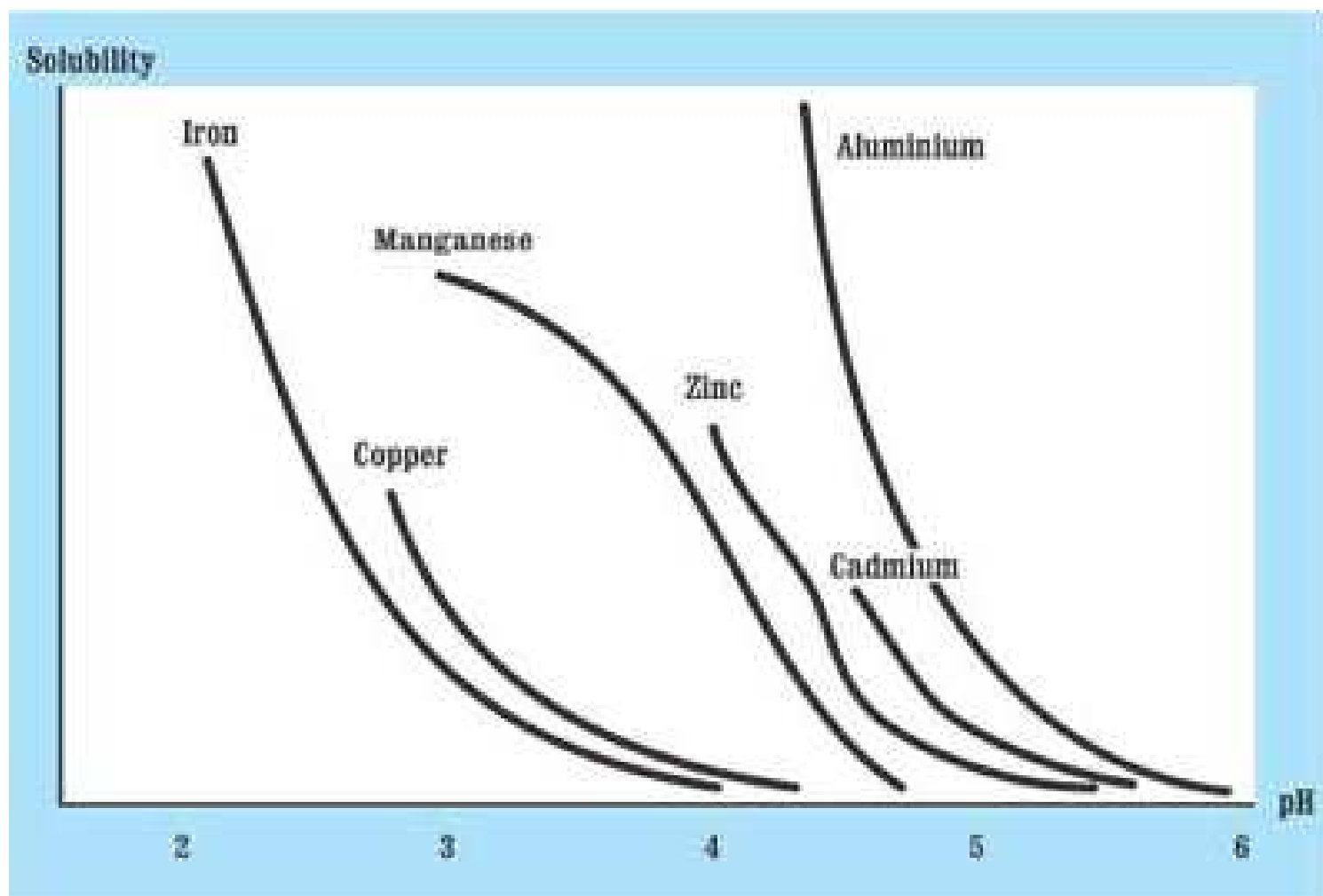


V půdě jsou koloidní částice (jílové minerály, hydroxyoxidy a organická hmota), které mají na svém povrchu negativní náboj. Na základě elektrostatických sil tak přitahují kladně nabitě ionty (kationty) a udržují je v těsné blízkosti částice. Tyto takzvané výměnné vazby jsou méně pevné než vazby chemické. Kořeny tak mohou kationty vápníku (Ca^{2+}), hořčíku (Mg^{2+}), draslíku (K^+), amoniaku (NH_4^+) i jiné živiny z půdy snadno získávat, přičemž kationty nejsou z půdy vyplavovány. Stejný mechanismus v půdě zadržuje trojmocné kationty hliníku (Al^{3+} , viz rámeček 32). Kationty vázané na půdních částicích mohou být také vyměněny za vodíkové ionty (H^+) v půdním roztoku. Tím se snižuje kyselost vody vytékající z půdy a mluvíme o neutralizační kapacitě půd.

Acidifikace půdy

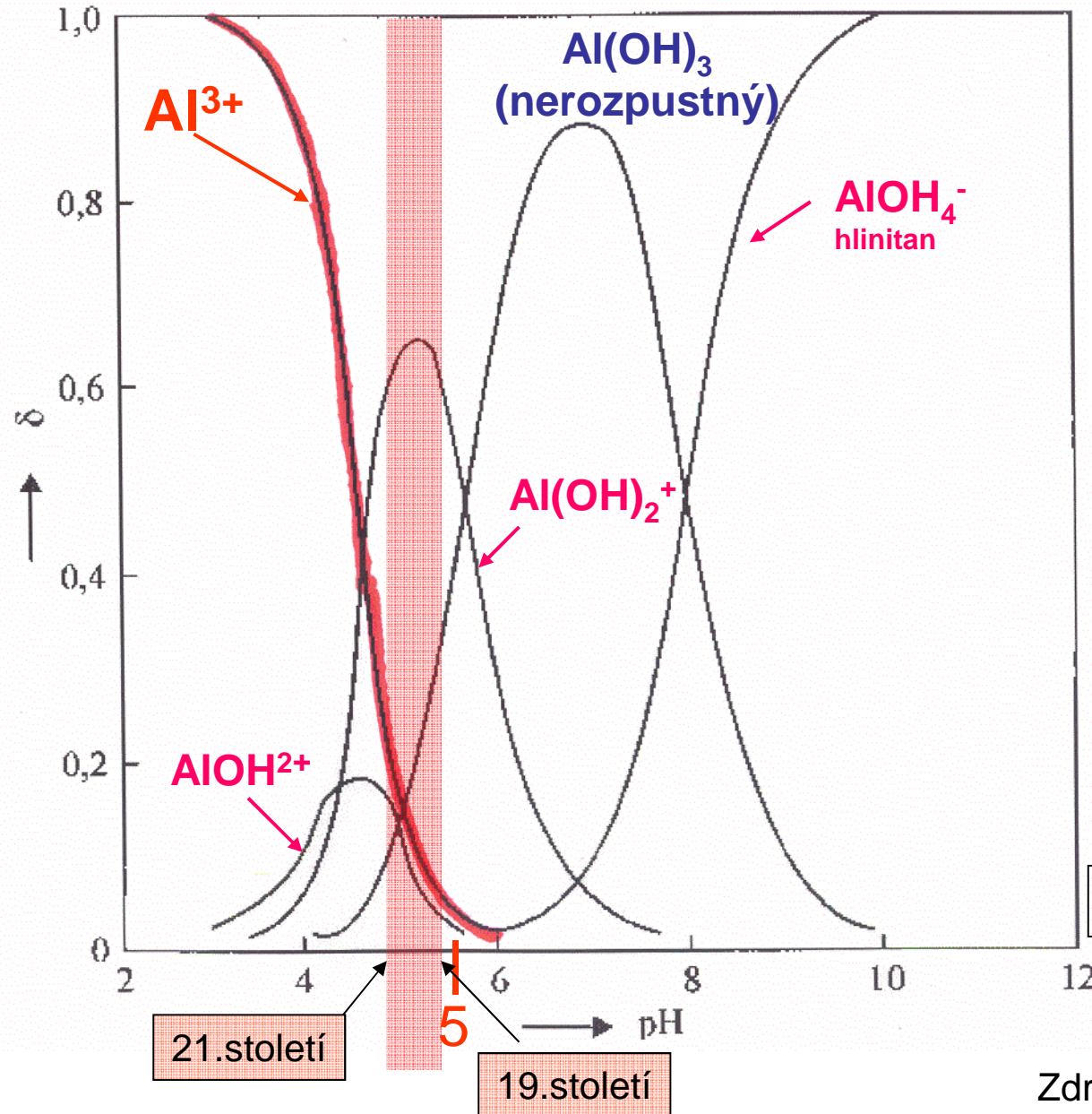


Acifikace půdy



Rozpustnost kovů ve vodě v závislosti na pH

Acidifikace půdy: příklad půd povodí Plešného jezera (Šumava)

