

Adaptácia lesných ekosystémov na globálne environmentálne zmeny

gestor: doc. Ing. František Máliš, PhD.

ekológia lesnej vegetácie,  @FeroMalis, <https://kf.tuzvo.sk/sk/frantisek-malis-homepage-sk>

vyučujúci: prof. Ing. Peter Jaloviar, PhD., Ing. Peter Klinga, PhD., Ing. Michal Bošeľa, PhD., Ing. Dušan Mikuš, Ing. Michal Tomčík

Poslanie predmetu

- pochopenie globálnych environmentálnych zmien (GEZ), ktoré sa týkajú aj Slovenska
- pôsobenie GEZ na lesné ekosystémy
- význam lesných ekosystémov na zmiernenie dopadov GEZ na život na Zemi
- adaptívne lesníctvo = alternatívne formy manažmentu v lesníckej aj ochranárskej praxi
- náročná úloha pre vyučujúcich (*integrovanie vedy do výuky a lesníckych odborov*), aj študentov (*prienik predmetov, hľadanie riešení*)
- toto všetko s využitím a syntézou poznatkov (študenti 5. ročníka)

Obsah prednášok

Termín (utorky o 14:50)	Prednášajúci	Téma
20. 9. 2022	doc. Ing. František Máliš, PhD.	úvod do globálnych environmentálnych zmien (GEZ), klimatická zmena, zmeny vo využívaní lesa a krajiny, depozície vzdušných <u>polutantov</u> , invázne druhy
27. 9. 2022	doc. Ing. František Máliš, PhD.	dopady GEZ na lesné ekosystémy, <u>acidifikácia</u> , <u>eutrofizácia</u> , posuny druhov na gradiente nadmorskej výšky, lesné <u>disturbancie</u> , <u>termofilizácia</u> , kríza biodiverzity (vymieranie druhov, taxonomická homogenizácia, šírenie <u>generalistov</u> , <u>ústup špecialistov</u> , <u>zánik biotopov</u>)
4. 10. 2022	doc. Ing. František Máliš, PhD.	potenciál lesných ekosystémov pri zmierňovaní dopadov GEZ, sekvestrácia uhlíka, lesná mikroklima – <u>zápoj</u> – spomalenie rozkladu <u>opadu</u> , <u>mikrorefúgiá</u> a <u>mikrohabitaty</u> , možnosti alternatívnych foriem obhospodarovania lesa, ochrana prírody
12. – 13. 10. 2022		hlavné cvičenia
25. 10. 2022	doc. Ing. František Máliš, PhD.	možnosti alternatívnych foriem obhospodarovania lesa, asistovaná migrácia, alternatívne formy obnovy lesa (<u>retention forestry</u> , <u>selective logging...</u>), historické formy manažmentu
1. 11. 2022	doc. Ing. František Máliš, PhD.	územná ochrana prírody (stupne ochrany, chránené územia, Natura 2000), aktívna a pasívna ochrana prírody (v závislosti od typu lesa), spracovanie kalamít v chránených územiach, legislatívne aspekty

Obsah prednášok

8. 11. 2022	Ing. Peter <u>Klinga</u> , PhD.	dopady GEZ na lesnú zver, vplyv lesnej zvery na lesné ekosystémy, manažment lesa a krajiny v prospech ohrozených druhov, biokoridory
15. 11. 2022	Ing. Michal <u>Bošeľa</u> , PhD.	rast drevín v kontexte GEZ, <u>trade-off</u> biodiverzita – biomasa, hospodárska úprava lesa v rámci adaptívneho manažmentu
22. 11. 2022	prof. Ing. Peter <u>Jaloviar</u> , PhD.	prírode blízke obhospodarovanie lesa ako nástroj pre adaptáciu lesných ekosystémov na environmentálne zmeny
29. 11. 2022	Ing. Dušan Mikuš	prírode blízke obhospodarovanie dubových lesov na príklade <u>ProSilva</u> objektov a lesníckej praxe na území LS <u>Duchonka</u>
6. 12. 2022	Ing. Michal <u>Tomčík</u>	obhospodarovanie lesov v NP Slovenský raj, adaptívny manažment lesov v NP v rukách ochrany prírody

Prosím navštevujte prednášky. Skriptá neexistujú. Verím, že vás to zaujme 😊

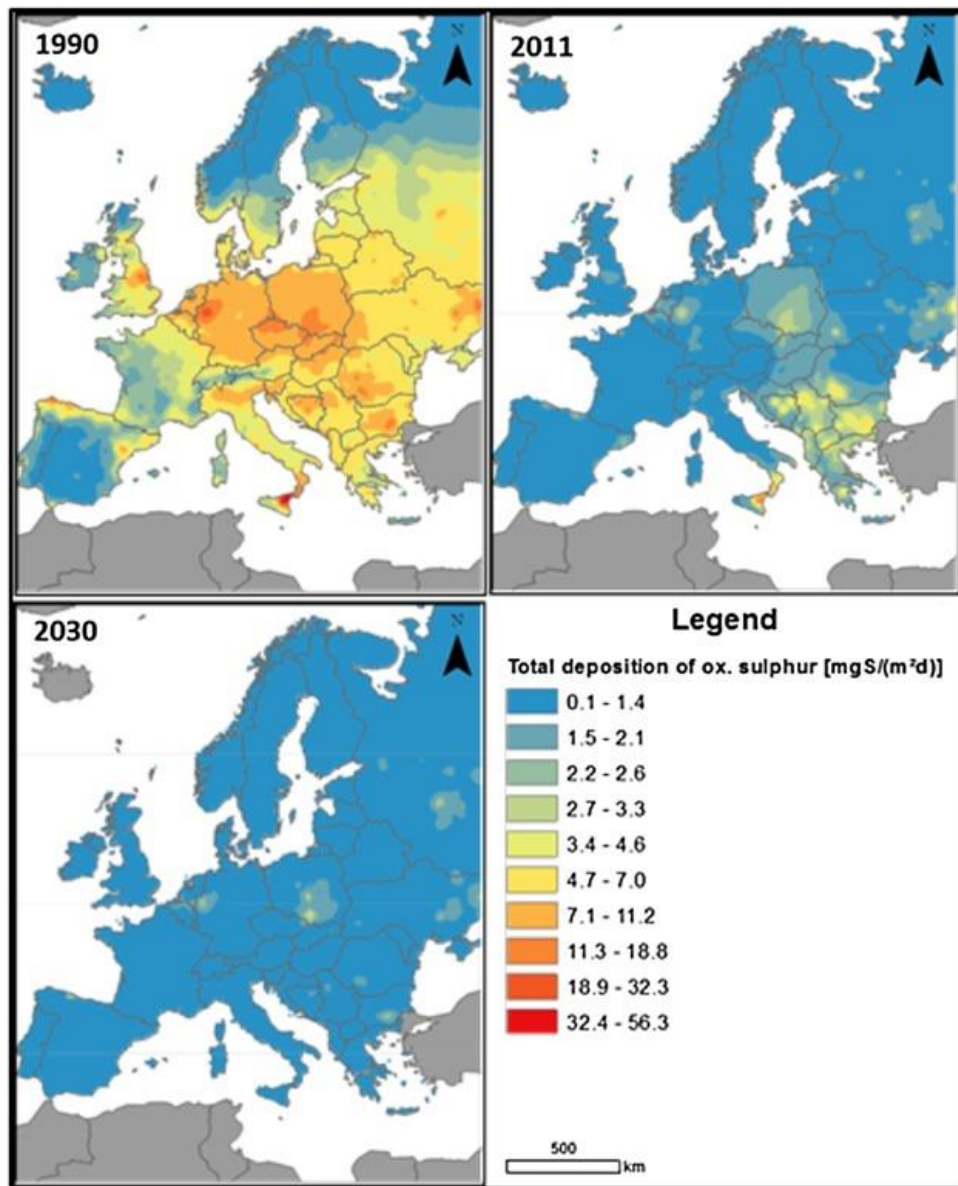
Globálne environmentálne zmeny

Komplex mnohých vzájomne interagujúcich fenoménov, pôsobiacich hlavne od cca 1950

- degradácia biotopov
(ťažba rôznych surovín, odlesnenie, rybolov)
- znečistenie
(plasty, chemické znečistenie vôd, ovzdušia, depozície dusíka)
- klimatická zmena
- zmeny vo využívaní krajiny
(prechod z extenzívneho na intenzívne hospodárenie)
- vyčerpanie sladkovodných zdrojov
- šírenie invázných druhov
- urbanizácia
- iné

Pôsobenie na lesy

Depozície síry



Slamova, K., & Koehl, M. (2017). Materials and Corrosion, 68(1), 20-29.

ZDROJE

najmä spaľovanie uhlia – SO_2

od r. 1990 pokles vďaka využívaniu „ušľachtilejších“ palív a inštalácii odsírovacích zariadení

DÔSLEDKY

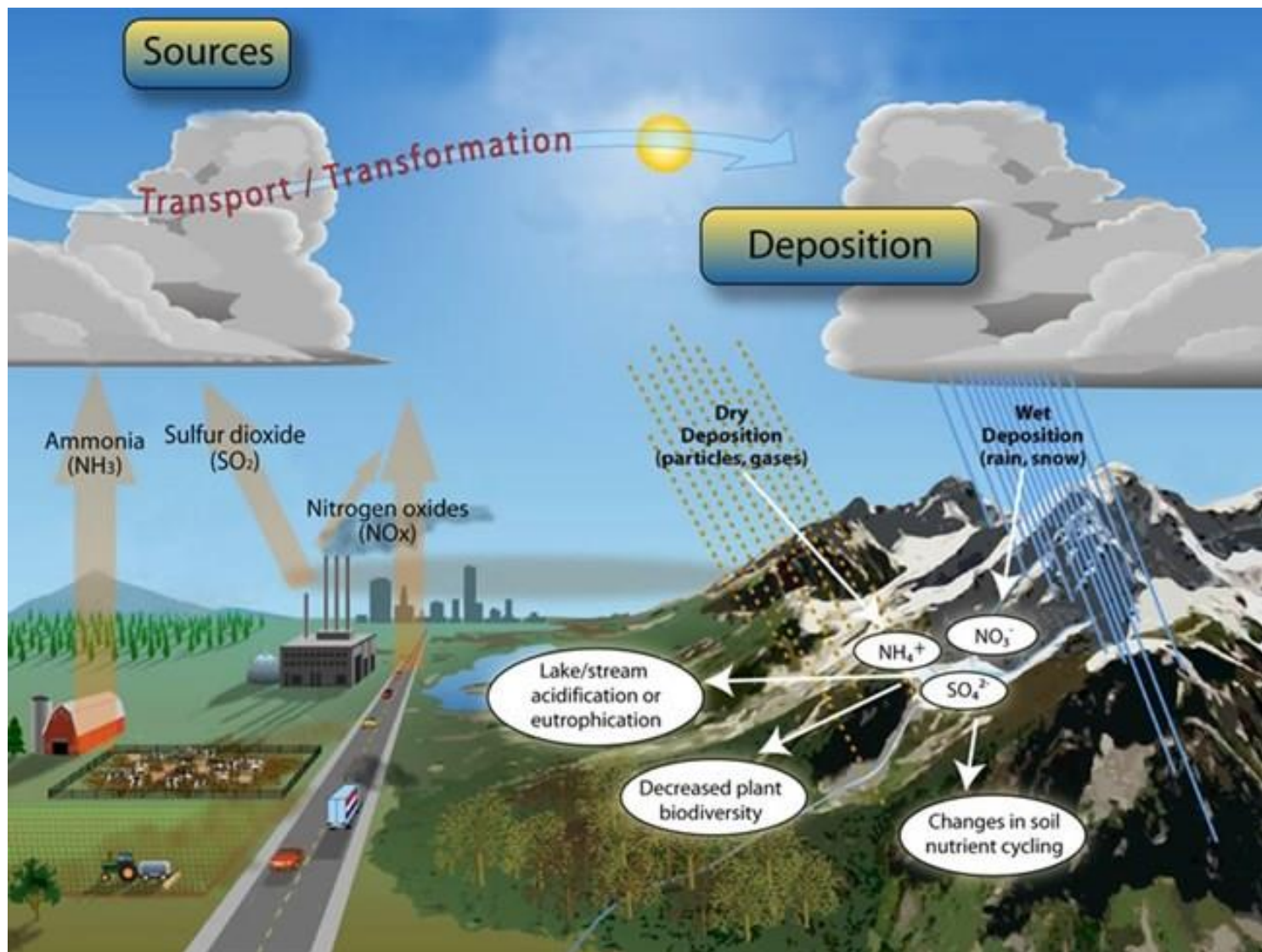
acidifikácia – pokles pôdnej reakcie, zakyslenie

masívne odumieranie lesov (napr. Krkonoše)

Vznik iniciatívy ICP Forests (International Co-operative Programme on Assessment and Monitoring of Air Pollution Effects on Forests) v r. 1985

Na Slovensku ČMS Lesy (čiastkový monitorovací systém), prevádzkuje Národné lesnícke centrum

Depozície dusíka



National Park Service (USA)

<https://www.nps.gov/rlc/northcoastcascades/nitrogen-deposition-in-the-north-coast-and-cascades.htm>

ZDROJE

fosílné palivá (uhlie, pohonné hmoty, zemný plyn) – NO_x

poľnohospodárstvo, živočíšna výroba, hnojenie (znečistenie povrchových vôd) – hlavne NH₃ a NH₄⁺

