

Uvedení do biologie

Bioindikace: principy, příklady, využití



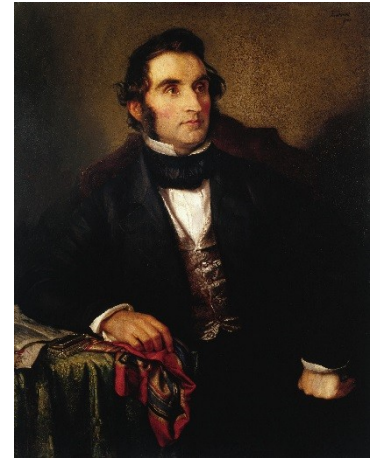
Liebigův zákon minima

„Výše výnosu závisí na té živině, která je vzhledem k optimální potřebě v nejmenším množství (minimu).“¹⁾

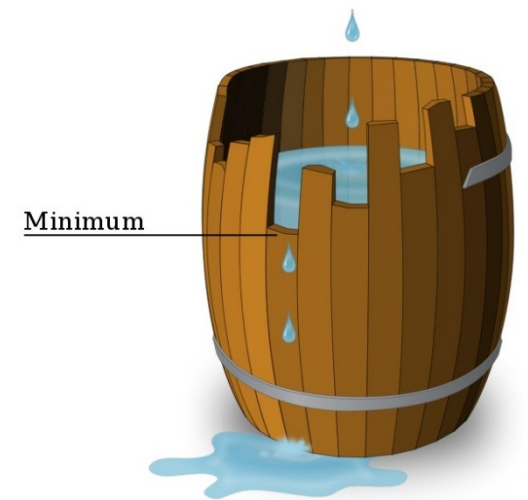
- mezi 4 základní faktory pro rostliny patří voda, vzduch, světlo, teplo, dále jsou stěžejní základní a stopové živiny
- Liebig se mimo jiné zabýval výživou rostlin, jeho formulace zákona minima položila základ k používání syntetických hnojiv

„Faktor prostředí, který je v minimu, omezuje život organismu“²⁾

- například pro pouštní živočichy je voda limitujícím faktorem, ačkoli ostatní podmínky života mohou být optimální



*Justus von Liebig
(1803-1873)*



1. Die Chemie in ihrer Anwendung auf Agrikultur und Physiologie, 1840
2. ŠLÉGL, Jiří, KISLINGER, František, LANÍKOVÁ, Jana. Ekologie a ochrana životního prostředí pro gymnázia. Praha: Fortuna, 2002. s. 15. ISBN 80-7168-828-2



Ekologická tolerance a valence

Tolerancí označujeme schopnost organismů snášet určité rozpětí libovolného faktoru.

Rozpětí tolerance se nazývá ekologická **valence druhu**.

K čemu nám může být valence dobrá?

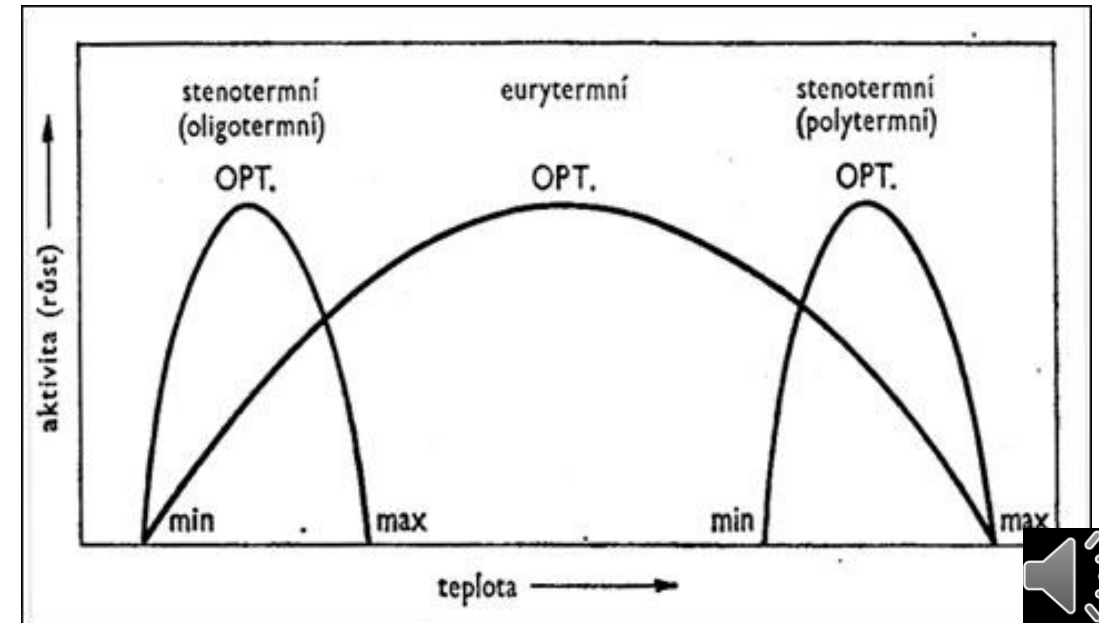
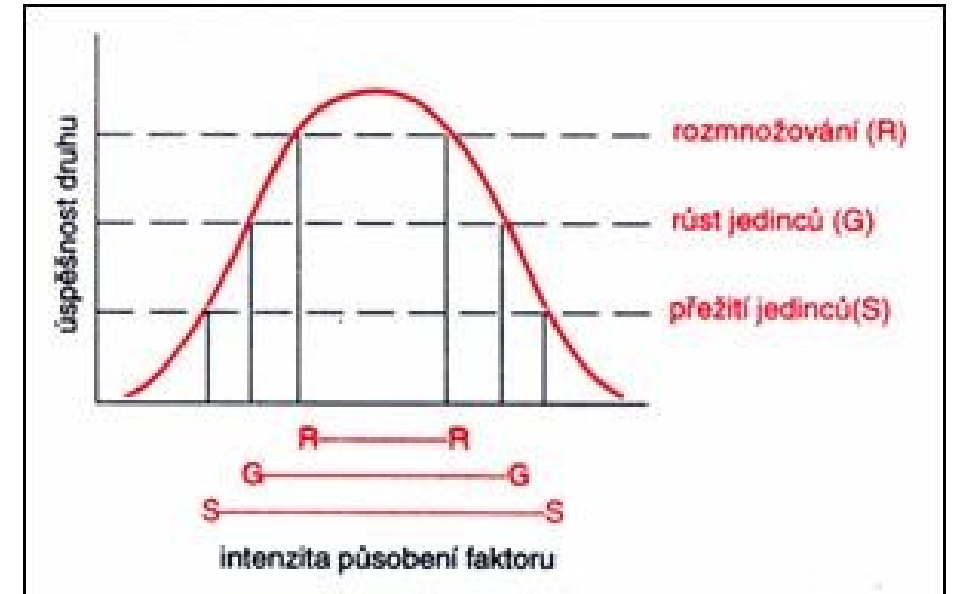
obecné určení tolerance druhu ke změně daného faktoru:

eury- existence druhu je možná v širokém rozmezí

steno- existence druhu je možná pouze v úzkém rozmezí



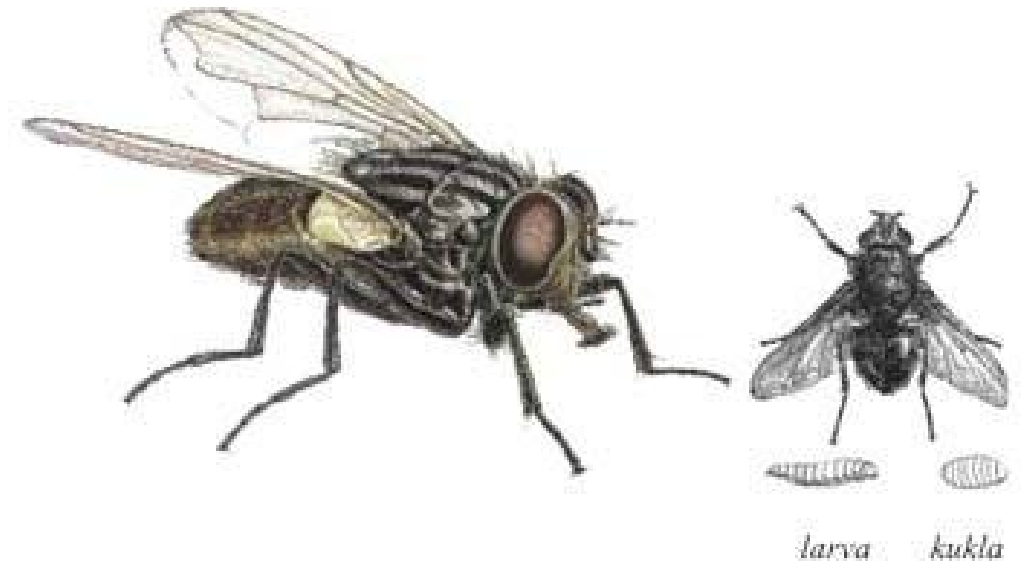
bioindikace/biomonitoring
evoluční strategie