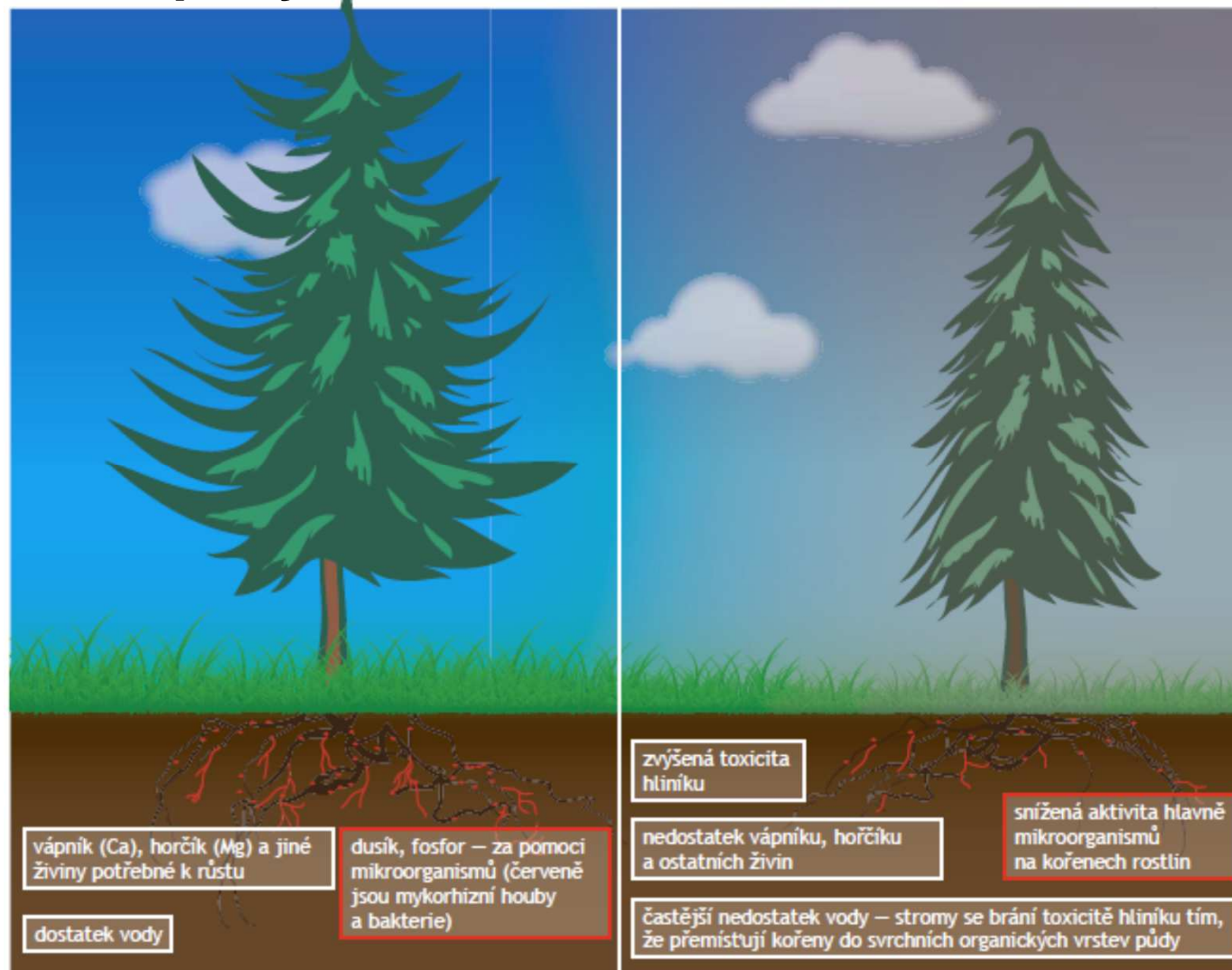


Obsah toxické formy hliníku prudce stoupá při poklesu hodnoty pH pod 5,5. V neutrálním prostředí (pH 6-7) je hliník převážně nerozpustný.

Pitter, 1999

Zdroj: H. Šantrůčková (upraveno)

Acidifikace půdy



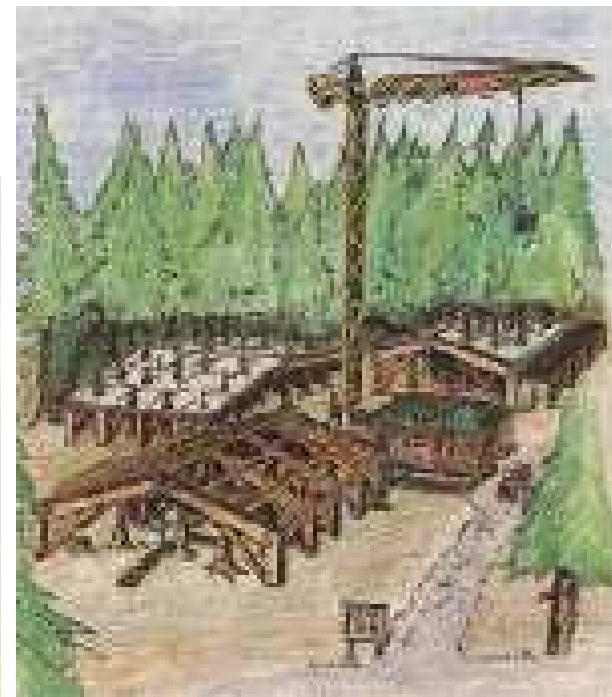
Přímé příčiny chřadnutí smrku v důsledku acidifikace půdy (vpravo) ve srovnání se situací bez pokročilé acidifikace (vlevo)

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

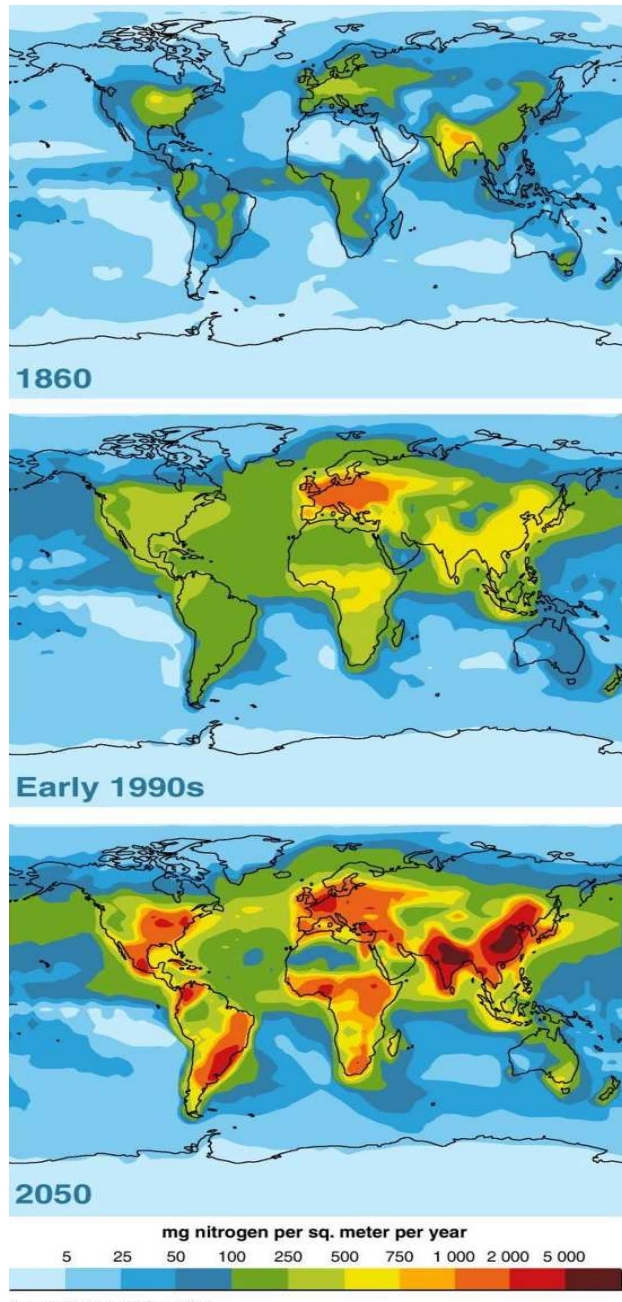
Acidifikace půdy



Výzkum vlivu kyselých dešťů v severoněmeckém středohoří Solling



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



Source: Galloway et al. 2004

Odhad celkové atmosferické depozice (mokrý i suchý) 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 %).