DEPOZÍCIA

mokrú – atmosférické zrážky

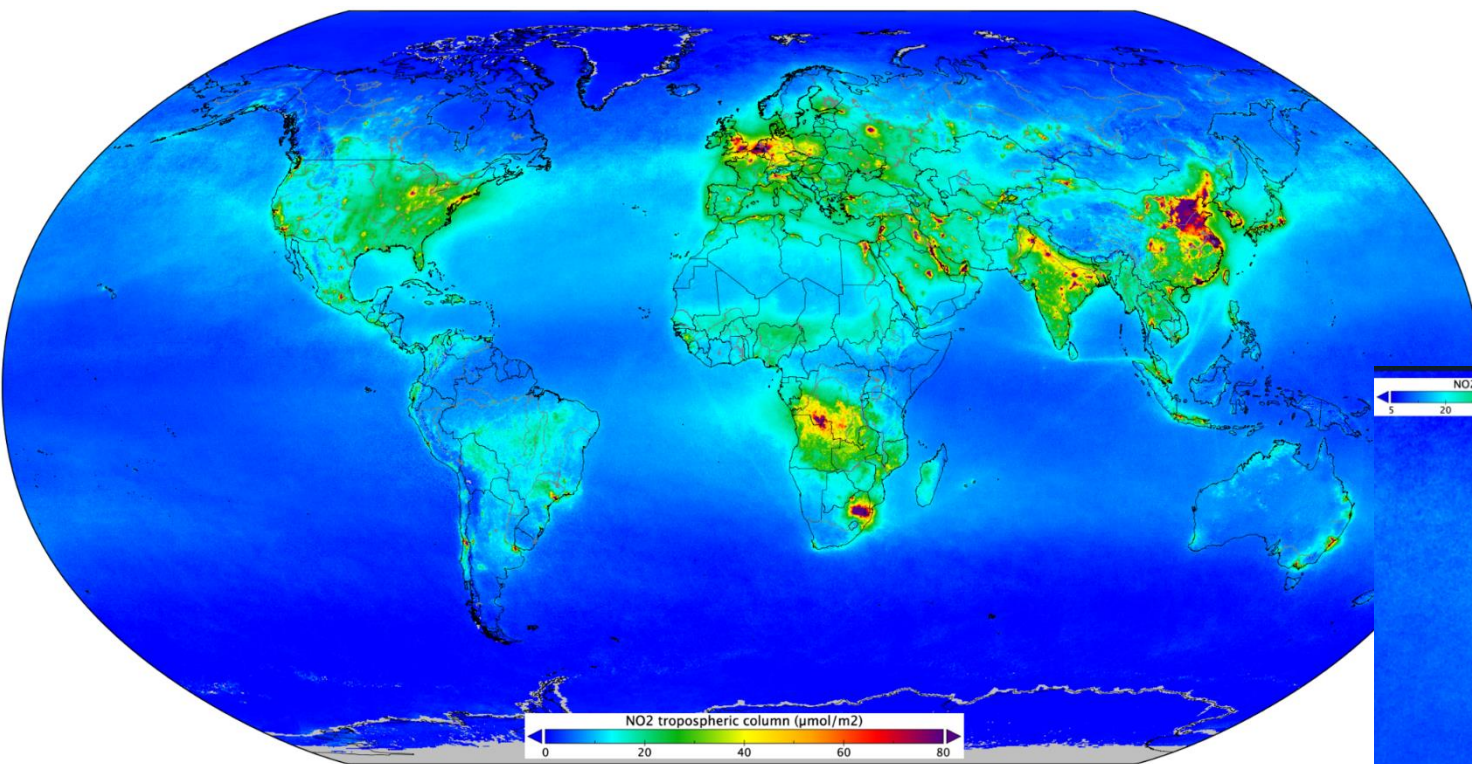
suchú – pevné častice, aerosóly

DÔSLEDKY

eutrofizácia – obohatenie o živiny, dusík je hlavnou živinou pre rastliny

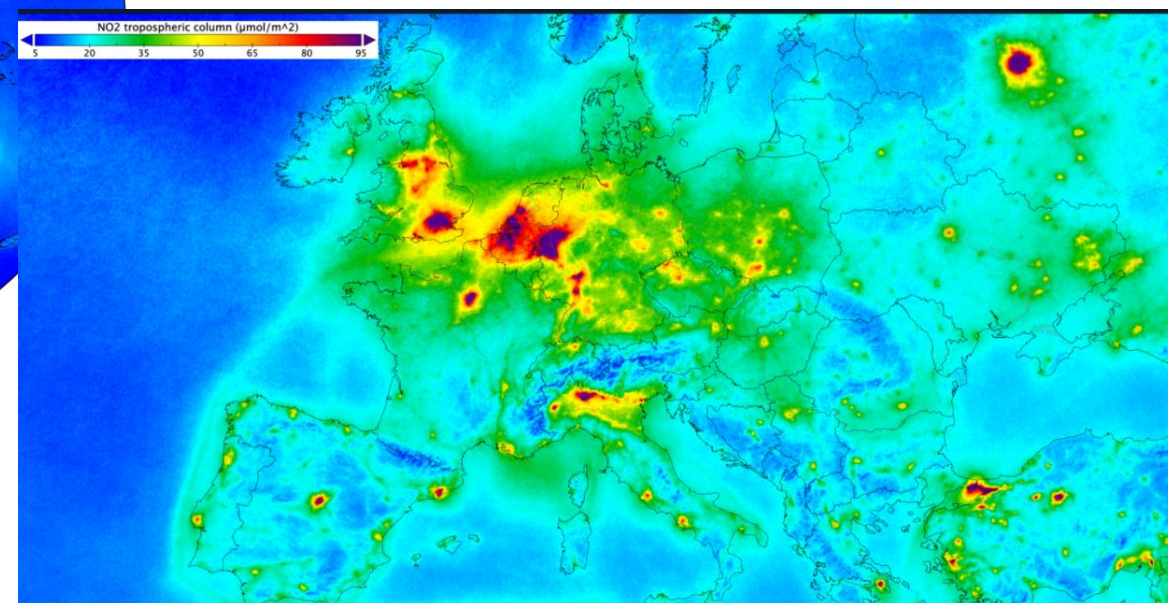
acidifikácia – pokles pôdnej reakcie, zakyslenie

Depozície dusíka



kritické hodnoty depozície dusíka pre diverzitu vegetácie temperátnych lesov sú $10\text{--}15 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$

Slovensko $6\text{--}11 \text{ kg.N.ha}^{-1}.\text{rok}^{-1}$



European Space Agency

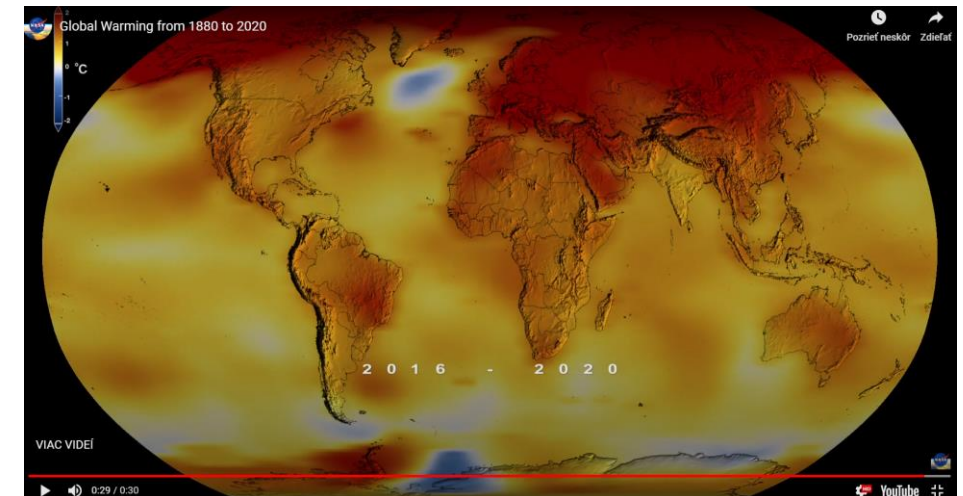
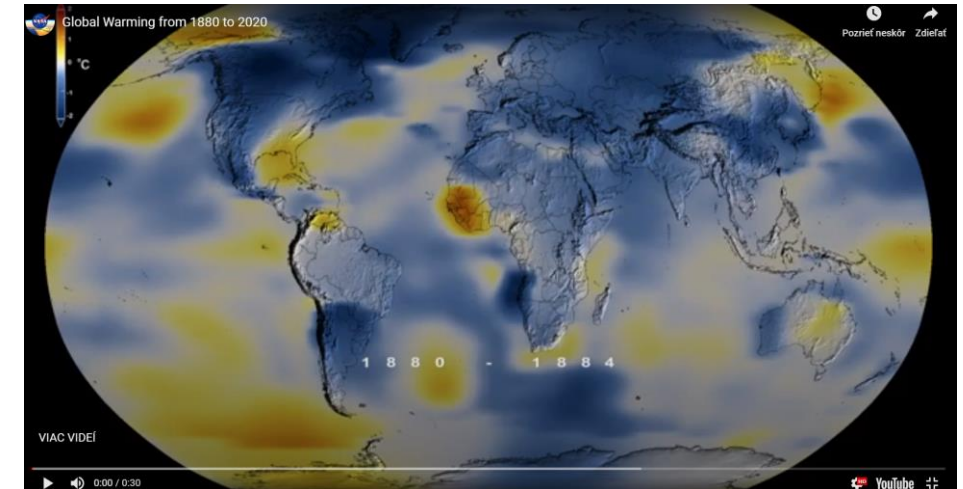
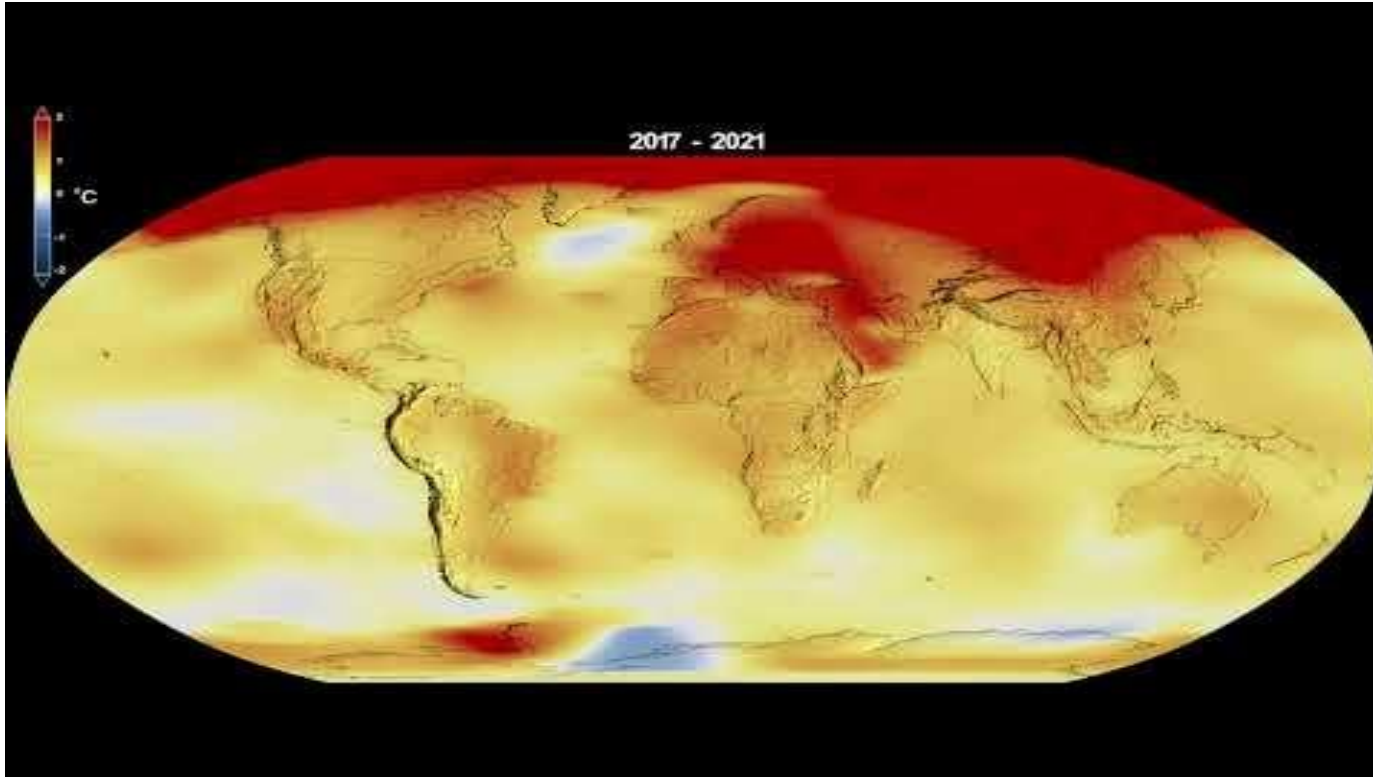
http://www.esa.int/Applications/Observing_the_Earth/Copernicus/Sentinel-5P/Nitrogen_dioxide_pollution_mapped

Krupová et al. (2018). Atmospheric deposition of sulphur and nitrogen in forests of the Czech and Slovak Republic. Central European Forestry Journal, 64(3-4), 249-258.

Bobbink et al. (2010). Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: a synthesis. Ecological Applications, 20(1), 30-59.

Klimatická zmena

teplota vzduchu vzrástla (porovnanie voči 1850 – 1900) v priemere približne o 1,0 °C,
nad zemským povrchom však o 1,6 °C (ICPP 2018, 2019)



Skleníkový efekt

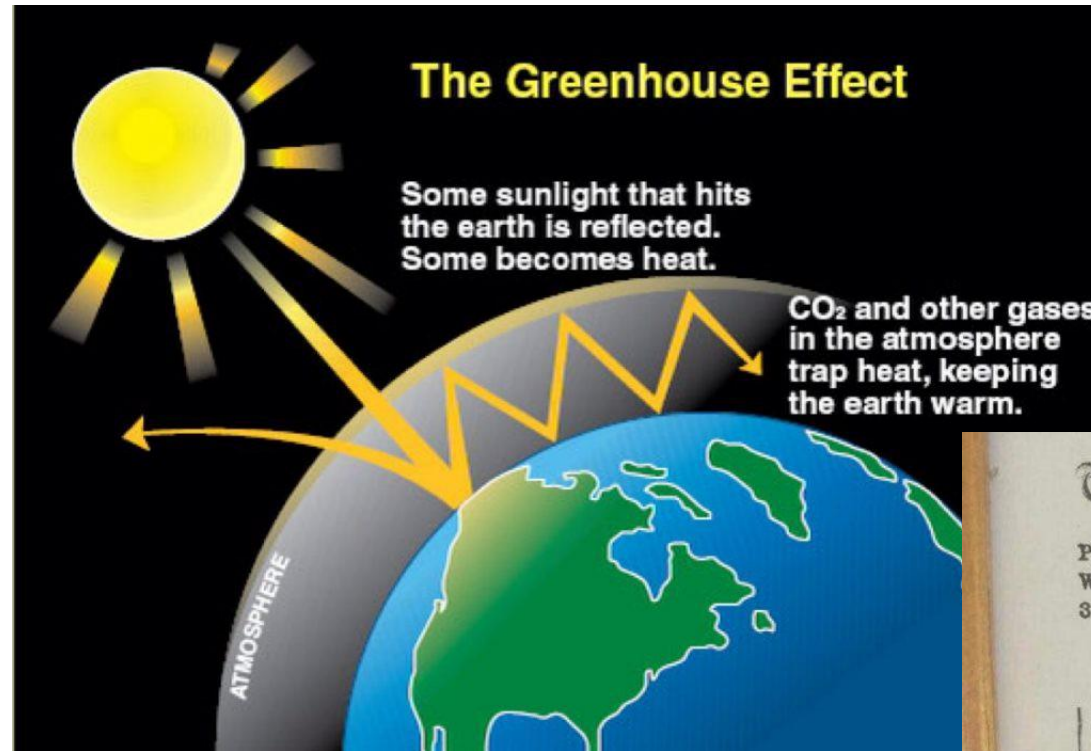
slnečné žiarenie zohrieva
planétu

skleníkové plyny zabraňujú úniku
tepla (ochladeniu)