Eury-

Euryvalentní označení pro druhy se širokou ekologickou valencí

Euryektní označení pro druhy vyskytují se v nejrůznějších



Steno-

Stenovaletní označení pro druhy s úzkou ekologickou valencí

Stenoekní označení pro druhy vyskytující se ve velmi specifických podmínkách

příkladem mohou být druhy vázané na úzké rozmezí půdních podmínek

Acidofyty: vyhledávají kyselá stanoviště (některé jsou dokonce kalcifobní)

bělomech sivý

Indikátor kyselých půd, akumulace surového humusu, indikátor podzolizace

Kalcifóbní druhy

metlička křivolaká

kociánek dvoudomý

brusnice borůvka



Steno-

Stenovaletní označení pro druhy s úzkou ekologickou valencí

Stenoekní označení pro druhy vyskytující se ve velmi specifických podmínkách

Příkladem mohou být druhy vázané na úzké rozmezí půdních podmínek

Acidofyty: vyhledávají kyselá stanoviště (některé jsou dokonce kalcifobní)

bělomech sivý

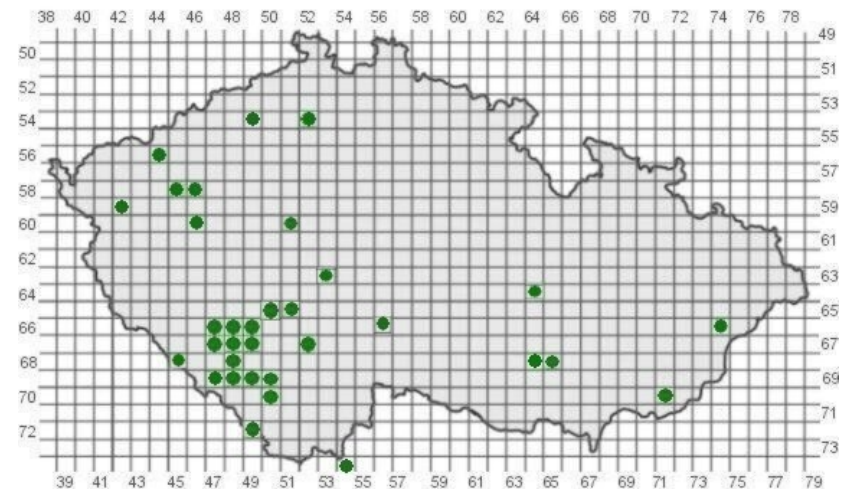
Indikátor kyselých půd, akumulace surového humusu, indikátor podzolizace

Kalcifóbní druhy

metlička křivolaká



kociánek dvoudomý



Steno-

Stenovaletní označení pro druhy s úzkou ekologickou valencí

Stenoekní označení pro druhy vyskytující se ve velmi specifických podmínkách

Příkladem mohou být druhy vázané na úzké rozmezí půdních podmínek

Acidofyty: vyhledávají kyselá stanoviště (některé jsou dokonce kalcifobní)

bělomech sivý

Indikátor kyselých půd, akumulace surového humusu, indikátor podzolizace

Kalcifóbní druhy

brusnice borůvka



Biomonitoring

- sledování stavu a změn životního prostředí za pomoci živých organismů
- sledujeme většinou kvalitativní změny prostředí
- využívá druhů stenoektních vůči určitému faktoru/rům prostředí
- indikované změny prostředí mohou mít nejrůznější příčiny (GKZ, vulkaminismus, znečištění ovzduší, záplavy)
- často se rovněž různé změny v životního prostředí ovlivňují: např. ztráta diverzity stanovišť a eutrofizace

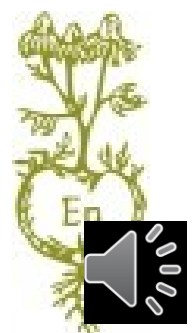
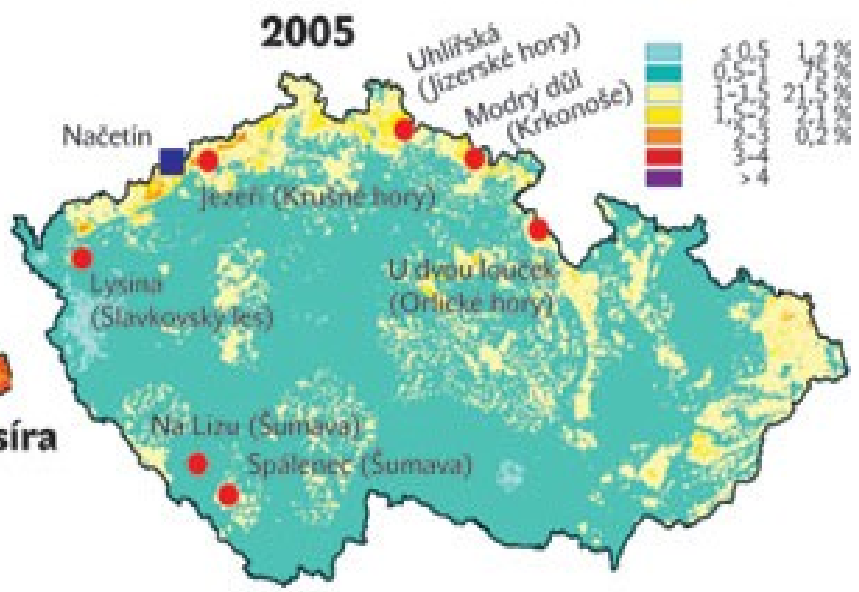
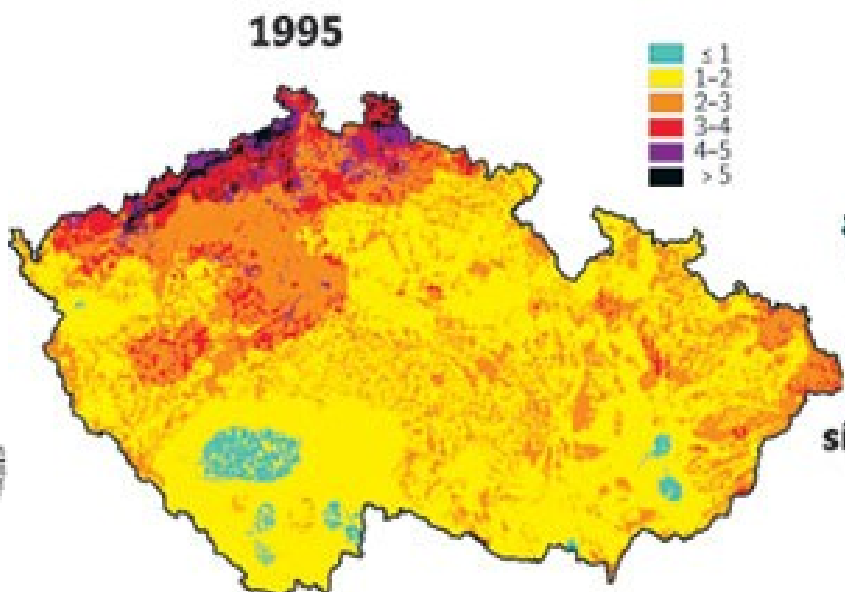
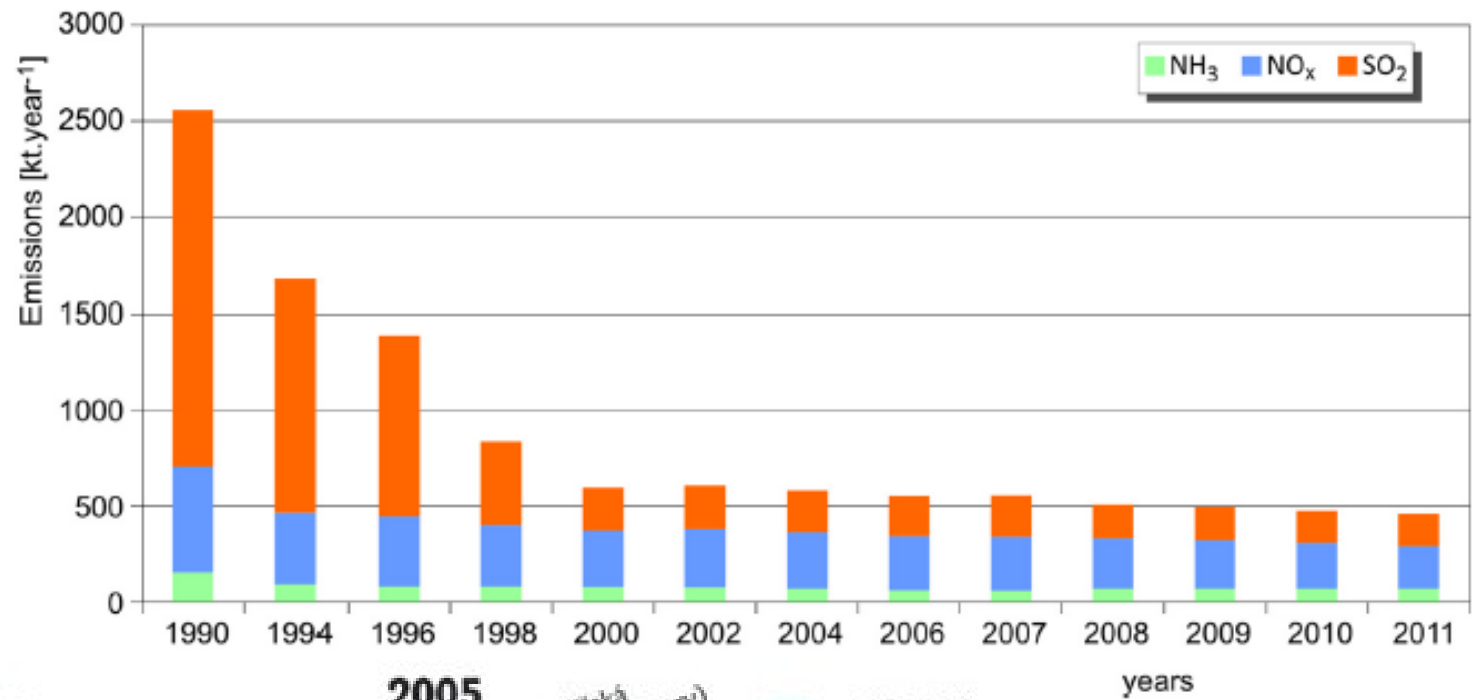


