

# Ekologie globální změny, ekologie člověka

(a přesahy ekologie ke společenským a humanitním vědám)

# Ekologie na Masarykově Univerzitě

Přírodovědecká fakulta

Ústav experimentální biologie

Ústav botaniky a zoologie

Geografický ústav

Fyziologická ekologie rostlin (Gloser)

**Základy Ekologie (Hájek)**

Úvod do ekologie a ochrany  
přírody (Culek)

Mykorhizní symbiózy (Baláž)  
Minerální výživa rostlin (Gloser)

Ochrana přírody (Schlaghamerský)

**Fundamentals of Ecology** (Nekola)

Populační ekologie rostlin (Tichý)

Populační ekologie živočichů (Pekár)

Krajinná ekologie (Culek)  
Ekologie a životní prostředí (Culek)

Ekologie společenstev a makroekologie (Chytrý)

Molekulární ekologie (Bryja et al.)

Behaviorální ekologie (Bartonička)

Evoluční ekologie (Vetešníková-Šimková)

Hydrobiologie (Bojková)

Ústav geologických věd

RECETOX

Ekotoxikologie

Vybrané kapitoly z ekologie stojatých vod (Bojková), Ekologie mokřadů (Šumberová), Ekologie lesa (Roleček), Ekologie rašelinišť (Hájek), Biologie a ekologie mechorostů (Mikulášková), Biologie a ekologie lišejníků (Košuthová), Vybrané problémy z ekologie, Paleoekologické metody, Příroda ve čtvrtohorách, Právo a státní správa v ochraně přírody

Ekologie člověka v kvartéru  
(Ivanov)

# Ekologie na Masarykově Univerzitě

Fakulta sociálních studií

Obecná ekologie a ekologie krajiny

Ekologie krajiny

Sociální a ekologická ekonomie → *sociologie, ekonomie*

Hlubinná ekologie → *psychologie, duchovno, filozofie*

## Pojem ekologie ve veřejném prostoru

*býk odchovaný na ekologických pastvinách*

*ekologicky šetrný výrobek*

*ekologický terorismus*

*Jak stavět ekologicky úsporně?*

*ekologický postřík na mšice, ekologický prací prostředek, ekologické fixy*

*Ekologie = sběr odpadků na ulici, třídění odpadu*

**Proč to zmatení pojmů?**

## Pojem ekolog ve slovníku

Ekolog samostatně a kompetentně metodicky řídí plnění všech povinností vyplývajících z právních a interních předpisů organizace. Koordinuje činnosti v oblasti ochrany životního prostředí a dohlíží na efektivnost využívání zdrojů. Podílí se také na tvorbě strategie a politiky organizace s důrazem na ekologickou stránku.

# Výsledky oboru ekologie jako varování pro lidstvo

Ekologové – vědci stojící u zrodu ochrany přírody:

*The Nature Conservancy NGO*  
*Ecological Society of America*

Victor Ernest Shelford

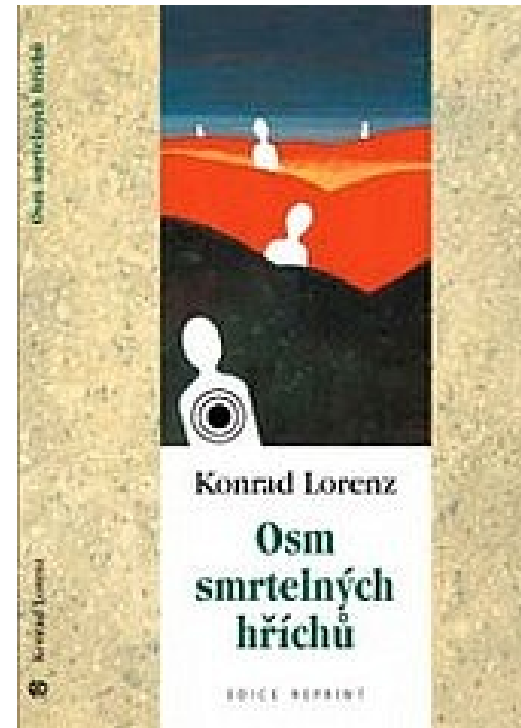


Aldo Leopold



Eugene Odum

## Nobelova cena 1973 za fyziologii a lékařství



### Osm hříchů civilizace podle Konrada Lorenze

1. přelidnění
2. ničení životního prostředí
3. závod člověka se sebou samým
4. citová deprivace
5. genetický úpadek
6. rozchod s tradicí
7. poddajnost k doktrínám
8. atomové zbraně

1968

Ekolog *Garrett Hardin* napsal dodnes velmi vlivnou esej ***Tragedy of the Commons*** (tragédie obecní pastviny / tragédie občiny)

Při sdílení jednoho zdroje (zde obecní pastvina; analogií mohou být třeba mezinárodní vody a rybolov, zemědělské družstvo nebo celá Země) se jednotlivci při jeho využívání snaží maximalizovat svůj osobní užitek\*. Rozdělení nákladů a výnosů je nerovné: výnosy sklízí pastevec, který zvětšuje své stádo, kdežto náklady nesou všichni pastevci dohromady. Jako racionální chování všech pastevců se jeví to, které vede k neustálému zvětšování stáda, výsledkem je exploatace zdrojů a zničení pastviny.

\* Odpovídá to hypotéze „sobeckého genu“, formulované až v roce 1976



## Ale nejen oboru ekologie – na stejné lodi se ocitla i geochemie a klimatologie



1896

**Svante Arrhenius**, švédský fyzik a chemik, už v roce 1896 ukázal, že koncentrace  $\text{CO}_2$  v ovzduší kauzálně ovlivňuje teplotu Země a jako první předpověděl, že se Země bude vlivem spalování fosilních paliv (tehdy bylo v počátcích!) oteplovat.

Výpočty Arrhenia pak přímými měřeními potvrdil americký chemik a klimatolog **Charles David Keeling** v 60. letech 20. století, a až pak se toto téma dostalo do povědomí globální ekologie.



## Ale nejen oboru ekologie – na stejné lodi se ocitla i geochemie a klimatologie

To, že spalování fosilních paliv povede k nárůstu globální teploty, tedy věděl už S. Arrhenius v roce 1896.

Na přelomu 70.-80. let 20. století už dokonce existovaly klimatické modely, které se dnes ukazují jako neuvěřitelně přesné: modelování platily ropné společnosti (ExxonMobil), ale z pro ně pochopitelných důvodů je nepublikovaly.

Dnes vlastně slouží jako validace toho, že jsou tyto klimatické modely, byť vytvořené jednoduše jako před 40 lety, velmi přesné.

REVIEW | CLIMATE PROJECTION



### Assessing ExxonMobil's global warming projections

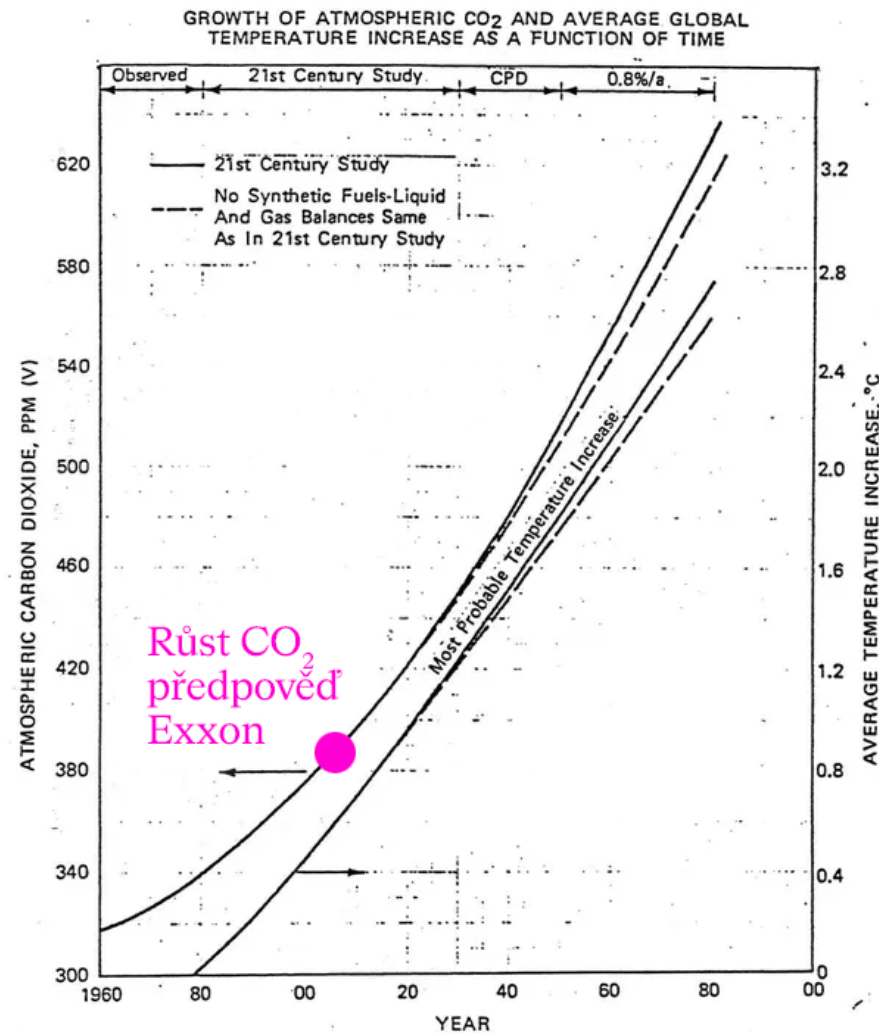
G. SUPRAN, S. RAHMSTORF, AND N. ORESKES [Authors Info & Affiliations](#)

SCIENCE • 13 Jan 2023 • Vol 379, Issue 6628 • DOI: 10.1126/science.abk0063

Supran et al. 2023 *Science*

K fosilním palivům a oteplování se za chvíli vrátíme.

## Předpověď Exxonu z roku 1982 o vývoji emisí CO<sub>2</sub> a globální teploty



Exxon's private prediction of the future growth of carbon dioxide levels (left axis) and global temperature relative to 1982 (right axis). Elsewhere in its report, Exxon noted that the most widely accepted science at the time indicated that doubling carbon dioxide levels would cause a global warming of 3°C. Illustration: 1982 Exxon internal briefing document

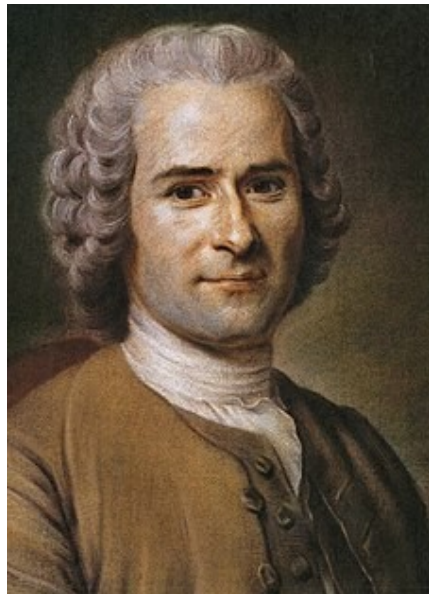
animace grafu: Vojtěch Pecka, a2larm.cz

# Člověk proti přírodě? Nebo její součást?

První ochrana přírody se zaměřovala na divočinu – území bez lidského vlivu; velký důraz na lesy.

Navazovala tak na **romantismus**, který člověka a přírodu stavil do protikladu; věda ale ještě nic nevěděla o (bezlesých) glaciálech, disturbancích, sukcesi apod.

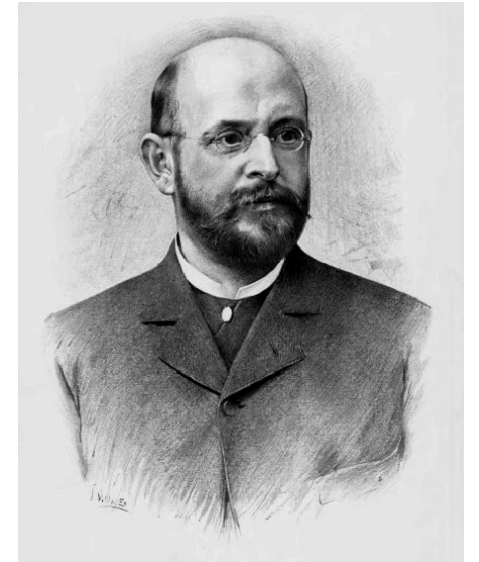
Romantici popisují přírodu jako lesnatou divočinu, bez jakékoli role člověka; toto příchodem člověka zaniká (Alois Jirásek – pověst o praotci Čechovi).



**Jean-Jacques Rousseau,**  
1712-1778  
současník Linného



**William Blake**  
1757-1827  
striktně odděloval člověka  
od přírody



**Alois Jirásek, 1894**

*... Ohromné pralesy se černaly po horách na pomezí a ze svahů těch hor táhly se širošířými pruhy na míle hluboko do země. I tam, uvnitř, rozkládaly se pouště starých, temných hvozdů .....*

Jak to ale bylo? Co dnes víme?

První hominoidi na africké savaně (před 8 miliony lety)



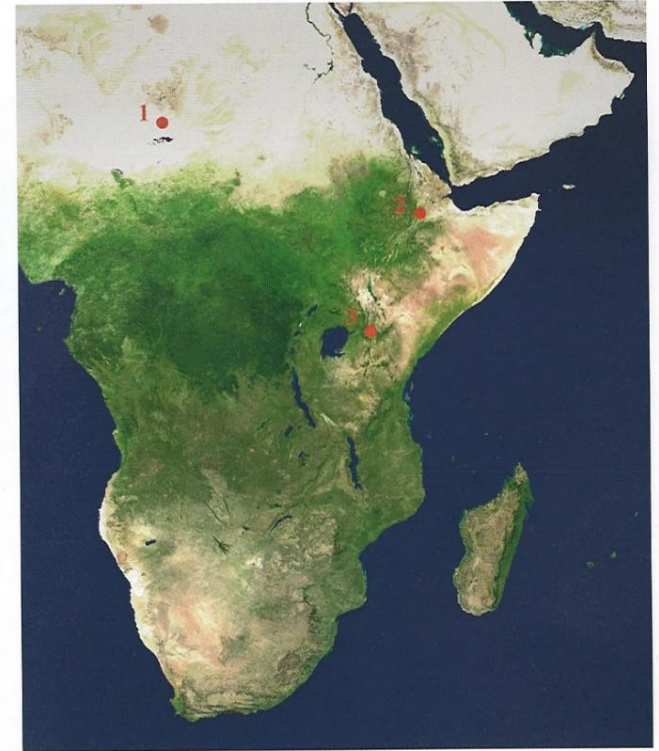
Miliony let trvající koevoluce člověka, jeho kořisti a predátorů a savany jako biomu.



Obr. IX. 7 *Sahelanthropus tchadensis*, lebka. (Kresba PD)



Obr. IX. 8 *Sahelanthropus tchadensis*, rekonstrukce obličeje. (Kresba PD)

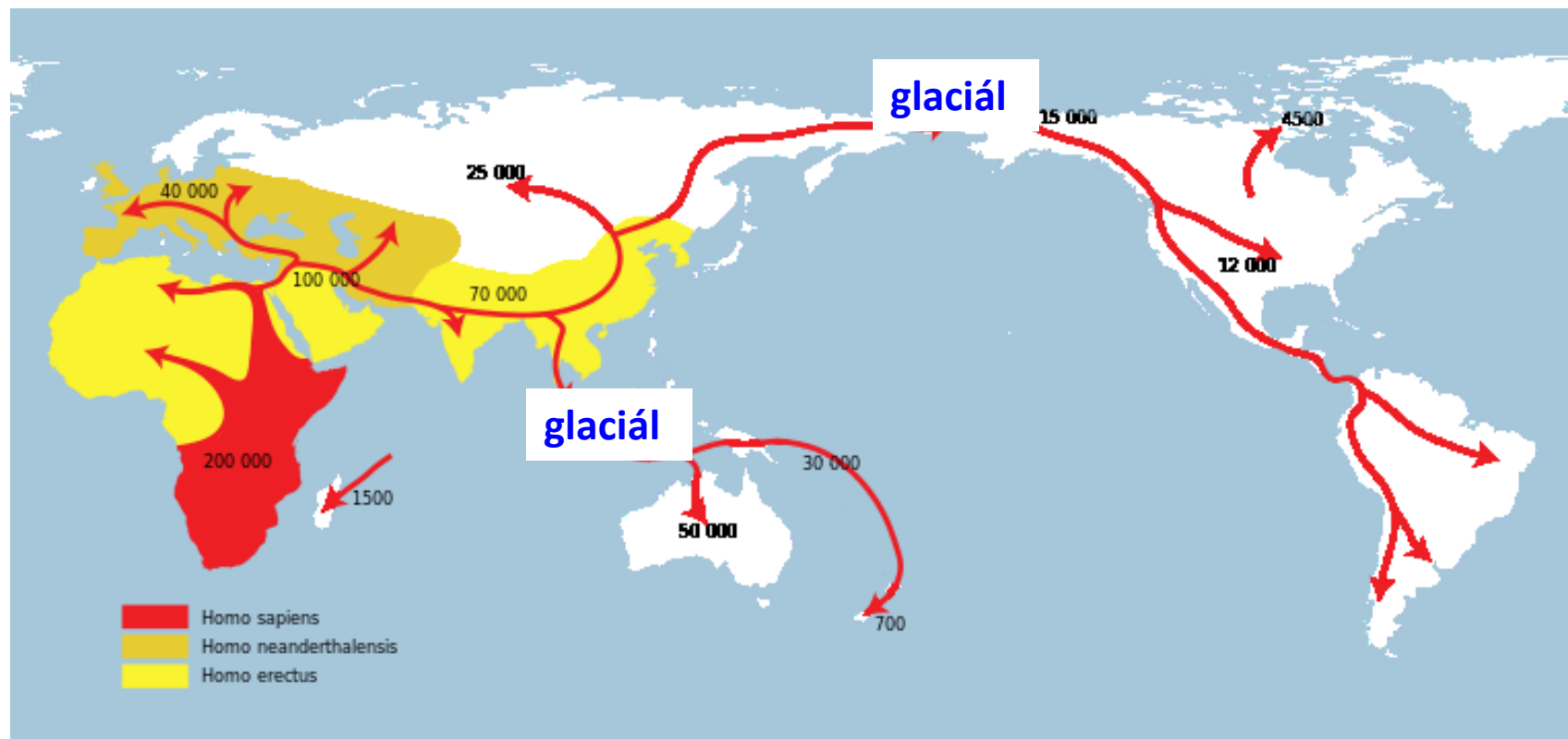




*Homo erectus*: před ca 2 miliony let, savana; už migroval do světa



*Homo sapiens*: před ca 200.000 lety, rovněž savana; postupná kolonizace světa **během posledního glaciálu**, naposled Amerika (průchozí Beringie): vyhubení herbivorů (absence vzájemné koevoluce; vlastně biologická invaze)



tzv. *savanové dědictví* v psychologii

**Vliv člověka na ekosystémy od jeho vzpřímení do mezolitu (střední doby kamenné): lovec-sběrač,** vytváří bezlesé biomy a parkovité krajiny na pomezí travinných ekosystémů a lesa: má podobný vliv jako herbivoři nebo oheň – nadto herbivorii a požáry podporuje. Součást ekosystému (ekosystémový inženýr).

Po expanzi do Eurasie se díky savanovému dědictví člověk pohybuje v podobných krajinách: savana (Indie), lesostep, případně stepotundra a lesotundra (glaciální maximum – lovci mamutů). Svými aktivitami naučenými ze savany podporuje bezlesé travinné biomy a parkovou lesostepní krajinu s bohatstvím ekotonů: tam, kde zásobník (*pool*) bezlesých druhů větší než zásobník lesních druhů, **má pozitivní vliv na regionální diverzitu**. Je opět integrální součástí ekosystému, tentokrát stepi / lesostepi. Ale občas asi něco vyhubil (? mamuty; herbivory Ameriky), což se invaznímu predátoru stát může.

**Neolit:** mladší doba kamenná: první zemědělci, migrace, další výměna druhů (u nás archeofyty), potlačování expanzivního lesa: vliv na diverzitu u nás spíše pozitivní; cykly živin stále nemění, možná jen živiny mírně redistribuuje (ale to dělá herbivor taky).

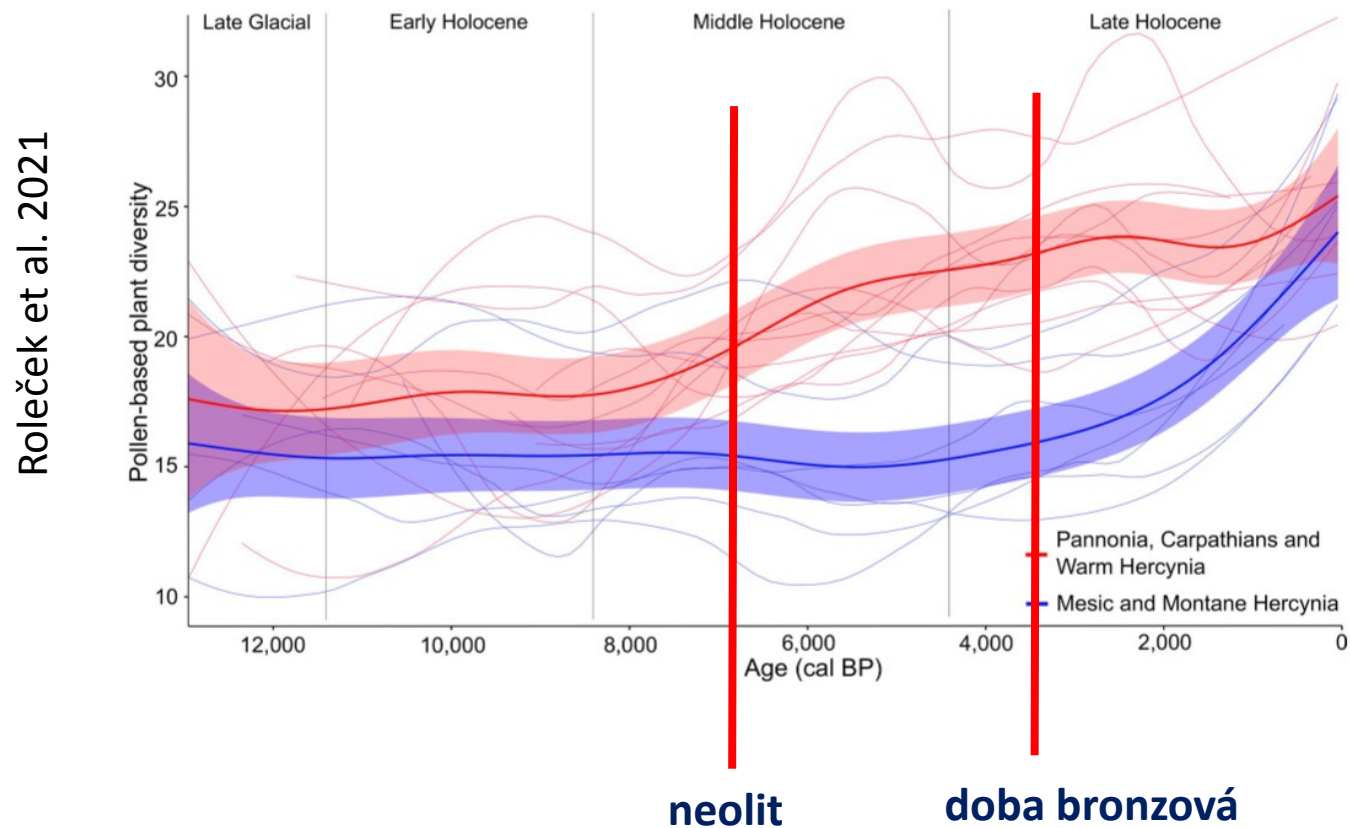


## Od doby bronzové po průmyslovou revoluci

Člověk stále nemění biogeochemické cykly globálně, i když lokální a regionální redistribuce živin jsou výraznější a nesou trvalé následky; **dodnes podle živin poznáme sídla z doby bronzové**; ale redistribuovat a místně hromadit živiny umí i např. tučňák, papuchalk, racek nebo netopýr. Objevují se známky eroze (odlesňování hor: ale odlesňovat umí i slon, medvěd, zubr nebo aktivně pyrofilní druh), hydrologické změny (ale ty umí i bobr), acidifikace spojená s lokálním poklesem diverzity (tzv. *lužická katastrofa* – role člověka je nejasná; ale acidifikaci umí i smrk, borovice nebo mravenec). **Člověk je tedy jeden z ekosystémových inženýrů.**

Diverzita, která se zvyšuje od konce doby ledové, ale stále roste nebo se nemění – alespoň co víme u nás z pylových dat

Kde se to zlomilo?