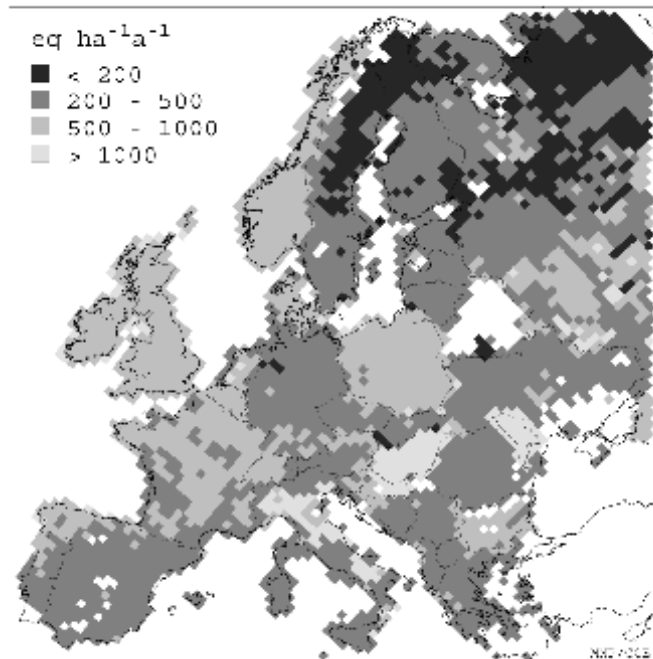
Zdroj: UNEP/GRID-Arendal. Estimated total reactive nitrogen deposition from the atmosphere (wet and dry) in 1860, early 1990s, and projected for 2050.

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

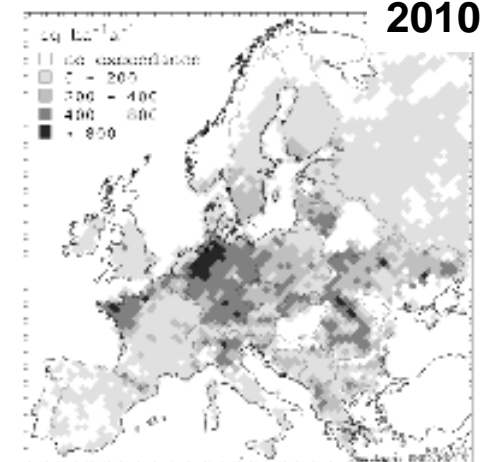
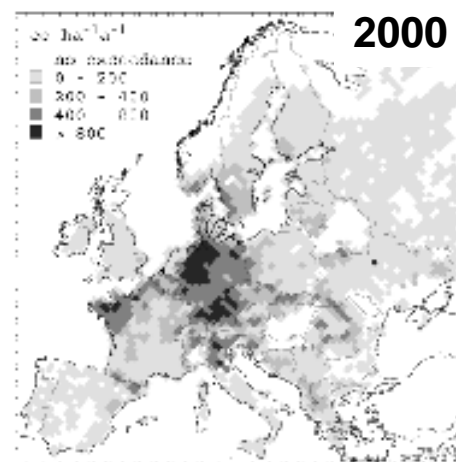
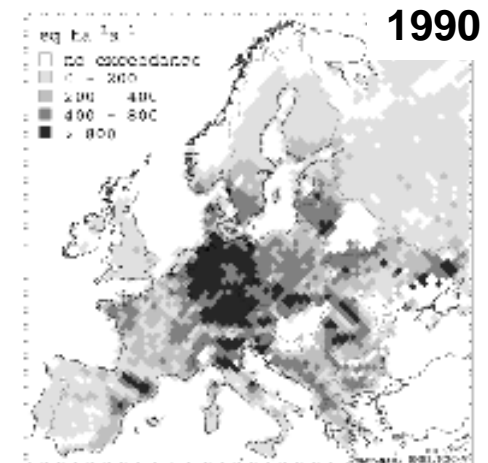
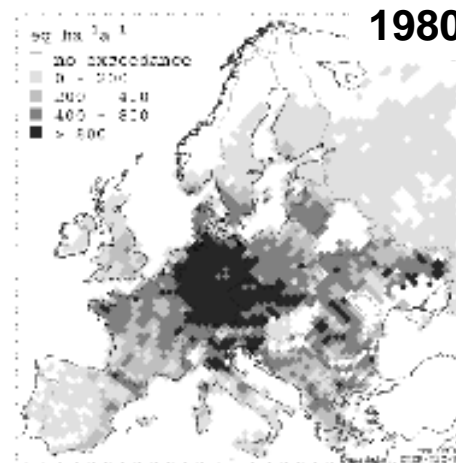
<http://maps.grida.no/go/graphic/estimated-total-reactive-nitrogen-deposition-from-the-atmosphere-wet-and-dry-in-1860-early-1990s-and-> (staženo 8. 11. 2011).

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

Eutrofizace – obohacení ekosystému živinami



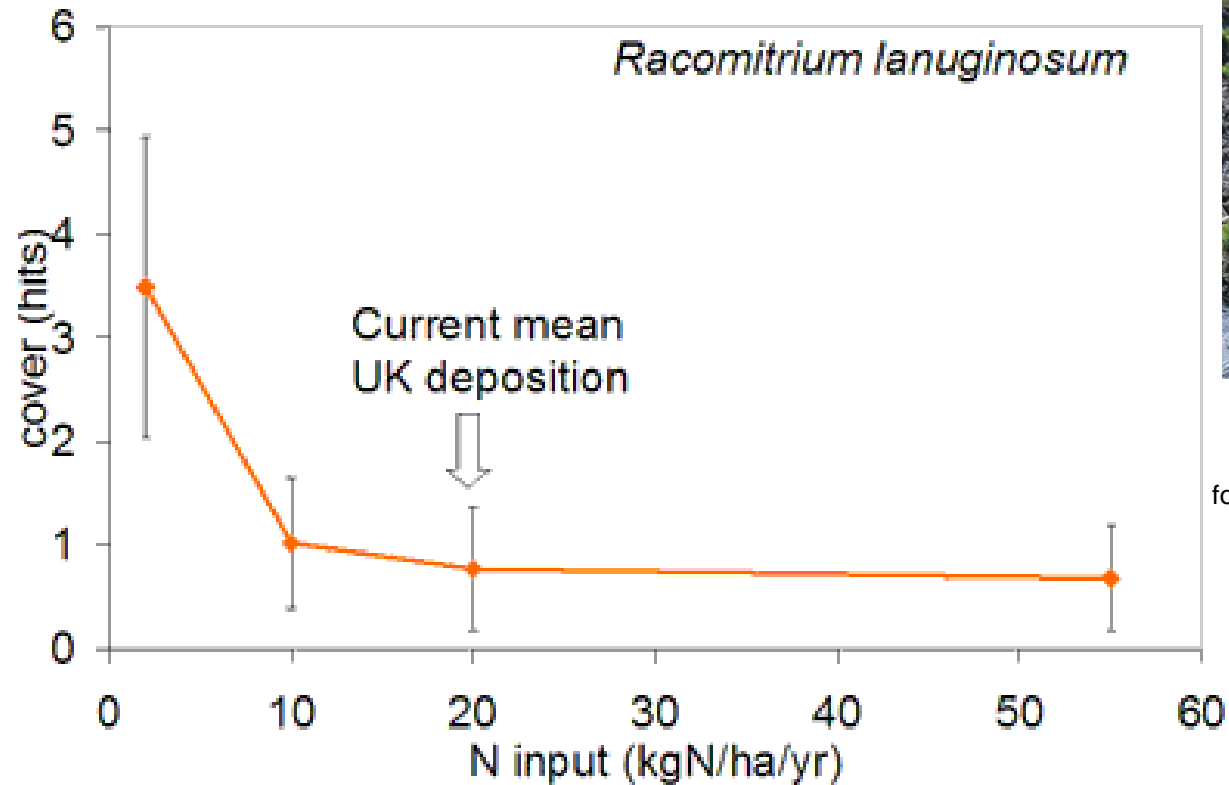
Kritická zátěž pro depozici dusíku (čím tmavší odstín, tím je oblast vůči přísunu dusíku citlivější)



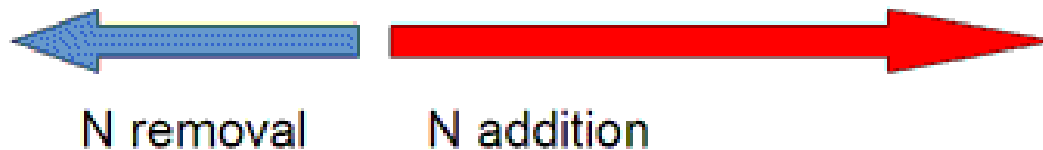
Oblasti Evropy, kde byla překročena kritická mez eutrofizace půdy (údaje pro r. 2010 jsou prognózou z r. 2003).

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

Eutrofizace – obohacení ekosystému živinami: suchozemské ekosystémy



Zoubkočepka kosmatá
(*Racomitrium lanuginosum*)
foto: Hermann Schachner, Wikimedia Commons



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.