vdďaka tomu je možný život na
Zemi

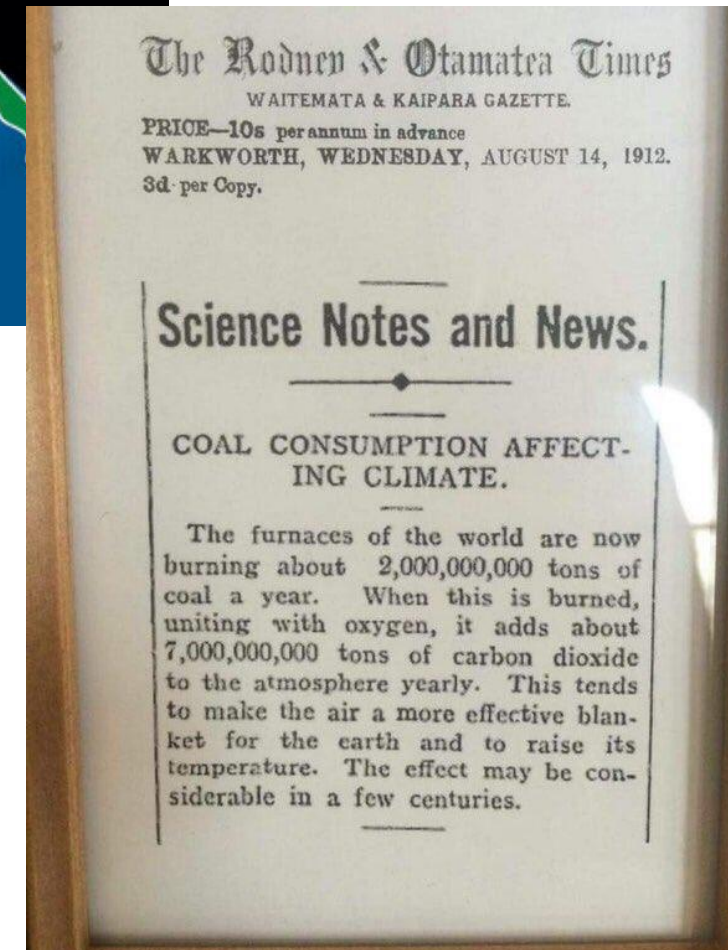
vodné pary spôsobujú až cca 60
% efektu, okrem toho CO_2 , CH_4 ,
 N_2O , O_3

vedci už na prelome 19. a 20. st.
predpovedali oteplenie kvôli
emisiám CO_2



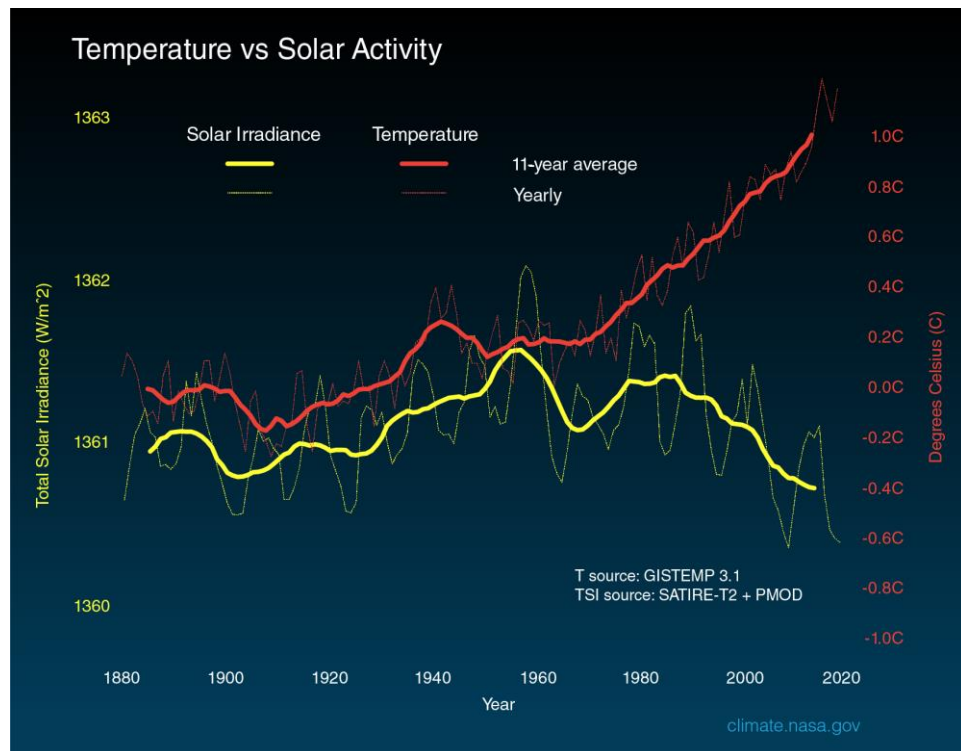
TutorBin

<https://medium.com/@tutorbin/greenhouse-effect-advantages-and-disadvantages-4d4f113ec61d>



Klimatická zmena (zopár neprávď)

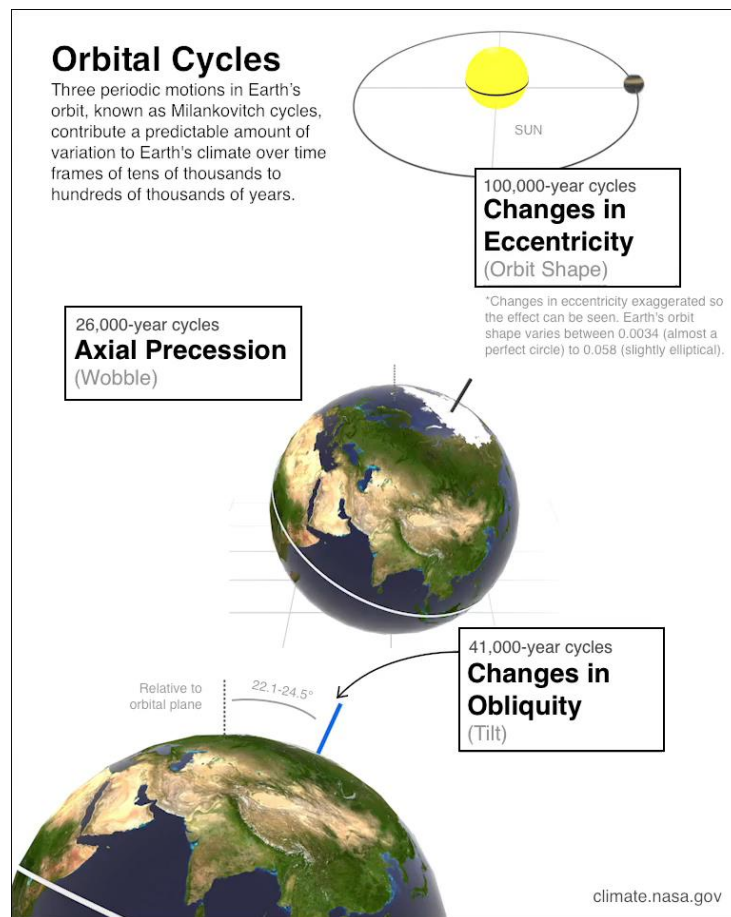
vraj stúpa intenzita slnečného žiarenia



NASA

<https://climate.nasa.gov/faq/14/is-the-sun-causing-global-warming/>

vraj ide o cyklické otepľovanie kvôli tzv. Milankovičovým cyklom – odklon orbitu Zeme a doby ľadové



NIE – napr. súčasné otepľovanie je omnoho rýchlejšie

NASA

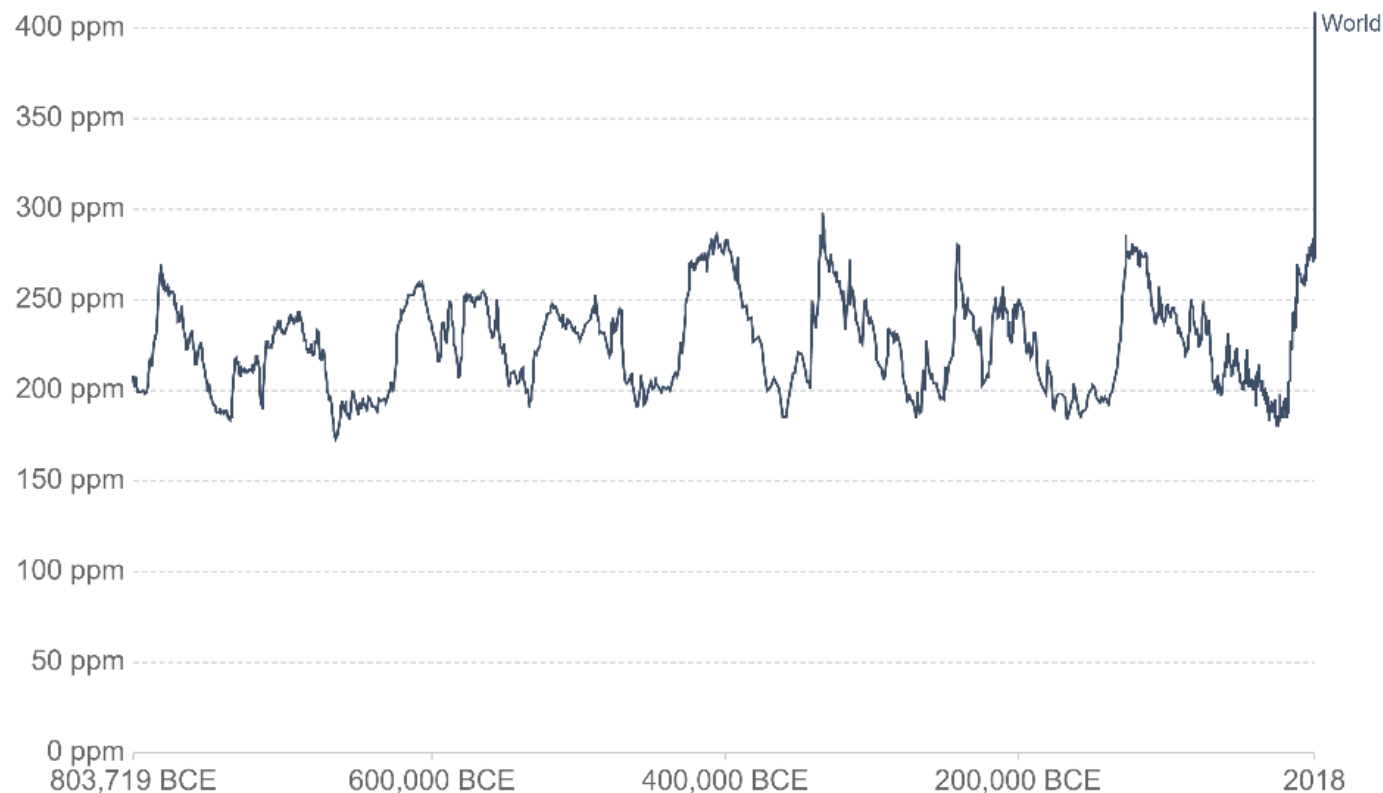
<https://climate.nasa.gov/ask-nasa-climate/2949/why-milankovitch-orbital-cycles-cant-explain-earths-current-warming/>

Klimatická zmena - historické koncentrácie CO₂

Atmospheric CO₂ concentration

Global average long-term atmospheric concentration of carbon dioxide (CO₂), measured in parts per million (ppm). Long-term trends in CO₂ concentrations can be measured at high-resolution using preserved air samples from ice cores.

Our World
in Data



Source: EPICA Dome C CO₂ record (2015) & NOAA (2018)

OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions • CC BY



NASA

https://earthobservatory.nasa.gov/features/Paleoclimatology_Ice_Cores

Emisie CO₂

najviac Európa, USA, Čína, India

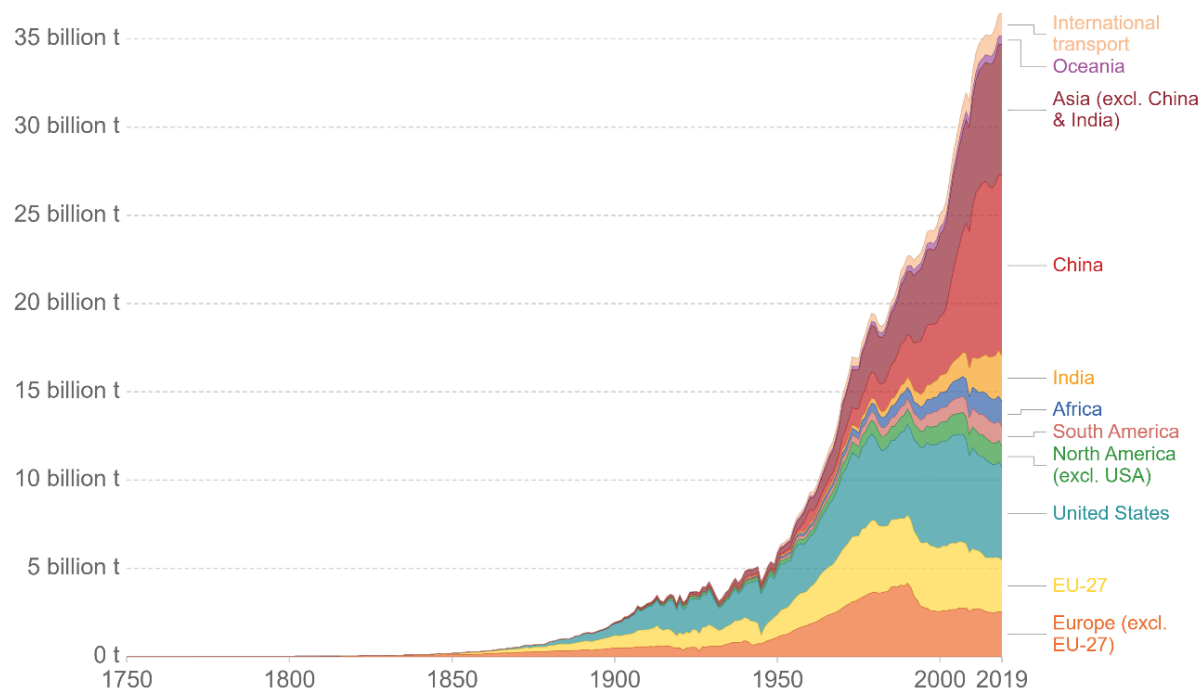
bez klimatických politík nárast do 2100 o cca 4,5 °C

ambícia udržať pod 2 °C (Parížska dohoda o zmene klímy, r. 2015)

EÚ plánuje znížiť emisie do 2030 o 55% (voči 1990), do 2050 uhlíkovú neutralitu

Annual total CO₂ emissions, by world region

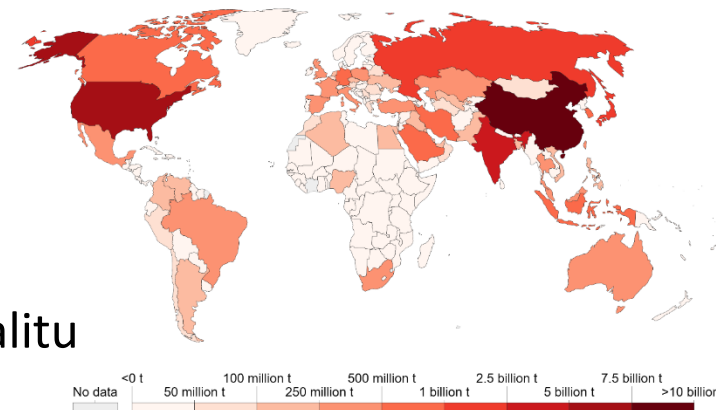
This measures CO₂ emissions from fossil fuels and cement production only – land use change is not included.