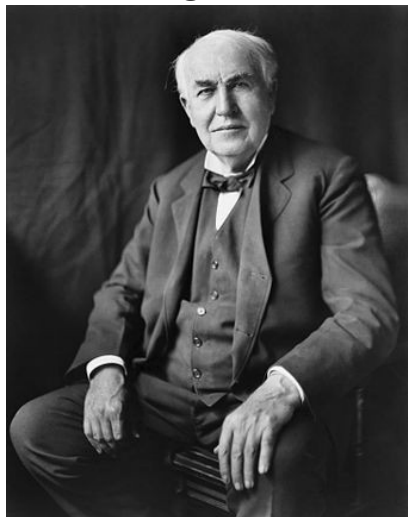


# Průmyslová (industriální) éra: ca od let 1750 – 1850

K těmto letem se odkazují i kritéria IUCN červených seznamů!

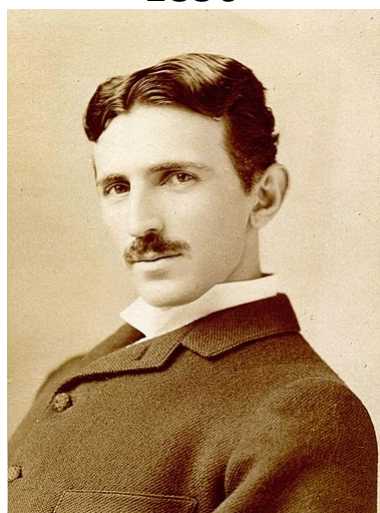
**industriální éra** = využívání fosilních paliv: umožnila obdělání více půdy, lepší transport potravin, hnojiv, surovin, materiálů, léčiv, odpadů; méně lidí se věnuje zemědělství a víc lidí technice, vědě a lékařství: lepší dostupnost lékařské péče, menší dětská úmrtnost, delší dožití, roste populace lidí (výrazněji až od poloviny 20. století). **Z humanistického pohledu jde o pozitivní vývoj.**

\* 1847



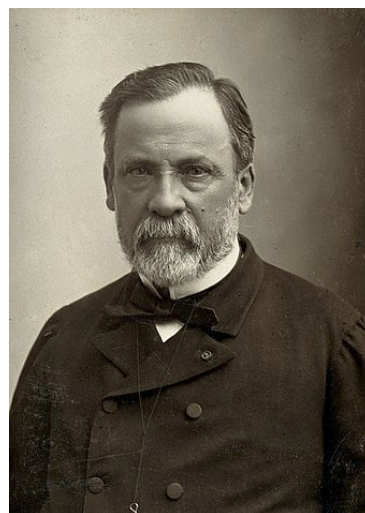
Thomas Alva Edison\*

\* 1856



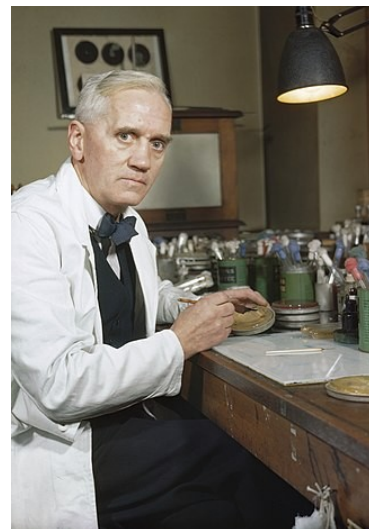
Nicola Tesla

\* 1822



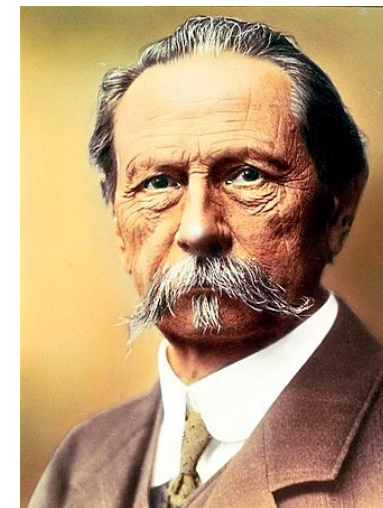
Louis Pasteur

\* 1881



Alexander Fleming

\* 1844



Karl Benz

*\* Tisíc vynálezů udělalo krach / hvězdy nevyšinuly se z věčných drah / ..... / tisíc vynálezů jde k nám za sezónu / jenom jeden z nich však byl ten Edisonův*

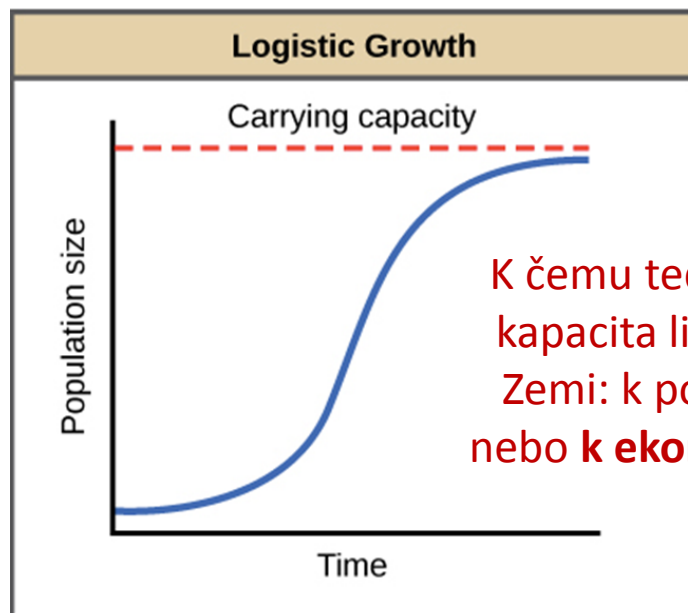
*V. Nezval, Edison, 1927*

**Populace začíná růst a bohatne, z humanistického pohledu jde pozitivní vývoj.** Ale zatím jen v Evropě. K prudkému exponenciálnímu růstu začíná docházet v polovině 20.století, kdy se přidává USA, Japonsko a další oblasti světa (Indie, Čína).

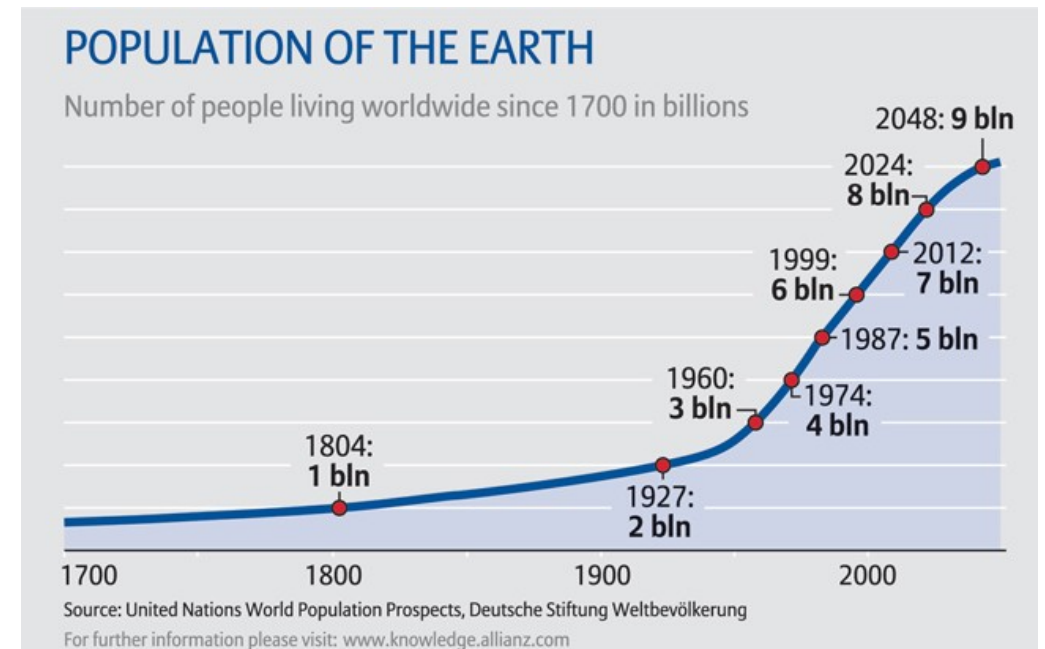
## Uživí planeta tolik lidí?

Lidstvo se dostalo ke zdrojům, které do té doby nehrály v globálních ekosystémech roli: **fosilní paliva, suroviny** (technologie, hnojiva, léčiva). Díky této **dodatkové energii** efektivně využívá přírodní zdroje a získává kompetiční výhodu and jinými druhy. Nosnou kapacitu prostředí (K) využívá člověk na úkor jiných druhů (je to K-stratég). Vyčerpání a znehodnocení zdrojů (potrava, voda) řeší technologicky a tím oddaluje dosažení K (vzpomeňte, jak po dosažení K dopadne populace hraboše). Zároveň ale zvyšuje nároky na materiální kvalitu života, zejména v bohatších částech světa. **Nosná kapacita prostředí (K) je v bohatých zemích nižší než v chudších zemích:** nepředstavuje jen K nutnou pro přežití a reprodukci, ale i způsob a „kvalitu“ života. Populační růst se proto v bohatých zemích již zastavil.

To vše se zákonitě děje za cenu rychlé **destrukce předindustriálních ekosystémů** a jejich nahrazování novými, jinak fungujícími a druhově chudšími systémy.



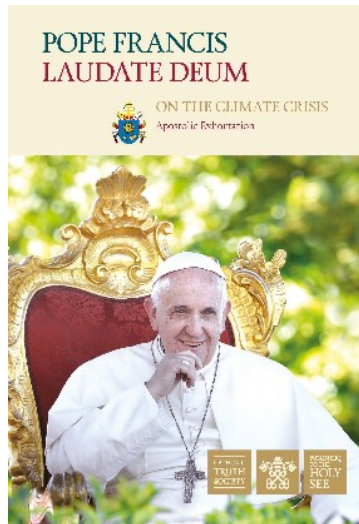
K čemu tedy vztahuje nosná kapacita lidské populace na Zemi: k populačnímu růstu nebo k ekonomickému růstu?



# dodatková energie z fosilních zdrojů, zvyšování nároků na život (styl života), technokratické paradigma a krize hodnot

Je tedy problém přelidnění Země nebo větší nároky populace? To je jedno: **nejde až tak o to, kolik nás je, ale kolik zdrojů vyčerpáme a kolik zplodin vytvoříme** (jestli na uživení 12 dětí, nebo na každoroční letecké dovolené či nákupní mánie).

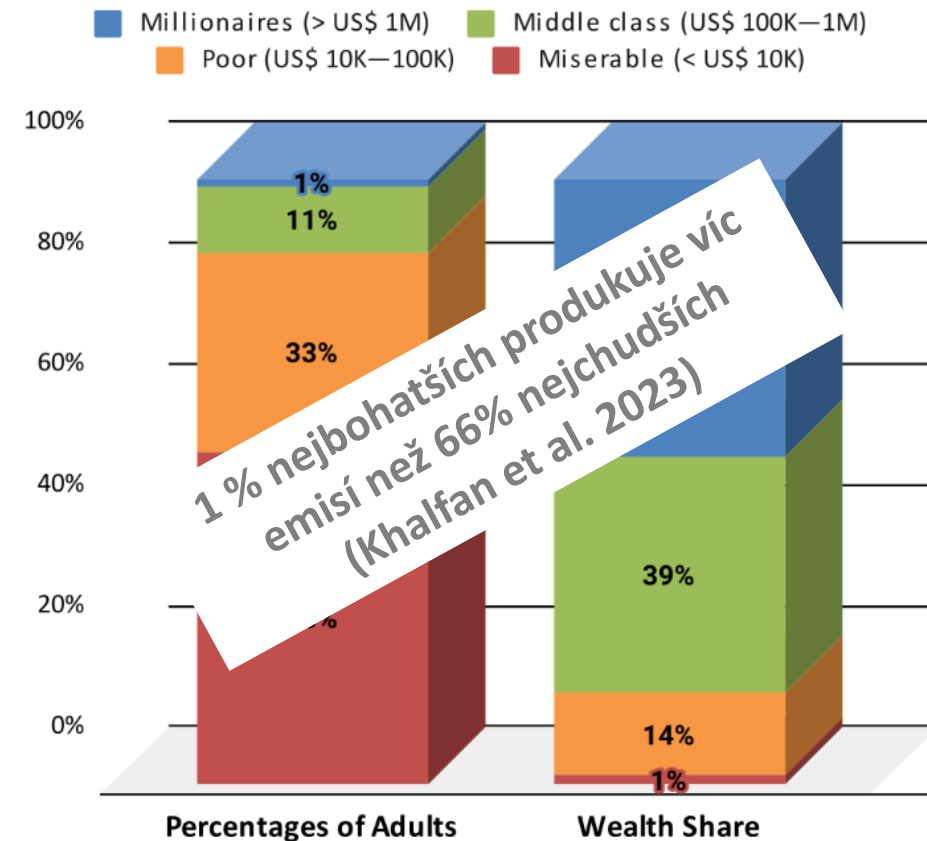
Technokratické paradigma: pojem zpopularizovaný papežem Františkem I. v encyklice *Laudato Si* (2015) a apoštolské exhortaci *Laudate Deum* (2023).



Co tím myslí?

„co největší zisk s co nejmenšími náklady v co nejkratším čase, pro který je *nelidská realita* (tj. příroda) jen pouhým zdrojem“.

Global Wealth Distribution 2020 (Property)



Rozevřené nůžky mezi bohatým a chudým světem: jako naše „střední a vyšší třída“ žije jen 12% lidstva.

# dodatková energie z fosilních zdrojů, zvyšování nároků na život (styl života), technokratické paradigma a krize hodnot

„Globální krizi zažíváme, protože *že nelidská realita je jen pouhým zdrojem*“: říká papež František, a říká vlastně jinými slovy úplně stejnou věc jako tento článek v prestižním vědeckém časopise *Nature*:

[nature](#) > [articles](#) > [article](#)

Article | [Open access](#) | [Published: 09 August 2023](#)

## Diverse values of nature for sustainability

[Unai Pascual](#) , [Patricia Balvanera](#), [Christopher B. Anderson](#), [Rebecca Chaplin-Kramer](#), [Michael Christie](#), [David González-Jiménez](#), [Adrian Martin](#), [Christopher M. Raymond](#), [Mette Termansen](#), [Arild Vatn](#), [Simone Athayde](#), [Brigitte Baptiste](#), [David N. Barton](#), [Sander Jacobs](#), [Eszter Kelemen](#), [Ritesh Kumar](#), [Elena Lazos](#), [Tuyeni H. Mwampamba](#), [Barbara Nakangu](#), [Patrick O'Farrell](#), [Suneetha M. Subramanian](#), [Meine van Noordwijk](#), [SoEun Ahn](#), [Sacha Amaruzaman](#), ... [Eglee Zent](#) [+ Show authors](#)

*Nature* **620**, 813–823 (2023) | [Cite this article](#)

Pascual et al. 2023 *Nature*

*Přetrvávají bariéry k tomu, abychom inkorporovali hodnoty přírody do rozhodování.*

*Podceňování hodnot přírody vede k environmentální krizi, kterou prožíváme.*

Věda i víra se tedy shodnou na tom, že jednou z příčin stavu, ve kterém se nacházíme, je

# krize hodnot

# **dodatková energie z fosilních zdrojů, zvyšování nároků na život (styl života), technokratické paradigma a krize hodnot**

Takto masové náhlé využívání dodatečné energie má v historii Země analogii: před 0,5 mld let objevily mořské sinice schopnost fotosyntézy, zažily díky tomu rozmach, ale do atmosféry se dostalo obrovské množství kyslíku, který nic neodčerpávalo (*Great Oxidation Event*), ten byl toxický pro řadu organismů a navíc reagoval s metanem, čímž klesla koncentrace metanu v atmosféře a nastalo prudké ochlazení.

Dnes se tedy děje něco podobného, ale v atmosféře přibývá oxid uhličitý, který vede k oteplení. Chová se člověk jako sinice? (i pro ni byla, řečeno s Františkem I., *nesinicová realita* jen pouhým zdrojem). Choval by se tak jakýkoli druh, kdyby objevil **dodatkovou energii**?

Dodatková energie (*excess energy, extra-metabolic energy*) z fosilních zdrojů nám tedy sice pomáhá exploatovat přírodní zdroje; zároveň ale tvoří zplodiny a vzniká i víc zplodin metabolismu“ - **vzpomeňme na princip samozředování populace vlastními zplodinami!**

**Humanitární krize:** vzpomeňme na vztah **kompetice a dostupnosti zdrojů:** kompetice je největší při nejmenších (boj o přežití; ale zároveň je častá facilitace: viz *stress gradient hypothesis*) a největších dostupnostech (prosazování C-stratégů a efektivní využívání K). Intraspecifická interferenční kompetice u člověka = války; intraspecifická exploatační kompetice = rozevírání nůžek bohatství a chudoby (je stále více asymetrická).

Tento mix tvoří velmi propletený systém problémů a krizí, kterým čelíme.



# exponenciální populační růst a zvyšování nároků na život (krize hodnot)

fosilní org. C: narušené biogeochemické cykly

více C, P, N, S v koloběhu; jinak rozmístěné na Zemi

Destrukce přirozených ekosystémů

Všech, nejen lesních! Přímé ničení, změny fungování, rozpad biotických interakcí, úbytek biodiverzity.

negativní vliv na přirozené ekosystémy (acidifikace, eutrofizace)

zpětná vazba !

narušená funkce v biogeochemických cyklech

odpady a kontaminanty: (1) zplodiny (exhalace) a úniky z nadbytku (hnojiva); katastrofy; (2) genetická kontaminace

plýtvání zdroji; znehodnocení zdrojů

přímé ohrožení jedinců, lidské populace nebo subpopulací

ekologická krize  
(rozpad evolucí ustálených biotických interakcí)

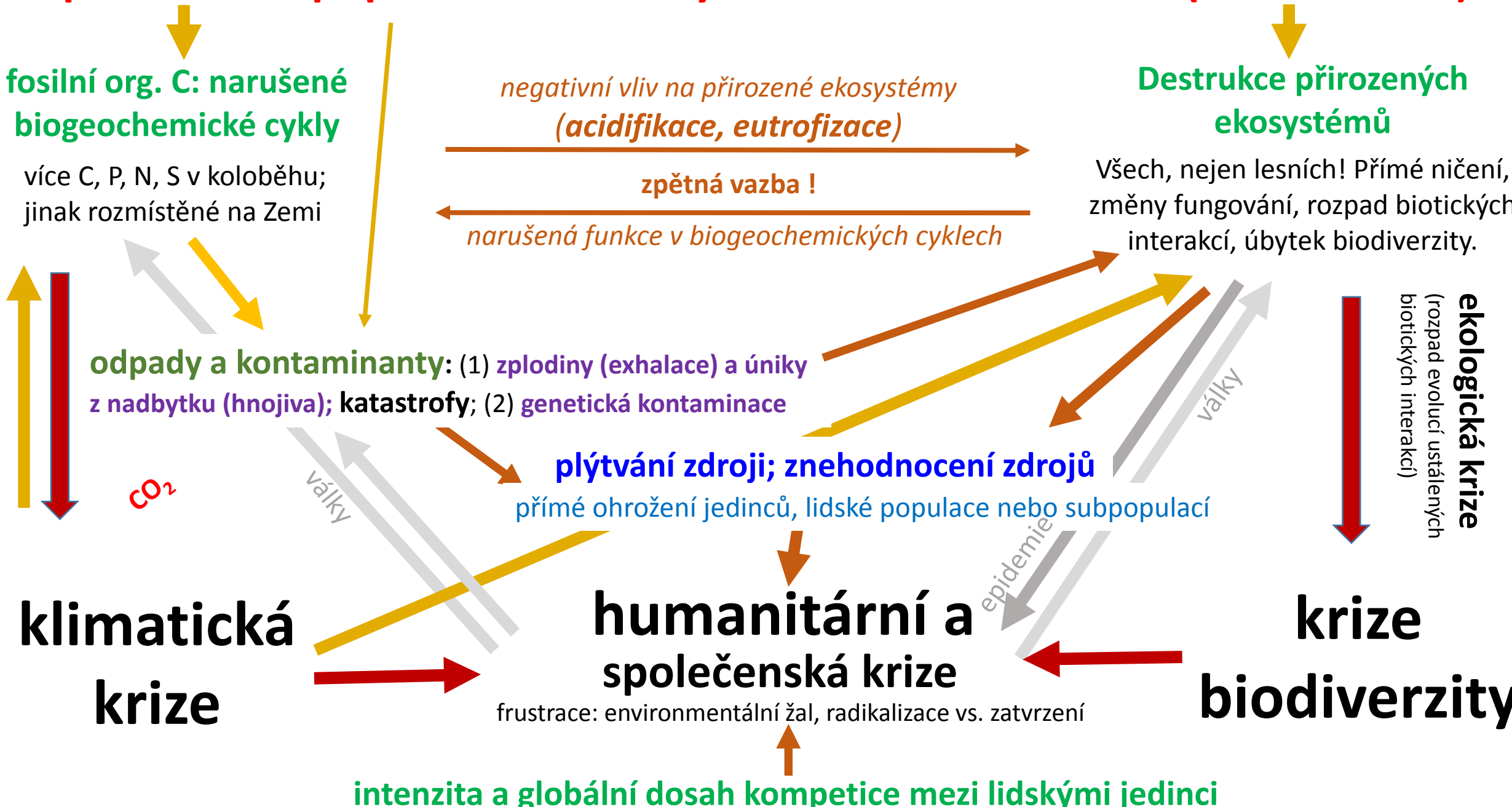
klimatická krize

humanitární a společenská krize

frustrace: environmentální žal, radikalizace vs. zatvrzení

krize biodiverzity

intenzita a globální dosah kompetice mezi lidskými jedinci



**Destrukce přirozených ekosystémů** je sice zapříčiněna zčásti změněnými biogeochemickými cykly díky využívání dodatečné energie člověkem (spalování fosilních paliv), ale sama o sobě se na negativních globálních změnách podílí a zhoršuje je; navíc vede ke krizi biodiverzity.

**destrukce:** zničení, rozpad

**deteriorace:** zhoršení stavu (narušení fungování nebo diverzity), u nás se někdy používá pojem **degradace**.



**Život na naší planetě** shrnující popularizační dokument o úbytku přirozených ekosystémů a jeho dopadech

**environmentální krize:** potíže vyvolané přímo aktivitou člověka (spalování fosilních paliv, přeměna ekosystémů (vykácení / zalesnění; odvodnění, rozorání)

**ekologická krize:** konsekvence následně vyvolané rozpadem evolučně stabilizovaných biotických interakcí (expanze, invaze, populační gradace, extinkce kvůli zvýšené kompetici)

# Narušené biogeochemické cykly – viz přednáška *Ekosystémy*

**fosilní a subfosilní organický uhlík**  
(ropa, zemní plyn, uhlí, rašelina)

**těžba a zpracování surovin (vápennec, fosfáty)**

**Haber-Boschova reakce (vzdušný N)**

**výroba cementu**

**eutrofizace**

**spalování fosilních paliv**

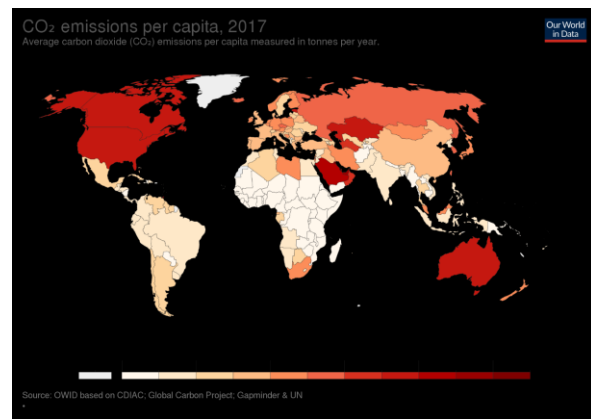
**syntéza organických látek**

## deteriorace ekosystémů

zánik ekosystémů poutajících nebo vázajících uhlík (rašeliniště, pralesy, pralouky, pěnovce) nebo jejich narušení tak, že se stávají emitory uhlíku (rozklad organických látek): **odvodněná rašeliniště** světově emitují 5% oxidu uhličitého; například v Německu 7% (99% emisí ze zemědělsky využívané půdy; 35% všech emisí ze zemědělství).