Zdroje fotografií:
<http://www.biolib.cz/nature.hyperlink.cz/ekolist>



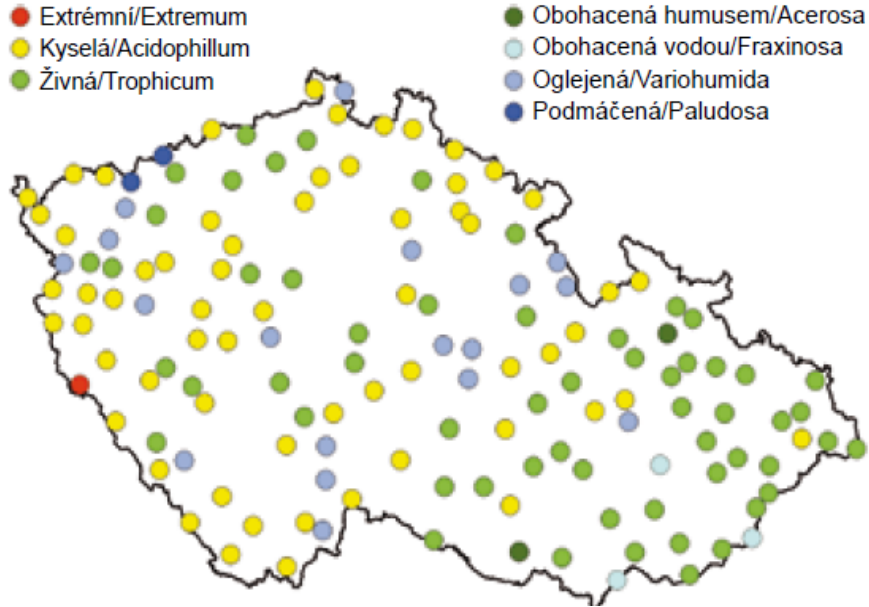
Výrazné změny prostředí na území ČR od 20. stol.

Acidifikace

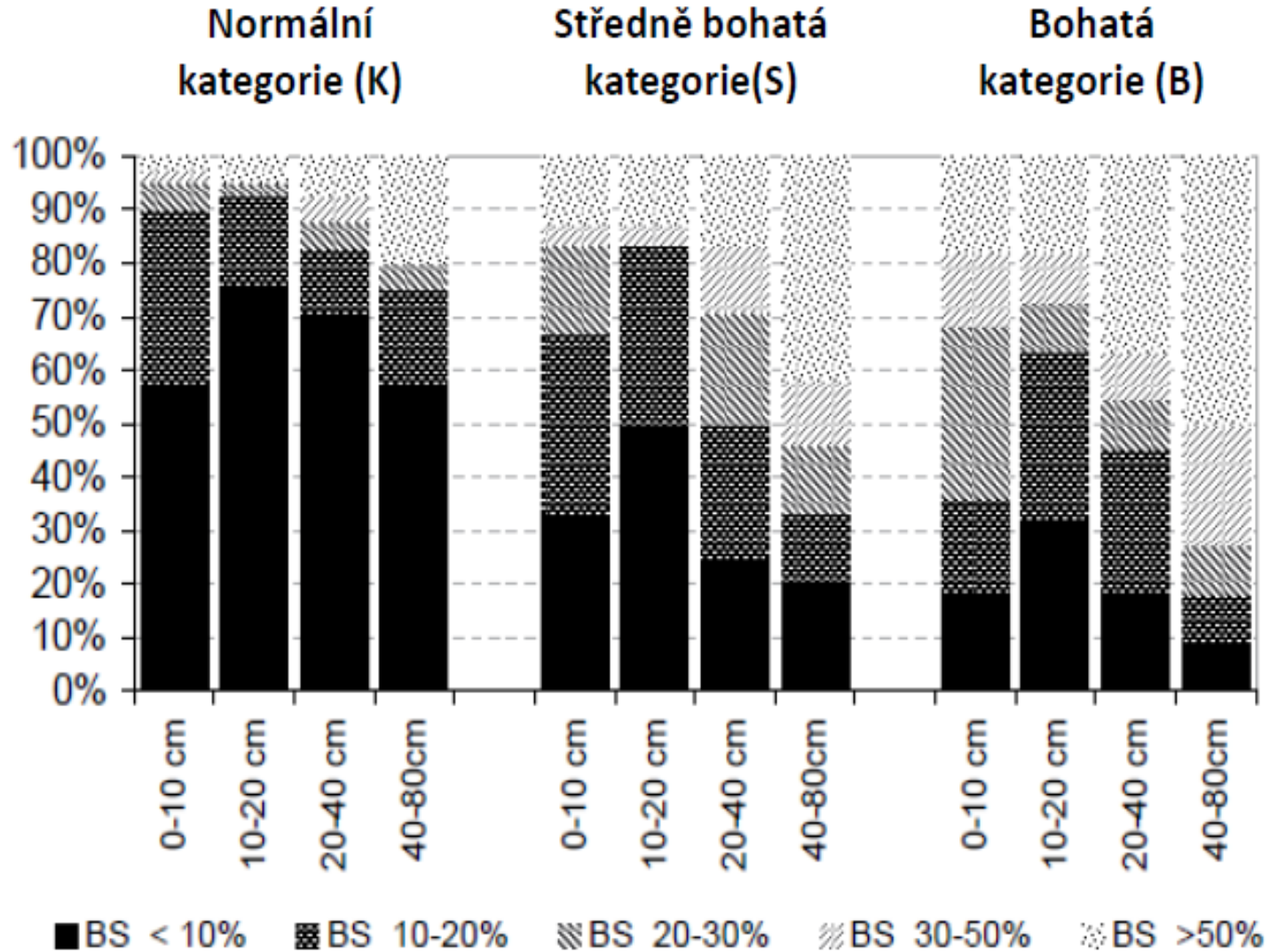


Pokles úživnosti lesních půd v důsledku acidifikace

Výstupy projektu BioSoil



Dle metodiky ÚHUL (2009):
 Normální (K): 10-20% BS
 Středně bohatá (S): 20-30%
 Bohatá (B): víc, než 30%