Tropické půdy

Tropické deštné pralesy

Vysoká primární produkce, bujná vegetace

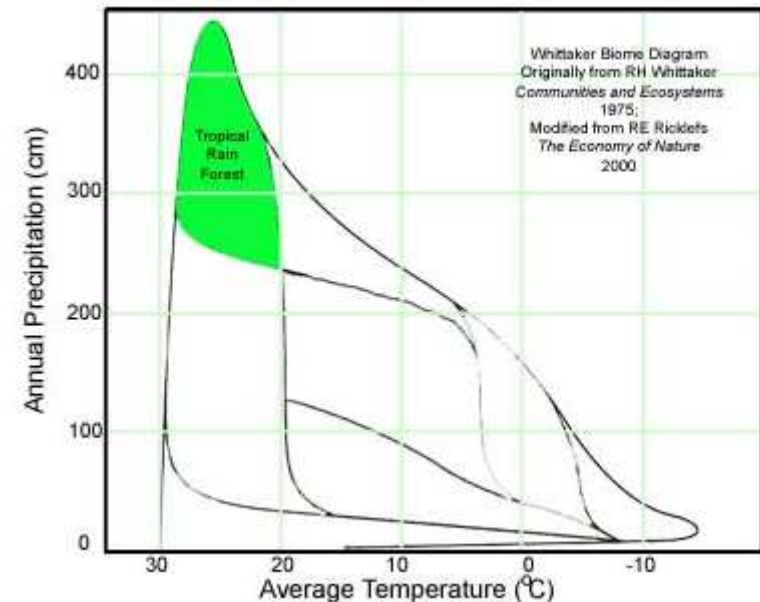
Klima: - velmi vysoké srážky
- vysoké teploty

Původní předpoklad (od dob Alexandera von Humboldta):

Optimální podmínky pro růst rostlin a tedy i zemědělství.

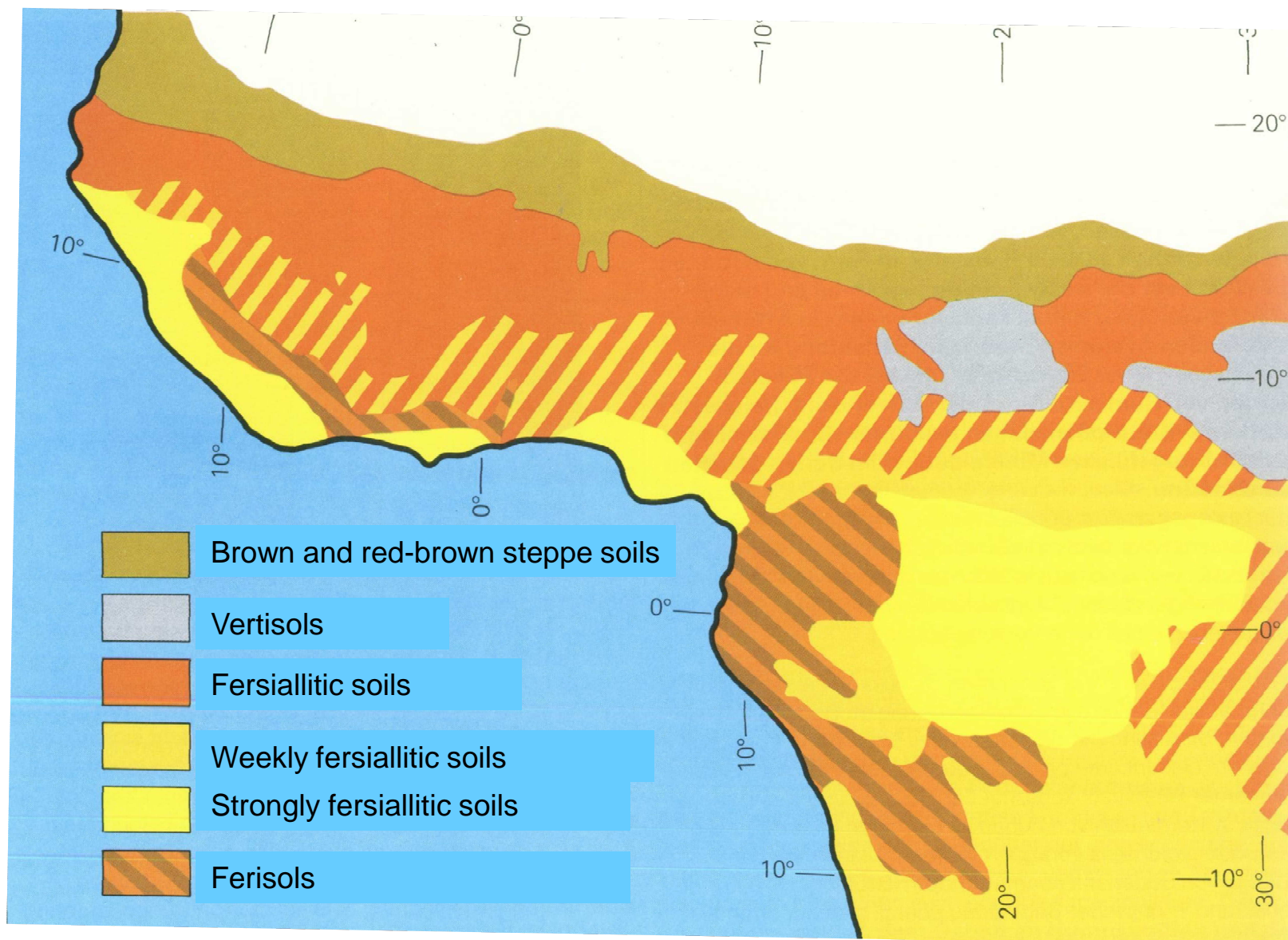
Proč byly (a jsou) snahy o přeměnu tropických pralesů na zemědělskou půdu zřídka úspěšné?

Vysoké úhrny srážek – vyluhování živin !



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

Zonální typy půdy v západní Africe



Tropické půdy



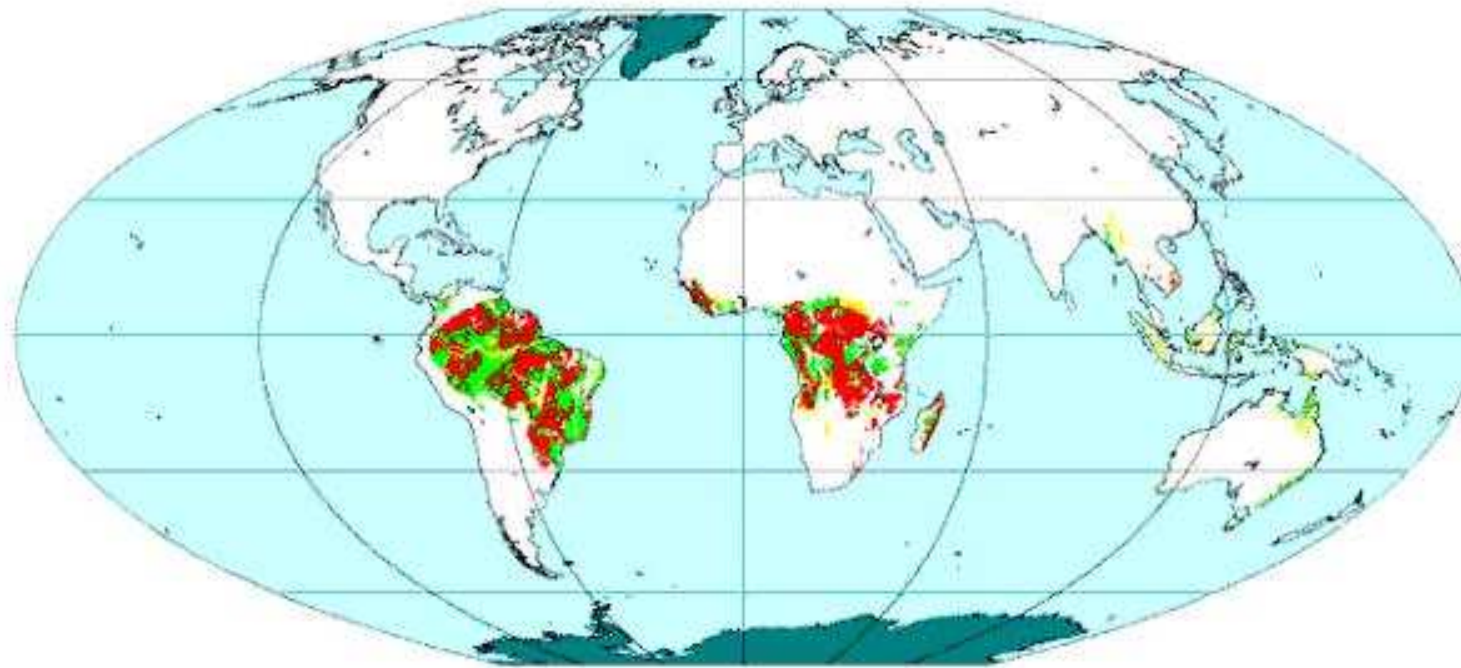
Ferralsol (Oxisol, lateritová půda)