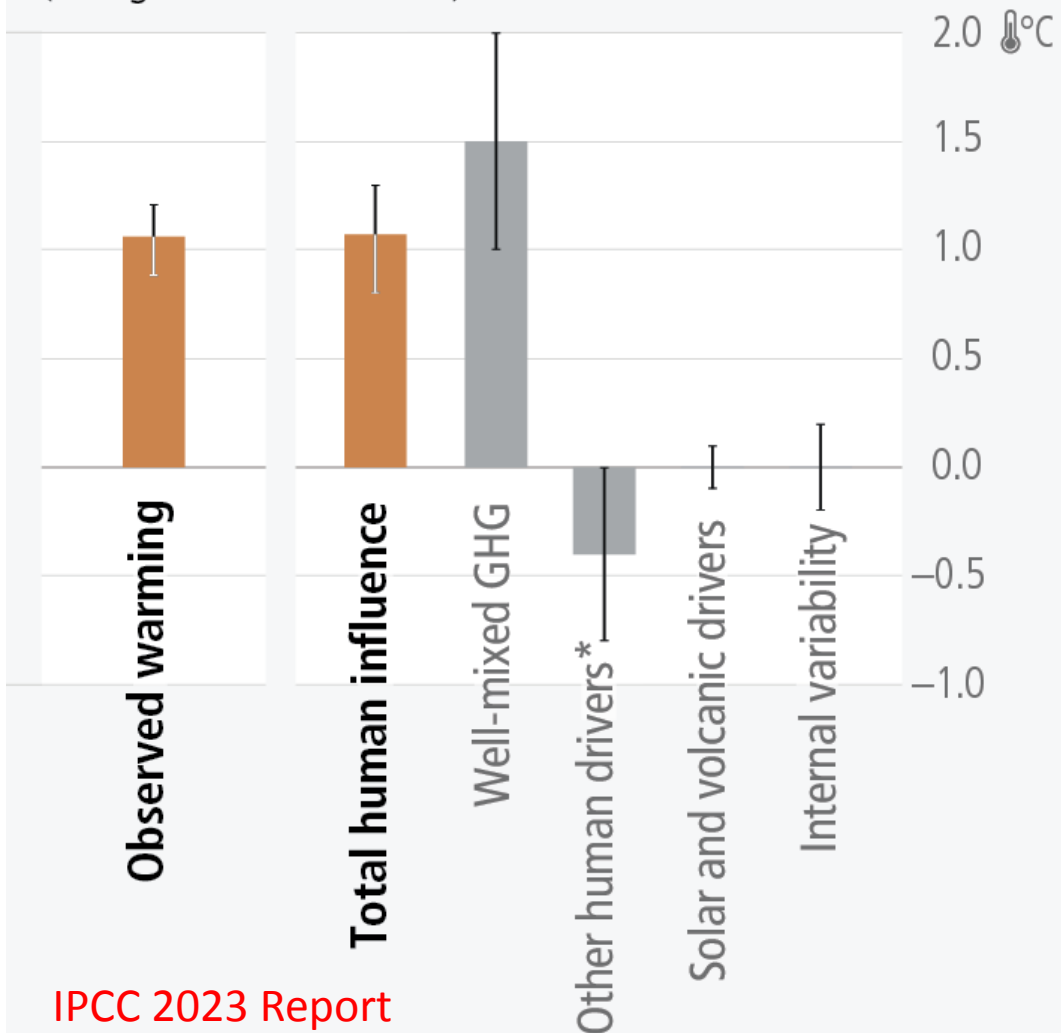
**víc CO<sub>2</sub> v atmosféře:**  
**skleníkový efekt –**  
**klimatické změny**

**znečištění toxickými látkami: pro člověka i pro ekosystémy**



## d) Humans are responsible

Observed warming is driven by emissions from human activities with GHG warming partly masked by aerosol cooling 2010–2019 (change from 1850–1900)



IPCC 2023 Report

ipcc

REPORTS SYNTHESIS REPORT WORKING GROUPS ACTIVITIES NEWS

FOLLOW SHARE

CALENDAR

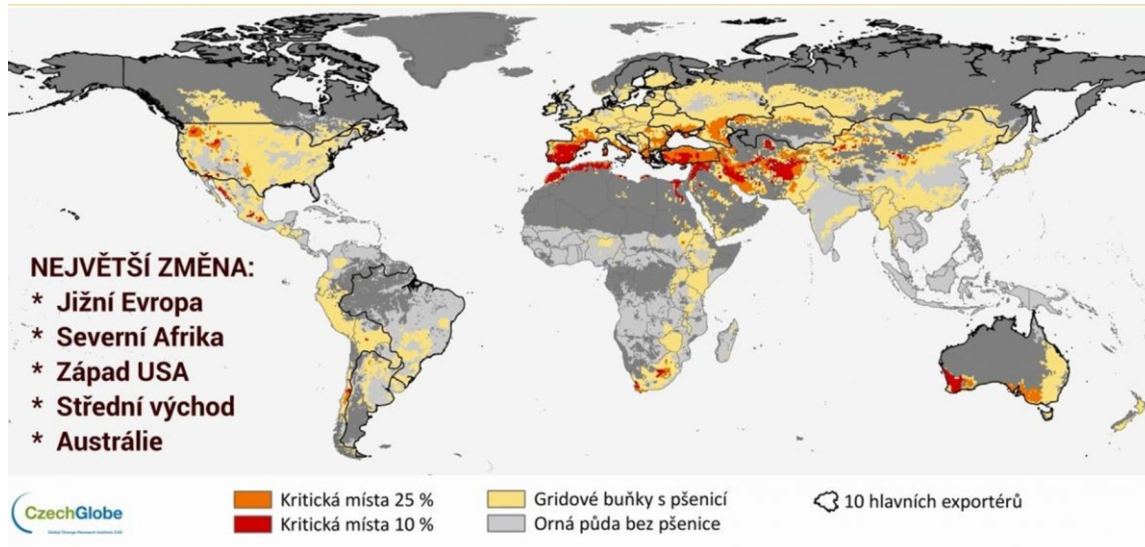
## The Intergovernmental Panel on Climate Change

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing the science related to climate change.

\* proč jsou *other human drivers* negativní? Zahrnují aerosoly (znečišťující látky), které jdou proti efektu oteplování (maskují jej).

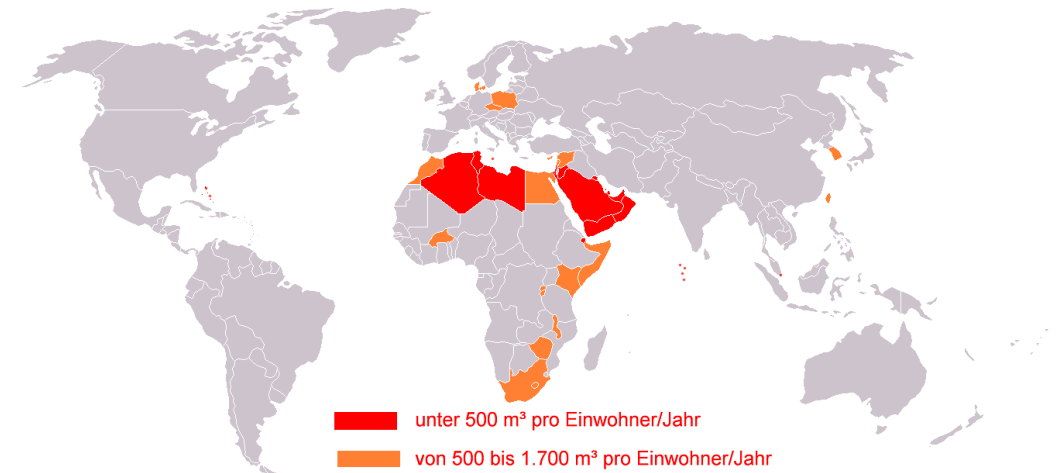
Lamboll et al. (2023, *Nature*): **abychom udrželi oteplování pod 1,5 °C, můžeme od ledna 2023 uvolnit z fosilních paliv už jen 250 GtCO<sub>2</sub> (jen šestiletý úhrn současných emisí)!**

# Důsledky změn klimatu



**riziko sucha: na 60% plochy pěstování pšenice**

**státy s nejmenšími zásobami obnovitelné sladké vody v m<sup>3</sup> na obyvatele za rok. červeně: pod 500 m<sup>3</sup> na obyvatele za rok  
oranžově: 500–1700 m<sup>3</sup> na obyvatele za rok.**



1. letalita pro člověka
  2. sucho, související neúroda
  3. extrémní počasí (povodně, bouřky)
  4. zvednutí hladiny oceánů (Nizozemí, tichomořské ostrovy)
  5. šíření tropických chorob
  6. šíření invazních druhů včetně škůdců
  7. dopad na biodiverzitu: populace se nestihnou adaptovat; fatální změny prostředí (koráli); rozpad biotických interakcí
- } intenzivnější migrace lidí na sever a s tím související společenské problémy

# The Intergovernmental Panel on Climate Change

The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing the science related to climate change.

## c) Observed impacts and related losses and damages of climate change

		Global	Africa	Asia	Australasia	Central & South America	Europe	North America	Small Islands
HUMAN SYSTEMS	Water availability and food production	Physical water availability	***	**	***	***	***	***	***
		Agriculture/crop production	***	***	***	***	***	***	***
	Health and wellbeing	Animal and livestock health and productivity	***	*	*	***	***	***	***
		Fisheries yields and aquaculture production	***	**	**	***	***	***	***
		Infectious diseases	***	***	***	***	***	***	***
Cities, settlements and infrastructure	Heat, malnutrition and harm from wildfire	***	***	***	***	***	***	***	
	Mental health	***	-	***	**	/	***	***	
	Displacement	***	***	***	/	**	*	***	
	Inland flooding and associated damages	***	***	*	*	**	**	***	
ECOSYSTEMS	Flood/storm induced damages in coastal areas	***	***	***	***	*	***	***	
	Damages to infrastructure	***	***	***	***	***	***	***	
	Damages to key economic sectors	***	***	***	***	***	***	***	
ECOSYSTEMS	Changes in ecosystem structure	***	***	***	***	***	***	***	
	Species range shifts	Terrestrial	***	***	*	***	***	***	***
		Freshwater	***	-	**	-	***	***	***
Ocean		***	***	***	***	***	***	***	
ECOSYSTEMS	Changes in seasonal timing (phenology)	Terrestrial	***	-	*	***	-	***	
	Freshwater	***	*	*	-	-	***	***	
	Ocean	***	*	**	*	*	***	***	

Dimension of Risk: Impact

Key

**Increased climate impacts**

**HUMAN SYSTEMS**

- Adverse impacts
- Adverse and positive impacts

**ECOSYSTEMS**

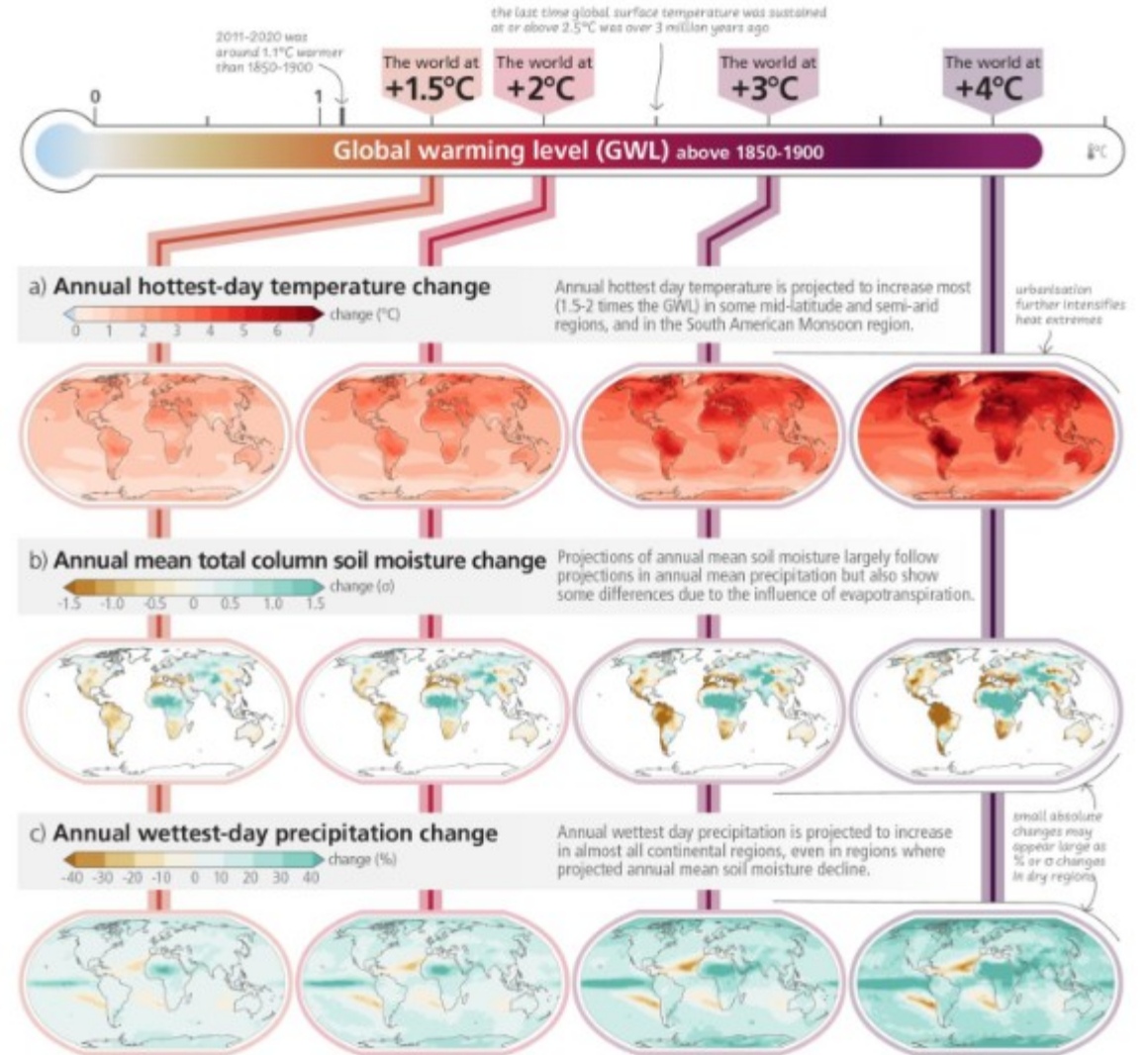
- Climate driven changes observed, no assessment of impact direction

**Confidence in attribution to climate change**

- \*\*\* High or very high
- \*\* Medium
- \* Low
- Evidence limited, insufficient
- / Not assessed

# Důsledky změn klimatu jsou podrobně popsány ve zprávách IPCC panelu (poslední je z roku 2023)

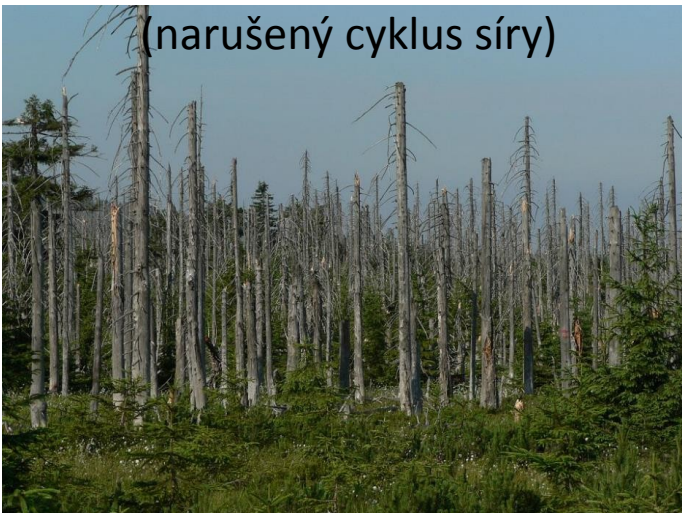
With every increment of global warming, regional changes in mean climate and extremes become more widespread and pronounced



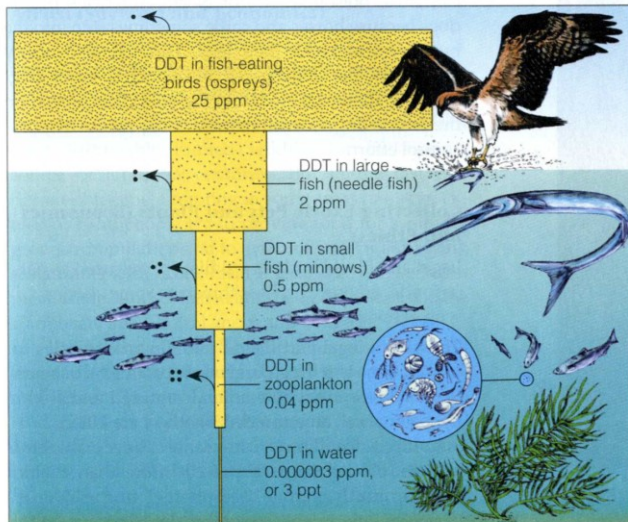
# Znečištění

amensalismus člověka vůči ostatním druhům, zdravotní důsledky a znehodnocení vlastních zdrojů

imisní holiny Jizerské hory  
(narušený cyklus síry)



Hromadění toxinů v potravních  
řetězcích (DDT, mikroplasty apod.)



Bečva 2020



## bioindikace

**odhad parametrů prostředí (včetně znečištění!)** podle výskytu, abundance, chování nebo chemického složení druhů (**bioindikátorů**) a jejich společenstev. Může být přesnější než přímé chemické měření, a lze použít i do minulosti (odumřelé, subfosilní a fosilní zbytky organismů: například i v paleoekologii a forenzní biologii).

**bioindikátor:** obecně druh používaný v bioindikaci

**sentinelový organismus:** organismus, který jako první reaguje na znečištění a předpovídá tak efekt na ostatní (kanárek v dole); někdy se tento pojem používá i pro bioindikátor, ve kterém stanovujeme množství polutantů, i když je fyziologicky toleruje (epifytický mech).

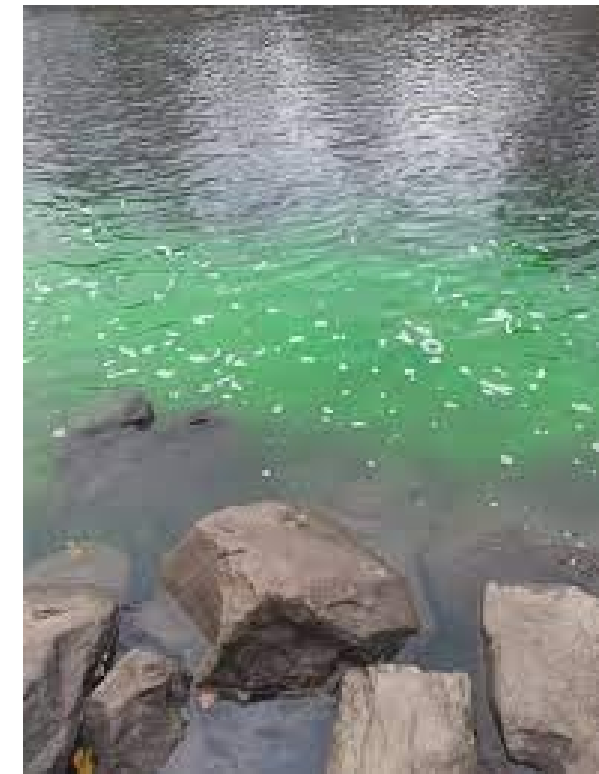




# biodikátor

## sentinelový organizmus

**fytometr:** rostlinný bioindikátor, který se používá pro indikaci množství a limitace zdrojů podle jeho růstu nebo obsahu látek v různých podmínkách. Jde o experimentální přístup k biodikaci: druh pěstujeme v terénu nebo v laboratoři v různých podmínkách, třeba při různém kompetičním tlaku (měříme jinak těžko číselně vyjádřitelnou kompetici!) nebo v různém typu půdy (měříme ne obsah živin v půdě, ale jejich přístupnost); výsledek nám přitom neovlivňují mezidruhové rozdíly.



**marker:** neškodná, snadno stopovatelná, látka, která se vpraví do ekosystému, a na jejím základě sledujeme pohyb látek organismem, prostředím, tok látek (tedy i případných polutantů) potravním řetězcem, procesy jejich akumulace apod.