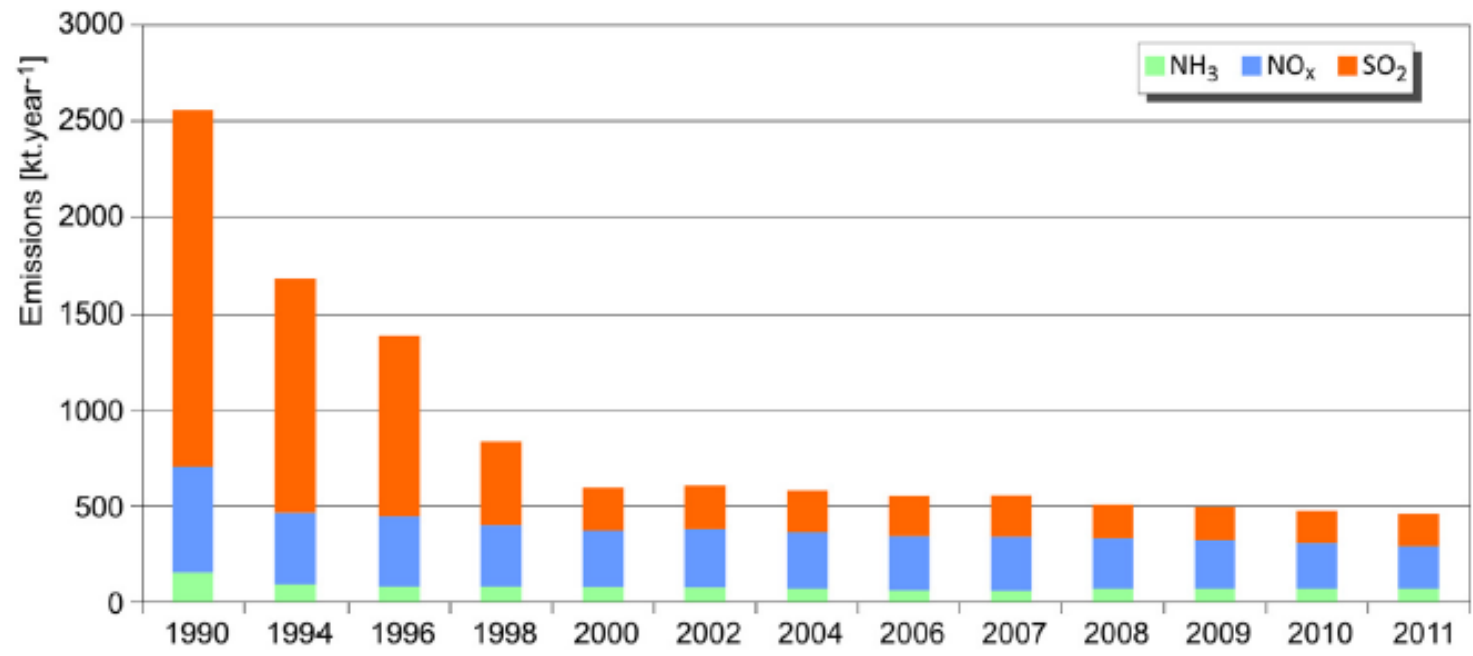
Šrámek a kol., 2013

Lesní půda – chléb lesa – je méně bohatá na živiny, než odpovídá našim předpokladům...

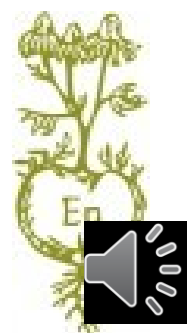
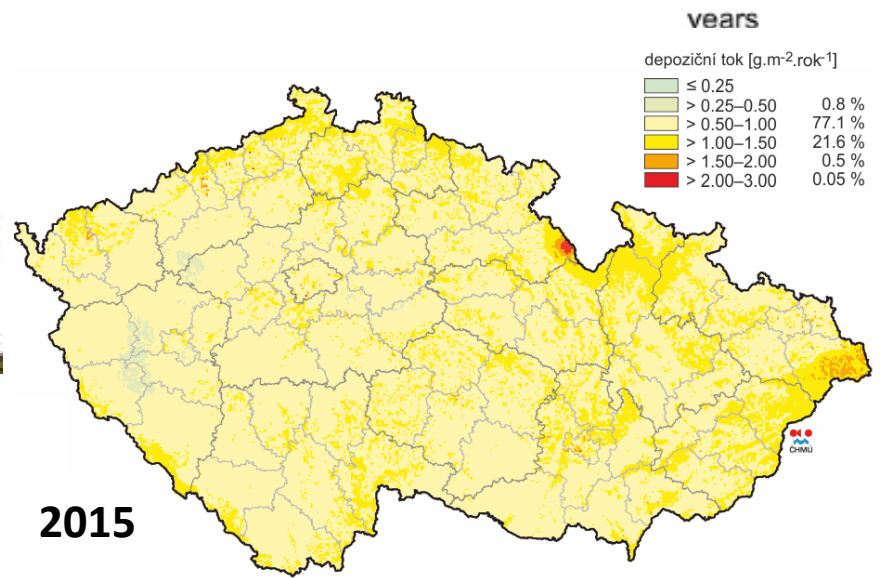
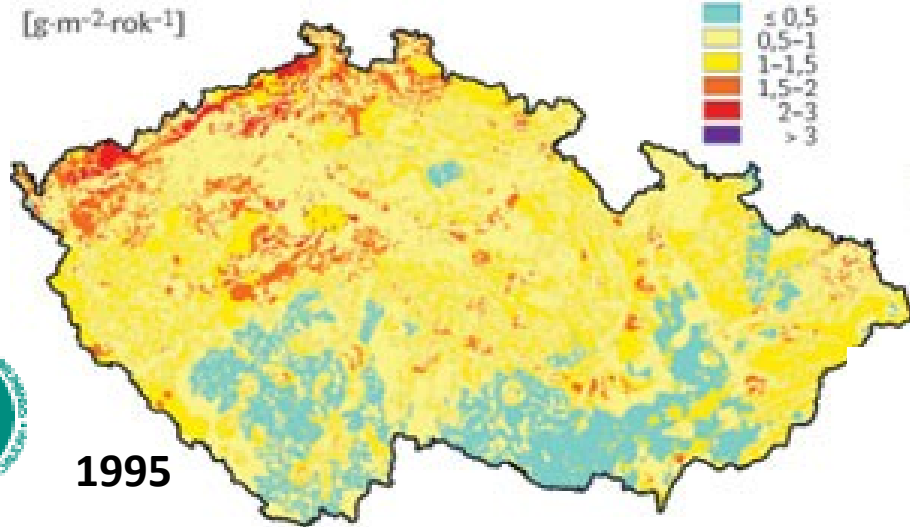


Výrazné změny prostředí na území ČR od 20. stol.

Eutrofizace



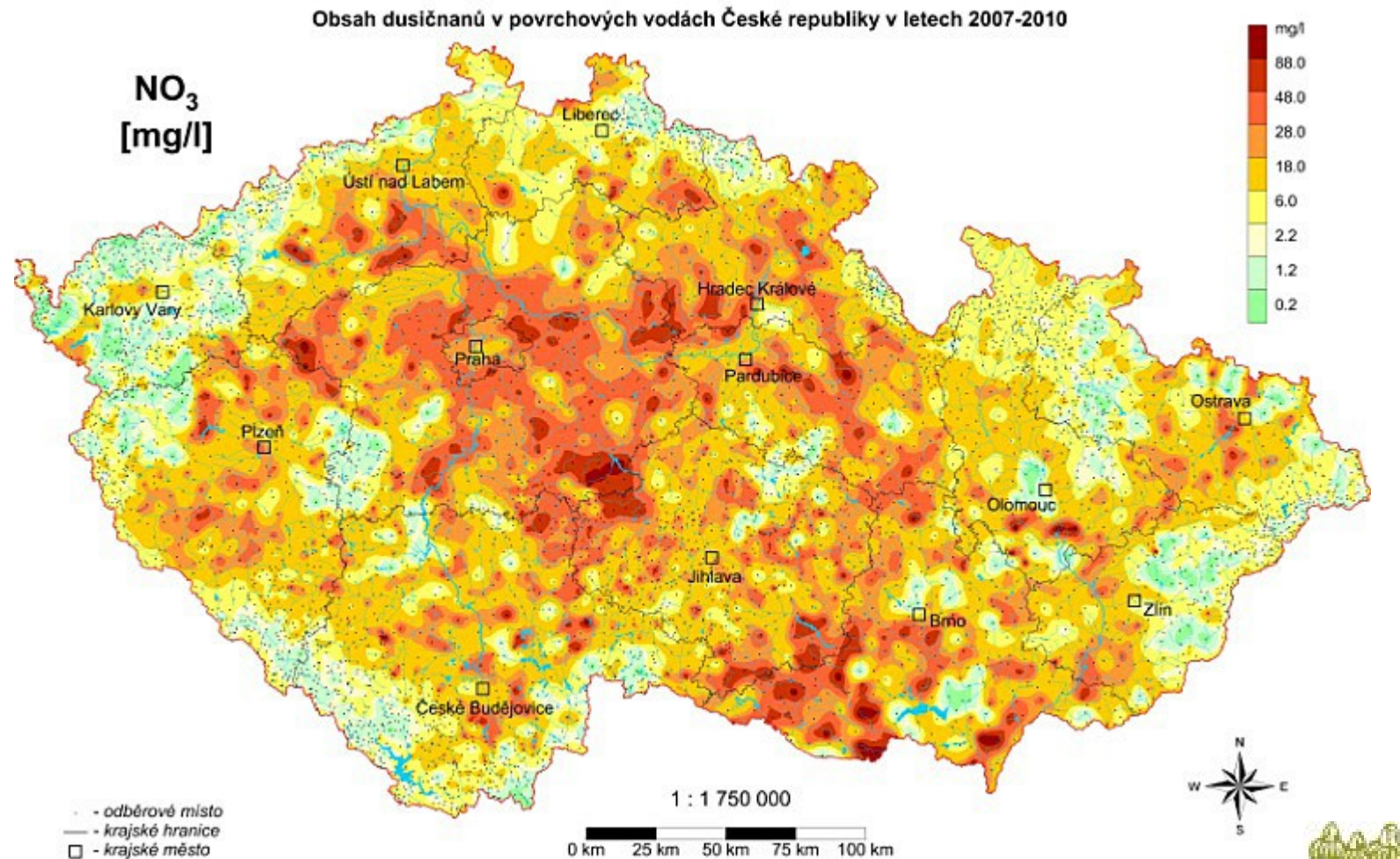
depozice dusíku a síry
[g·m⁻²·rok⁻¹]