Source: Our World in Data based on the Global Carbon Project
Note: 'Statistical differences' included in the GCP dataset is not included here.

Annual CO₂ emissions, 2019

Carbon dioxide (CO₂) emissions from the burning of fossil fuels for energy and cement production. Land use change is not included.



Source: Global Carbon Project; Carbon Dioxide Information Analysis Centre (CDIAC)
Note: CO₂ emissions are measured on a production basis, meaning they do not correct for emissions embedded in traded goods.
OurWorldInData.org/co2-and-other-greenhouse-gas-emissions/ • CC BY

Global greenhouse gas emissions and warming scenarios

– Each pathway comes with uncertainty, marked by the shading from low to high emissions under each scenario.
– Warming refers to the expected global temperature rise by 2100, relative to pre-industrial temperatures.

Annual global greenhouse gas emissions
in gigatonnes of carbon dioxide-equivalents

150 Gt

100 Gt

50 Gt

Greenhouse gas emissions
up to the present

1990 2000 2010 2020 2030 2040 2050 2060 2070 2080 2090 2100

No climate policies
4.1 – 4.8 °C

→ expected emissions in a baseline scenario
if countries had not implemented climate
reduction policies.

Current policies
2.8 – 3.2 °C

→ emissions with current climate policies in
place result in warming of 2.8 to 3.2°C by 2100.

Pledges & targets
2.5 – 2.8 °C

→ emissions if all countries delivered on reduction
pledges result in warming of 2.5 to 2.8°C by 2100.

2°C pathways
1.5°C pathways

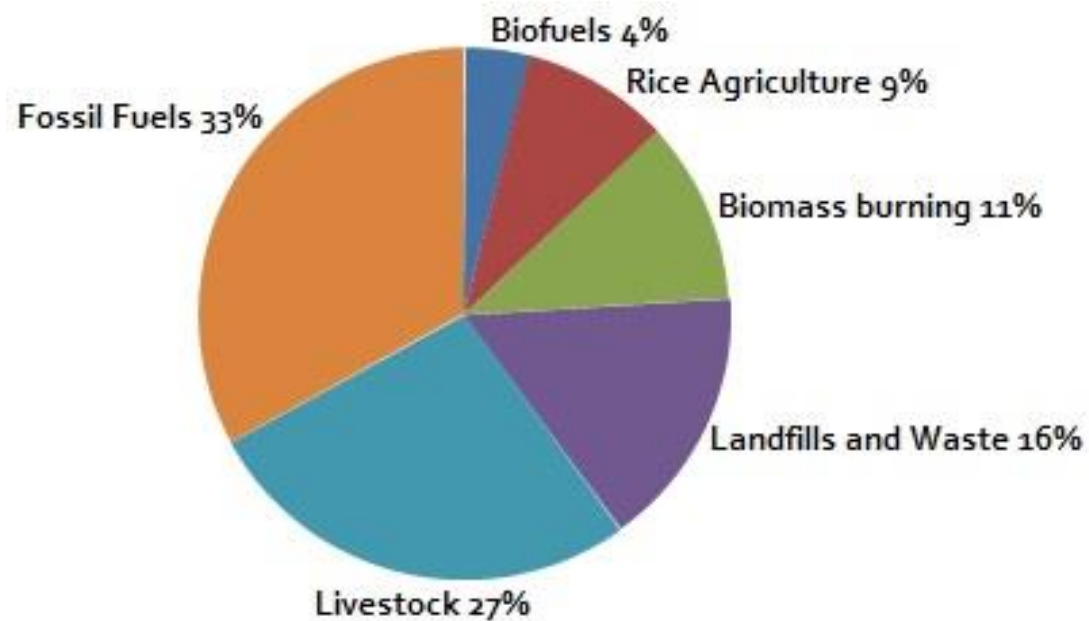
Data source: Climate Action Tracker (based on national policies and pledges as of December 2019).
OurWorldInData.org – Research and data to make progress against the world's largest problems.

Licensed under CC-BY by the authors Hannah Ritchie & Max Roser.

Emisie CH₄

- v horizonte 20 rokov je až cca 85x účinnejší ako CO₂ pretože sa rozpadá v atmosfére na CO₂ a vodu
- odhaduje sa, že sa podieľa na oteplení asi 1/3 účinku CO₂

- produkcia a transport fosílnych palív
- byľinožravce (trávenie)
- rozklad organickej hmoty bez prístupu kyslíka (skládky odpadu, zamokrené pôdy, vodné plochy, pestovanie ryže)
- až 60 % emisií metánu súvisí s činnosťou človeka



UNECE

<https://unece.org/challenge>

Uhlíkový cyklus a význam lesov

rastliny (stromy) viažu CO_2 z atmosféry, žijú a rastú z neho (vznik biomasy)

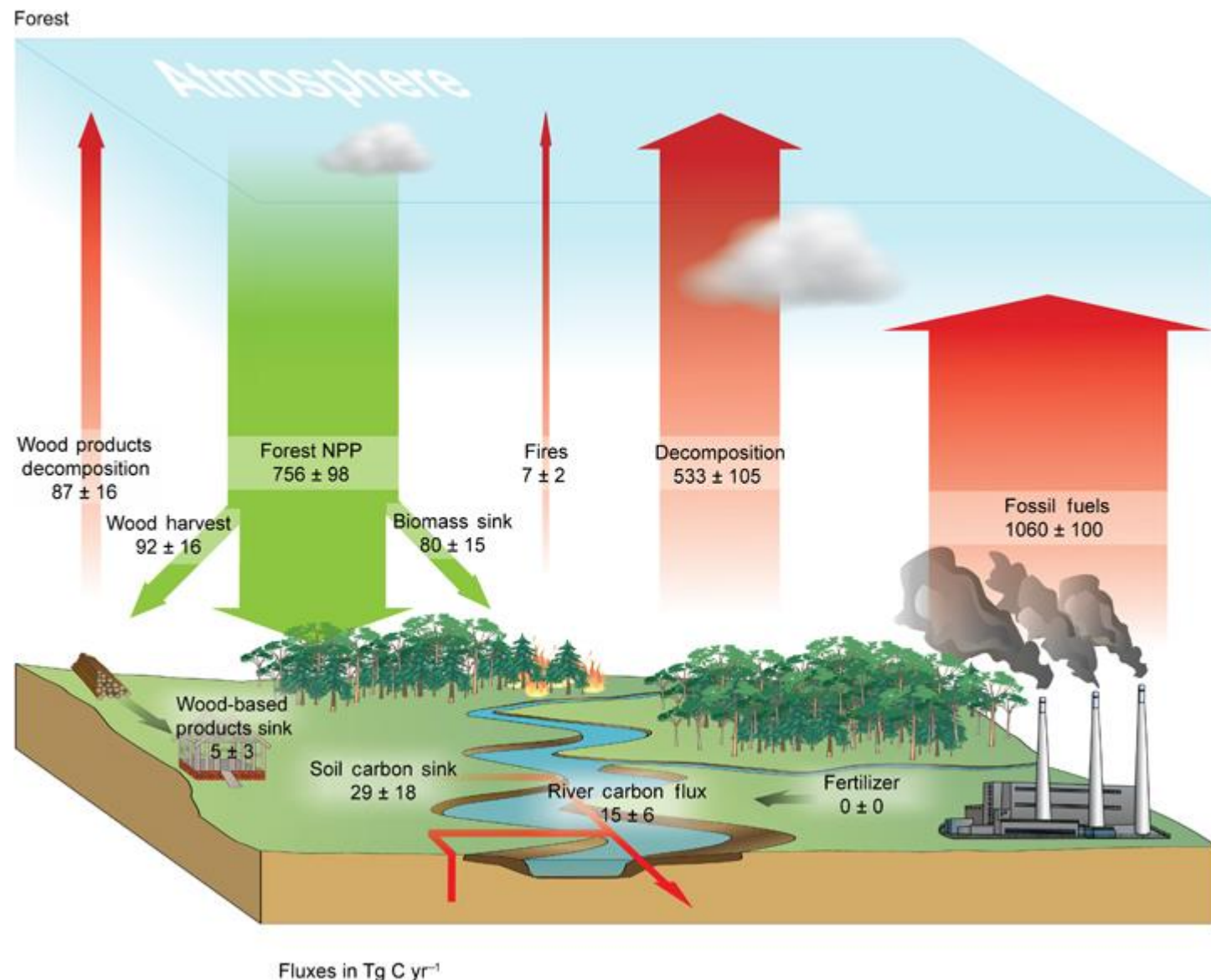
veľká časť (cca 70 %) biomasy sa rozloží a uvoľní

časť sa uloží v pôdach, o čosi viac vyťaží

vyťažené drevo využiť inak ako na palivo (fixácia na dlhšiu dobu)

horenie dreva (palivo alebo požiare) znova uhlík uvoľní do atmosféry (využitie na palivo je však vždy lepšie ako kúriť fosílnymi palivami)

fosílna palivá drevom nenahradíme – potreba znížiť ich spotrebu



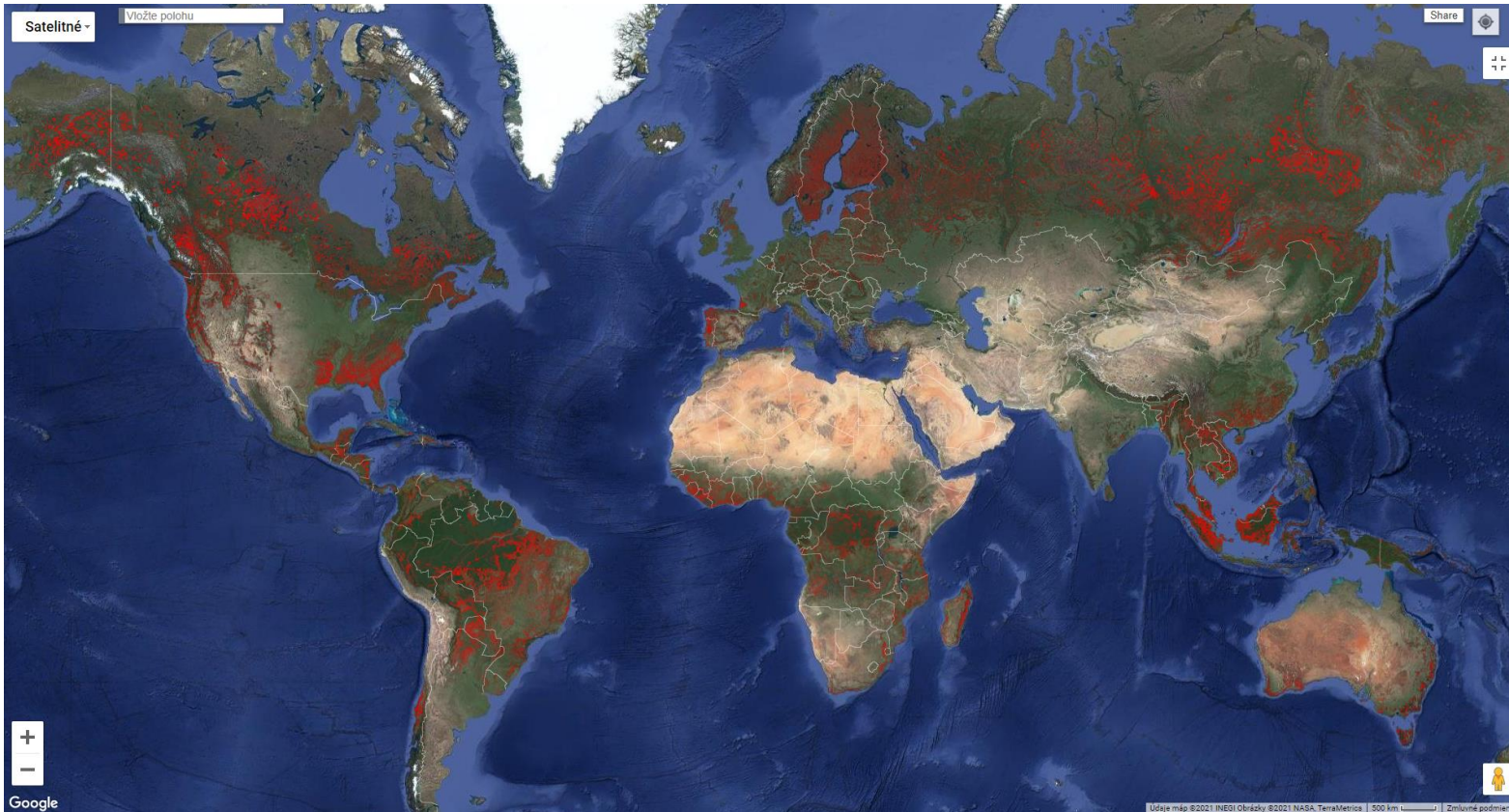
Bilancia pre štáty EÚ

Luyssaert et al. (2010). The European carbon balance. Part 3: forests. Global Change Biology, 16(5), 1429-1450.