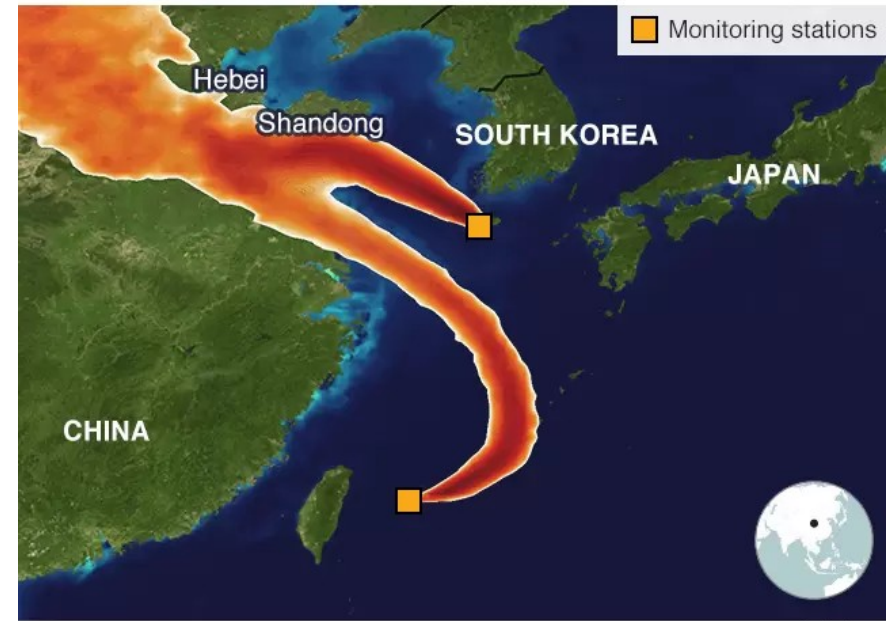
Indikace přístupnosti živin v lesní půdě pomocí ředkvičky jako fytometru (Axmanová et al. 2011 *Plant and Soil*)

# Znečištění jen zčásti související přímo s fosilním organickým uhlíkem

## Ztenčení ozonové vrstvy jako důsledek znečištění aerosoly

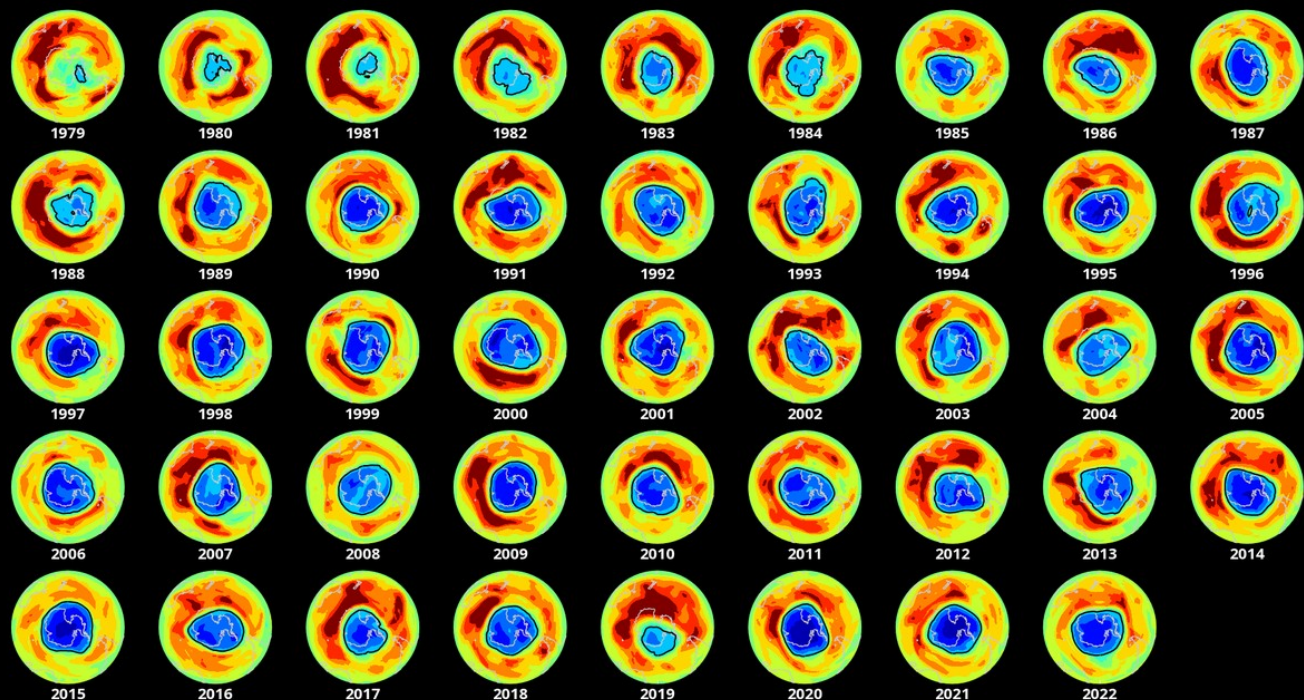
Díky přísné regulaci **freonů** utíkáme hrobníkovy z opaty.  
Ale vyhráno ještě není – ilegální továrny v Asii

### China CFC Emissions

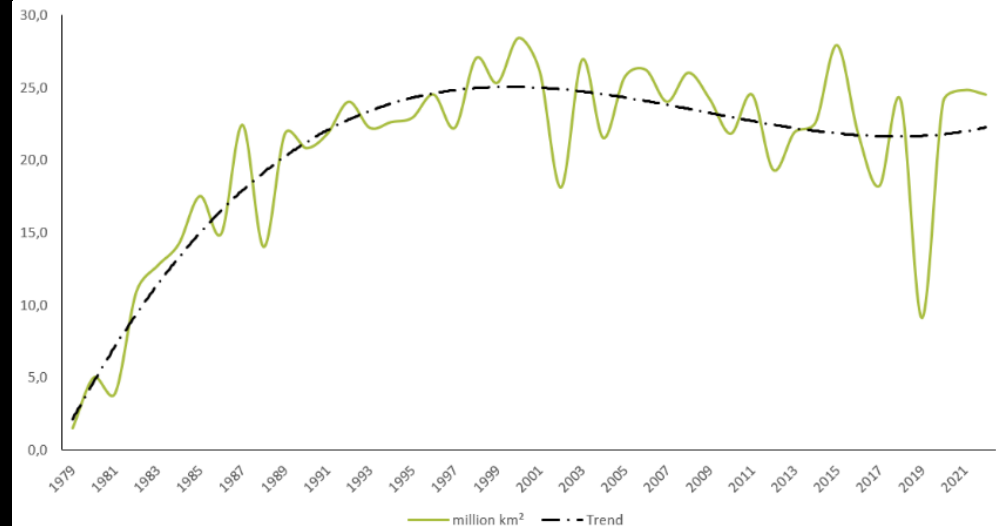


Source: University of Bristol

BBC



### Maximum yearly extent of the ozone hole



# Hormony (antikoncepce), léčiva a drogy (pervitin) ve vodě

Kvůli antikoncepci plavou v řekách oboupohlavní ryby. Kapka účinné látky by kontaminovala Lipno

Do řek se dostávají chemikálie z antikoncepce. Rybám škodí, mohou je i zabít

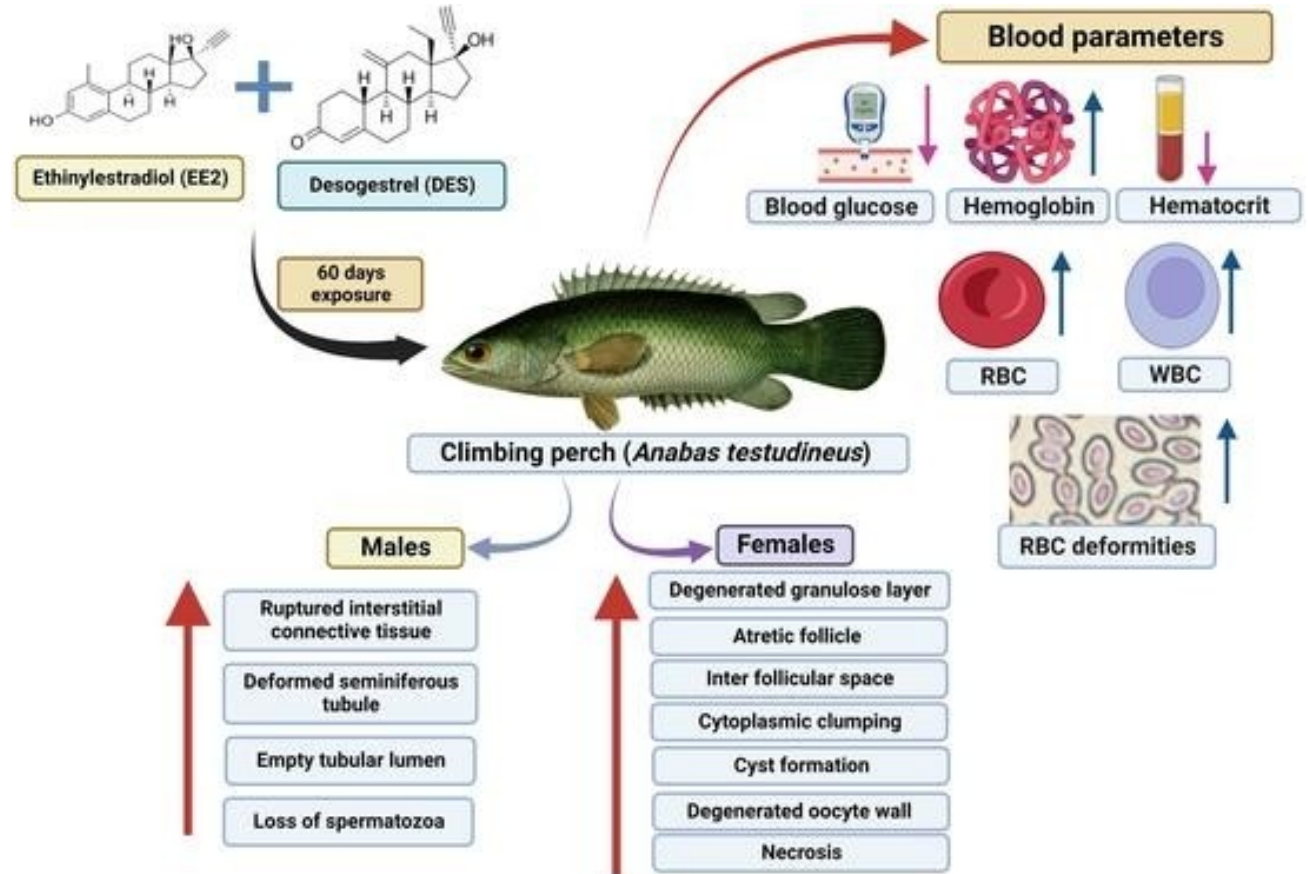
Pstruzi získají závislost na pervitinu v odpadních vodách, ukázal výzkum

© 12. července 2021 11:53

Závislost na drogách, konkrétně na pervitinu, není problémem jen mezi lidmi. Podle nejnovějšího výzkumu vědců z České zemědělské univerzity v Praze (ČZU) a Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích výrazně ovlivňuje i chování pstruhů, kteří dlouhodobě v kontaminované vodě žijí.



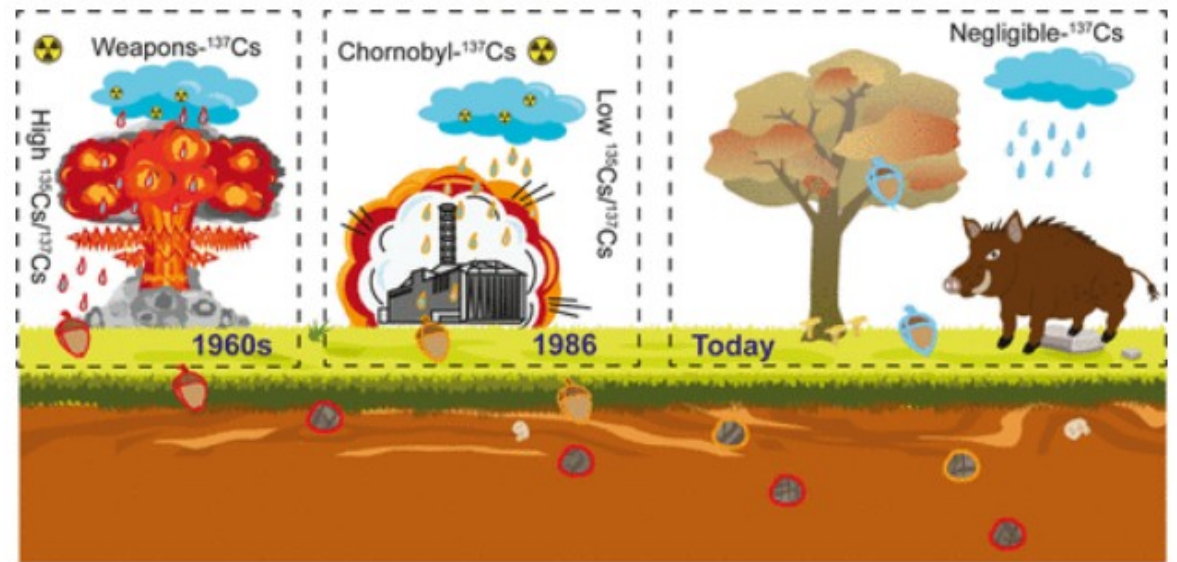
→ Sdílet článek ↓



Weerasinghe et al. 2022

# Znečištění související s jiným typem dodatkové energie

radioaktivita: **jaderné testy**, Černobyl, Fukušima



RETURN TO ISSUE | < PREV OCCURRENCE, FATE, AN... NEXT >

## Disproportionately High Contributions of 60 Year Old Weapons-<sup>137</sup>Cs Explain the Persistence of Radioactive Contamination in Bavarian Wild Boars

Felix Stäger, Dorian Zok, Anna-Katharina Schiller, Bin Feng\*, and Georg Steinhauser\*

Cite this: *Environ. Sci. Technol.* 2023, 57, 36, 13601–13611

Publication Date: August 30, 2023

<https://doi.org/10.1021/acs.est.3c03565>

Copyright © 2023 The Authors. Published by American Chemical Society. This publication is licensed under [CC-BY 4.0](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).

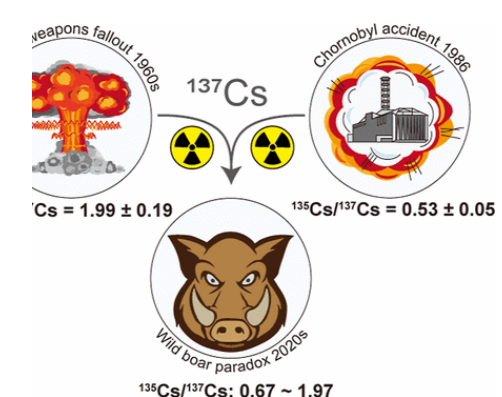
Article Views: **22646**  
Altmetric: **1611**  
Citations: **-**

[LEARN ABOUT THESE METRICS](#)

Share Add to Export  
[Share](#) [Add to](#) [Export](#)



Environmental Science & Technology

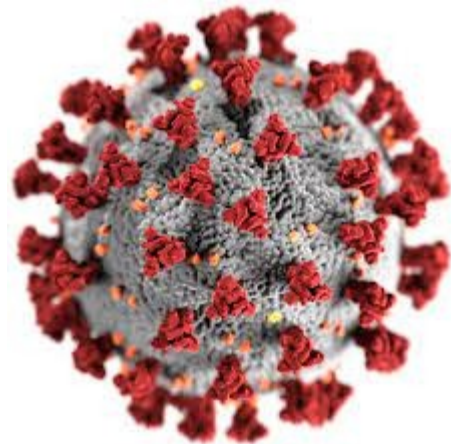


# Jiná znečištění (ale taky související s technologiemi – bez dodatkové energie by těžko byla)

## genetické znečištění

**Nepůvodní druhy (pěstované nebo zavlečené; šlechtění druhů a jejich chov na kontaktu s přírodními populacemi: losos, plodiny apod.):** hybridizací unikají nepůvodní geny do přirozených populací, ty mohou ztrácet lokální adaptace na prostředí a vyhynout, nebo naopak získat invazní vlastnosti. **Pozor na komerční ozeleňovací směsi z hobbymarketů s krásnými názvy (motýlí louka, rozkvetlá louka, ovsíková louka)!**

**úniky genů / virů z laboratoře:** podezření u covid-19 (experimenty s netopýřími viry), v přírodě virus se dále vyvíjí, dochází k přenosu genů na jiné viry, viry s novými geny unikají do ekosystémů (jelenci v USA).



**genetické manipulace:** GMO. Stejná potíž jako u nepůvodních a šlechtěných druhů (únik genů do přírody a změna vlastností domácích populací), ale může (nebo nemusí) být násobně intenzivnější!

## Nepřímé vlivy GMO na ekosystémy:

**toxická Bt plodina a jejich pyl:** modifikované rostliny produkují Bt toxiny (insekticidy) a nevyžadují tak častý postřik: na jednu stranu se teoreticky může snížit spotřeba postřiků, ale pyl z těchto rostlin (1) práší na květy entomogamních rostlin na poli a v jeho blízkosti a je toxický pro jejich opylovače; (2) práší do vodních toků, s nimi se dostává do vodních nádrží a intoxikuje vodní bezobratlé. *(Velké firmy produkující GMO rostliny se často snaží zpochybnit výsledky studií dokumentující toxicitu Bt pylu na přírodní populace nebo dokonce se domoci stažení článku technickými argumenty: zpochybňují statistické analýzy, nastavení experimentu apod.).*

**nadužívání herbicidů:** geny na rezistenci vůči herbicidu umožňují častější postřiky kultur bez letálního vlivu na plodinu

**podporují monokultury** (díky způsobu ochrany rostlin) **a velké zemědělce** (licence; stejné firmy vyrábí postřiky, osivo i přímo pěstují): další „rozevírání nůžek“?

---

Zatímco využívání fosilních paliv ovlivňuje globální ekosystém už asi 200 let, takže už víme, jak dalekosáhlé jsou jeho následky, genetické manipulace jsou v začátcích: stojíme tedy před podobnou výzvou jako svět před 200 lety v případě fosilních paliv. Optimismus převládá (uživení lidstva, pomoc s nemocemi třetího světa), ale může se stát, že budeme opakovat stejné chyby. Rozdíly mezi oblastmi: přísnější regulace v Evropě než jinde.

# Jiná znečištění (ale taky související s technologiemi – bez dodatečné energie by těžko byla)

## informační znečištění

*Information pollution: termín vědeckých studií, 5450 odkazů na Google Scholar (k 27.11.2023)*

- nadbytek informací a dezinformací ve veřejném prostředí
- rychle, efektivně a selektivně (!) šířeny sociálními sítěmi
- člověk se s nadbytkem informací nedokáže vyrovnat, protože je evolučně nastaven primárně na určité typy informace a přehnaně vnímá některé z nich, na které reaguje strachem a agresí (**savanové dědictví; the Savanna principle**)
- ovlivňují rozhodování lidí (viz *behaviorální ekologie* – teorie her a sociobiologie)
- ovlivňují psychický stav (environmentální žal, radikalizace proti „elitám“)
- polarizují společnost (alarmismus versus „skepticismus“)
- selektivní informace zjednodušují realitu – nebezpečí jednoduchých řešení („*selský rozum*“) a polarizují společnost
- vede až k násilí (terorismus, útoky z ideologických důvodů)
- dezinformace narušují důvěru ve vědecké výsledky – zasažená **část populace odmítá řešit environmentální a ekologické problémy**, protože je popírá: vzdělání a inteligence pak nemůže přebít přirozené instinkty (sobecký gen, maximalizace zdrojů: viz *sinice před 0,5 mld let; nenažraná populace hraboše na poli směřující k retrogradaci*).
- nadto je informační převis **energeticky velmi náročný** (servery, datová centra), tato náročnost se ještě zvětšuje s rozvojem umělé inteligence. Datové centrum společnosti Yandex (vyhledávač; YandexTaxi; artificial intelligence ...) vytápí zbytkovou energií jednoho jejich datového centra celé finské město Mäntsälä (20 899 obyvatel).

## Informační znečištění, tedy stejně jako chemické znečištění (emise, polutanty):

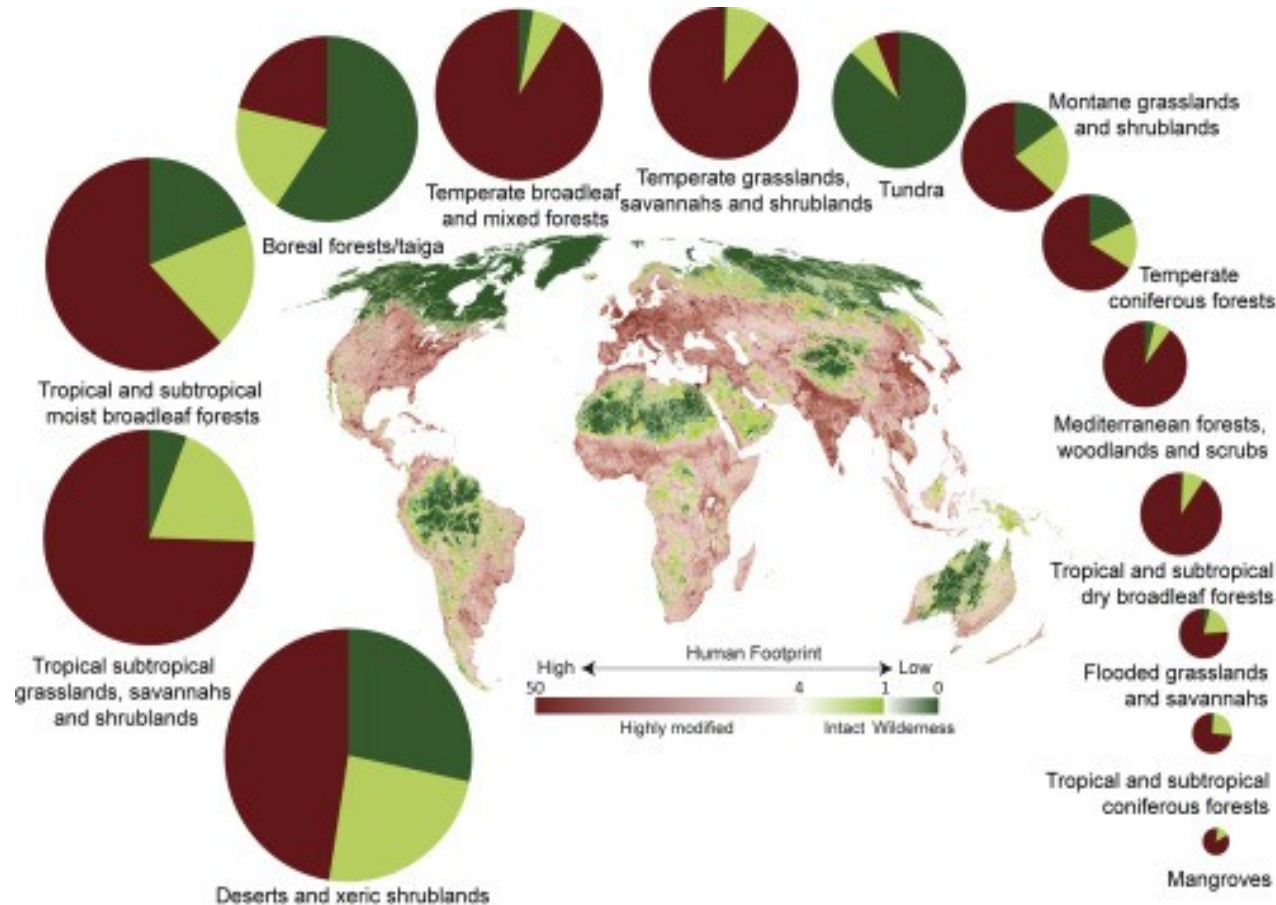
- zhoršuje globální změny včetně klimatické krize
- působí negativně na lidskou populaci; představuje faktor, na který se lidská populace nemohla během evoluce adaptovat

# Destrukce přirozených ekosystémů

Jen mezi lety 2000 a 2013, člověk narušil 1.9 milionů km<sup>2</sup> nedotčených ekosystémů

Za 13 let!

Williams et al. 2020 *One Earth*



Tímto destruueme i biodiverzitu a prohlubujeme narušení biogeochemických cyklů.

Přicházíme o tzv. **ekosystémové služby**.

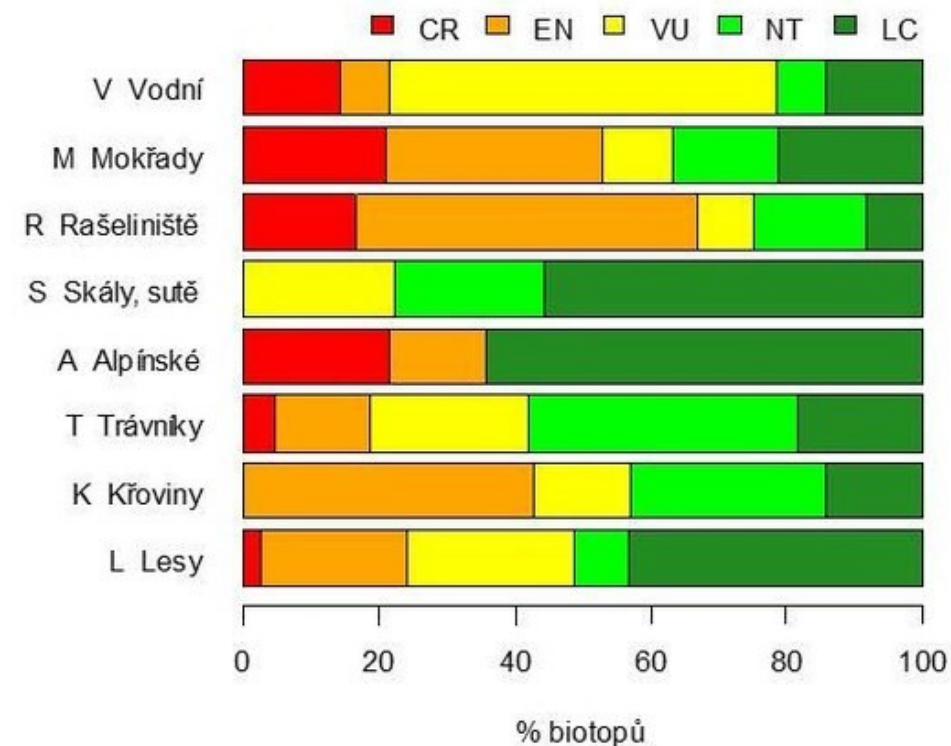


# V Evropě je ca 38% biotopů ohrožených, ale v některých ekosystémech (rašeliniště) až 85%

Janssens et al. (2016): European Red List of Habitats

Table 3.1 Overall Red List categories for all terrestrial and freshwater habitats in the EU28 (top) and EU28+ (bottom).