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

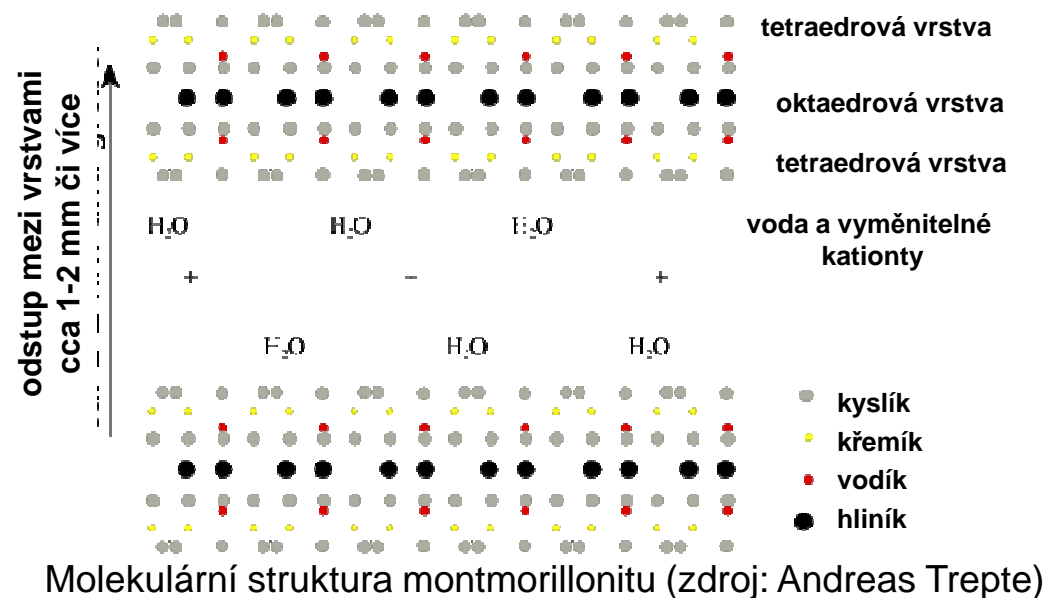
Různé typy jílových minerálů se liší mimo jiné stavbou krystalů:

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 (Západní Ghát) a mimo ně

sloučenina	Velká Británie		Středomoří		Západní Ghát (Indie)	
	skelet %	zvětralý materiál %	skelet %	zvětralý materiál %	skelet %	zvětralý materiál %
SiO ₂	49,3	47,0	44,7	35,7	50,4	0,7
Al ₂ O ₃	17,4	18,5	15,5	34,9	22,2	50,5
Fe ₂ O ₃	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 ₂ O	4,0	0,3	1,1	0,9	0,9	—
K ₂ O	1,8	2,5	1,4	3,1	1,8	—
P ₂ O ₅			1,7	2,8		
H ₂ 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 svrchní vrstvě tropických půd hlavní podíl na celkové kationtové výměnné kapacitě:

2 g / cm³ 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

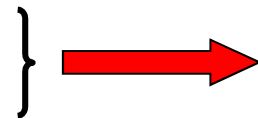


Tropické půdy



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

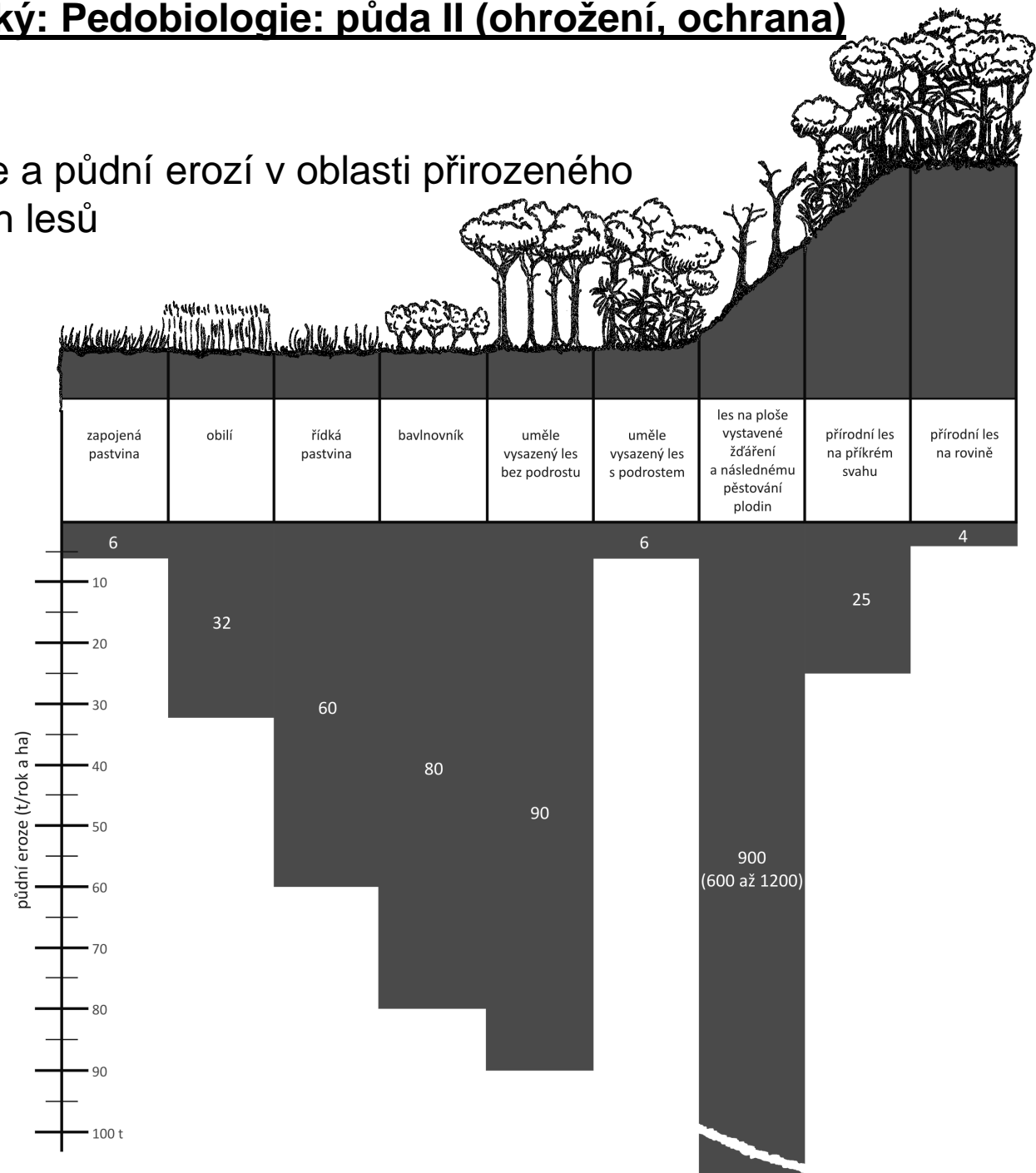


Stará mýtina s obnaženou lateritovou půdou vč. ortsteinu (Balbina, Amazonie)