Acidifikace a eutrofizace: příklady změn

pokles pH Čertova jezera na Šumavě:
(Šumava je přitom považována za
relativně acidifikací méně zasažené
území) 6,5 až 7,0 v roce 1936, 4,5–
4,8 v roce 1976

v pramenech Krušných hor byl
v letech 1980-1990 zaznamenám 10-
ti násobný vzestup koncentrace NO_3^-
oproti rokům 1955 – 1959



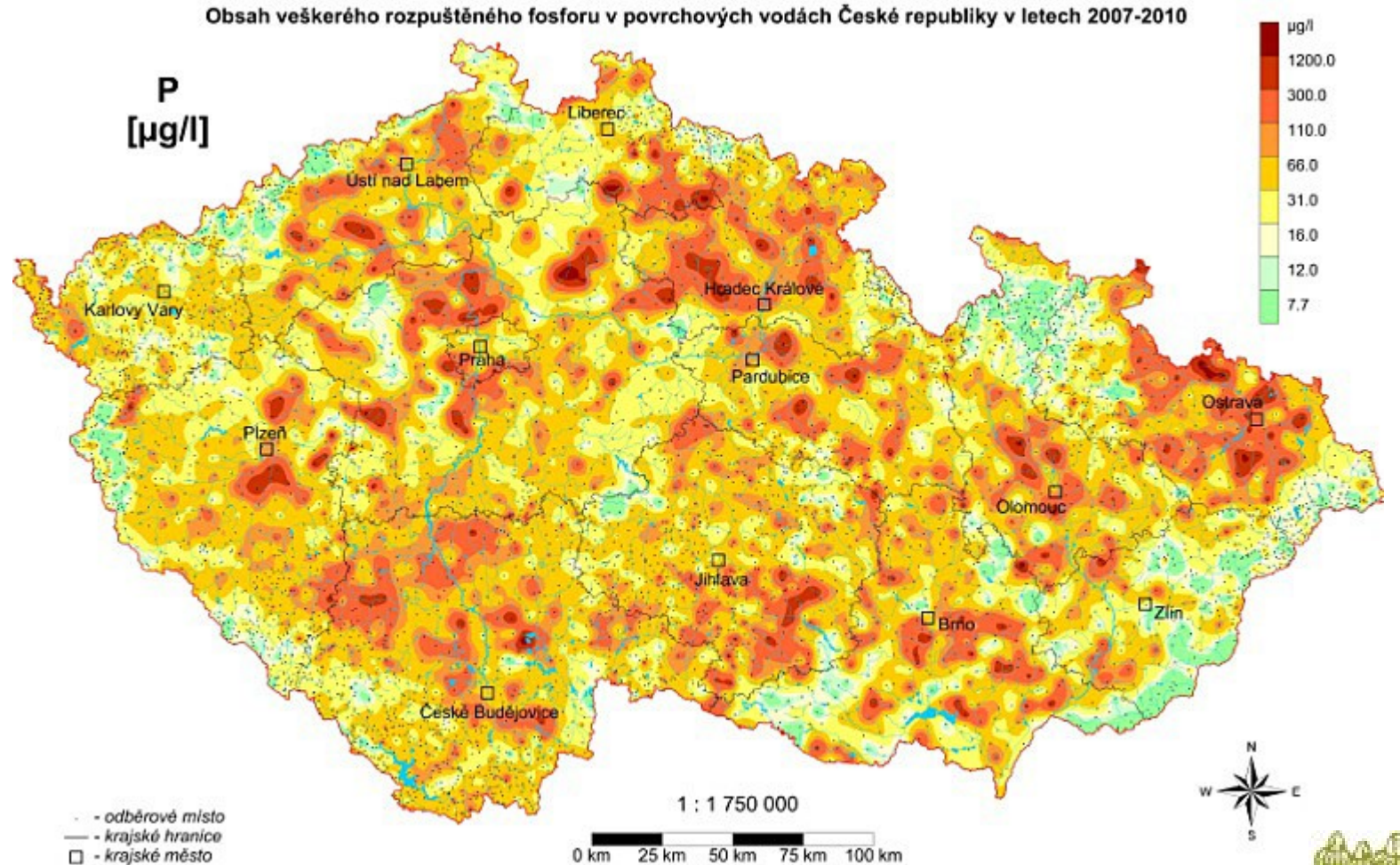
Je zřejmé, že především v zemědělských oblastech jsou koncentrace za legislativní hranicí limitů pro pitnou vodu (50 mg NO_3/l) i za limity pro environmentální kvalitu (24 mg NO_3/l).



Acidifikace a eutrofizace: příklady změn

pokles pH Čertova jezera na Šumavě:
(Šumava je přitom považována za
relativně acidifikací méně zasažené
území) 6,5 až 7,0 v roce 1936, 4,5–
4,8 v roce 1976

v pramenech Krušných hor byl
v letech 1980-1990 zaznamenán 10-
ti násobný vzestup koncentrace NO_3^-
oproti rokům 1955 – 1959

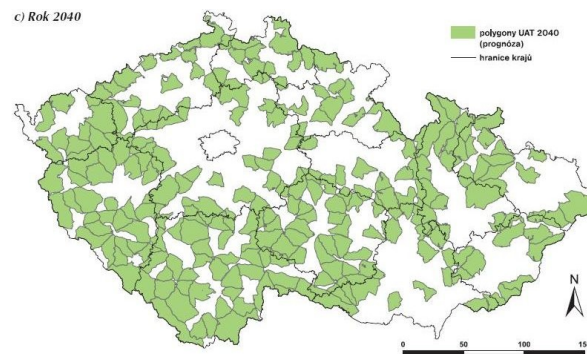
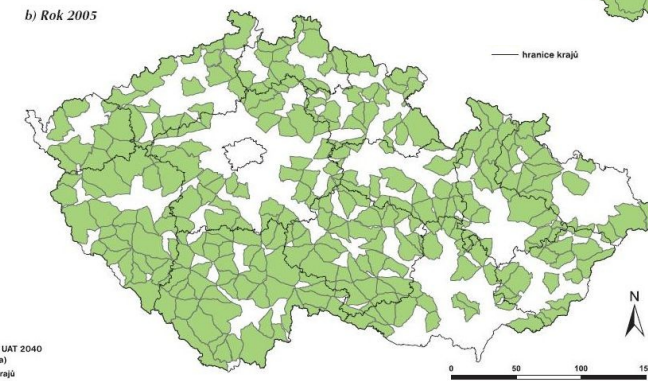
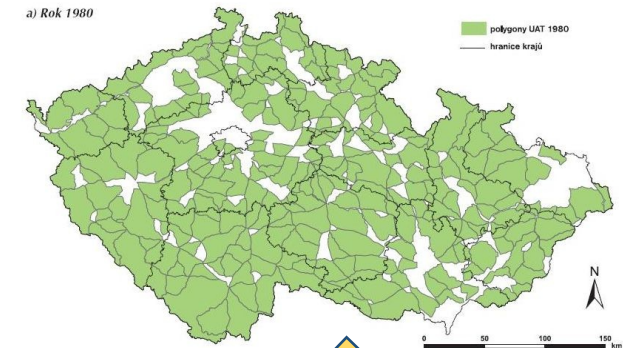


Je zřejmé, že především v zemědělských oblastech jsou koncentrace za legislativní hranicí limitů pro pitnou vodu (0.15 mg P/l) i za limity pro environmentální kvalitu (0.05 mg P/l).