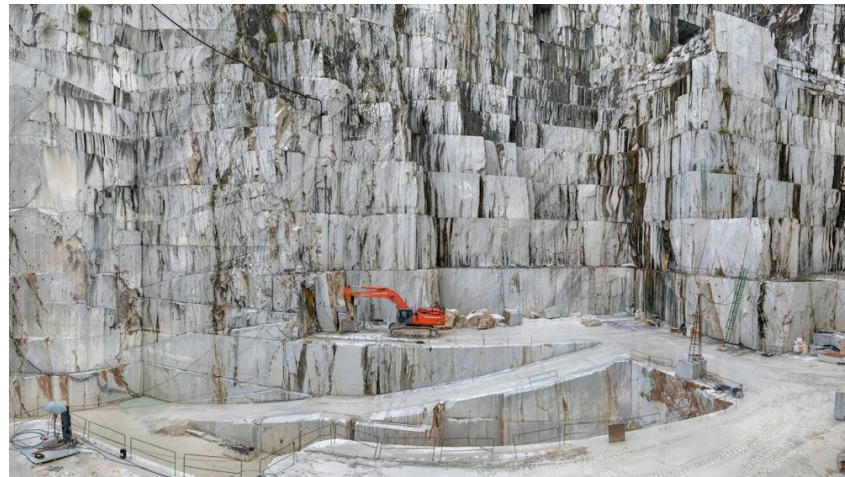
EU28								
	Coastal	Freshwater	Mires & bogs	Grasslands	Heathland & scrub	Forests	Sparsely vegetated	Total
CR	-	-	1	3	-	-	-	4
EN	5	3	3	9	1	2	1	24
VU	8	9	7	16	5	10	2	55
NT	3	7	1	7	2	10	2	27
LC	12	5	1	18	27	19	18	106
DD	1	2	-	-	1	1	6	12
total	29	26	13	53	36	42	29	228
threatened %	45	46	85	53	17	29	10	36.4 %
threat. % (excl. DD)	46	50	85	53	17	29	13	37.9 %



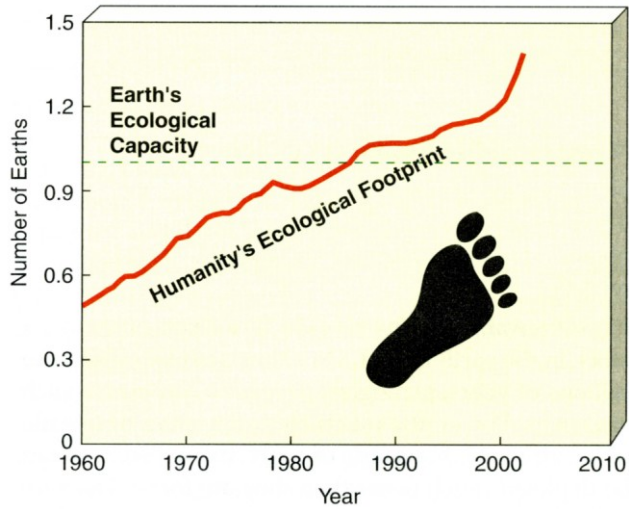
V ČR (Chytrý et al. 2020), 80% biotopů vod, mokřadů, rašelinišť, trávníků a křovin je ohrožených: ale často i kvůli nečinnosti člověka (viz přednáška *Biotopy*)

Přirozené ekosystémy destruovány; vznikají nové „agrosystémy“ a urbánní systémy, na jejichž provoz je potřeba antropogenní **dodatková energie** většinou z fosilních nebo obnovitelných zdrojů.

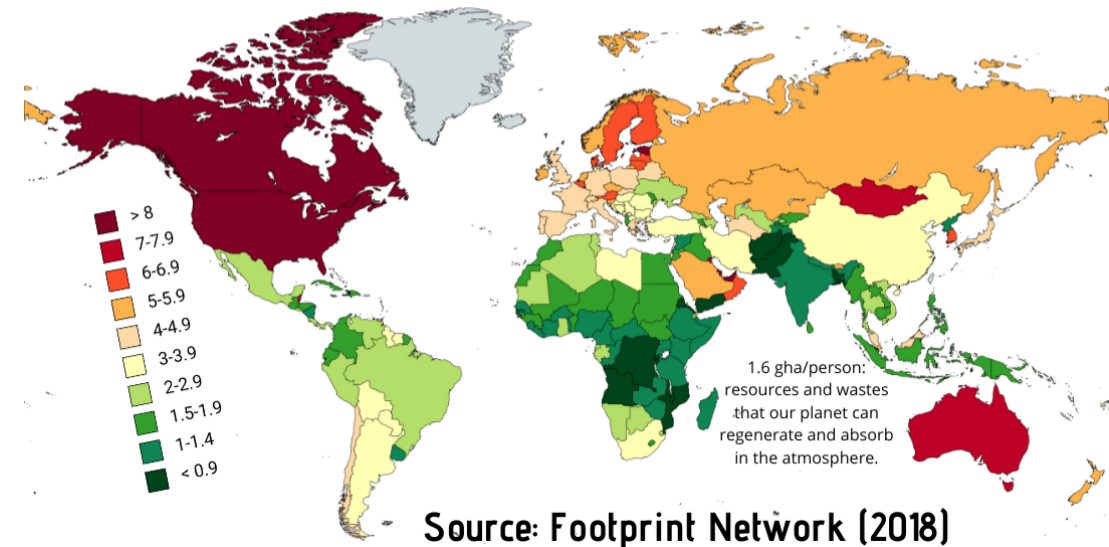
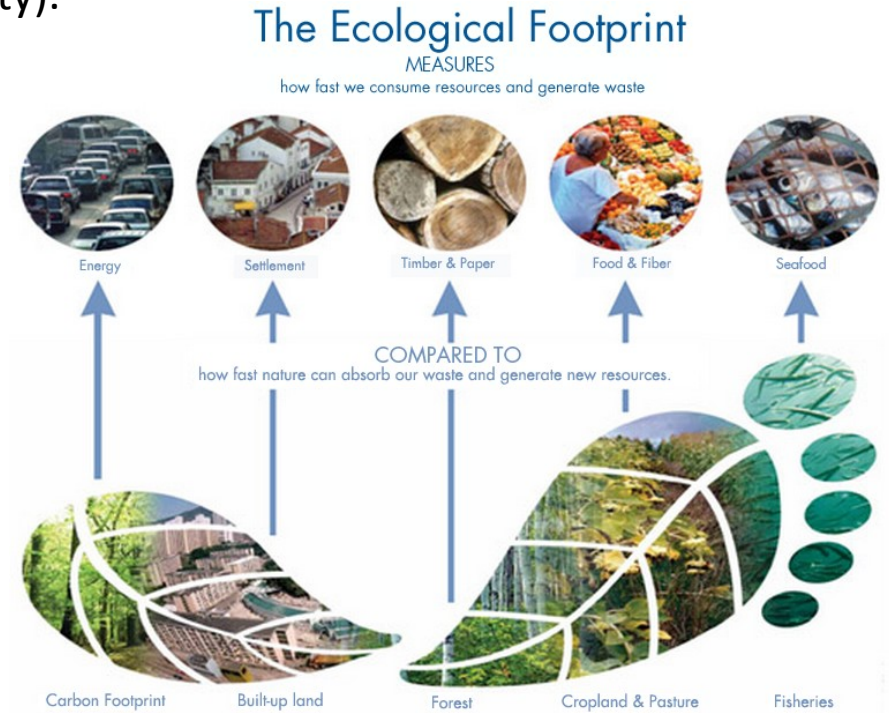
Zároveň člověk extrémně mění biogeochemické cykly, biotické interakce, povrch Země a rozmístění živin, a zanechává výraznou stopu v geologickém záznamu: **pojem antropocén**



**Ekologická stopa** (uvádí se v hektarech): pokus komplexně spočítat, jak velká plocha země (Země nebo státu; výpočty dopadají podobně) je potřeba na uživení jedince nebo celé populace (množství zdrojů) a absorpci jeho odpadů a zplodin (včetně sekvestrace CO<sub>2</sub> z fosilních paliv: ty teď tvoří asi 60% výsledné hodnoty).

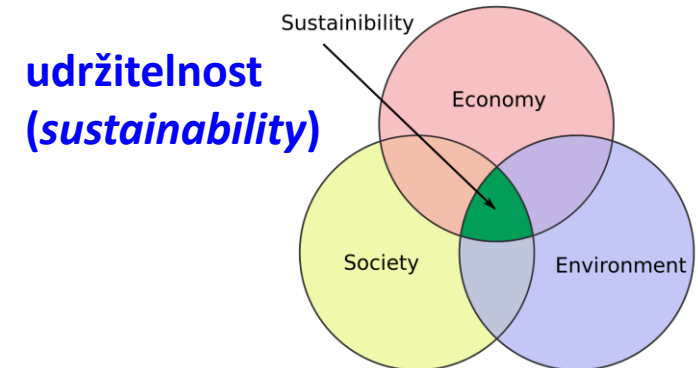


Kapacitu Země jsme jako lidstvo již překročili kolem roku 1985.



Source: Footprint Network (2018)

Ekologická stopa na obyvatele

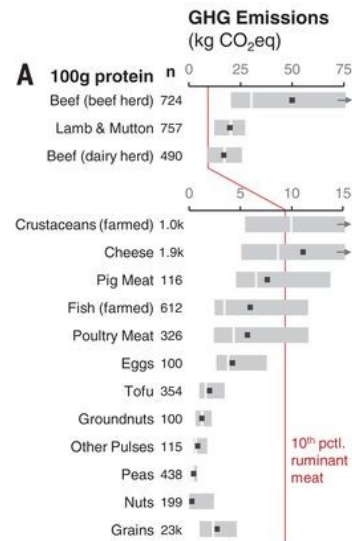


**Uhlíková stopa** (uvádí se v tunách CO<sub>2</sub> ekvivalentu; jiné skleníkové plyny jsou přepočteny a přičteny podle jejich vlivu na klima): ukazuje, kolik CO<sub>2</sub> se uvolní při konkrétní činnosti (doprava odněkud někam něčím, typ stravování, výroba něčeho apod.).

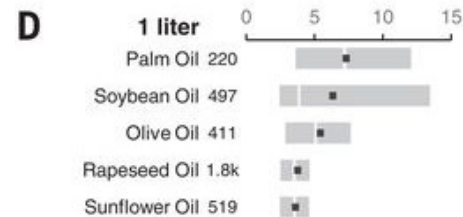
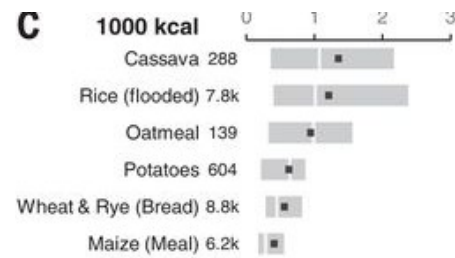
**Nevýhody při hodnocení reálného vlivu na biosféru: nerozlišuje mezi uhlíkem z rychlého a pomalého koloběhu (z fosilních paliv), nezahrnuje jiné vlivy na životní prostředí, zejména ne na biodiverzitu (viz přednáška *Ekosystémy*, slajd *Příklady konfliktů mezi ochranou biodiverzity a ochranou klimatu*).**

### Uhlíková stopa stravy; Poore & Nemecek 2018 *Science*

maso horší než rostliny  
hovězí horší než jehněčí  
soja horší než hrášek

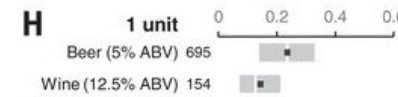
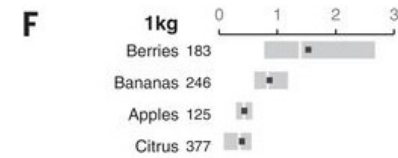
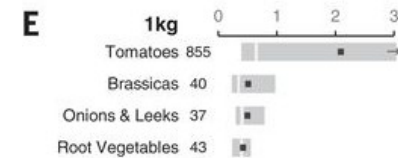


maniok a rýže horší než pšenice a kukuřice



palmový a sojový olej horší než řepkový a slunečnicový

rajčata mnohem horší než kořenová zelenina



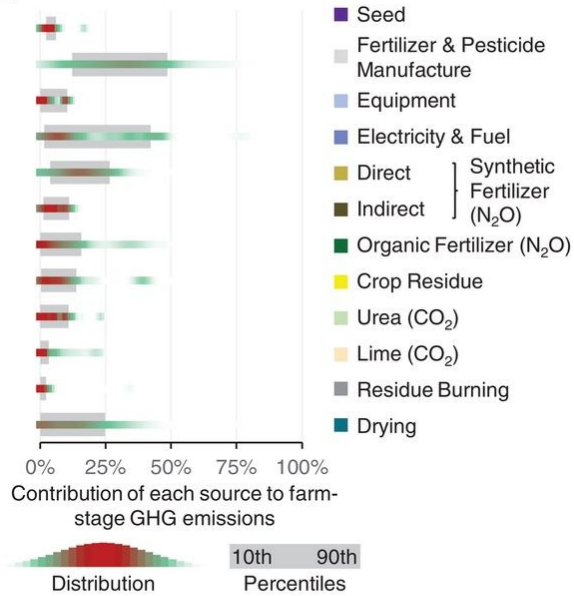
třtinový cukr horší než řepný

pivo horší než víno

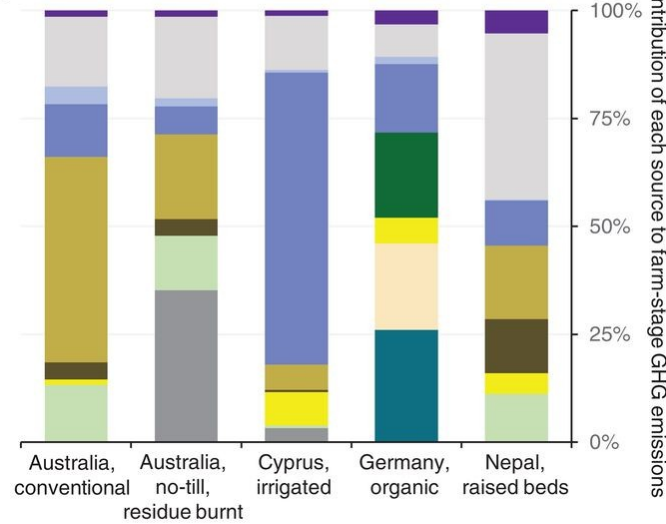
Je to ale tak jednoduché?

# Co je za těmito čísly?

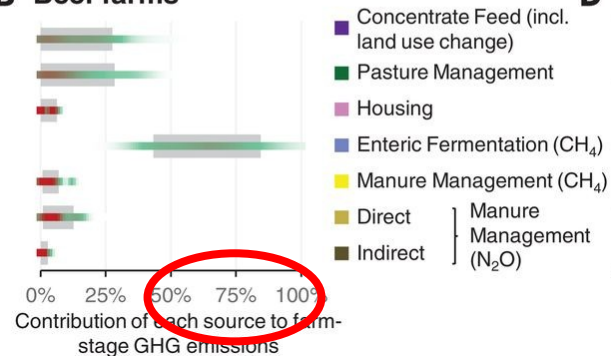
## A Wheat farms



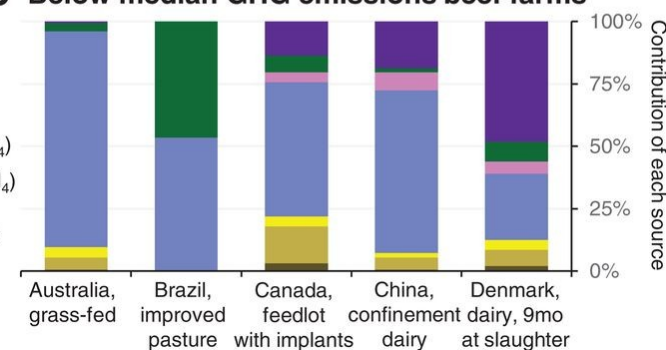
## C Below median GHG emissions wheat farms



## B Beef farms



## D Below median GHG emissions beef farms



Většina skleníkových plynů uvolněných při rostlinné výrobě padá na výrobu pesticidů a hnojiv, palivo do zemědělských strojů, vytápění skleníků a sušení obilí: velká role **fosilních paliv, tedy uhlíku z pomalého cyklu**, nadto jiné škody na globálním ekosystému (znečištění).

Absolutní většina skleníkových plynů uvolněných při živočišné výrobě padá na vrub fermentace stravy v žaludku a vznik metanu, který má velkou hodnotu CO<sub>2</sub> ekvivalentu. V případě přírodní pastviny nebo zkrmování sena je vstupní uhlík z **rychlého cyklu uhlíku**. To samé se týká vypalování savan (*pastevní management*: 25%). S fosilními palivy souvisí nejvíc tzv. koncentrované krmivo – strava vypěstována na polích, např. soja (v průměru 25% podíl).

**Bylo by skutečně řešením kvůli metanu z rychlého (přirozeného) cyklu uhlíku travinobylinné ekosystémy zalesnit přeměnit na pole/skleníky na rostlinnou produkci (hnojenou umělými hnojivy místo mrvou) a býložravce vybít?**

Dnes chováme ca 10-15 tun herbivorů na km<sup>2</sup>, v hodně zemědělských oblastech víc: Velká Británie 33 tun / km<sup>2</sup>

**Jak to bylo v předindustriální éře?**

mamutí stepotundra:	8.8–10.5 tun / km <sup>2</sup> (poslední glaciál)
temperátní trávníky (Evropa, USA):	10.3-18 tun / km <sup>2</sup> (podobná čísla pro předindustriální éru i minulý interglaciál)
Savany (chráněná území) :	6,8 – 21 tun / km <sup>2</sup> (dnes)

**Herbivorů je v současnosti podobně jako v předindustriální éře a během čtvrtohor: za současný nárůst CO<sub>2</sub> a teplot až tolik nemohou.**

**Jsou naopak klíčovými činiteli při zachování travinobylinných ekosystémů a jejich biodiverzity!**

Perspective | [Open access](#) | [Published: 06 January 2023](#)  
Manzano et al. 2023 Nature NPJ Biodiversity  
**Underrated past herbivore densities could lead to misoriented sustainability policies**  
[Pablo Manzano](#) ✉, [Guillermo Pardo](#), [Moustapha A. Itani](#) & [Agustín del Prado](#)

# Řešení klimatické změny

Citlivá otázka, kde se potkávají vědecké disciplíny (ekologie, biogeochemie, klimatologie) s ekonomikou, psychologíí a politikou. Pokud je jednou z příčin přirozenost člověka, řešení není snadné.

**Individuální řešení:** (i když se může jevit jako marné\*): **dobrovolná skromnost**

\***Václav Havel (1936-2011):** autor pojmu ***moc bezmocných*** (ne sice v ekologickém kontextu, ale v podobném kontextu zdánlivé marnosti a beznaděje)



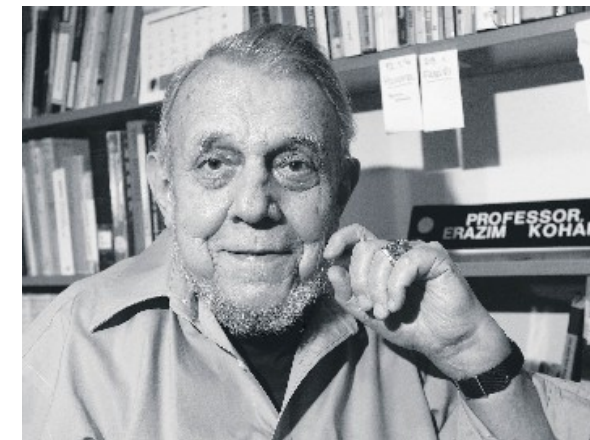
©Tomki Němec

www.protext.cz



Hana Librová (\*1943): Řád TGM 2023

Erazim Kohák,  
1933-2020; Řád TGM 2013



Ptejme se: „*Musím to mít?*“

Je to těžké, když 1 % nejbohatších produkuje víc emisí než 66% nejchudších.

Ale i bohatí mohou být dobrovolně skromní. Jde i o vzory chování: velká role „*influencerů*“.

## Mají smysl individuální řešení?

**Příklad:** Osobní doprava za pomoci spalovacích motorů a fosilních paliv (auta, motocykly, autobusy, naftové vlaky) se podílí asi na 9% procentech světových antropogenních emisí CO<sub>2</sub>. Nevhodné zemědělské postupy ovlivňující rychlý cyklus uhlíku v půdě ca 10%; ; z toho 5% odvodněná rašeliniště. Destrukce ekosystémů se podílí asi 20%.

### Jak lze snížit emise skleníkových plynů celosvětově o ca 9-10%?

#### **bud'**

- kompletní celosvětový přechod osobní dopravy na elektromobilitu (za podmínky, že bude využívána jen energie vyráběná z obnovitelných zdrojů; bez započtení výroby nových vozů a stanic) – se všemi společenskými a politickými důsledky.

#### **nebo**

- kompletní celosvětová a 100% přeměna zemědělských postupů

#### **nebo**

- znovuzavodnění všech světových rašelinišť, i těch na orné půdě, a další obnovná opatření na min. 1x tak velké ploše

#### **nebo**

- zastavění obrovských rozloh zařízeními na odčerpávání uhlíku z atmosféry

#### **nebo**

- snížení spotřeby a nároků každého obyvatele planety, souvisejících s dodatkovou energií, o 9%

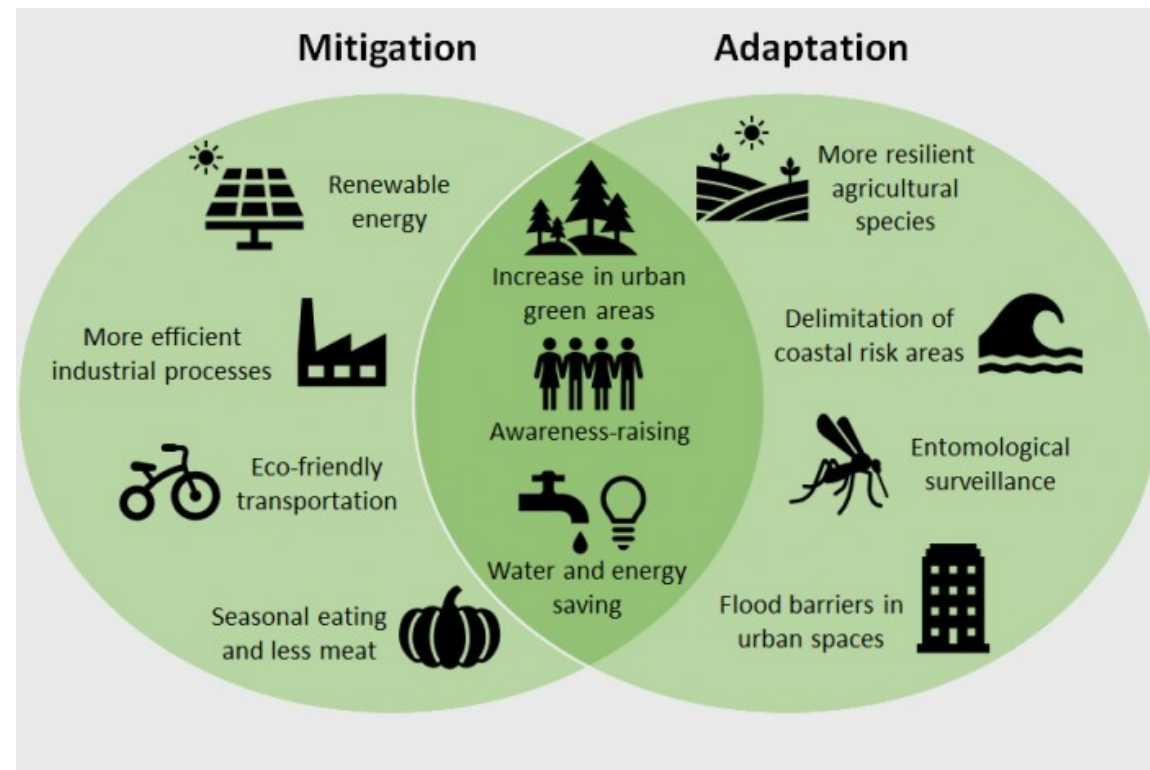


# Řešení klimatické změny

## Společenská řešení (mitigace, adaptace a jejich průnik)

**mitigace:** např. společenské regulace za účelem snížení emisí fosilních paliv, změny rychlého cyklu uhlíku (včetně ochrany a obnovy ekosystémů), podpora obnovitelných zdrojů, využití půdy nejen pro pěstování plodin, ale i zachytávání uhlíku apod.: **řeší problém**

**adaptace:** přizpůsobení se nevyhnutelné změně (například bariéry proti vyšší mořské hladině, změny zemědělských postupů): **pomáhají nám přežít, ale neřeší problém.**



**Pařížská dohoda** (2015): dohoda států na snaze udržet nárůst průměrné globální teploty výrazně pod 2 °C oproti hodnotám před průmyslovou revolucí a pokud možno omezit nárůst na 1,5 °C.

signatáři Pařížské dohody: duben 2021



## Mitigace skrze obnovitelné zdroje energie

Obnovitelné zdroje energie řeší **klimatickou krizi**. Vyřeší ale i **krizi biodiverzity a destrukci ekosystémů**? Pokud ne, mohou vůbec vyřešit krizi klimatickou? I když se k uspokojení našeho způsobu života staneme „autotrofy“, „anemotrofy“ nebo „chemotrofy“, stále budeme mít kompetiční výhodu v **dodatkové energii**. Napřeme ji v duchu technokratického paradigmatu k bezohlednému zisku a budeme si dál podřezávat větev? Nebo dokážeme překonat i krizi hodnot, zapojit inteligenci a napřeme ji k záchraně narušených ekosystémů?