Zmena vo využívaní lesa a krajiny - odlesnenie

Online mapa *Forest cover change* (2000-2019)

„zmena v pokryvnosti lesa“; rozpad lesných porastov – požiare v boreálnych lesoch, Amazónii, Austrálii



rozpad lesných porastov $\neq$ odlesnenie

na väčšine sa les zregeneruje

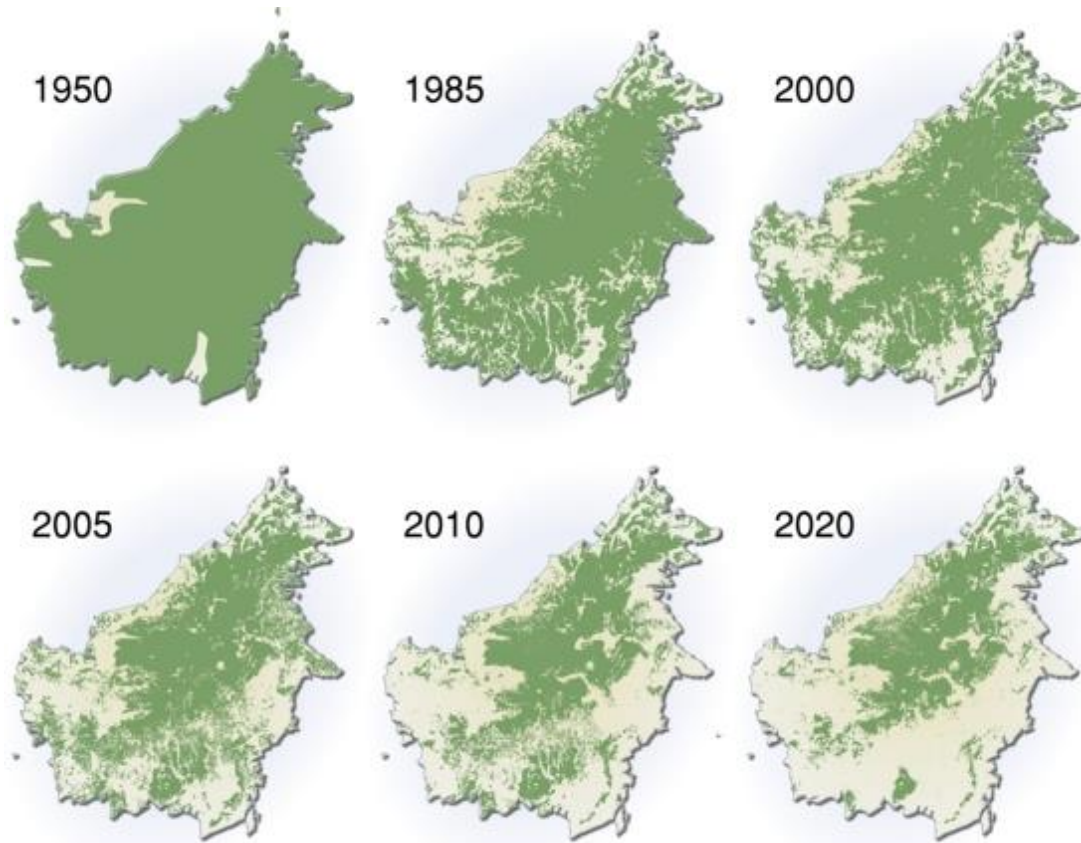
vypovedá to o intenzite disturbancií

Hansen et al. (2013). High-resolution global maps of 21st-century forest cover change. *Science*, 342(6160), 850-853.

Mapa dostupná online <http://earthenginepartners.appspot.com/science-2013-global-forest>

Zmena vo využívaní lesa a krajiny - odlesnenie

Odlesnenie Bornea



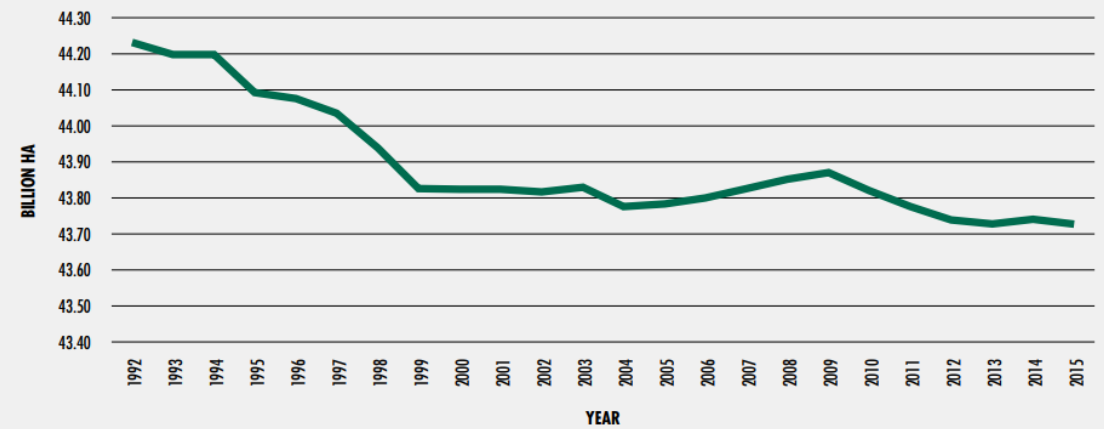
Hugo Ahlenius. Grid Arendal Graphic
<https://www.grida.no/resources/8324>

k odlesneniu dochádza v súčasnosti hlavne v tropických oblastiach (palmové plantáže, pasienky)

v Európe a na Slovensku vrcholilo odlesnenie v stredoveku, v súčasnosti výmera lesov v Európe rastie

<https://vedanadosah.cvtisr.sk/priroda/zivotne-prostredie/co-hovori-nova-sprava-o-stave-lesov-europy/>

FIGURE 3
TRENDS IN GLOBAL TREE COVER, 1992–2015 (BILLION HECTARES)



FAO and UNEP. 2020. The State of the World's Forests 2020. Forests, biodiversity and people. Rome.

<https://doi.org/10.4060/ca8642en>

Zmena vo využívaní lesa a krajiny – odlesnenie a pastva

odlesňovanie a pastva v Južnej Amerike

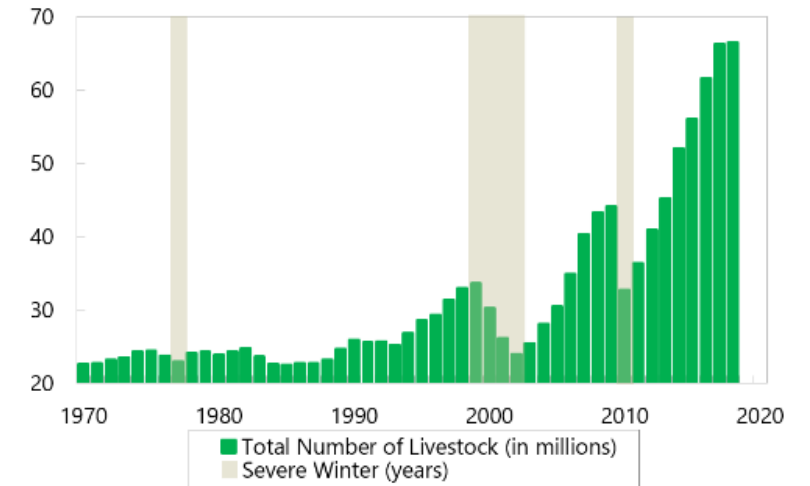
osobná skúsenosť z Mongolska, kde sa prudko zvýšili počty dobytká a predstavujú značnú záťaž pre lesy



Growing problem

While livestock herds suffer during Mongolia's severe winters, livestock numbers increased tremendously in recent years.

(millions)



Sources: Mongolian NSO and Author's calculations.

Zmena vo využívaní lesa a krajiny – odlesnenie a pastva

bežná pastva v lese – problém s obnovou



Zmena vo využívaní lesa a krajiny – odlesnenie a pastva

bežná pastva v lese – problém s obnovou



Zmena vo využívaní lesa a krajiny – odlesnenie a pastva

Zakladanie experimentálnych oplôtkov

- oplôtok z r 2014 s úspešnou prirodzenou regeneráciou *Pinus sylvestris*



Zmena vo využívaní lesa a krajiny – odlesnenie a pastva

Zakladanie experimentálnych oplôtkov

- úspešná umelá obnova *Pinus sylvestris* po vylúčení pastvy



Zmena vo využívaní lesa a krajiny – odlesnenie a pastva

Zakladanie experimentálnych oplôtkov

- nové oplôtky, gradient od rieky smerom ku pieskovej dune naprieč pasienkom



Zmena vo využívaní lesa a krajiny

Európa, Slovensko

odlesnenie siaha až do neolitu a vrcholilo v stredoveku

v Európe (na Slovensku) ide hlavne o prechod z extenzívnych foriem na intenzívne a to od 2. polovice minulého storočia

UNIFIKÁCIA (zjednocovanie, homogenizácia) využívania pôdy, aj lesov, po 1950

v minulosti bola po stáročia pôda využívaná rôznorodejšie a menej intenzívnymi spôsobmi

drobné políčka

nekoncentrovaná živočíšna výroba

absencia agrochemikálií, syntetických hnojív



1950 vs. 2018 (TUZVO, historická ortofotomapa)

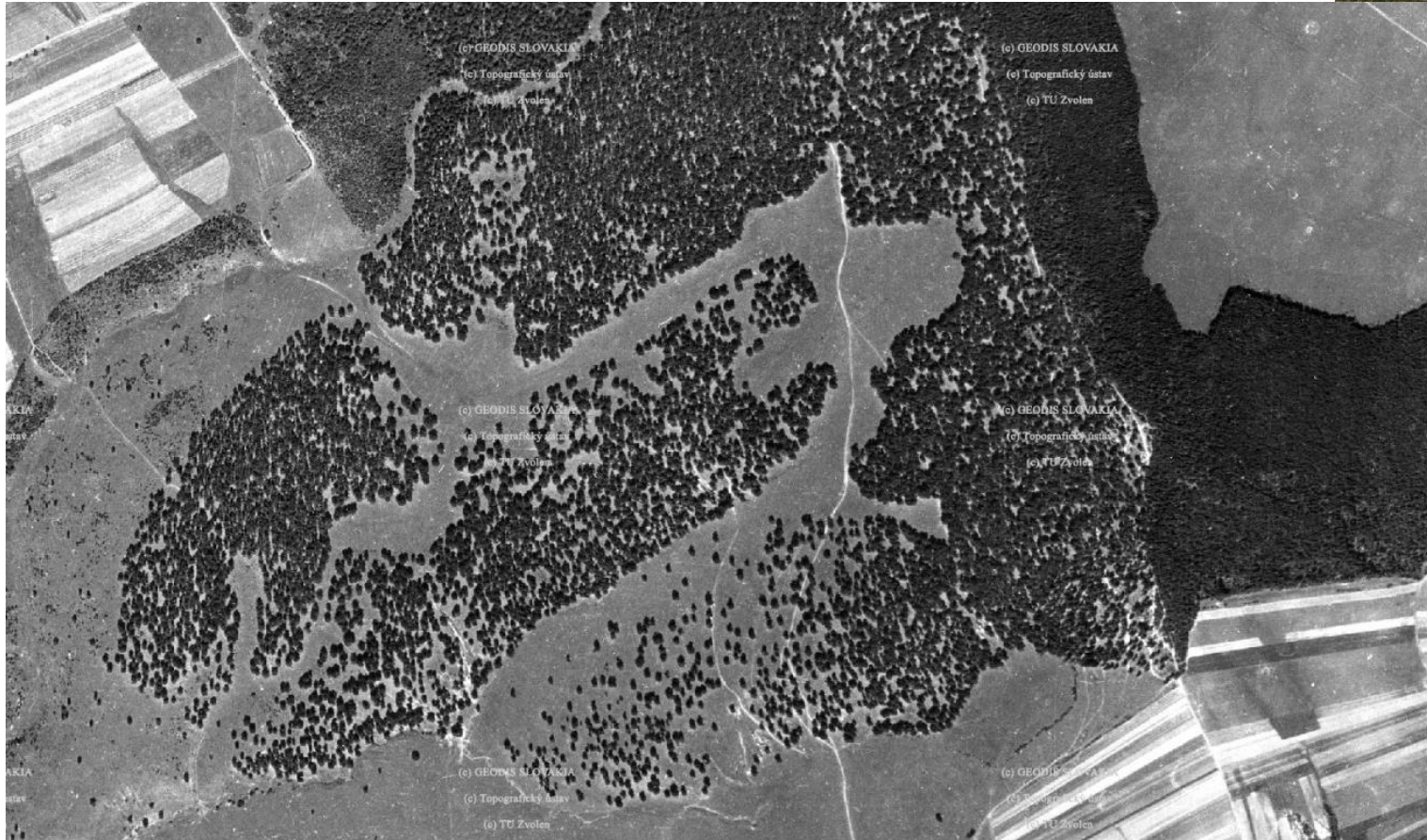


Zmena vo využívaní lesa a krajiny

Európa, Slovensko

prechodné typy krajiny, napr. pasienkové lesy

zákaz pásť v lesoch približne od polovice 20. st.



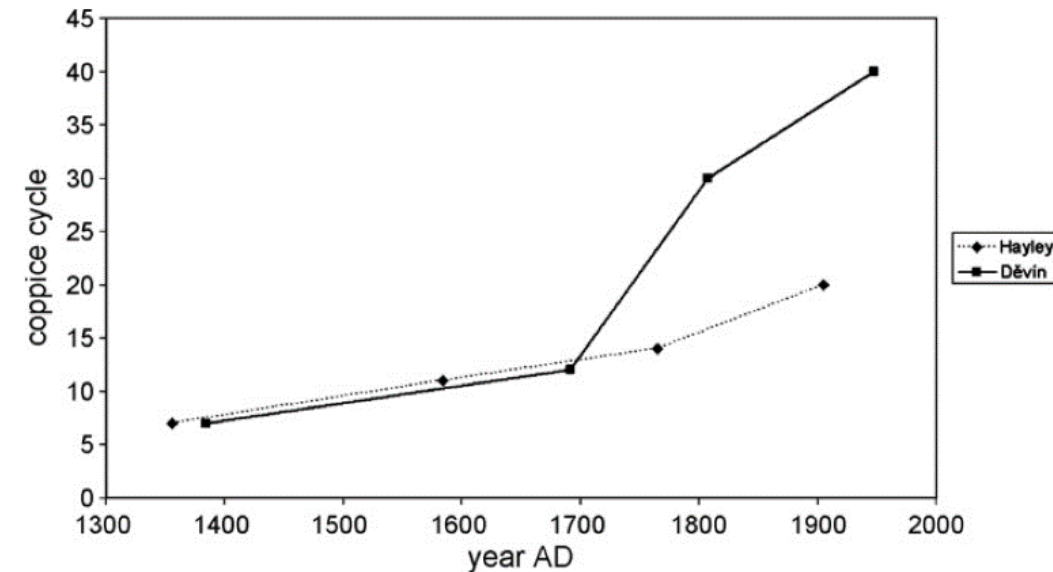
Zmena vo využívaní lesa a krajiny

Európa, Slovensko

dubiny obhospodarované výmladkovým spôsobom (vegetatívne)

nízky rubný vek (30-40 rokov palivo, 10-15 lúpaninové dubiny)