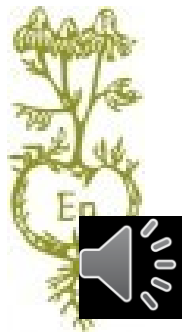


Výrazné změny prostředí na území ČR od 20.

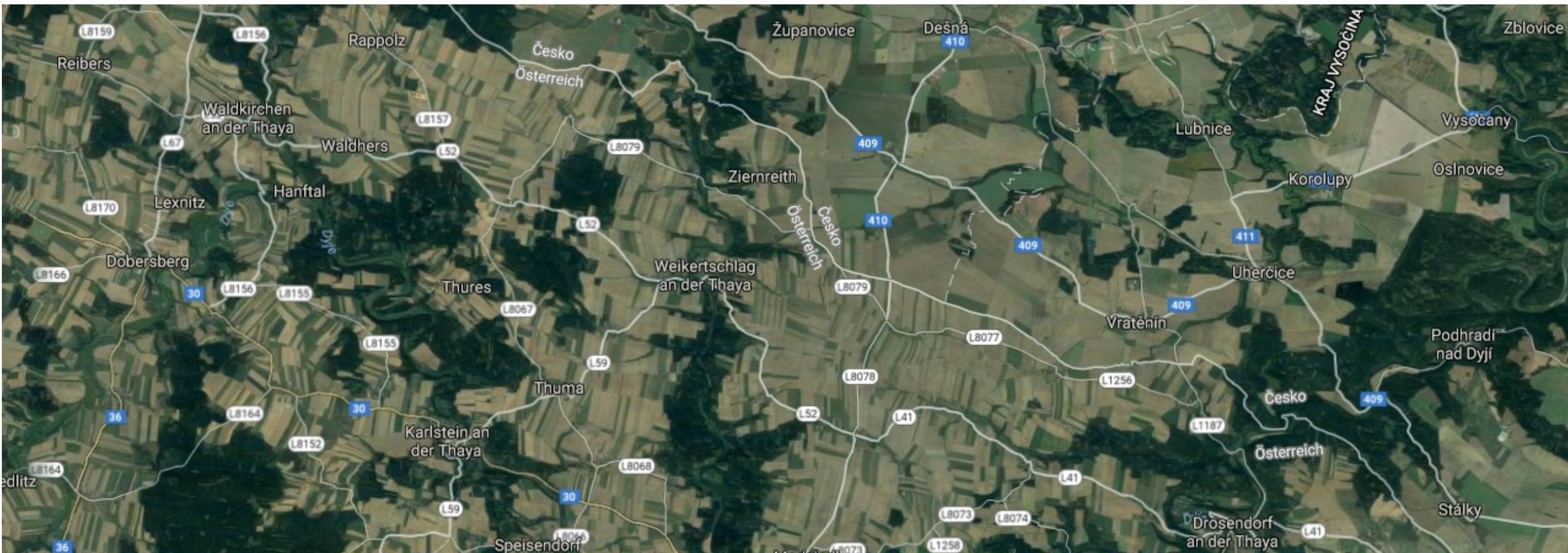
století Fragmentace krajiny, chemizace zemědělství



evernia.cz



Obr. 1.26 a, b, c Srovnání fragmentace krajiny v ČR na základě metodiky UAT v letech 1980 a 2005 a prognóza pro rok 2040. Zelené oblasti jsou doposud nefragmentované. Jak je však vidět, jejich podíl na rozloze státní v čase strmě klesá.
Zdroj: Evernia 2008



google.maps



Bioindikátory kvality ovzduší

Vážná varování

- ❖ v lese nenajdeme klouzky, lišky, ryzce
- ❖ smrky mají méně než 5 ročníků jehličí
- ❖ v okolí nenajdete keříčkovité a lupenité lišejníky



klouzek obecný

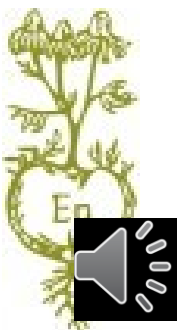


klouzek sličný



liška obecná

naturfoto.cz



Bioindikátory kvality ovzduší

Vážná varování

- ❖ v lese nenajdeme klouzky, lišky, ryzce
- ❖ smrky mají méně než 5 ročníků jehličí
- ❖ v okolí nenajdete keříčkovité a lupenité lišejníky



ryzec syrovinka

ryzec pravý



Bioindikátory kvality ovzduší

Vážná varování

- ❖ v lese nenajdeme klouzky, lišky, ryzce
- ❖ smrky mají méně než 5 ročníků jehličí
- ❖ v okolí nenajdete keříčkovité a lupenité lišejníky



zdravý smrk má sytě zelené a nezkrácené jehličí, při pohledu ze vzdálenosti alespoň trojnásobné délky stromu není koruna prořídla (nejsou vidět „průstřely“) a nese minimálně sedm ročníků jehličí



Bioindikátory kvality ovzduší

Znaky kvality

- ❖ nejružnější životní formy lišejníků (korovité, lupenité, keříčkovité) jsou hojně zastoupeny
- ❖ výskyt lišejníku provazovky
- ❖ smrky mají sedm a více ročníků jehličí
- ❖ na listech javorů jsou nápadné černé skvrny, způsobené výskytem houby srašťelky javorové

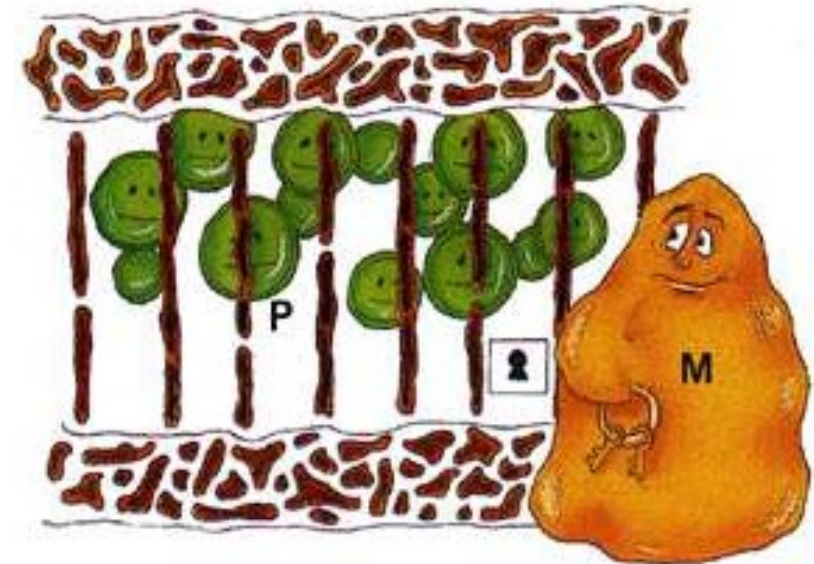
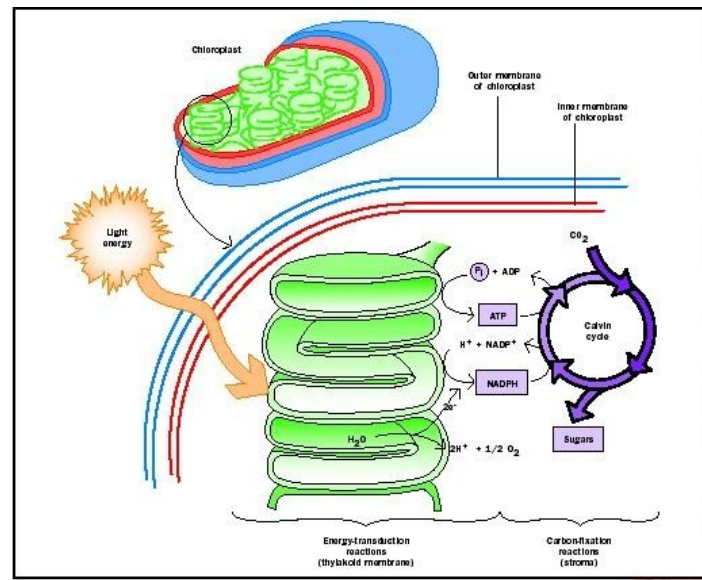


lišejník rodu provazovka



Lišejníky jako bioindikátory

- lišejník = lichenizovaná houba
- soužití mykobionta a fotobionta



Lišejníky jako bioindikátory



- bylo popsáno celkem 15 000 druhů lišejníků
- lišejníky se dokáží přizpůsobit extrémním podmínkám a téměř každému podkladu: rostou na kůře stromů, kamenech, betonu, v pouštích, na krovkách brouků i ve sluncem vybělených lebkách mrtvých zvířat...
- druh *Verrucaria serpuloides* žije trvale ponořen v mrazivých arktických vodách
- vazbu lišejníků na kvalitu ovzduší podtrhuje fakt, že vstřebávají vzdušnou vlhkost a nejsou ukotveny v půdě, která má obecně pufrační účinky