Proveďte si každý sám myšlenkový experiment a pokuste se odpovědět na otázku: „*Jak by vypadal svět, kdyby člověk objevil dodatkovou energii z obnovitelných zdrojů nebo jadernou energii dříve než fosilní paliva?*“.

Freiburg, Německo  
foto: wikipedia

# Mitigace skrze zachytávání oxidu uhličitého / metanu nebo jejich odčerpávání z atmosféry

Finančně náročné: jak je platit? Uhlíková daň?

## Využívání fyzikálních a chemických zákonů

- zachytávání plynů z biomasy předtím, než se rozloží na CO<sub>2</sub> nebo než uvolní metan (bioplynové stanice v rostlinné produkci; *diary digesters* v živočišné výrobě v USA)
- **přímé zachytávání CO<sub>2</sub> ze vzduchu** pomocí fyzikálně-chemických reakcí. Zatím jde spíše o teorie a pilotní (experimentální) nebo plánované projekty (např. Island).



Energeticky, finančně a prostorově obrovsky náročné. Nemotivuje ke snižování emisí – pokud se podaří rozjet, bude technologie držet krok s emisemi?

## Využívání principu fotosyntézy

- výsadby rychle rostoucích (energetických) plodin: nevýhody viz předchozí přednášky
- pěstování biomasy za účelem získání stavebních materiálů (zadrží uhlík na delší dobu): stromy na polích (**agrolesnictví**), stavební materiály z rychle rostoucích bylin (například orobinec na podmáčených polích\*)
- pěstování rašeliníku a „rašeliny“ na polích na místě dříve odvodněných rašeliníšť\*
- hnojení oceánů železem, fosforem a močovinou (amoniakální dusík) – z pohledu ochrany ekosystémů a biodiverzity šílený nápad (eutrofizace a kontaminace – vytloukání klínu klínem), dokonce od r. 2007 párkrát experimentálně realizovaný (Austrálie, USA)
- pěstování řas za účelem zachytávání CO<sub>2</sub> kde to jen jde (speciální reaktory).

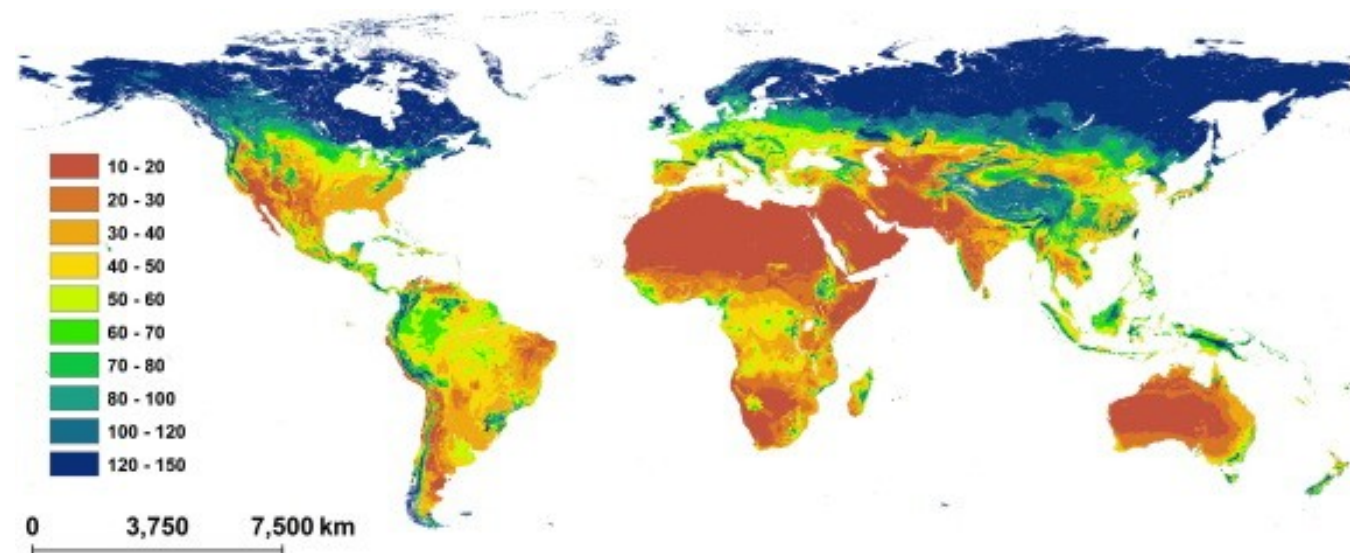
\* Jde o tak zvané **paludikultury**. Zároveň mitigují problém emisí CO<sub>2</sub> na odvodněných a zorněných rašeliníštích (5% světových emisí) tam, kde došlo zároveň k rozorání. Rozvíjejí se v západní Evropě, zejména v Německu, u nás zatím neznámá věc.

## Mitigace skrze změny hospodaření

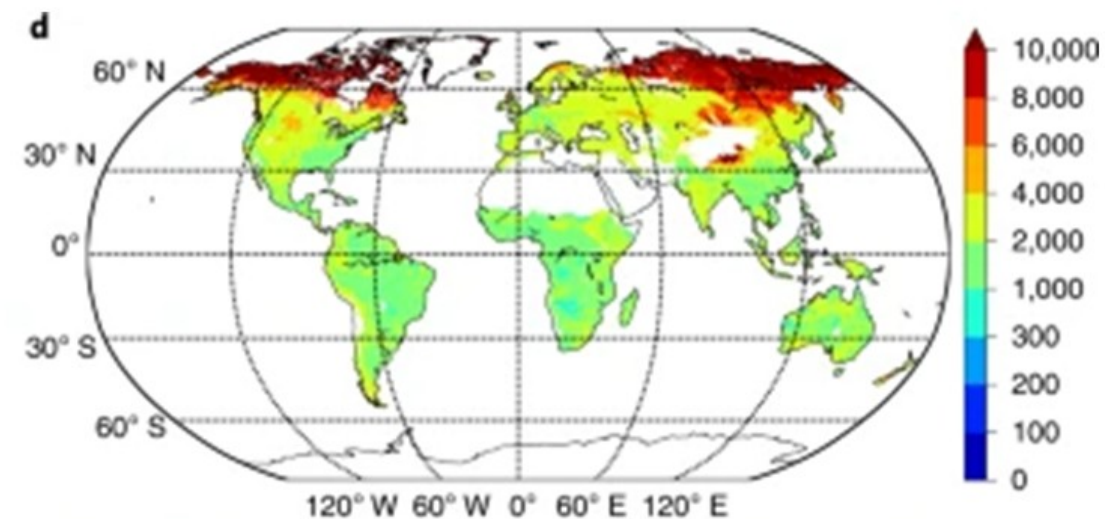
Klíčovou zásobárnou uhlíku jsou půdy (organický uhlík); kromě ochrany přirozených ekosystémů, které jsou poutači uhlíku, je cestou i změna hospodaření v zemědělství a lesnictví: aby se uhlík neuvolňoval z půdy do atmosféry, ale půdy uhlík pohlcovaly a ukládaly na stovky až tisíce let.

Nejde ale o triviální věc; vyžaduje další výzkum, při aplikaci nejt proti ochraně biodiverzity, a dávat pozor na složitější vztahy: například při požárech unikne velká část uhlíku jako  $\text{CO}_2$ , a nemůže se tedy uložit do půdy ve formě humusu. Ale část uhlíku zůstane v mikrouhlících a uhlících, a uloží se do půdy ve formě, která je imobilizovaná na tisíce až desetitisíce let: **black organic carbon (biochar)** a odplavuje se i řekami do moří, kde se ukládá a přesunuje do pomalého koloběhu.

množství organického uhlíku v půdě (do 30 cm); Minasny et al. 2017



stáří organického uhlíku v půdě (0-100 cm); Shi et al. 2020



**Mitigací klimatické změny, ale i mitigací ztráty biodiversity**, je například obnova ekosystémů (*ecosystem restoration*). Vědní obor, který plánuje, testuje, aplikuje a hodnotí výsledky obnovy ekosystémů se nazývá ekologie obnovy (*restoration ecology*). Spočívá ve znovuvytvoření zničených podmínek prostředí a podporu jejich kolonizace specialisty. Někdy výskytu specializovaných druhů aktivně pomáhá (*assisted colonisation; assisted dispersal*) a to zejména v případě **klíčových druhů** a **ekosystémových inženýrů**. Obnovuje i rozorané (nebo odvodněné a rozorané) přírodní ekosystémy na orné půdě. Někdy vytváří zanikající ekosystémy na úplně nových místech: například v opuštěných lomech nebo na výsypkách (spontánní rekultivace **přírozenými sukcesními procesy**).

*Karel Prach, guru české ekologie obnovy*



*Ivana Jongepierová na obnovené bělokarpatské louce*



ekologieobnovy.cz

*slatiniště obnovené zásluhou Filipa Lysáka a Ester Ekrtové*



Lysák 2018 *Ochrana přírody*

# Krize biodiverzity

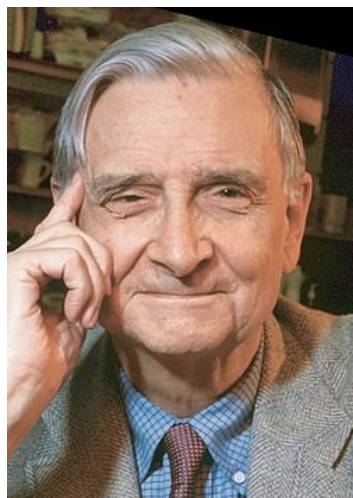
Úmluva o biologické rozmanitosti (Convention on Biological Diversity)  
Rio de Janeiro, 1993

Globální rámec pro biologickou rozmanitost (Kunming-Montreal Global biodiversity Framework), Kunming-Montreal, 2022



Thomas Lovejoy

Mimo jiné spojen s WWF:  
World Wildlife Fund



Edward O. Wilson

*popularizátor biodiverzity,  
kniha Rozmanitost života*



David Storch



Milan Chytrý

# Krise biodiverzity

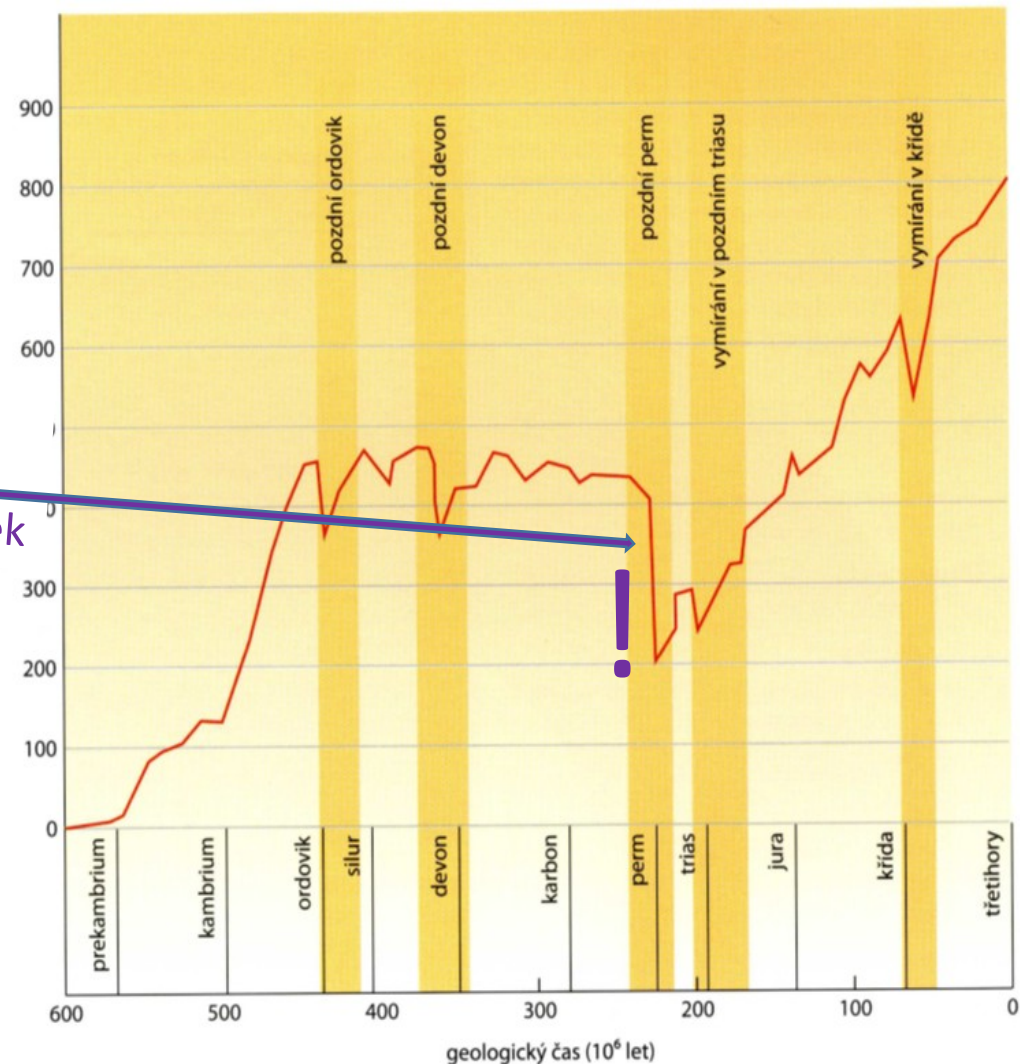
## šesté masové vymírání?

Doposud bylo paleontology identifikováno pět velkých katastrof, kterými byly ukončeny velké geologické periody:

- 1) Ordovik – 440 MIL
- 2) Devon – 365 MIL
- 3) Perm – 225 MIL
- 4) Trias – 210 MIL
- 5) Křída – 65 MIL

vulkanismus, zvýšení CO<sub>2</sub> v atmosféře, oteplení moří o 10 °C, acidifikace moří: rozpuštění schránek

Masová vymírání v posledních 500 mil. let  
(upravil M. Gelnar podle UNEP, 1995)



Masová globální vymírání se děla v důsledku změněných biogeochemických cyklů a souvisejících klimatických změn, může tedy při vyplnění katastrofických scénářů přijít další.

Je ale důležité i to, co se děje na menších měřítcích.

**Definice biodiverzity podle D. Storcha**

biodiverzita = opak stejnosti, unifikovanosti, homogenity



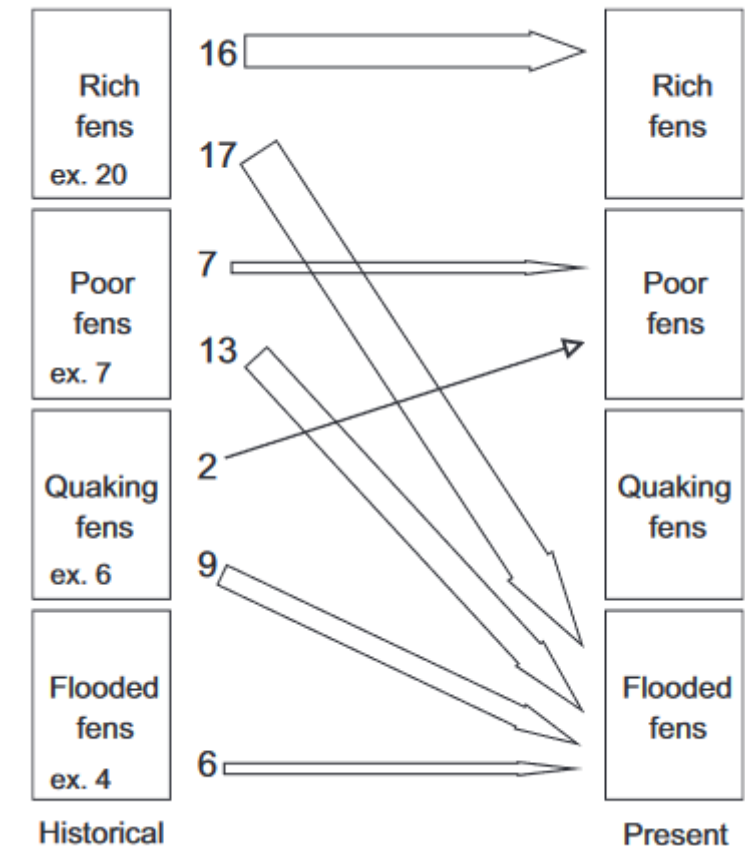
# Krise biodiversity

## na regionální a lokální škále

- Klesá druhová bohatost společenstev a ekosystémů: **pauperizace**
- Ve společenstvech přibývá generalistů, většinou jde o C strategy nebo o CR strategy (disturbovaná místa) a ubývá stanovištních specialistů; šíří se druhy s velkými areály (invaze, expanze): **homogenizace**
- Přibývá druhů, které v nějakém regionu nebo státu vyhynuly nebo jsou kriticky ohrožené (**černé a červené seznamy**)
- Mizí i nedávno běžné fenomény naší krajiny, třeba květnaté louky

**Příčiny:** přímé ničení (odvodnění, převod na monokultury), eutrofizace, nežádoucí sukcese apod.

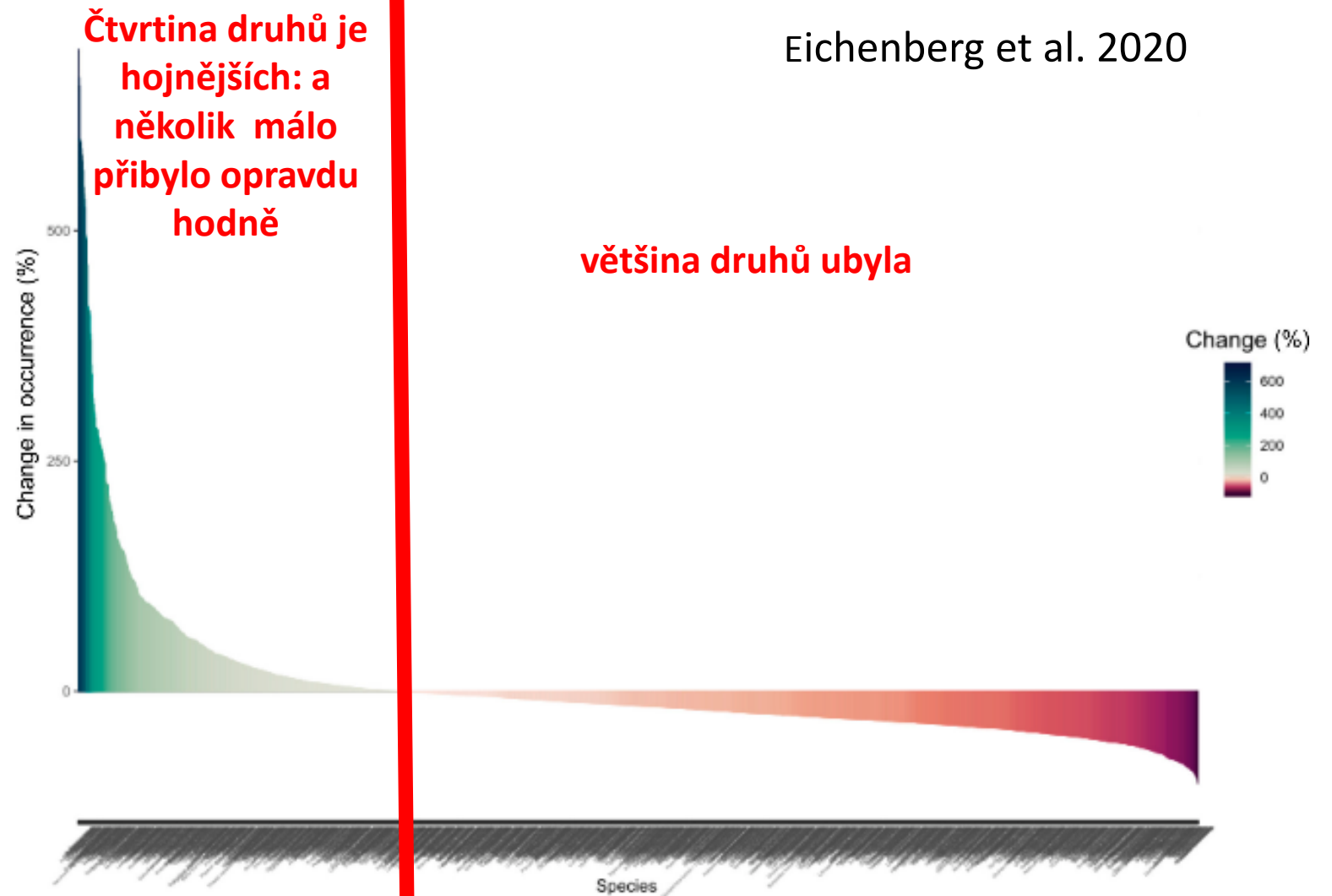
## Homogenizace rašelinišť na Třeboňsku (Navrátilová et al. 2017)