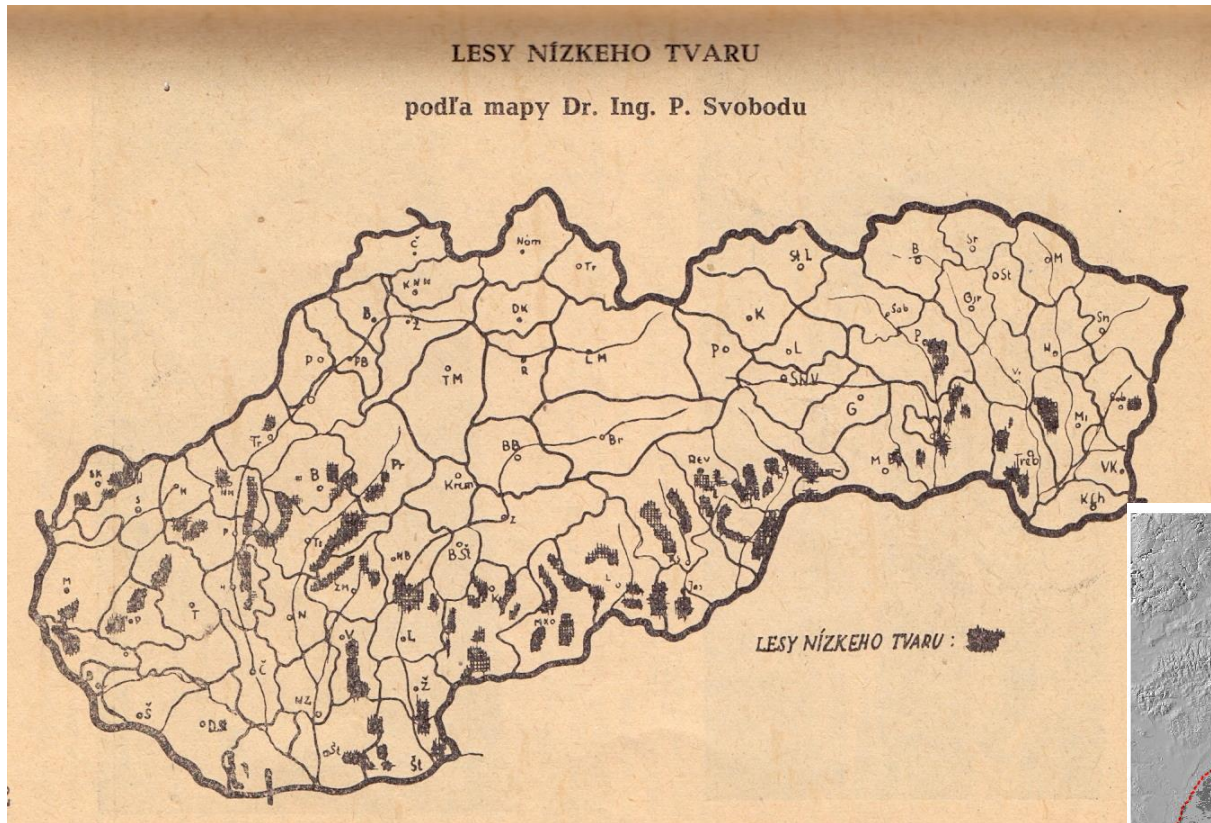
eliminácia pastvy, hrabania opadu (podstielanie dobytkom)



Szabó, P. (2010). Driving forces of stability and change in woodland structure: A case-study from the Czech lowlands. *Forest Ecology and Management*, 259(3), 650-656.

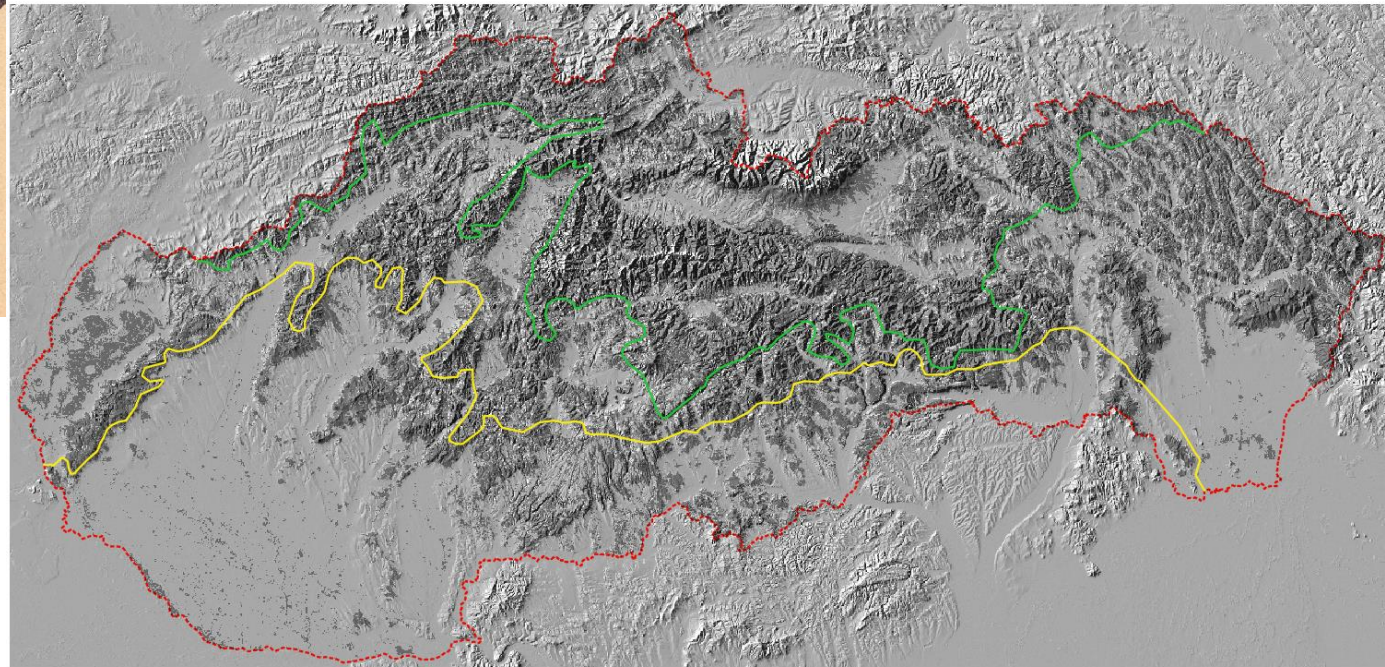
Zmena vo využívaní lesa a krajiny

Európa, Slovensko



Výskyt výmladkových lesov najmä v dubinách
južného Slovenska

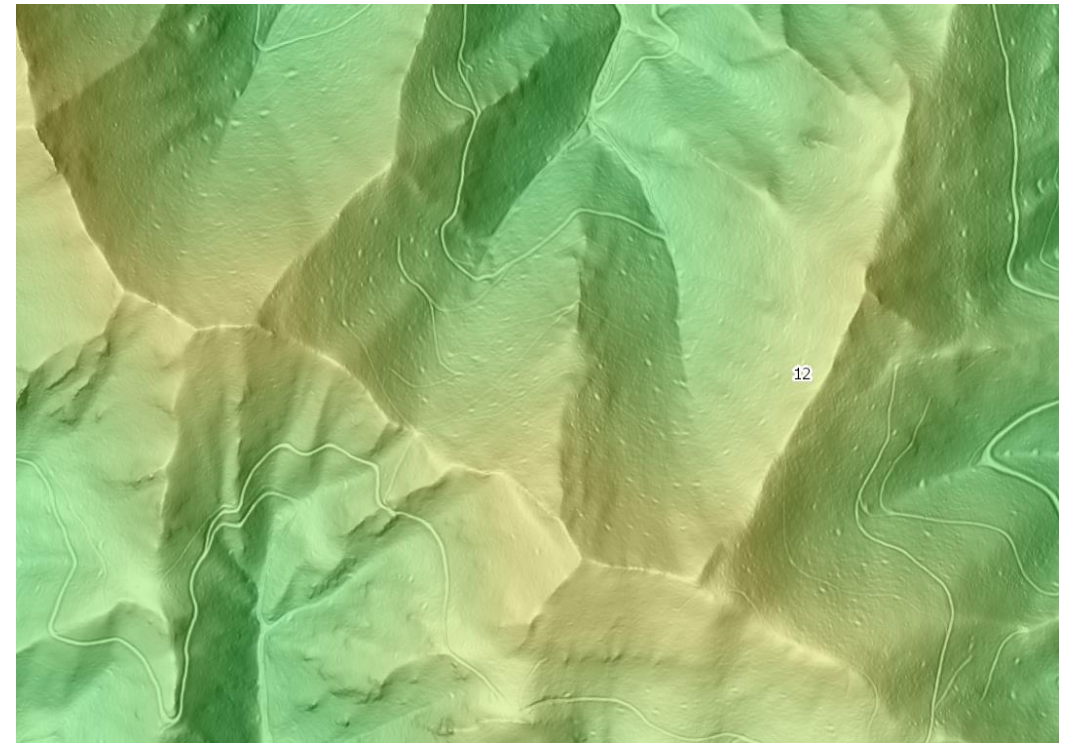
- žltá línia; 50 – 100 % výml. lesov
- zelená; 5 – 50 % výml. lesov



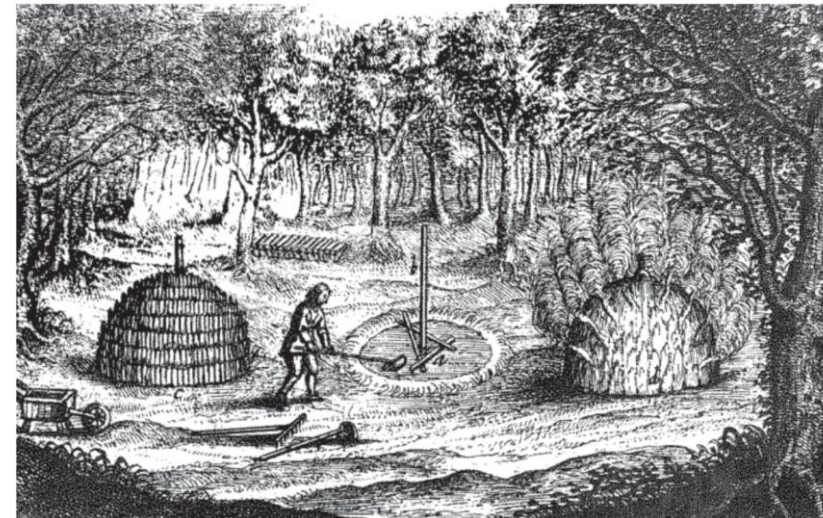
Zmena vo využívaní lesa a krajiny

drevo (drevené uhlie) bolo hlavným zdrojom energie pre priemysel

fosílna palivá nahradili drevo až koncom 19. storočia



Mapový klient ZBGIS, terén (Veľký Žiar, obec Uhliská)



Máliš et al. (2021). Historical charcoal burning and coppicing suppressed beech and increased forest vegetation heterogeneity, *Journal of Vegetation Science* 32: e12923
Warren et al. (2012). Recent excavations of charcoal production platforms in the Glendalough valley, Co. Wicklow. *Journal of Irish Archaeology*, 21, 85-112.

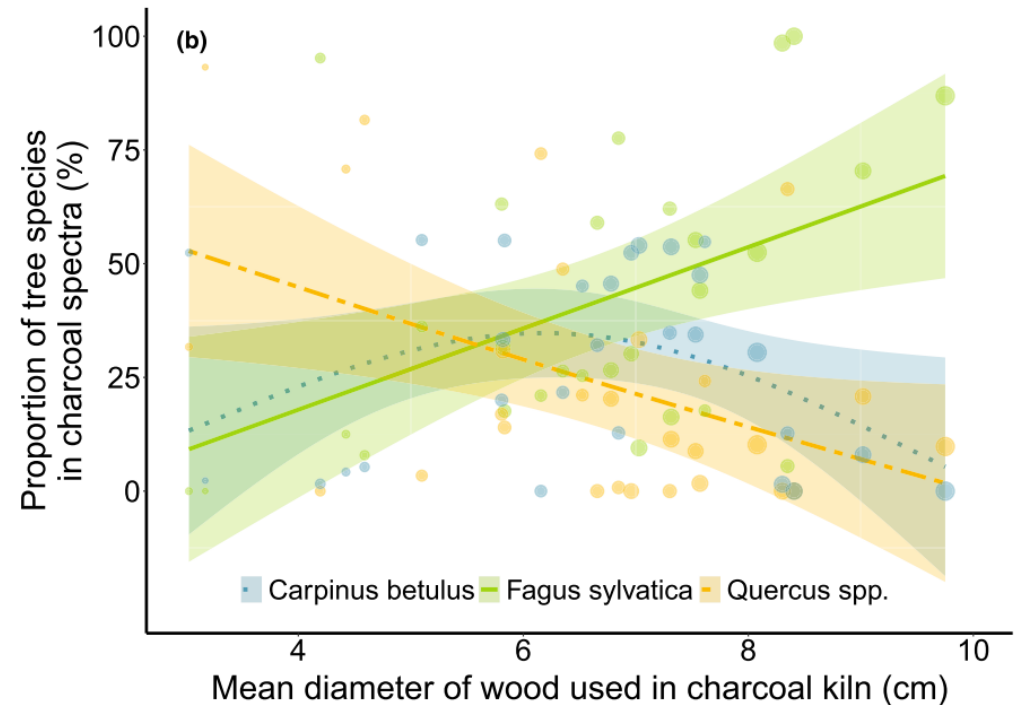
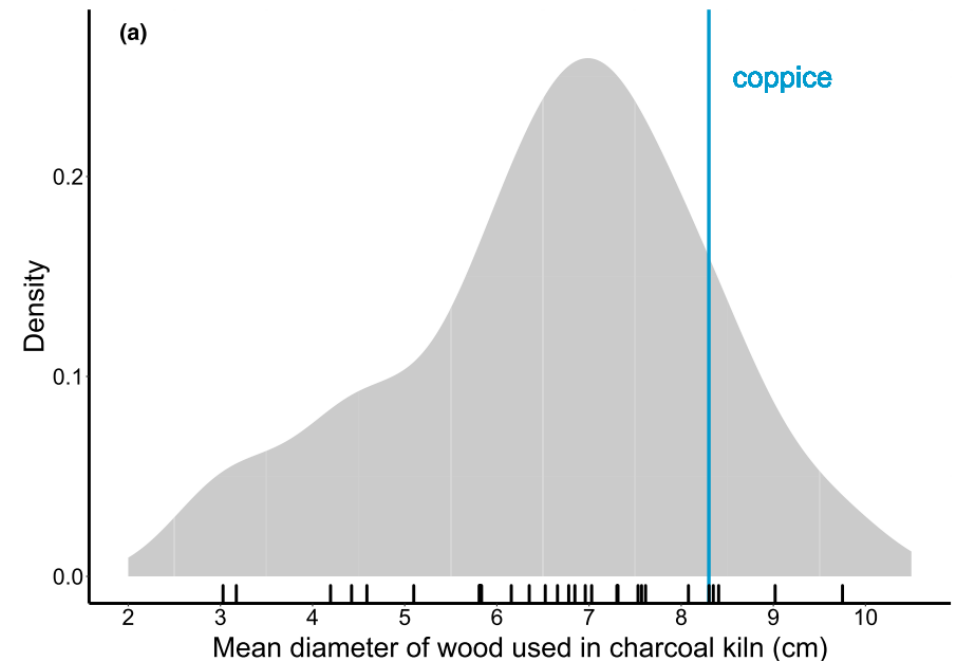
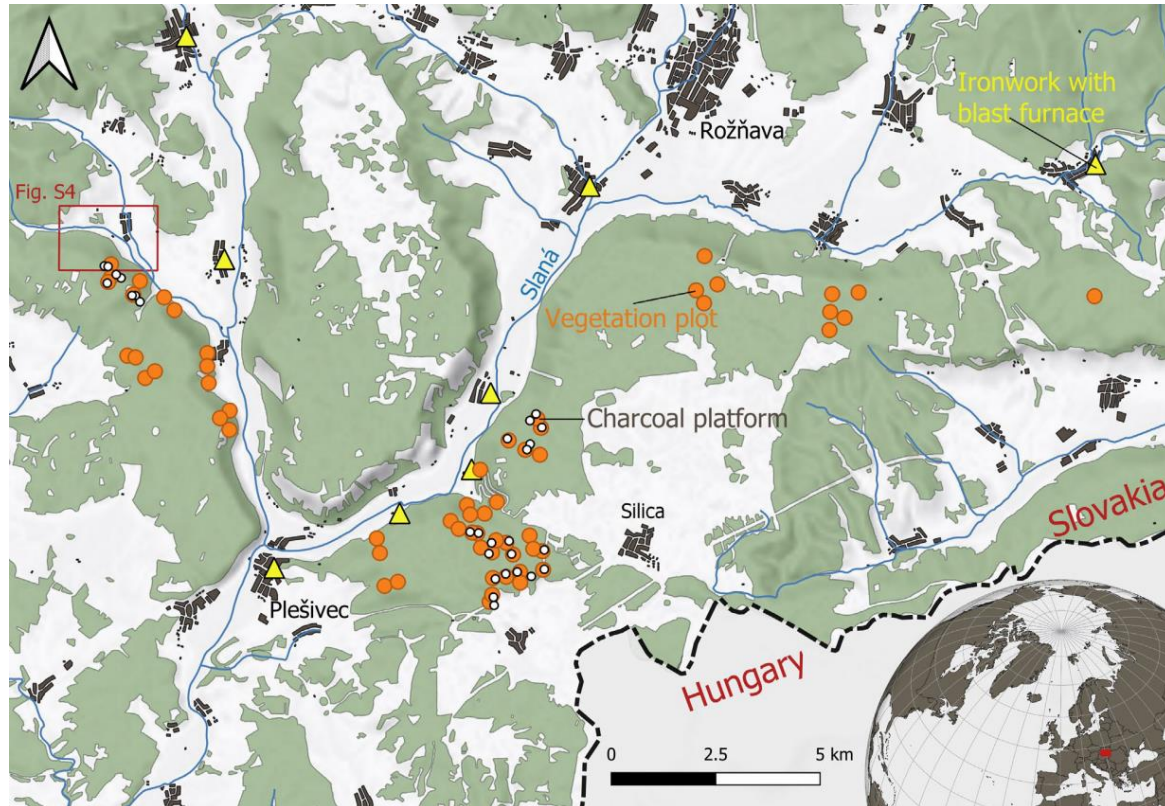
Zmena vo využívaní lesa a krajiny