Lišejníky jako bioindikátory



korovitá stélka
misnička
práškovitá



lupenitá stélka
terčovka
bublinatá



keříčkovitá
stélka
dutohlávka sobí

- dělení stélek dle morfologie je přínosné z hlediska bioindikace, jelikož citlivost dle znečištěnému ovzduší stoupá v řadě: korovitá < lupenitá < keříčkovitá
- korovitá stélka pevně přirůstá k podkladu, nelze ji bez poškození odebrat, výskyt těchto lišejníků není vázán na dostatečnou vzdušnou vlhkost
- lupenitá stélka se často větví do mnoha bizarních lalůček, stélka je přirostlá buď v jednom místě, nebo volně celou plochou, dá se však odstranit z podkladu bez poškození, najdeme je v oblastech s vysokými srážkami
- keříčkovitá stélka, roste jako od podkladu jasně odstávající útvar, který často tvoří různé válcovité útvary (dutohlávky), nebo útvary provázkovité (provazovka)



Stupnice kvality ovzduší dle zastoupení lišejníků

• **Mimoriádně znečištěné ovzduší**

na kůře stromů či betonových površích rostou pouze povlaky jednobuněčné řasy *zrněnky*

• **Silně znečištěné**

ve spodní části kmenů roste korovitý lišejník *misnička*

• **Středně znečištěné**

na budovách, plotech, stromech a náhrobcích, s preferencí vápenatých podkladů roste úzce lupenitý lišejník terčovník zední, na azbestu může být nalezen i v silně znečištěných oblastech

• **Mírně znečištěné**

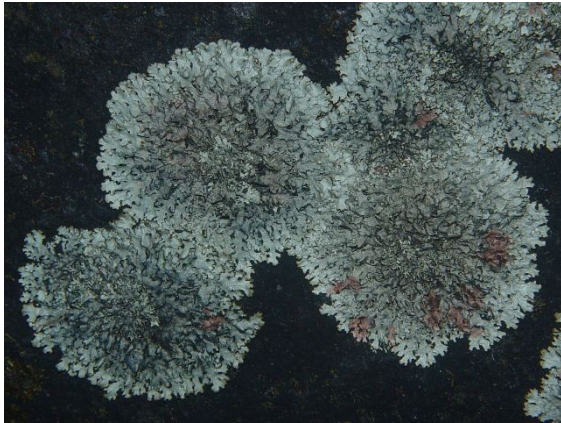
na skalách, zdech i stromech roste široce lupenitý lišejník terčovník skalní (býval používán i jako barvivo na vlnu)

• **Téměř čisté**

na stromech roste široce lupenitý lišejník terčovka bublinatá



Stupnice kvality ovzduší dle zastoupení lišejníků



• **Mírně znečištěné ovzduší**

na kůře stromů či betonových površích rostou pouze povlaky jednobuněčné řasy zrněnky

• **Silně znečištěné**

ve spodní části kmenů roste korovitý lišejník misnička

• **Středně znečištěné**

na budovách, plotech, stromech a náhrobcích, s preferencí vápenatých podkladů roste úzce lupenitý lišejník **terčovník zední**, na azbestu může být nalezen i v silně znečištěných oblastech

• **Mírně znečištěné**

na skalách, zdech i stromech roste široce lupenitý lišejník **terčovník skalní** (býval používán i jako barvivo na vlnu)

• **Téměř čisté**

na stromech roste široce lupenitý lišejník **terčovka bublinatá**



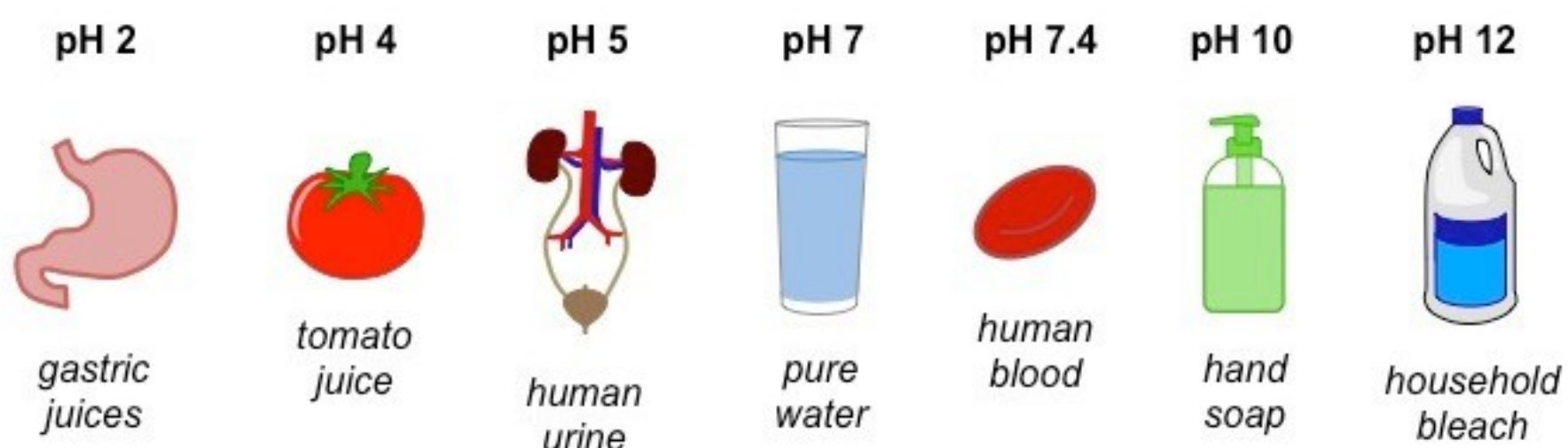
Stupnice kvality ovzduší dle zastoupení lišejníků



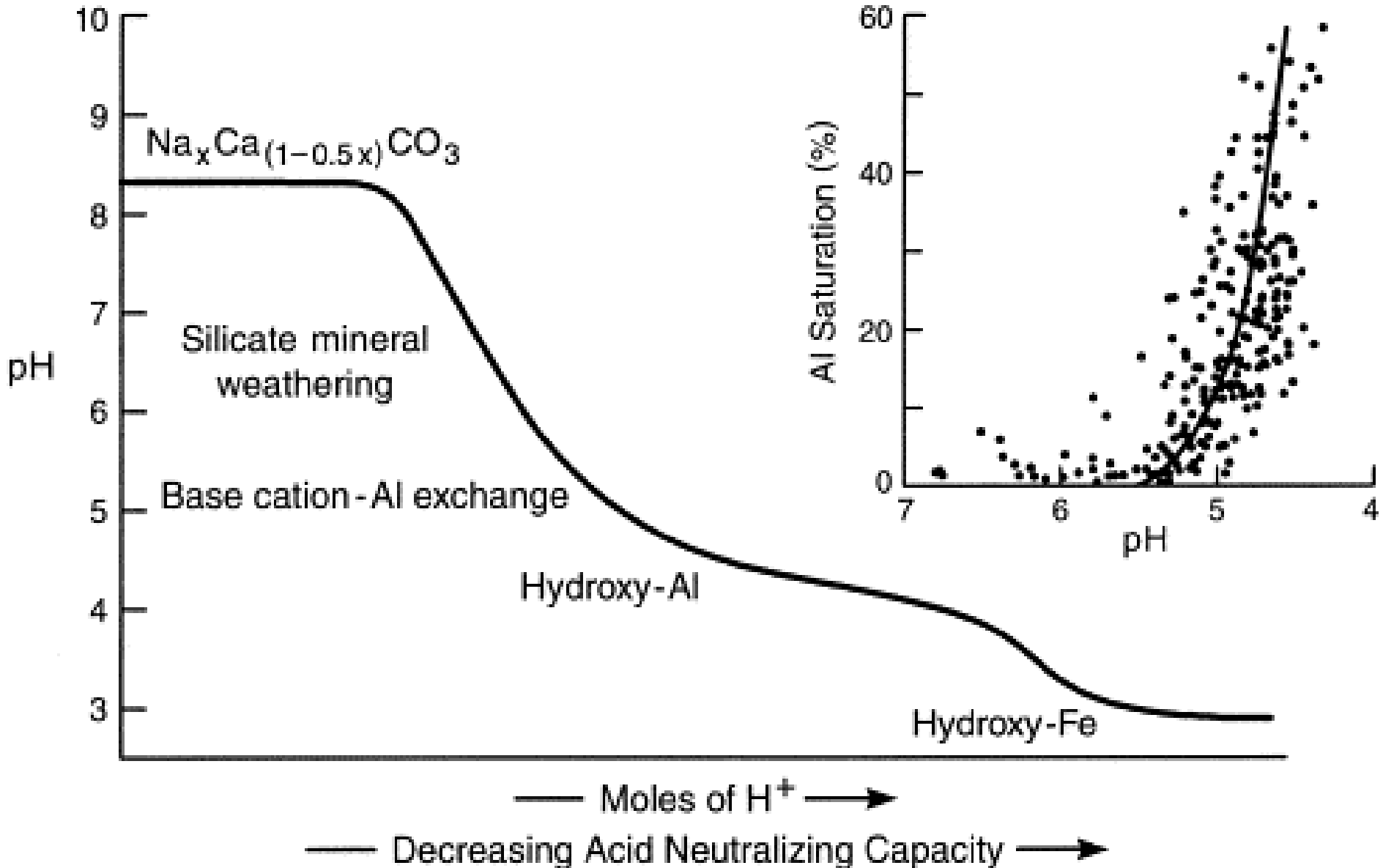
- **Čisté ovzduší**
na větvích stromů a výše na kmenech roste keříčkovitý lišejník **větvičník slívový** se stélkou dlouhou až 6 cm
- **Výjimečně čisté ovzduší**
Na stromech rostou „vousy“ (např. Krakonošovy vousy) – keříčkovitá stélka – provázky lišejníku rodu **provazovka** dlouhé 1-20 cm