- 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 na Madagaskaru

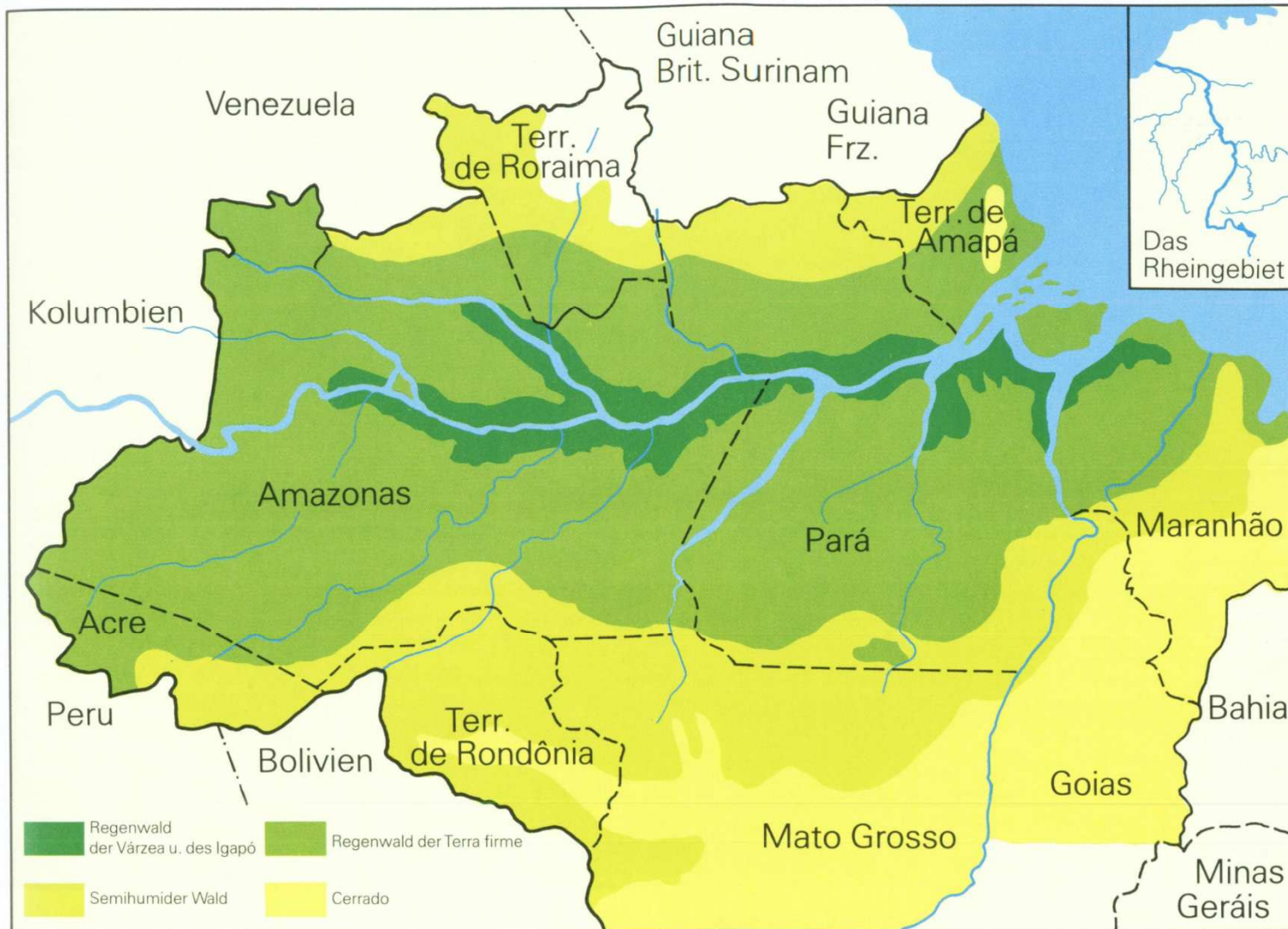
Tropické půdy



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)

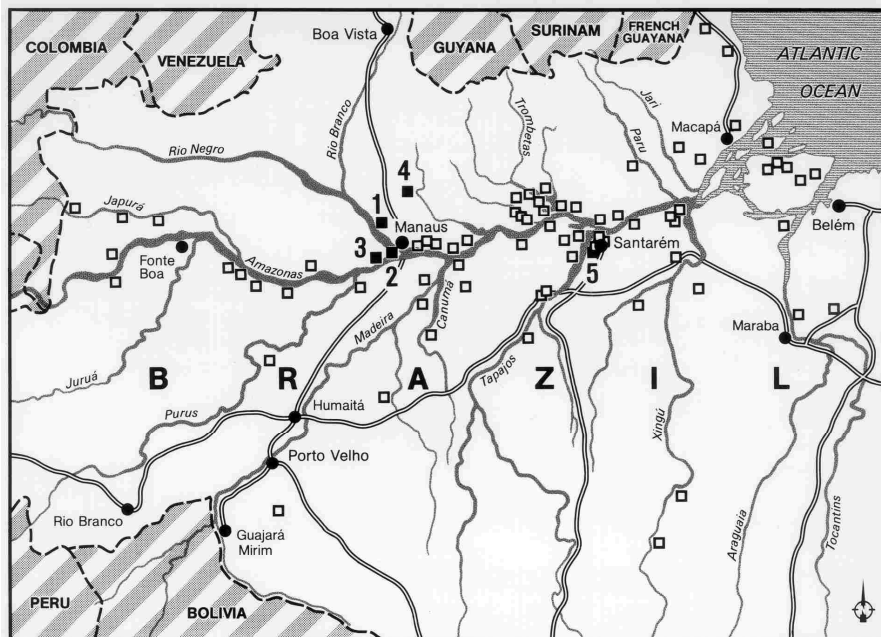
Tropické půdy



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

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 Hawajských ostrovech.

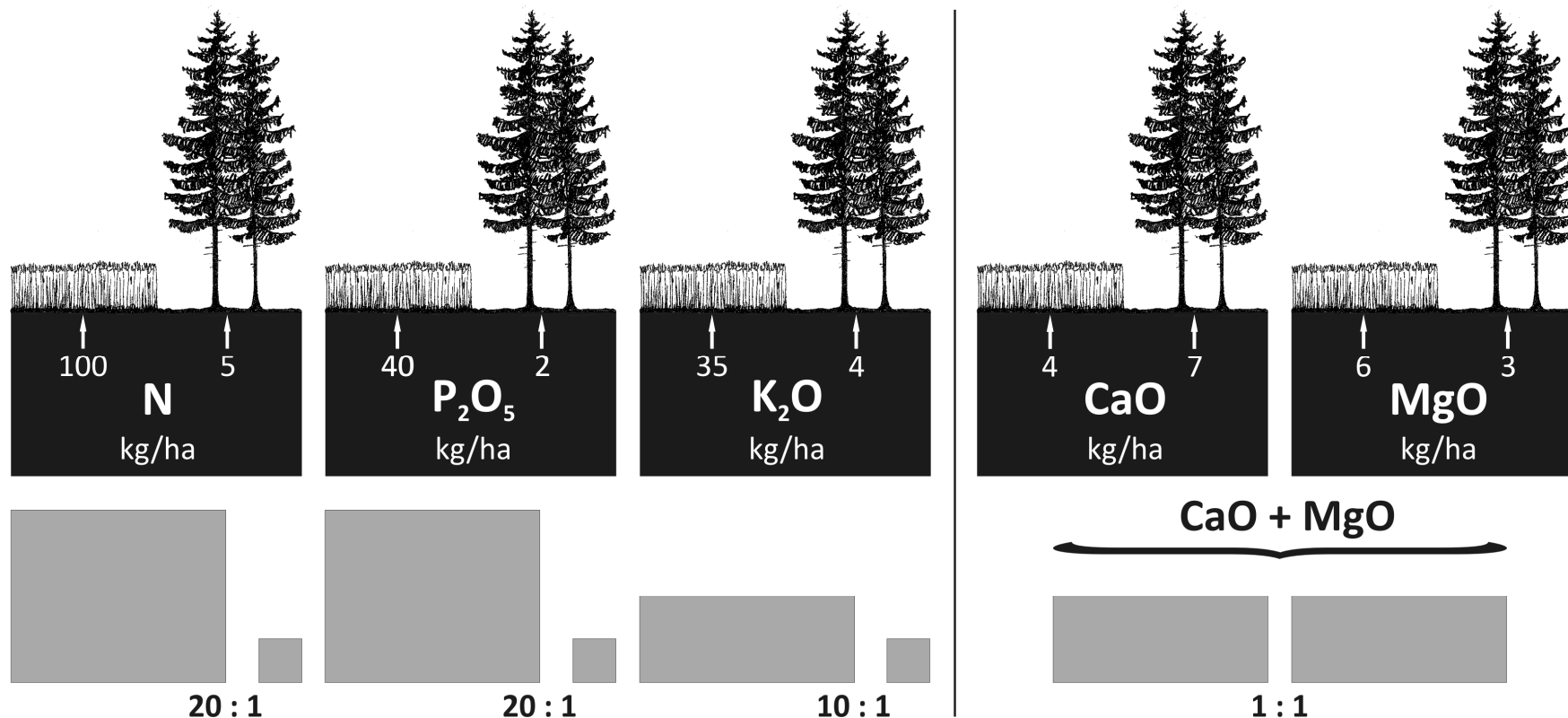


fotografie: Margery H. Freeman (1986)