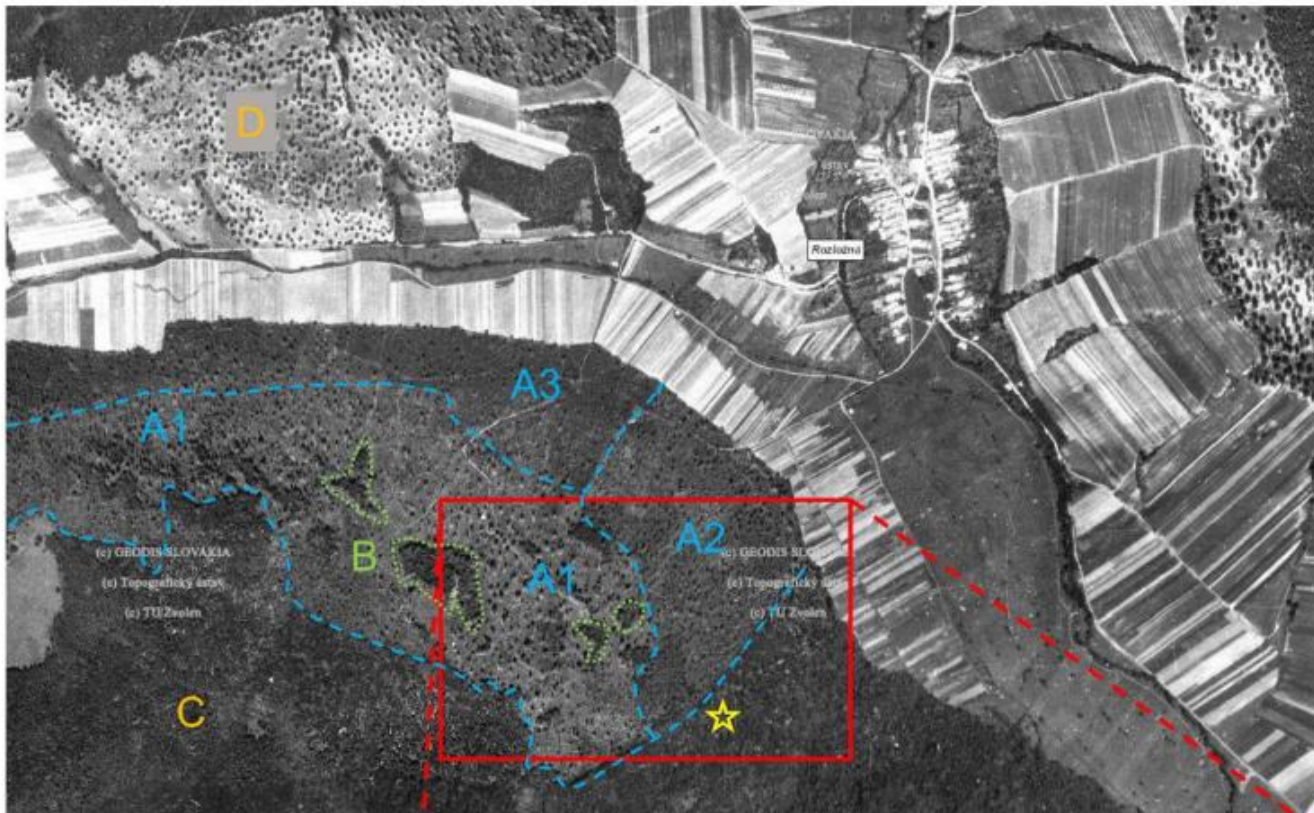
Andrássyovské železiarne kryli 1/3 spotreby železa v Uhorsku

nízky rubný vek

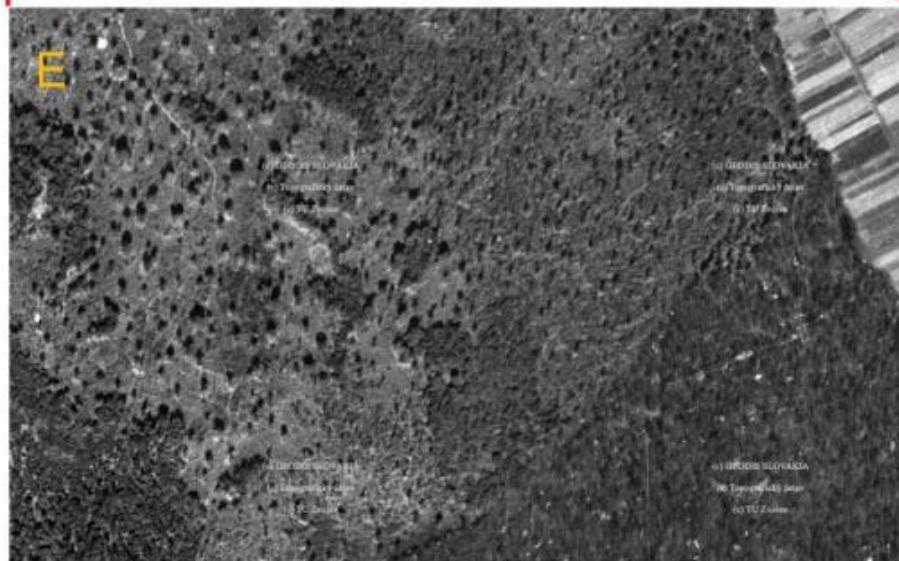
výmladkové obhospodarovanie a nízky rubný vek podporovali regeneráciu duba

priem. vzdialenosť milierov 115 m





- A (1;2;3) – forest clearings of different age
- B – retained forest patches
- C – forests
- D – pasture woodland
- E – clearing with visible tree standards
- ☆ – position of vegetation plot (one of 60)



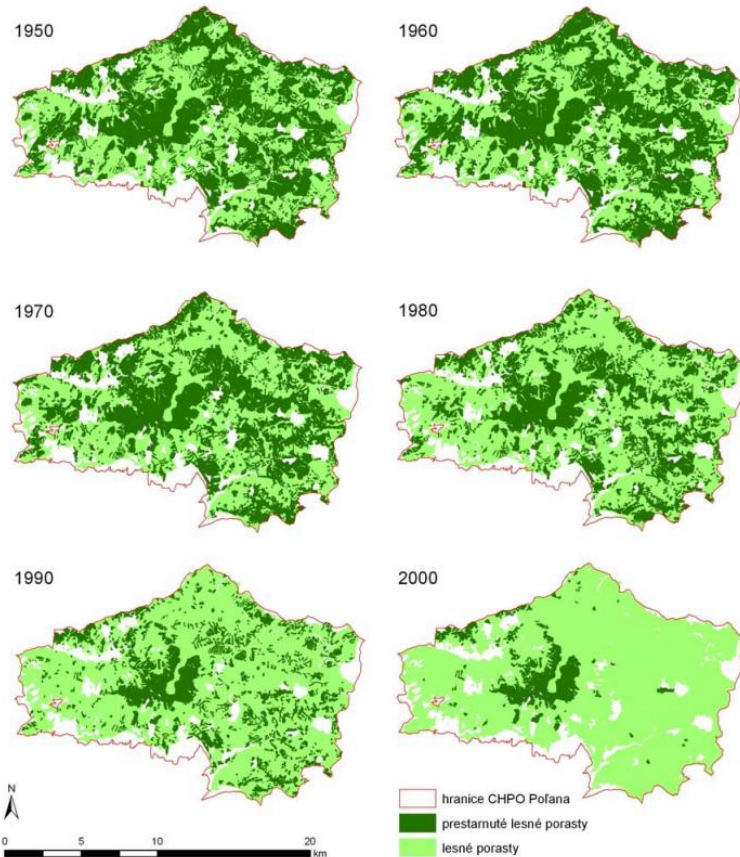
stredný les –
ponechávanie výstavkov

Zmena vo využívaní lesa a krajiny

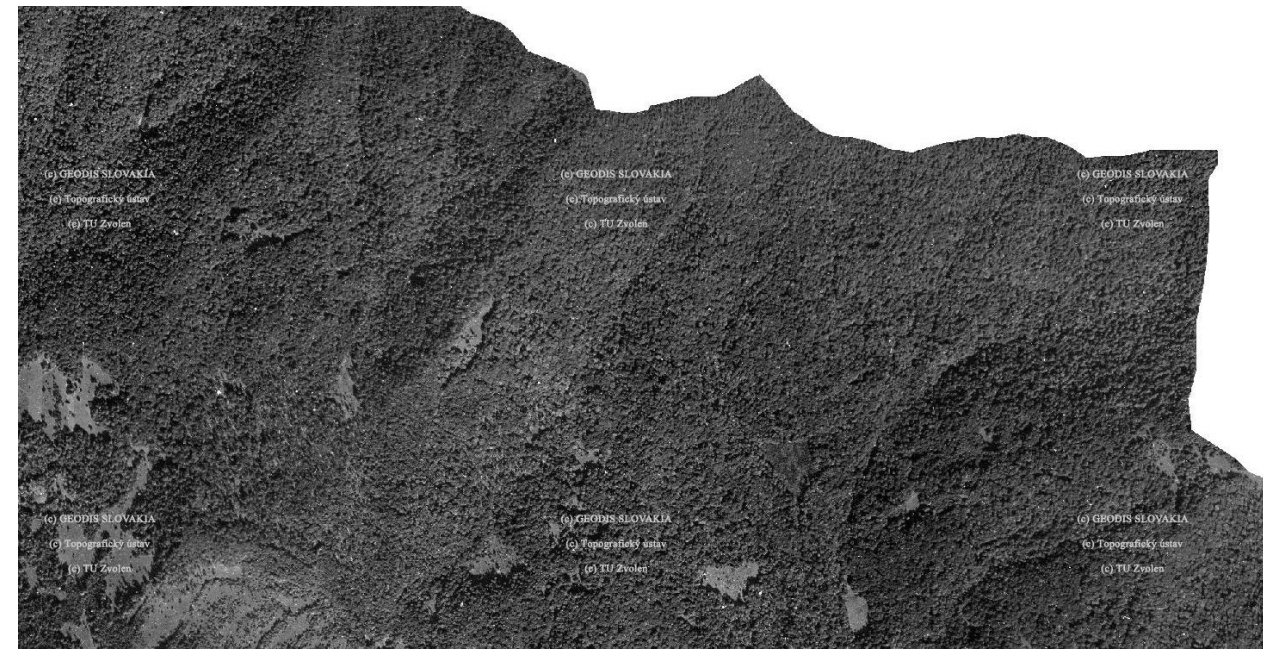
celkom odlišná situácia v horských lesoch

zachované prírodné lesy (pralesy) v odľahlých lokalitách
(závery dolín, strmé svahy) mimo banských oblastí

obnova tzv. prestarnutých porastov na Slovensku



Bučko et al. (2011). Päťdesiat rokov v živote hluchánej populácie na Poľane, Zborník z konferencie Tetrovovité vtáky na Slovensku na úsvite tretieho milénia.