# Pauperizace německé vegetace za posledních 60 let

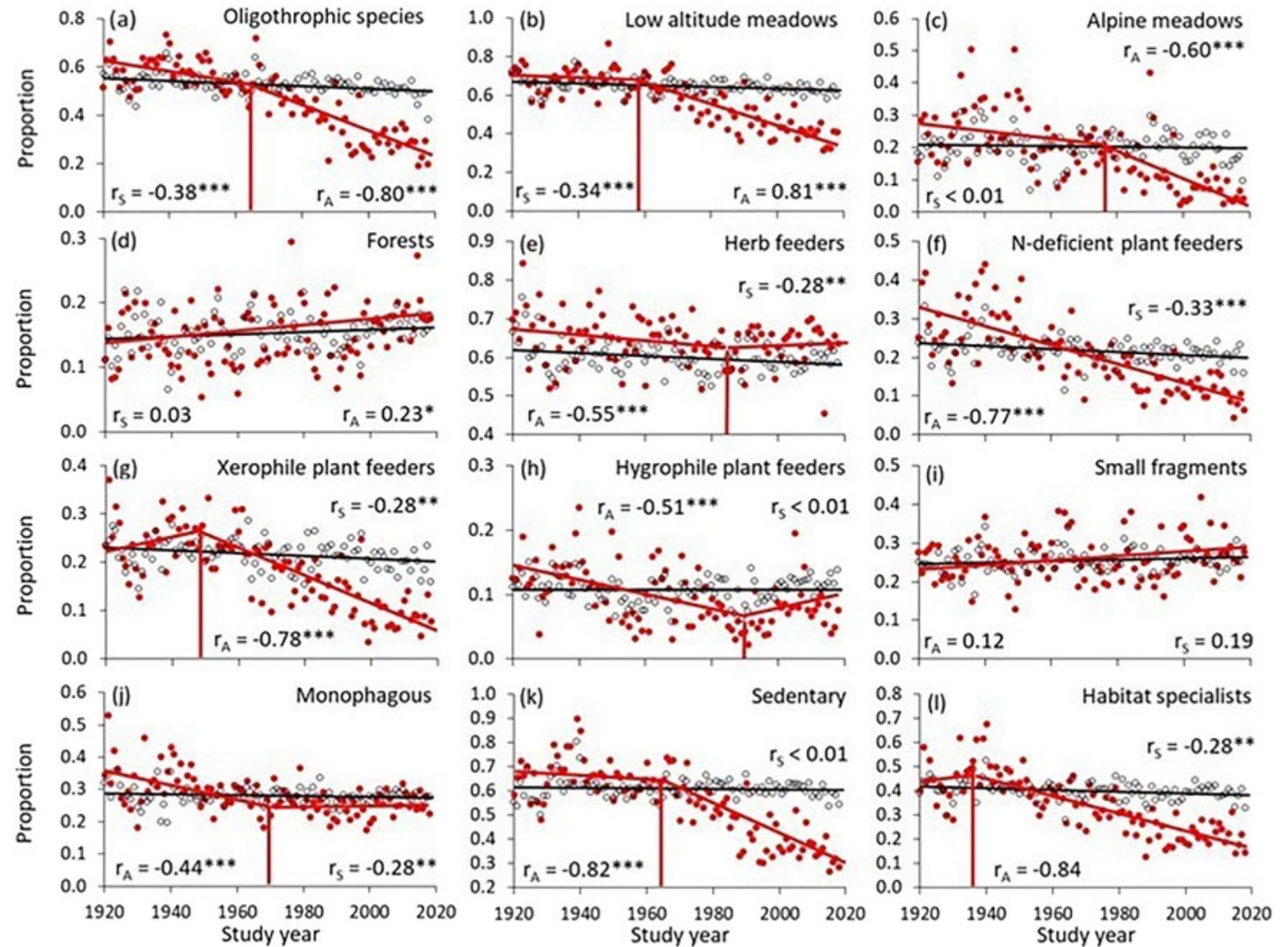
Eichenberg et al. 2020



# Úbytek motýlů ve střední Evropě v posledním století

Habel et al. 2022

*Science of the Total Environment* 851 (2022) 1583



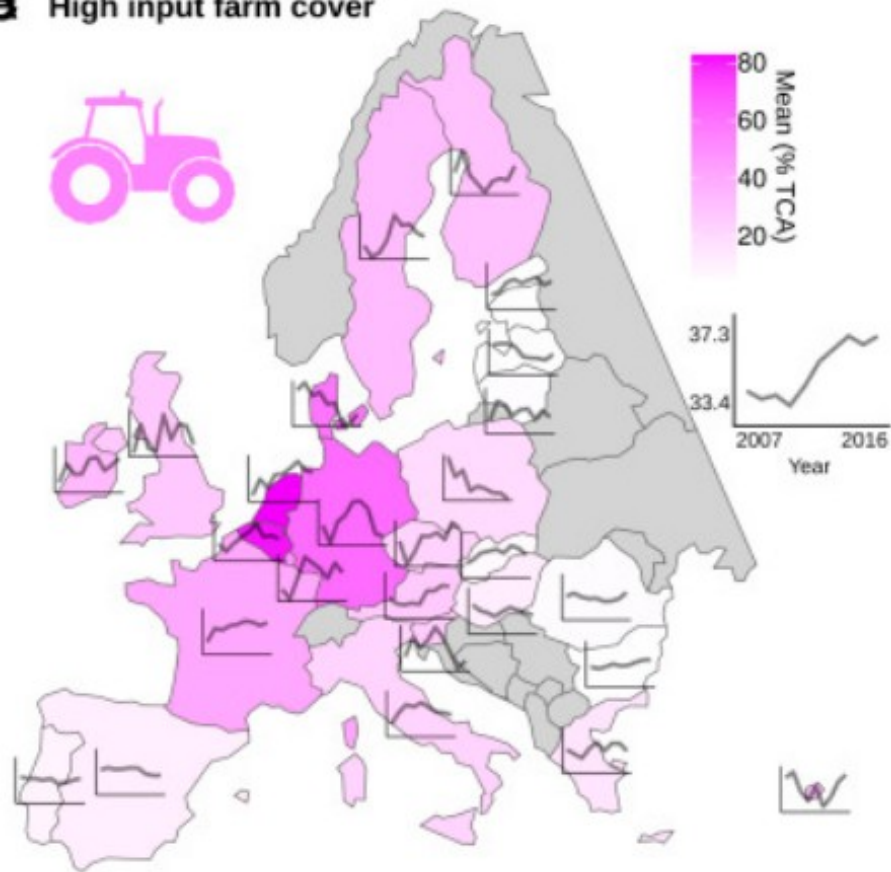
# Úbytek ptáků v Evropě za posledních 37 let

Rigal et al. 2023

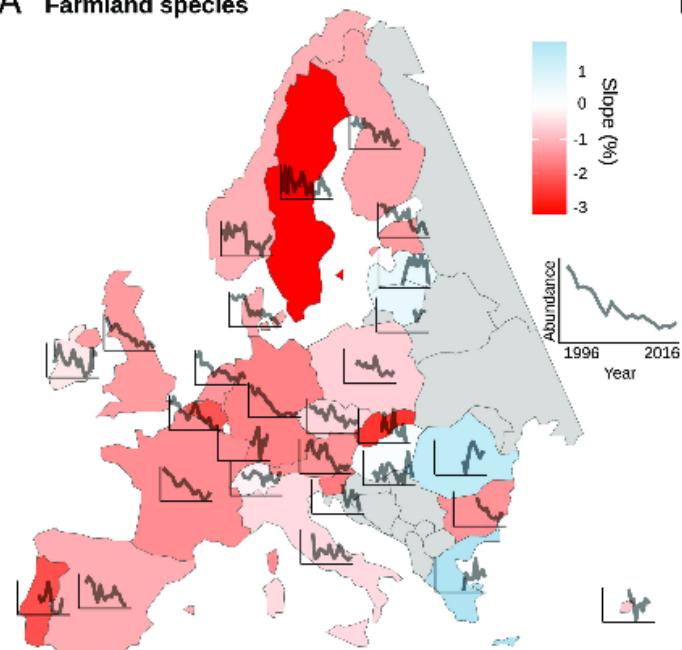
červeně: úbytek  
mokrě: nárůst

plocha obdělávaná velkými podniky

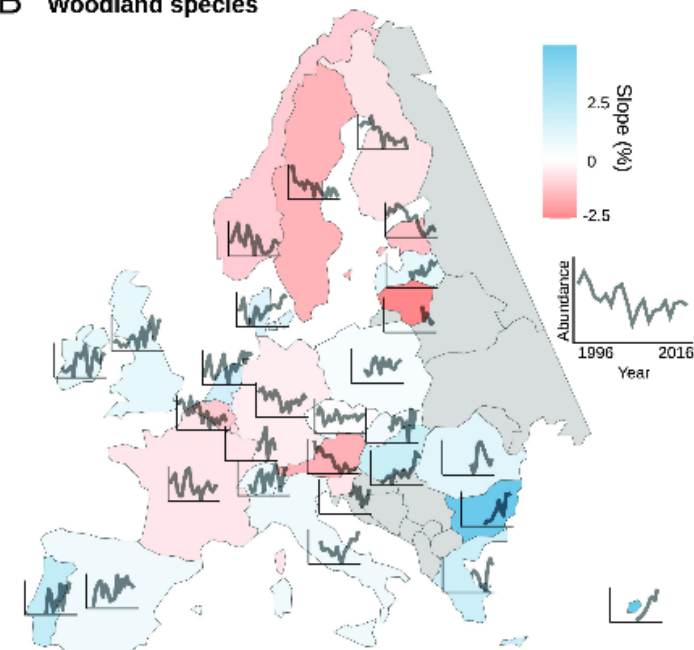
 High input farm cover



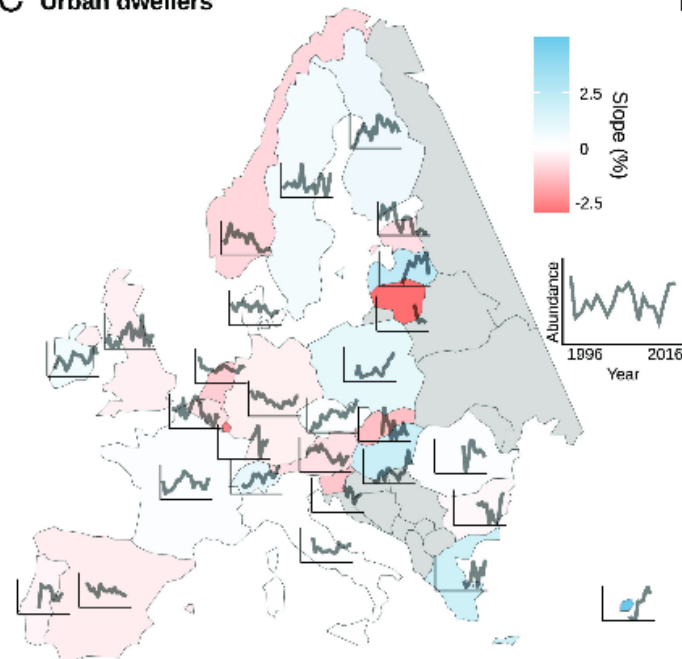
A Farmland species



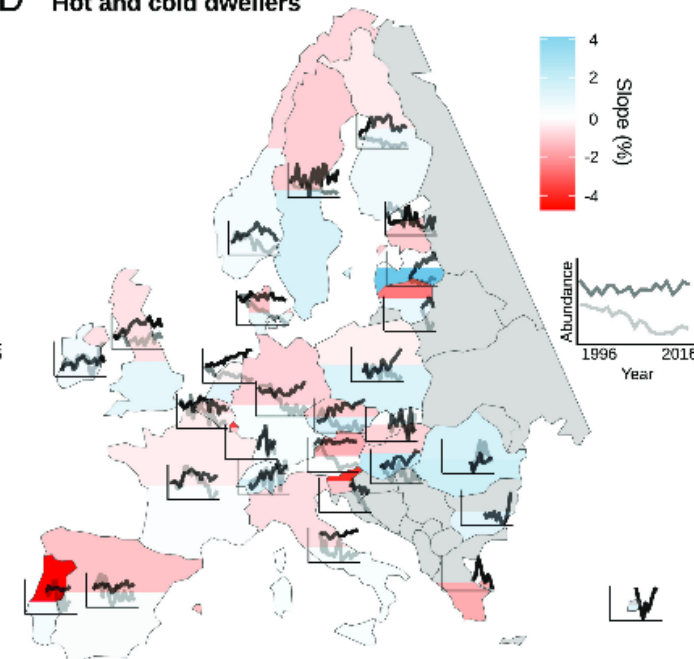
B Woodland species



C Urban dwellers



D Hot and cold dwellers

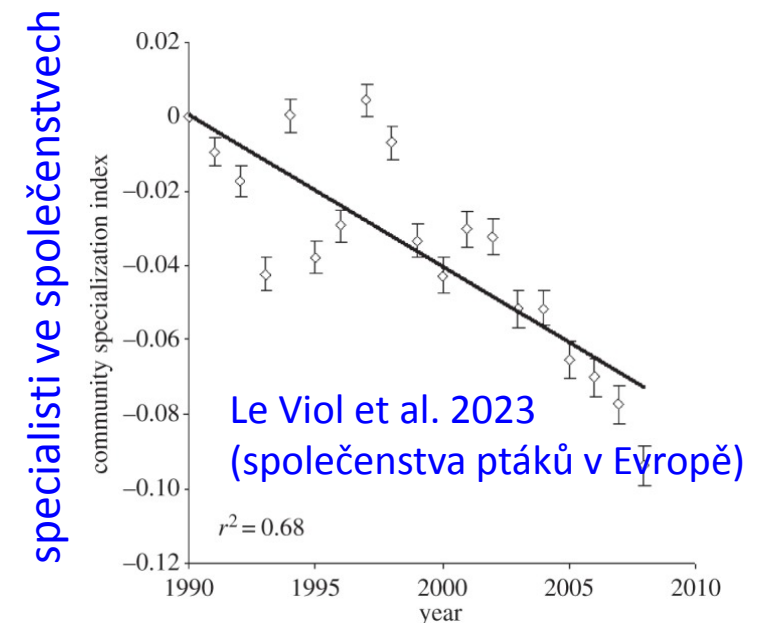


**Pozor, u přirozeně druhově chudých, stresovaných ekosystémů, s malým zásobníkem druhů může někdy počet druhů růst, ale nebývá to často pro ochranu biodiverzity dobrá zpráva, protože:**

- roste počet generalistů (C-stratégů), ale klesá počet specialistů včetně vzácných druhů (S-stratégů), s tím, jak se zmenšuje výjimečnost stanoviště: třeba roste množství živin (eutrofizace).
- biotop s malým zásobníkem druhů se sukcesně mění v jiný, s větším zásobníkem: původní biotop zaniká a s ním i jeho ohrožené druhy (mokřad se mění na mezickou louku; slanisko na mokrou louku).
- Biotop se fragmentuje, přibývá druhů náhodně přicházejících z okolí (*mass effect*), zatímco rozdělená populace specialistů může být ohrožena lokálním vymíráním (vzpomeňte na **metapopulace**)

**Počet druhů specializovaných na studovaný biotop je proto ve studiích zkoumající časové změny diverzity důležitý!**

Další důležitou metrikou (to co měříme) je **vyrovnanost (*evenness*) společenstev**: nakolik jsou druhy zastoupeny rovnoměrně nebo jich několik málo převládá.



## Úbytek funkční diverzity; zvyšování dominance jedné funkční skupiny

Často je důsledkem zvyšování produktivity zdrojů kvůli eutrofizaci a oteplování a zároveň změn v intenzitě disturbancí oproti dlouhodobému („přirozenému“) stavu (v ekosystému bez disturbancí převládne jen několik C stratégů; v ekosystému s extrémní disturbancí několik R stratégů; v ekosystému s občasnou extrémní disturbancí přerušenu netknutým vývojem několik málo CR stratégů).

- **V trávnicích je moc trávy (a málo bylin a na ně vázaných opylovačů)**
- **V lesích je moc stromů (a málo bylin v podrostu; a ty stromy nahusto transpirují hodně vody)**
- **V rašeliníštích je moc rašeliníku (a málo jiných mechů, drobných bylin a druhů vyžadujících generativní reprodukci)**
- **Na kyselých půdách moc acidofytů, druhy tolerující mírně kyselé prostředí mizí (acidifikace)**

**Důsledkem je nejen ztráta biodiverzity, ale i změněné ekosystémové funkce – třeba ukládání uhlíku!**

Vím, že je to úsměvné a že to připomíná známou pohádku. Ale i kyselá opravdu může být někdy moc kyselá.



*„To kyselá je moc kyselá ....“*

# I biodiverzita má své reporty

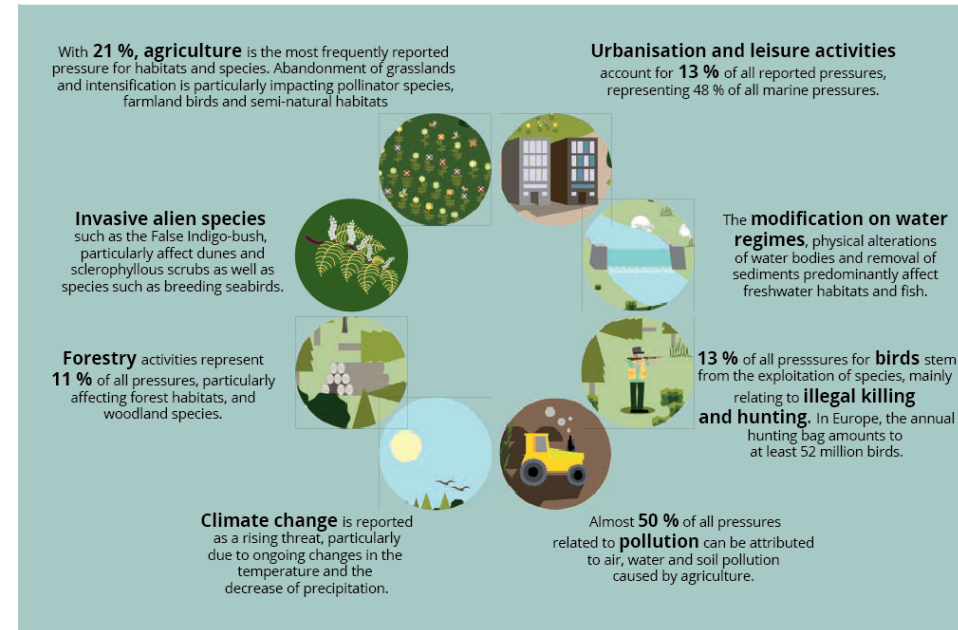


European  
Environment  
Agency

EUNIS the European Nature Information System

## Biodiversity: state of habitats and species

Modified 12 Sept 2023



# I legislativní rámec ochrany biodiverzity na úrovni EU

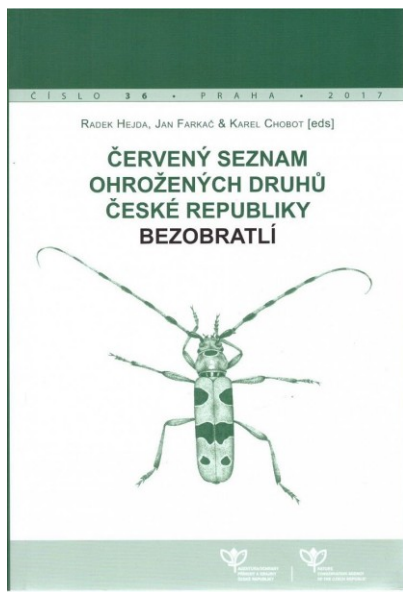
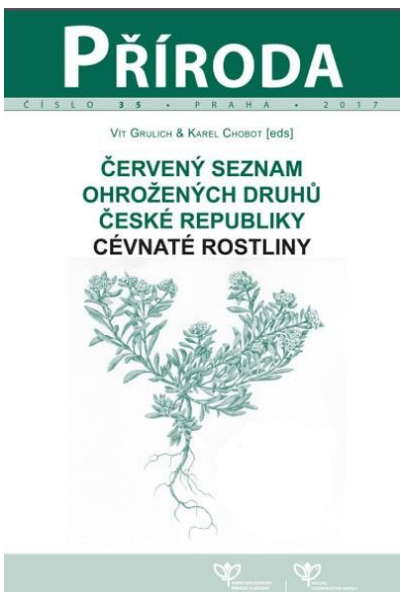
## Směrnice o stanovištích: soustava Natura 2000

Směrnice Rady č. 92/43/EHS z 21. května 1992 o ochraně přírodních stanovišť, volně žijících živočichů a planě rostoucích rostlin)



# Červené seznamy (druhů / taxonů, někdy i biotopů)

Kategorie ohrožení: národní i mezinárodní (International Union for Conservation of Nature) kategorie



## IUCN kategorie



Extinct

Out of all species that have ever lived, 99.9% of them are now extinct. The IUCN has documented 830 species known to have gone extinct since 500 AD.

Currently the IUCN has 69 species listed as extinct in the wild. These species have been extirpated from their natural range and now exist only in captivity.



Extinct in the Wild



Critically Endangered

To be listed as threatened, a species must fit one of the following qualifications

A projected population decline of greater than \_\_\_ over the next 10 years or three generations

80%

50%

30%

A global range of less than \_\_\_ km<sup>2</sup>

100

5,000

20,000

A stable global population size of less than \_\_\_ individuals

50

250

1000

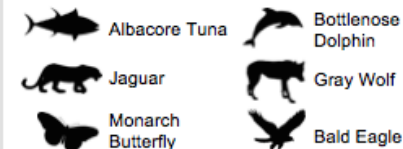
\*Two other categories exist, although they have more complicated thresholds: small population size AND decreasing population, or quantitative scientific analysis that shows a high likelihood of extinction.



Endangered



Vulnerable



Near Threatened

Near threatened species are in danger of becoming threatened. Species with least concern listings may still have declining populations or face threats, but not to the level required for a threatened listing.

Out of the RedList's 77,000 listed species, 35,000 are listed as least concern and 5,000 are listed as near threatened.



Least Concern



For species that have yet to be sufficiently evaluated, two additional classifications exist: data deficient (DD) and not evaluated (NE).



## Takže nejde jen o to, kolik druhů přežije na Zemi, ale i kolik přežije v našem okolí!

**maloškálová diverzita:** koncentrace velkého množství druhů na malém prostoru; má význam pro **fungování** ekosystémů, a tedy fungování světa, a na stabilitu (viz později). Patří sem světové rekordy v počtu cévnatých rostlin na loukách v Bílých Karpatech!

**genetická diverzita:** druh má místní genotypy, které mu mohou pomoci přežít globálně, dávají mu místní vlastnosti, jsou entitami stejně jako druh sám.

**ekosystémová diverzita,** diverzita biotopů = pestrost krajiny, předurčuje diverzitu na větším prostoru

**kulturní diverzita:** vztah k přírodním podmínkám ji předurčoval, teď se ztrácí a ochuzuje kulturní identitu.

Foto: Ferdinand Bučina



Pozor, biodiverzitu nelze redukovat jen na biodiverzitu „divočiny“, jak se někdy děje, třeba při hodnocení ekologické stopy potravin (člověkem chovaný herbivor na stepní louce může diverzitě pomáhat).



## Jak ale vysvětlit problematiku krize biodiverzity veřejnosti?

Toto bývá těžké, protože diverzita zahrnuje i škůdce, parazity, nemoci, „ošklivé“ druhy (atavistické fobie z dob savany), a její legislativní ochrana řadu lidí omezuje (stavební aktivity, turismus, hobby zemědělství) a svádí se na ni selhání úřadů (dálnice prý nestojí kvůli syslovi nebo slanisku).

**Vnímání médií:** *Solenka Valerandova ohrožuje dálnici do Vídně (ale ve skutečnosti je to naopak)*

**Výroky populistických politiků:** *Na světě je příliš mnoho druhů a většina z nich je ošklivých; Brazílie s velkou diverzitou je zaostalejší než Švédsko s malou; Víc druhů vzniká než mizí; Blbouna nejapného lidé právem vyhubili; Zajíc není důležitější než lyžař; Nekontrolované šíření rysa je v rozporu se základní Listinou lidských práv a svobod; Medveď je biologická zbraň na likvidáciu života na slovenskom vidieku; Zachovalá příroda je pro náš region prokletím; Zavřou vás za to, že zašlápnete kytku; Já mám jiné starosti, než se srát s nějakým záborníčkem křivým, nebo medovým, nebo co ...*

🏠 › Zprávy › Brněnsko

### Slanisko ohrožuje dálnici na Vídeň

0



Nehodnoceno, buďte první!