Zemědělství (lesnictví) a ochrana půdy

Roční ztráta živin z půdy: srovnání obilí – smrk



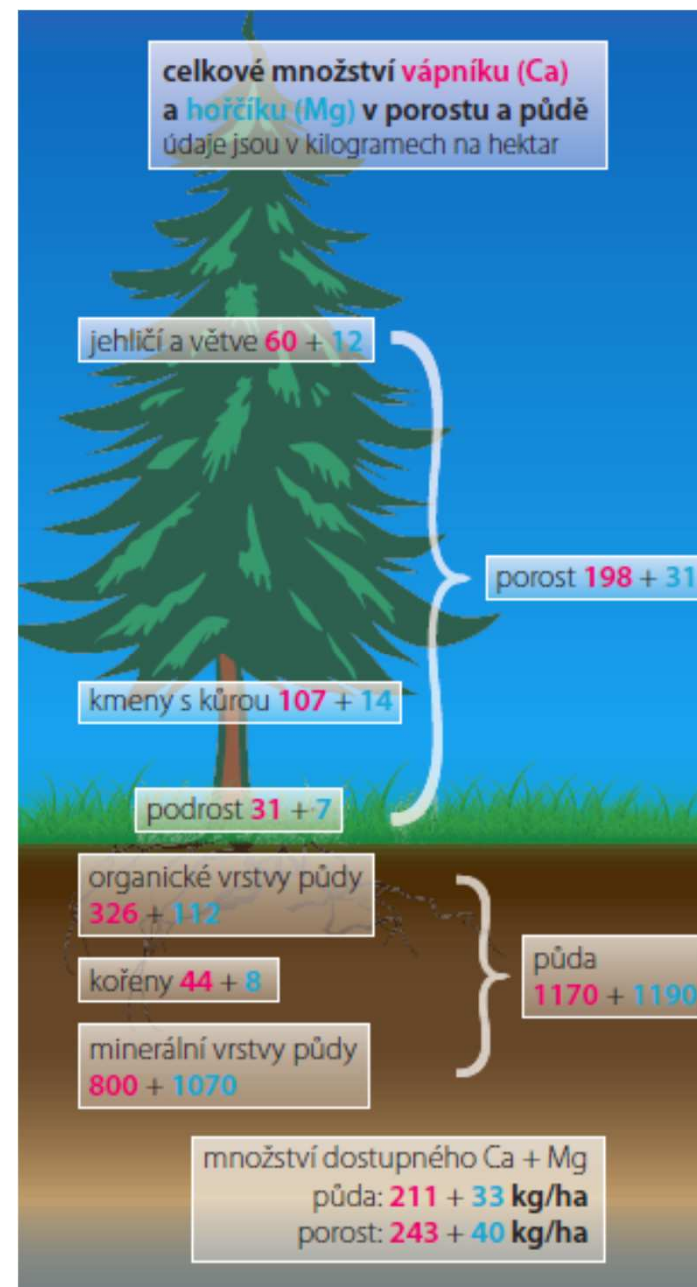
Na základě ročních hodnot: 5000 kg obilí (bez slámy), resp. 14 plnometrů dřeva (hroubí s kůrou) na hektar

Zemědělství a ochrana půdy

Průměrné ztráty živin v důsledku sklizně (odstranění biomasy) v polním a lesním hospodářství (kg ha⁻¹ a⁻¹)

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

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.**

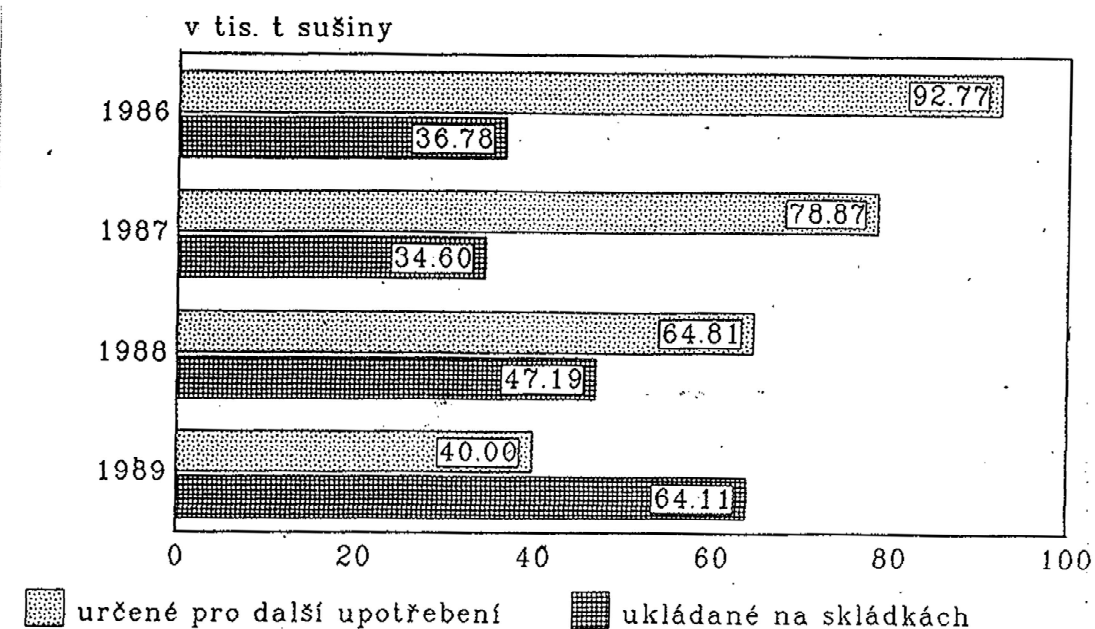
Na lehkých půdách chudých na vápník či lehce kyselých může opakované hnojení kaly či kompostem zvednout pH o asi jednu jednotku.

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



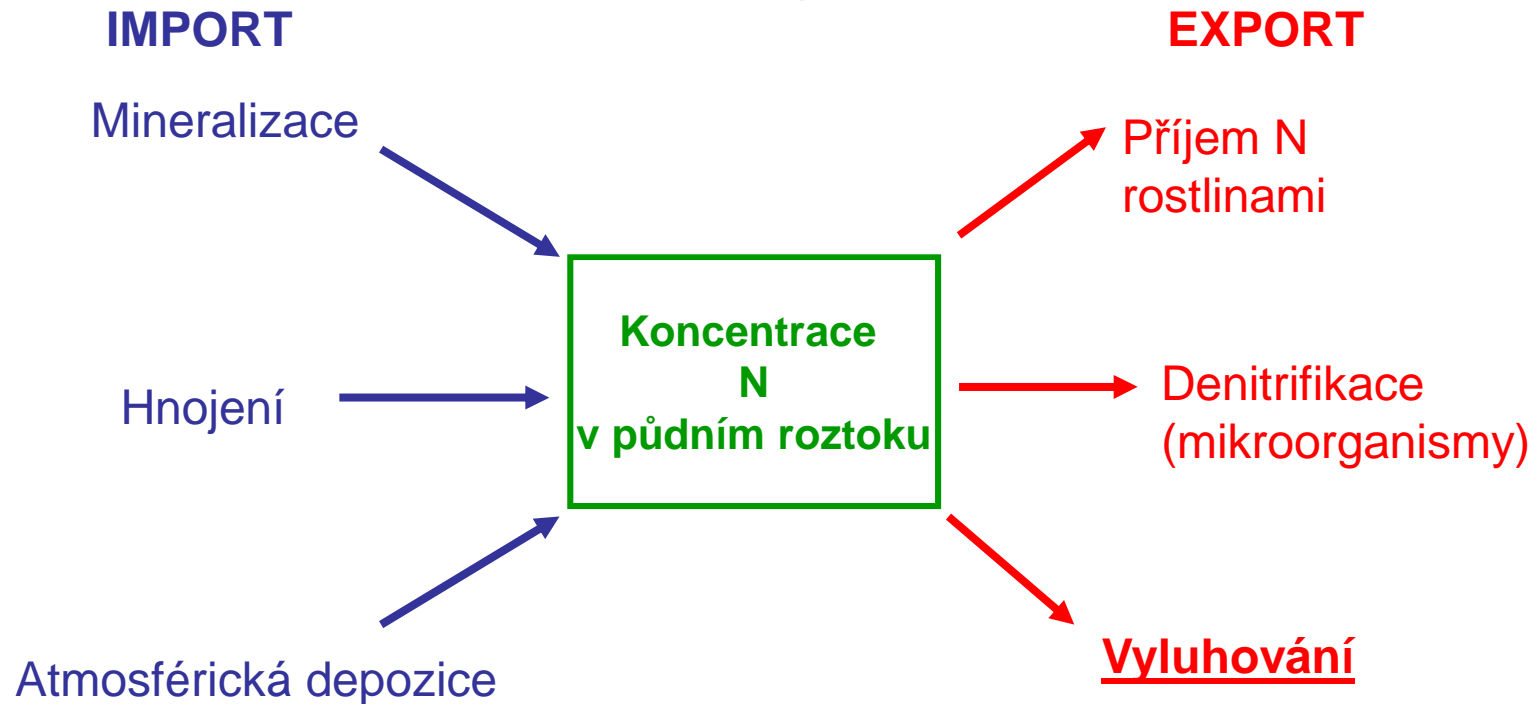
Zemědělství a ochrana půdy



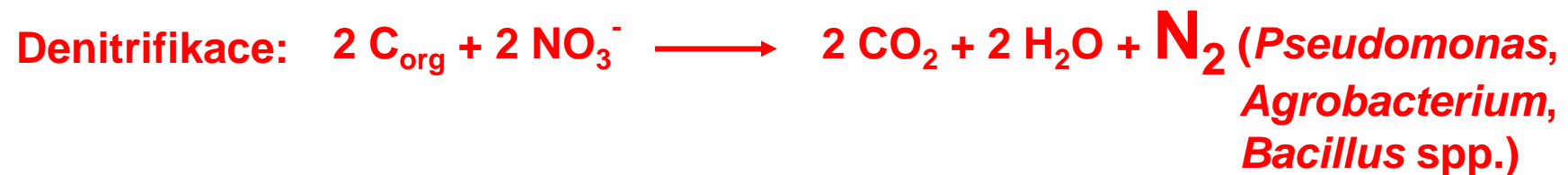
Na hrázkách mezi rýžovými poli je pěstována soja (Nara, Japonsko) – foto J. Schlaghamerský

Alternativní pěstování rýže: hnojení mulčovaným plevelem, umožnění vytvoření přirozenějšího půdního profilu (omezení antropogenní turbace) – japonská metoda která nadchla japonské půdní biology, ne však agronomy.