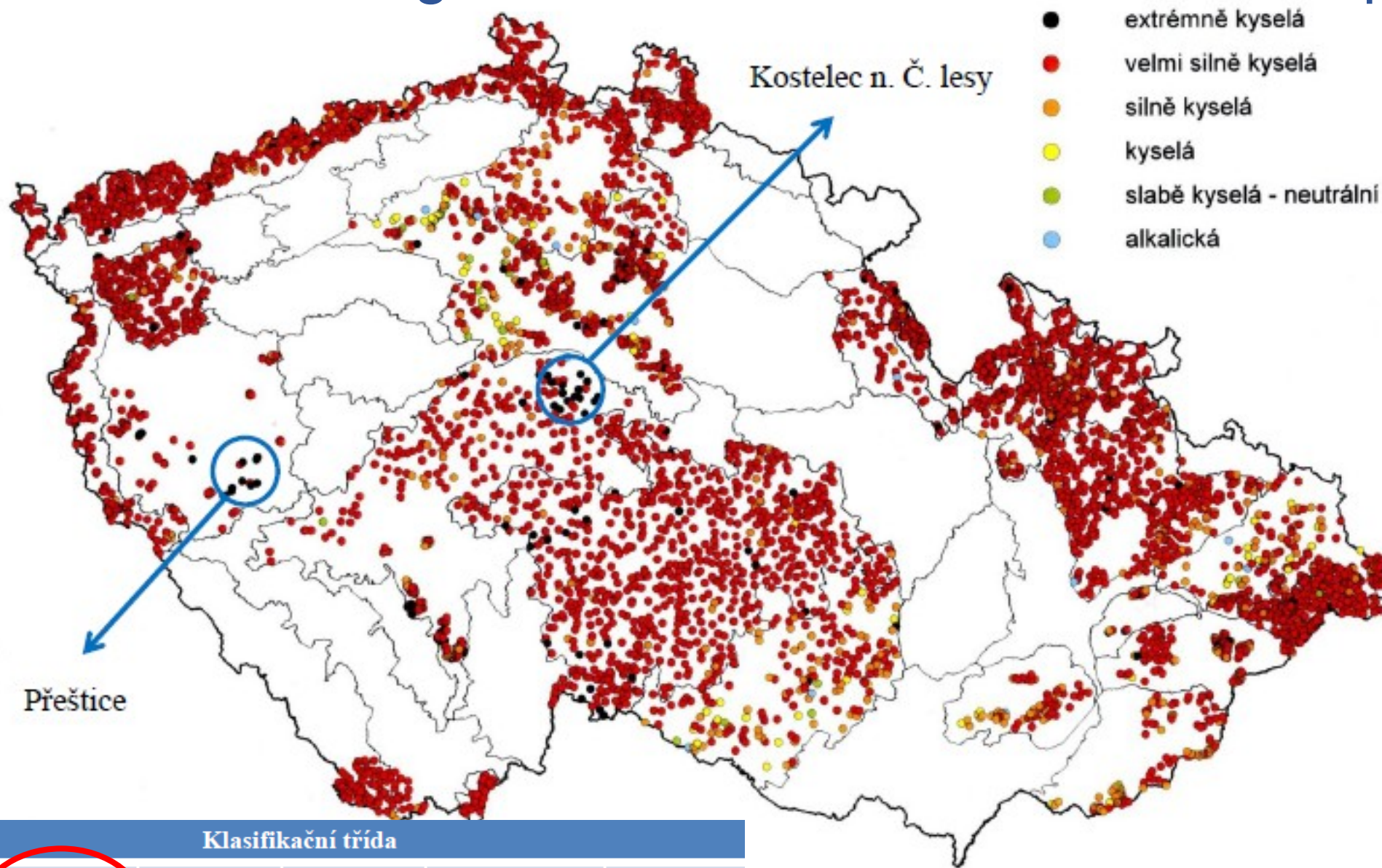
Vliv změn na pH na vodu (a půdu)



Půdní pufrací systém



Půdní reakce aktivní v organominerálním horizontu lesních půd (2013)



	Klasifikační třída					
	extrémně kyselá	velmi silně kyselá	silně kyselá	kyselá	slabě kyselá – neutrální	alkalická
pH _{H2O}	do 3.5	3.6 - 4.5	4.6 - 5.5	5.6 - 6.5	6.6 - 7.2	nad 7.2

Zdroj: Reininger, Průzkum výživy lesa, ÚKZUZ



Odolnost organismů vůči rostoucí kyselosti vody

7
6
5
4
3

6,5 poškození vápnatého krunýře raků

6,0 mladí lososi, pstruzi a siven se nelíhnou z jiker

5,7 umírají drobní korýši, hmyz, plži, mlži, plankton

5,5 žádný druh ryb se nemůže rozmnožovat

5,0 hynutí starších okounů a štik, mladí jsou už uhynulí

4,5 již nepřežije ani dospělý úhoř, či siven

4,5 rostou jen některé mechy a nejodolnější hmyz a plankton



Odolnost organismů vůči rostoucí kyselosti vody

7
6
5
4
3



Okoun říční

5,0 hynutí starších okounů a štik, mladí jsou už uhynulí



Odolnost organismů vůči rostoucí kyselosti vody

7
6
5
4
3



Siven americký

4,5 již nepřežije ani dospělý úhoř, či siven



Další druhy s indikačním či akumulacním potenciálem

důlkatec plicní - lišejník – neutrofizovaná kůra - velmi čistý vzduch (SO₂)

terčník zední (*Xanthoria parietina*) - lišejník – nadbytek minerálních forem dusíku v prostředí

kopřiva dvoudomá - bylina – nadbytek minerálních forem dusíku v půdě

šťovík alpský - bylina – nadbytek minerálních forem dusíku v půdě

mochna husí - bylina – nadbytek minerálních forem dusíku v půdě

bez černý - keř – nadbytek minerálních forem dusíku v půdě



Další druhy s indikačním či akumulacním pote



důlkatec plicní - lišejník
– neutrofizovaná kůra -
velmi čistý vzduch (SO_2)



Zdroje fotografií: <http://www.biolib.cz/>

Další druhy s indikačním či akumulacním pote



šťovík alpský - bylina
– nadbytek
minerálních forem
dusíku v půdě



Další druhy s indikačním či akumulacním pote



**mochna husí - bylina –
nadbytek minerálních
forem dusíku v půdě**



Zdroje informací

Zdroje informací:

Petr Anděl, *Ekotoxikologie, bioindikace a biomonitoring*

Jiří Kulich a kol., *Bioindikace a biomonitoring aneb Jak poznat, v jakém prostředí žijeme*



Úkol do naší příští hodiny (17.12.2020)

Vyberte si jeden určitý environmentální problém (např. nadbytek reaktivních forem dusíku v prostředí, zasolení půd, nadbytek fosforu ve vodách, okyselení půdy, znečištěné ovzduší obecně), fragmentace krajiny, příliš intenzivní a chemizované zemědělství – nastudujte si k němu informace z relevantních zdrojů

Navrhněte jakou sadou bioindikátorů by byl daný problém zjistitelný, monitorovatelný

Máte ve svém okolí nějaké takové místo? Jestli to bude možné a bezpečné, vypravte se na něj a zjistěte, zda jsou tam vybrané organismy přítomny, či nepřítomny...

Svá zjištění, poznatky a závěry shrňte v písemné formě do dokumentu ve wordu, který bude dlouhý 2-3 strany textu + případná fotodokumentace.