Ohodnoťte článek

# Důvody ochrany biodiverzity

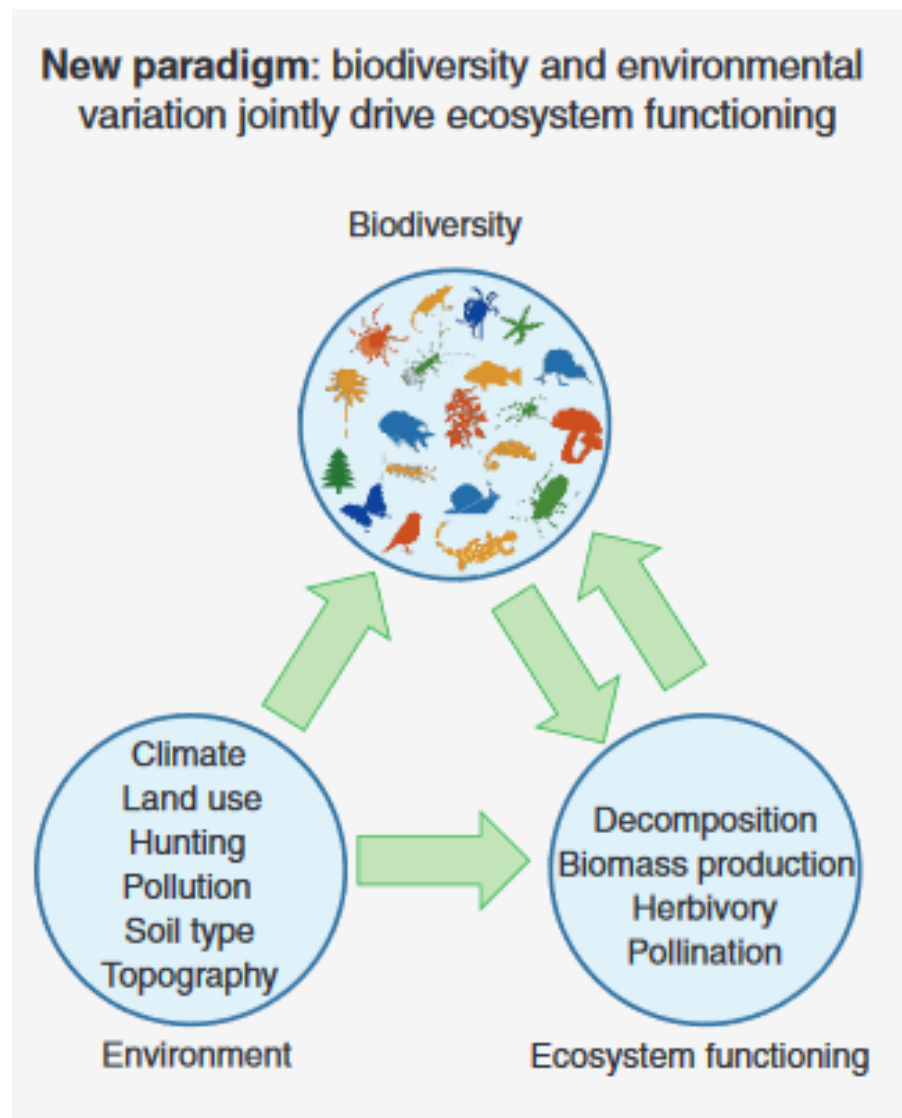
## **Ekonomické (pragmatické)\***

**(a) základní obživa** (pestrost zdrojů: člověk jí jen asi 150-200 druhů rostlin, jedlých pro něj je min. 80,000, teoreticky až 200-300,000)

**(b) vyšší diverzita = vyšší produktivita**, tedy úroda, pokud nejde o monokulturu

**(c) stabilita (i ekonomicky využívaných ekosystémů): druhově nebo geneticky bohatší lesy odolají kůrovci, bohatší trávníky suchu, druhově bohatší rybí osádka horkému létu.**

**(d) větší diverzita rostlin = větší diverzita opylovačů v krajině. Větší diverzita opylovačů = lepší výnosy; lepší generativní reprodukce – větší genetická diverzita – lepší přizpůsobení se klimatickým změnám (jsme zase u stability).**



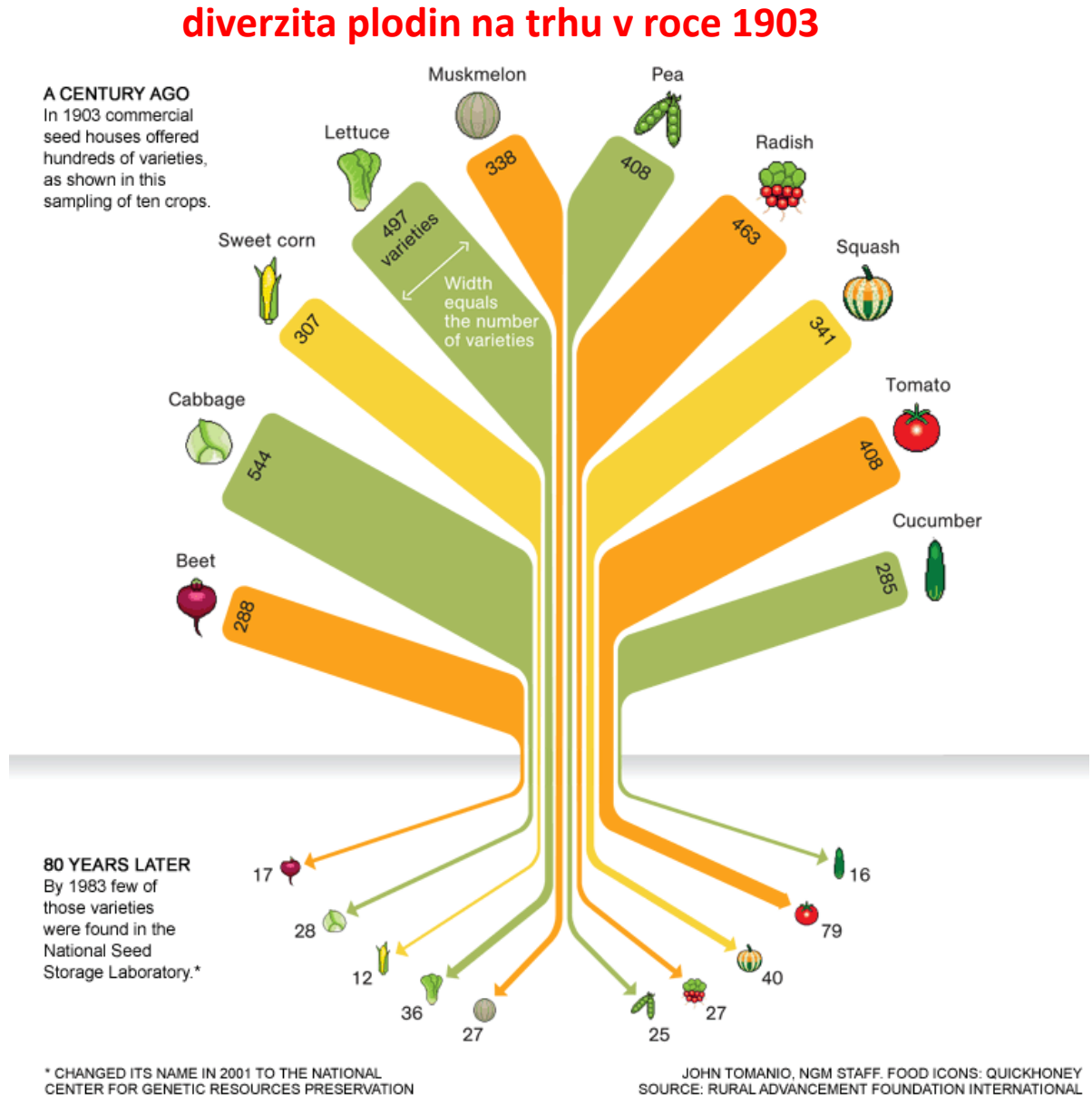
\* van der Plas 2019: nejvíc experimentálních studií dokládá, že vyšší biodiverzita kauzálně znamená (1) větší produktivitu; (2) větší stabilitu ekosystému; (3) větší úspěšnost opylení

van der Plas 2019

**(e) potenciální využití** – *Coffea arabica* trpí chorobami a je riziko, že ji nebude možné dál pěstovat. V tropických lesích se roste 124 druhů kávy, které jsou využitelné pro pěstování. Ale 60% z nich je už ohrožených. Podobné je to s jinými plodinami: u řady z nich jde o zapomnění (obrázek).

Stejně tak se hledají druhy k možné biologické ochraně plodin. Technologické a medicínské (biochemické) inspirace. Jde o tzv. **genetické zdroje** (přístup k nim řeší *Nagojský protokol*). Velmi populární argument, ale možná nadužívaný vzhledem k realitě; rozvojové země měly od Nagojského protokolu velká nenaplněná očekávání\*.

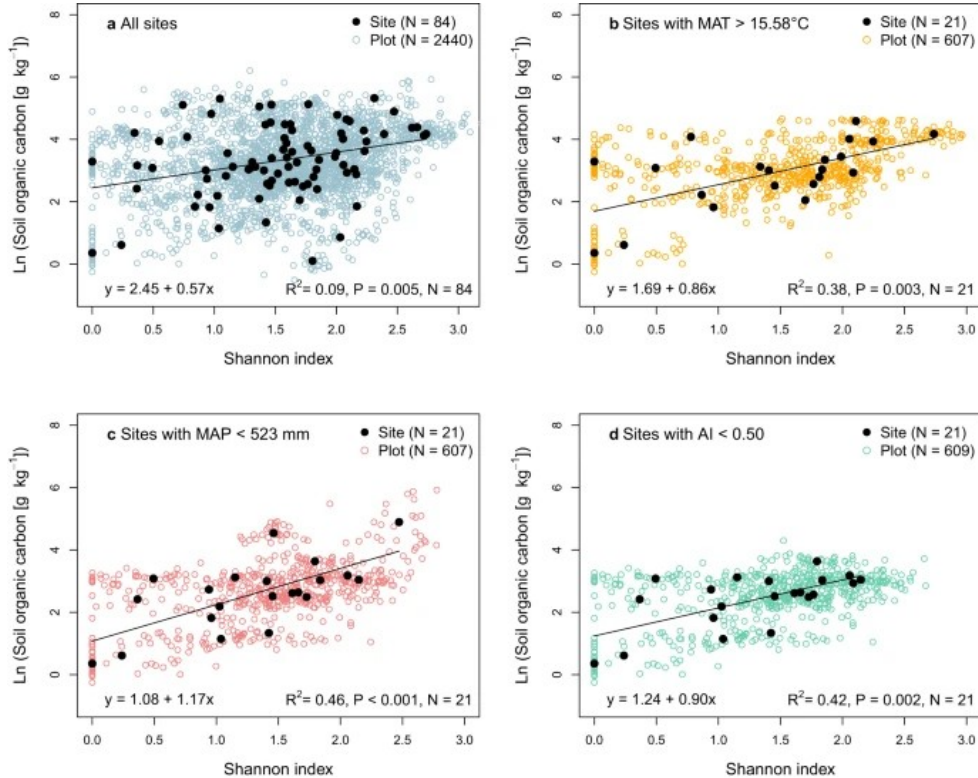
- V popularizaci diverzity se používá už poněkud ohraný argument o léku na „rakovinu“, skrývající se v útrokách tropických pralesů; připomíná tak povídku Sławomira Mrožka, v níž výzkumníci hledají v pralese mytického ptáčka Ugupu, jehož výkaly lze zkvasit na alkohol.



### diverzita plodin v národní sbírce USA v roce 1983

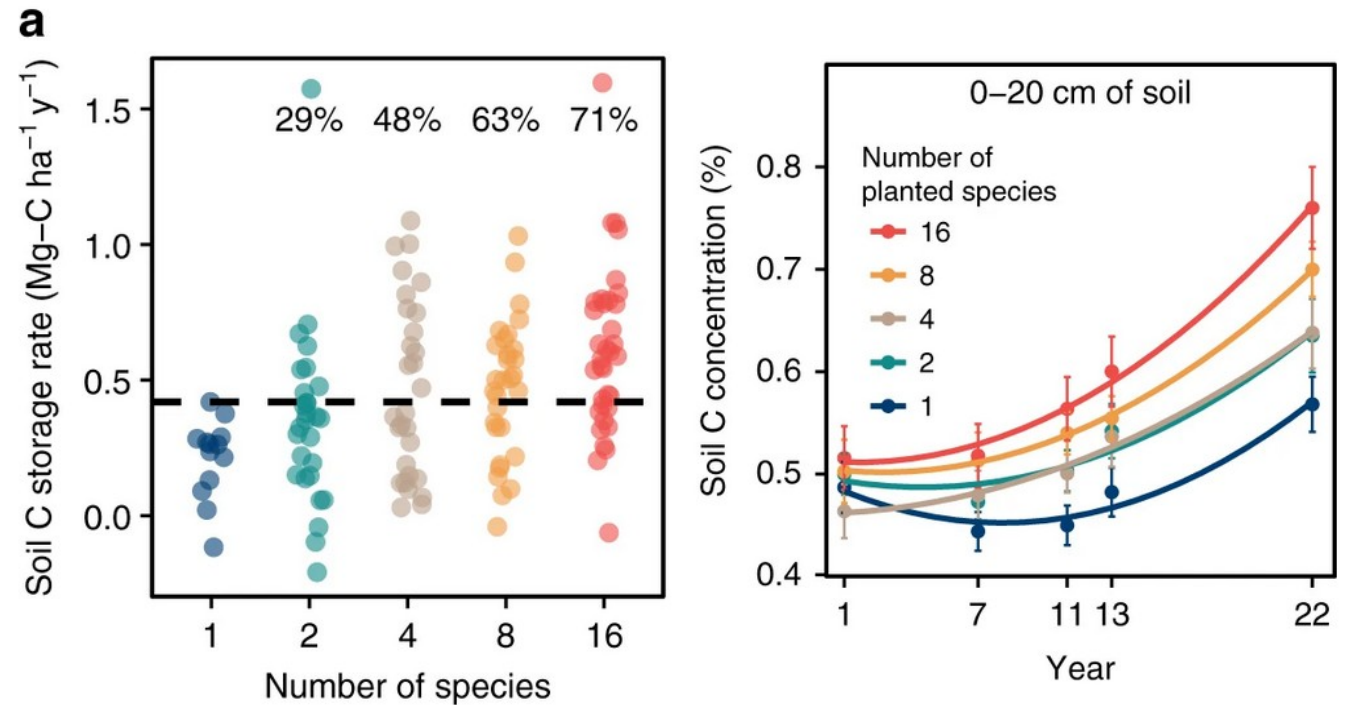
**Existenciální:** Nelze oddělit ochranu biodiverzitu od řešení globální změny, nebo ji dokonce postavit proti ní. Biodiverzita je důležitá pro fungování ekosystémů a mitigaci klimatické změny!

## Pozitivní vztah mezi biodiverzitou (Shannonův index – vyrovnanost abundancí) a množstvím organického uhlíku v půdě



Spohn et al. 2023 *Nature Communications*

## Vliv obnovy biodiverzity pozdně sukcesních druhů v loukách na poutání uhlíku



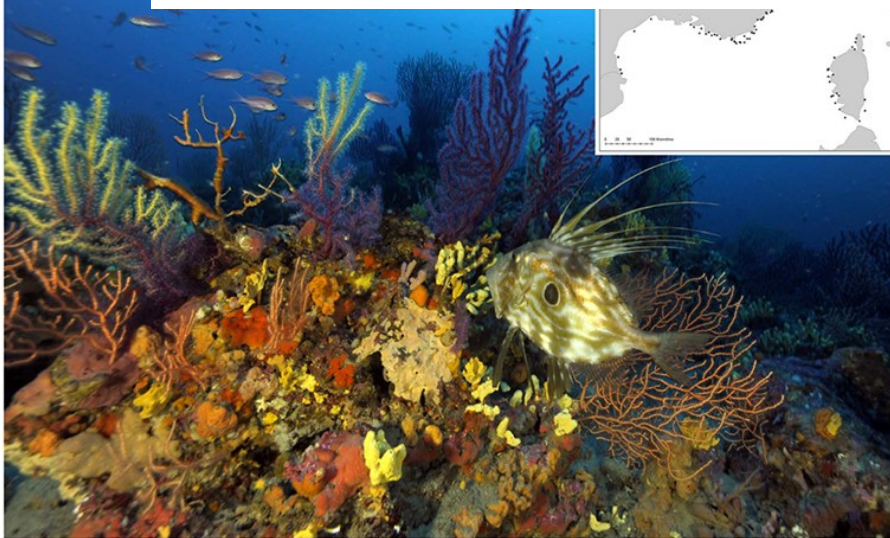
Yang et al. 2019 *Nature Communications*

## Emoční a (neuro)estetické

(a) součást kulturní identity, psychické pohody, pocit bezpečí – v našem podvědomí zůstává naše savanové a lesostepní dědictví (ztracený „mezolitický ráj“), cítíme se dobře v krajinách s velkou diverzitou biotopů, které nám savanu a lesostep připomínají.

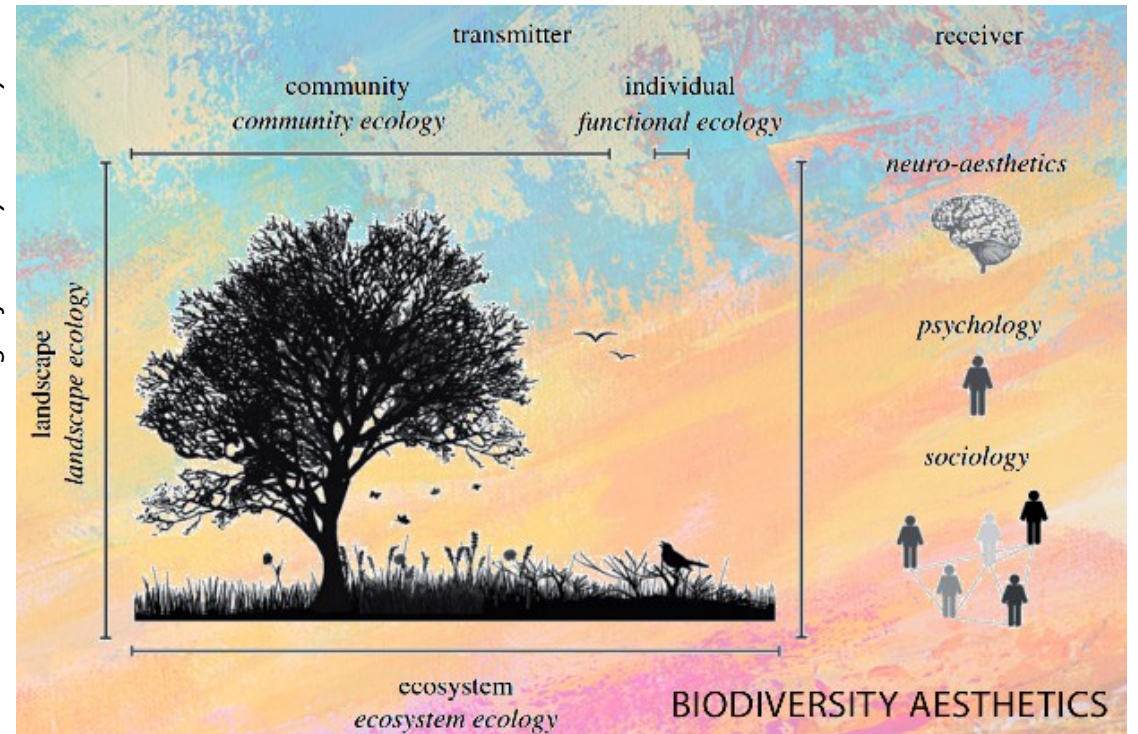
(b) touha po diverzitě je také v našem podvědomí (barvy, tvary, vína, piva, lidské fenotypy, zážitková gastronomie, akvariijní rybičky, sbírky známek či mincí, introdukce nepůvodních druhů, některé aspekty myslivosti a rybaření) apod. Nejde jen o zahánění nudy, ale i projev podvědomí – **pestrost znamená stabilitu zdrojů! Místní malozemědělci v Rumunsku dokáží poznat a pojmenovat 68% místní flóry (Biró et al. 2014).**

(a) vyšší diverzita = vyšší pozitivní vnímání veřejností i v rámci jednoho ekosystému



Tribot et al. 2016. Scientific Reports

Tribot et al. 2018. Proceedings of the Royal Society B



*Ilustrující skutečnost romantické touhy po biodiverzitě:* Objev nového druhu na Zemi nebo v ČR je pro většinovou vědeckou komunitu málo zajímavý, nedostanete se s ním do lepších časopisů ani za něj nedostanete „body“ v systému hodnocení vědy. Pro média a veřejnost je to ale jeden z nejzajímavějších výstupů, takže do hlavních médií se dostanete snadno. Objevitelský romantismus? Podvědomá touha po biodiverzitě?

## Olomoučtí vědci objevili na Borneu další neznámou rostlinu

10. 10. 2016, 10:20 - fš, [Novinky](#)



Vědci z Přírodovědecké fakulty Univerzity Palackého v Olomouci si připsali další objev nového rostlinného druhu z rodu *Thismia* v sultanátu Brunej na ostrově Borneo. Jedná se o rostlinu *Thismia inconspicua*, kterou našli v tropickém pralese na počátku loňského roku. Vymysleli pro ni český název hvězdnatka nenápadná. Jde již o třetí druh z rodu, o jehož přítomnosti v Bruneji se před výpravami olomouckých ekologů nevědělo.



## Emoční a (neuro)estetické

**(c) radost ze vzácnosti, patriotismus** – něco vzácného je na mém pozemku, v mé obci, v mém kraji, v mé zemi (a sousedé to nemají)

**(d) konzervatismus, sentiment** – vzdor proti mizení krajiny dětství. Dospělý člověk vnímá negativně mizení květů a motýlů z luk a ryb a raků z potoka (a zde se emočně potká s vědecky založeným ochranářem), nebo vnímá negativně kácení akátů nebo borovic při ochranářském managementu (zde se s ním nepotká).

**(e) druhy „s příběhem“**: endemity, relikty; lákají amatérské přírodovědce, ale jsou extrémně důležité pro výzkum evoluce a fungování života na Zemi (živé archívy). Nebo druhy (například rašeliníšní mechy) vytvářejí organické zbytky s historickým záznamem (paleoarchívy). **Zánik obou typů archívů je srovnatelný s požárem Alexandrijské knihovny nebo katedrály Notre-Dame.**

## Etické

**(a) pocit odpovědnosti** za uchování dědictví předků (na stejné lodi s ochranou památek a folkloru!)

**(b) výčitky** za rychlé antropogenní vymírání druhů

**(c) pocit viny** za ničení druhů, které mohou posloužit příštím generacím, jak ekonomicky, tak emočně



## Společenské (hobby, práva menšin, veřejné zdraví)

Pro řadu lidí je biodiverzita důležitou součástí **hobby aktivit**. Investice do biodiverzity se v tomto neliší třeba od investic do sportovišť (akvaparky) nebo třeba podpory včelaření.

Pro určité procento lidí je biodiverzita (na úrovni krajiny, biotopů nebo druhů) nenahraditelná pro duševní i fyzické (psychosomatické) zdraví a nenahraditelná součást kulturní identity a duchovního života. **Není v tom rozdíl vůči potřebám jiných, stejně nebo i méně početných zdravotních nebo náboženských menšin.**





## Proč tedy není ochrana biodiverzity a vůbec ekosystémů Země samozřejmostí?

Je to velkým vlivem emočně deprivovaných jedinců ve společnosti?

Ztrátou všeobecné důvěry?

Krizí hodnot a podceňování (zapomenutí) hodnot přírody?

„Lorenzovými“ hříchy: závod člověka se sebou samým, ztráta schopnosti prožívat city, rozchod s tradicí, rostoucí poddajnost lidstva k doktrínám?

Nahrazení uvědomění si vlastní identity černobílými reflexivními reakcemi (rozdělená společnost / sociální sítě)?

Nebo jen biologickou podstatou člověka? Viz **sobecký gen, teorie her a sociobiologie** – ochrana přírody se jedinci z ekonomického hlediska nevyplácí, když se většina nechová stejně. Jakou roli zde může sehrát **intelligence** (rozhodování s ohledem na budoucnost), kritické myšlení, vzdělání a **kultura**?



### **věda a kultura**

Jiří Sádlo: „**podvědomým základem přírodních věd je rétorika založená na nevyřčených kulturních předpokladech**“. Měříme zcela nezaujatě, ale jen to, co se v nás dávno zahnízdilo, že se měřit má a může. Je to výsledek hluboce zakořeněných motivů a přesvědčení, včetně těch mylných, které v sobě jako společnost držíme. Les budeme vždycky ctít coby esenci přírody, ve vědě i mimo ni, prostě proto, že je to jungovský archetyp.

## ekologie a vzdělávání

*Aby měla ekologická výchova výsledky, museli by kantoři předávat nejen exaktní znalosti, ale také ideu, museli by umět děti nadchnout, tedy sami souznít s přírodou. Dnes se lidé podivují, že letadlo přeletí z Ameriky do Evropy za dvě hodiny, ale to, po čem šlapou, jim uniká. Že každý lístek je dokonalou „sluneční baterií“ nebo že se tlustá, chlupatá housenka zakuklí, beze zbytku se transformuje a pak že z ní vyletí nádherný motýl, to považují za samozřejmost. Až mrazí v zádech, jak efektivně dokáže příroda hospodařit se svými zdroji.*

*Toto je přece zázrak!*

— Milena Rychnovská, 2006



## Výzva k budoucím učitelům biologie

Nezkoušejte pojmy, popisy a klasifikační systémy: vyprávějte příběhy, propojujte, ved'te k uvědomování si hodnot přírody, nadchněte!

# Proč není ochrana biodiverzity a vůbec ekosystémů Země samozřejmostí?

... a naopak se setkává u části společnosti s odporem? A dá se to změnit?

K zodpovězení této otázky potřebujeme sociologický, psychologický, filozofický i teologický výzkum na téma ochrany biodiverzity, ekosystémů (včetně globálního); a umění jako jinou formu vyjádření ve složitém světě.

V tomto smyslu jsou „ekologické“ humanitní obory komplementární k přírodovědnému, vědecky zaměřenému směru ekologie, kterou jsme si tady přednášeli, a mohou být mostem k aplikaci výsledků ekologie jako vědy.