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 NO_3^- v pitné vodě : 50 mg / l
– odpovídá: 11,3 mg N / l.

Vymyté množství NO_3^- = množství průsakové vody x koncentrace 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 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 hnojivy 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 CO₂ v půdě (málo senzitivní vůči narušení – o to je závažnější, pokud k němu dojde)
- množství mykorrhizy na kořenových systémech
- populační hustoty vybraných půdních živočichů

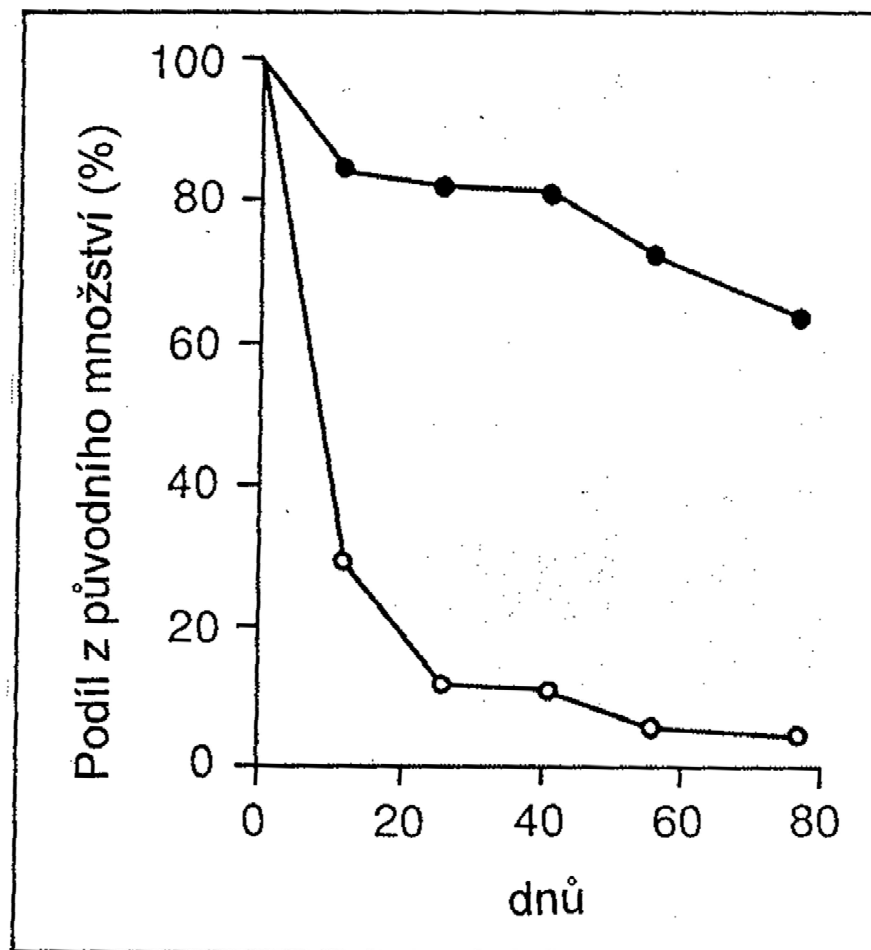
Při posuzování škodlivosti vedlejších účinků je třeba je porovnat s účinky zcela přirozených faktorů jako jsou zamokření, zmrznutí, mechanické narušení. V půdních procesech a populacích půdních organismů dochází v důsledku těchto faktorů ke značnému kolísání.

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 (○).

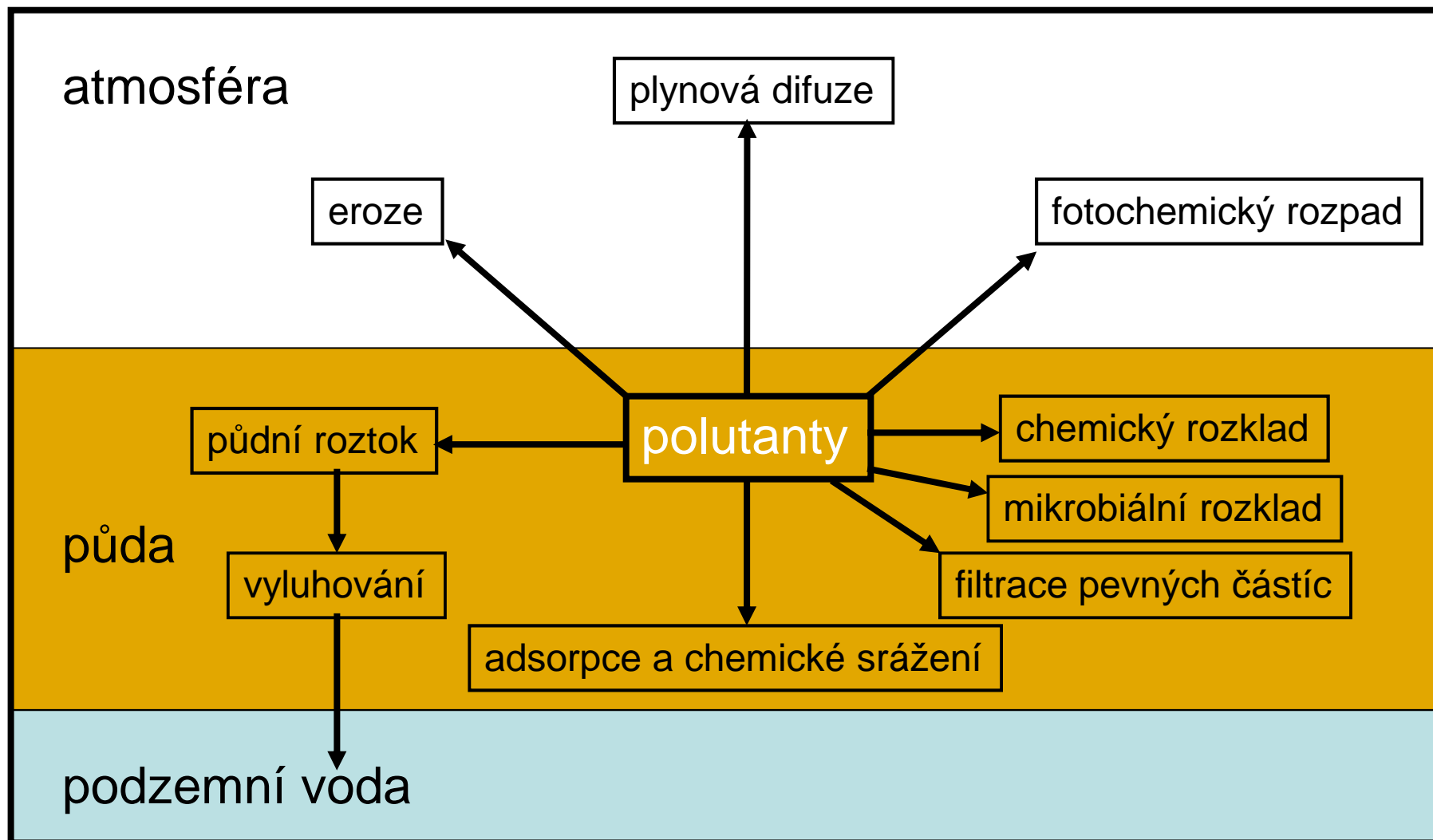
Zemědělství a ochrana půdy

Odolnost pesticidů v půdě proti rozkladu (Metcalf, 1969)

Druh pesticidu	Poločas rozkladu (roky)
olovo, měď, arzén	10–30
insekticidy Dieldrin, BHC, DDT	2–4
herbucid 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