1950 vs. 2018 (TUZVO, historická ortofotomapa)



Zmena vo využívaní lesa a krajiny

DUBOVÉ LESY

prestali byť zdrojom paliva a kôry

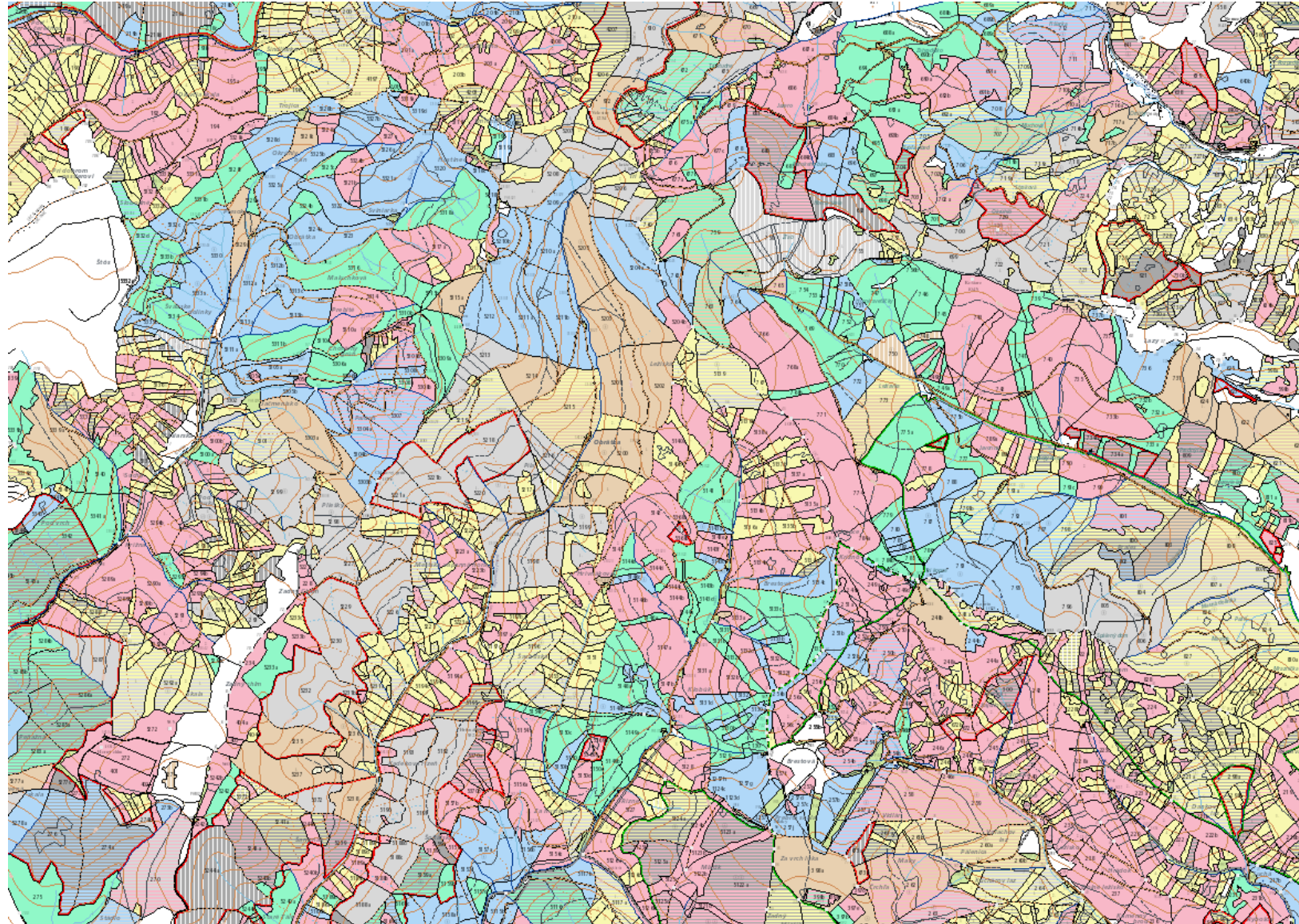
výmladkové lesy (nízke lesy) boli v celej krajine prevádzané na tzv. lesy vysoké (regenerácia zo semena)

HORSKÉ LESY

obnova prestarnutých porastov

cieľom bolo **plnohodnotné využitie produkčného potenciálu lesov** prostredníctvom premeny ich štruktúry na **tzv. les vekových tried**

ide o súčasný prístup a je otázne, či zodpovedá potrebám zachovania biodiverzity ale aj iných funkcií lesa v čase environmentálnych zmien

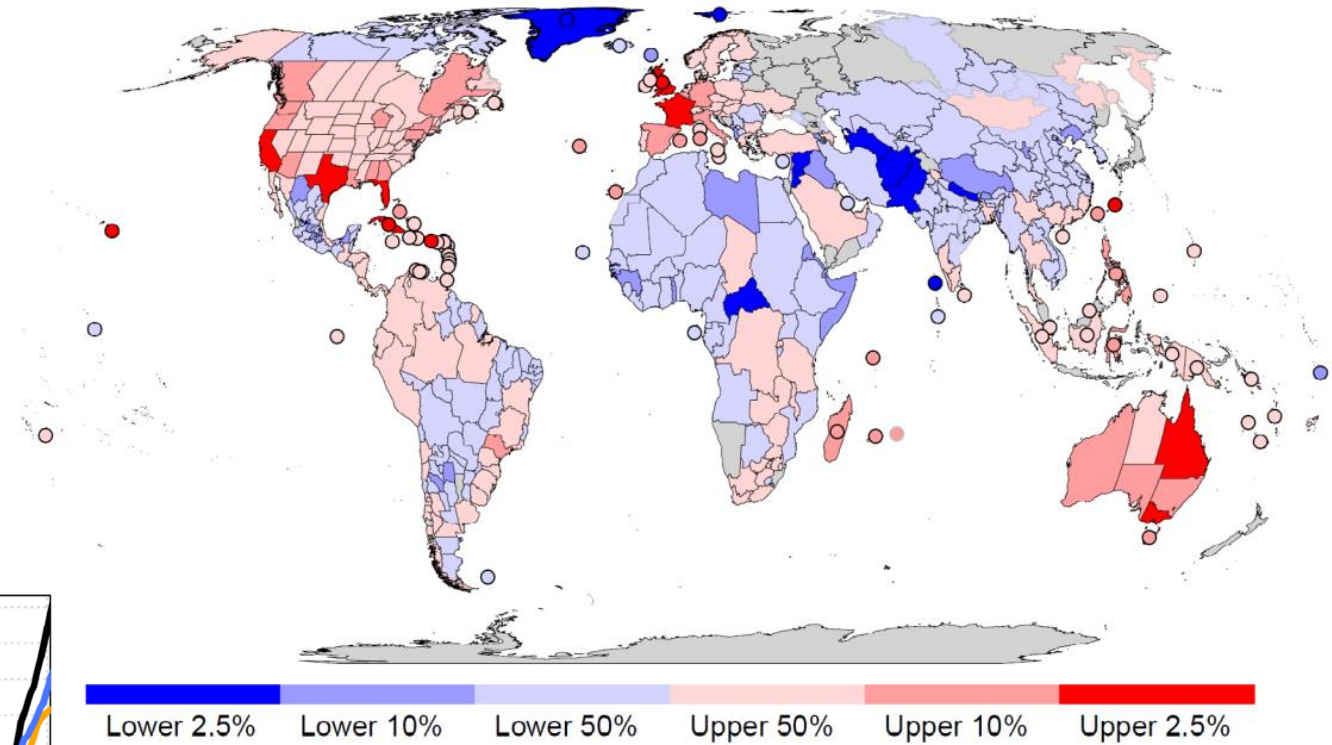
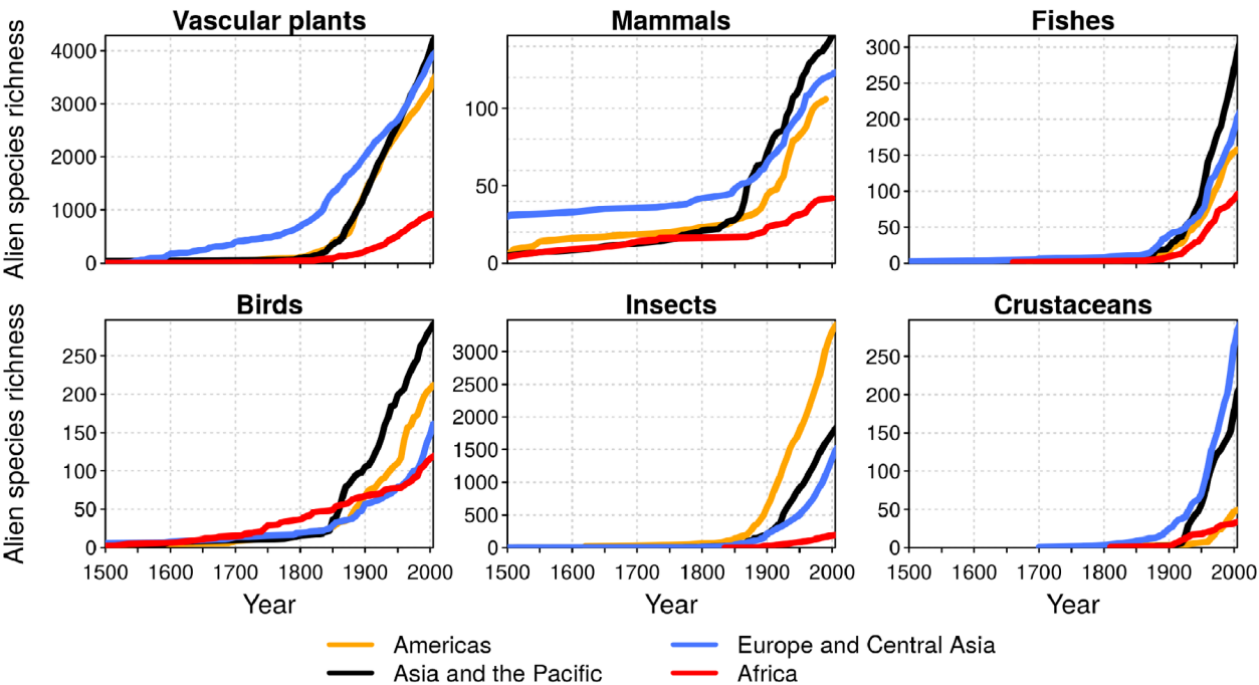


NLC Porastová mapa časti Kremnických vrchov

Šírenie inváznych druhov

invázne druhy sú také, ktoré sú na novej lokalite nepôvodné a v novom prostredí sú schopné rýchlo sa šíriť (na úkor domácich druhov)

rôzne taxonomické skupiny



Harmonia axyridis (lienka východná)

Wikipedia: @entomart



Solidago canadensis (zlatobyľ kanadská)

Plants of the World online ©Igor Sheremetev

Výskyt nepôvodných druhov rastlín na Slovensku

Archaeophytes –
archeofyty (rozšírené pred
1492), 181 druhov

Neophytes – neofyty
(rozšírené po 1492), 127
druhov

Najviac invadované sú
antropogénne porasty
(E5.1B,A), polia (I1) a agátiny
(G1.C)

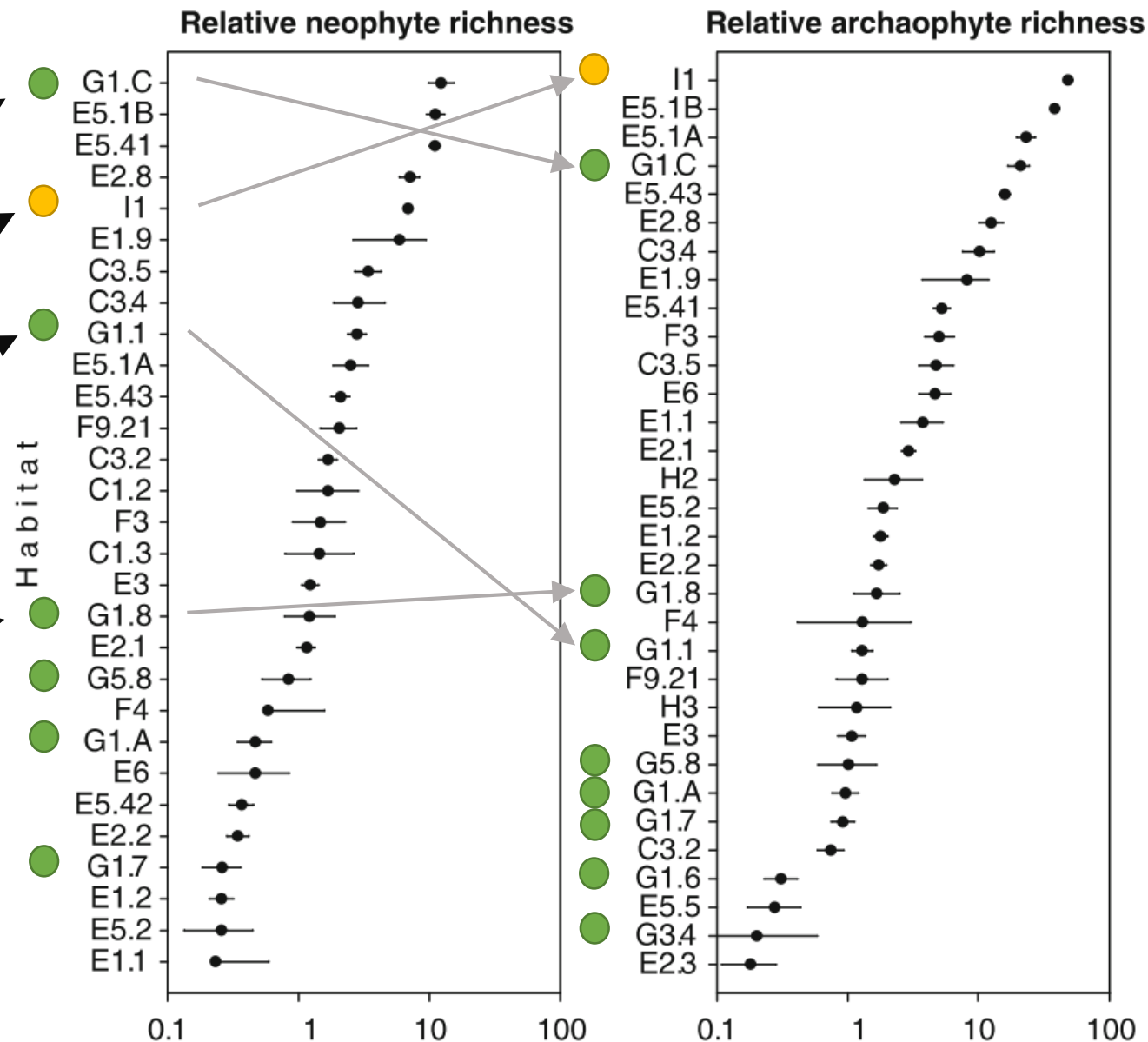
Najmenej invadovaná je
vysokohorská vegetácia

G1.C
Agátiny a porasty
Ailanthus altissima

I1
Polia a záhrady

G1.1
**Vrbovo-topoľové a jelšové
lesy (brehy riek)**

G1.8
Kyslomilné dubiny



Výskyt nepôvodných druhov rastlín na Slovensku



Úspešná regenerácia nepôvodných drevín
(*Ailanthus altissima*, *Robinia pseudoacacia*)
v dubových lesoch



Antropocén

Ľudský vplyv na planétu (životné prostredie) je tak intenzívny, že odborná komunita navrhla a začala neformálne používať tento termín pre akoby novú geologickú epochu vývoja Zeme

Lesy sú GEZ silne zasiahnuté a lesné hospodárstvo to musí reflektovať

Nabudúce dopady na lesy:

Acidifikácia a eutrofizácia

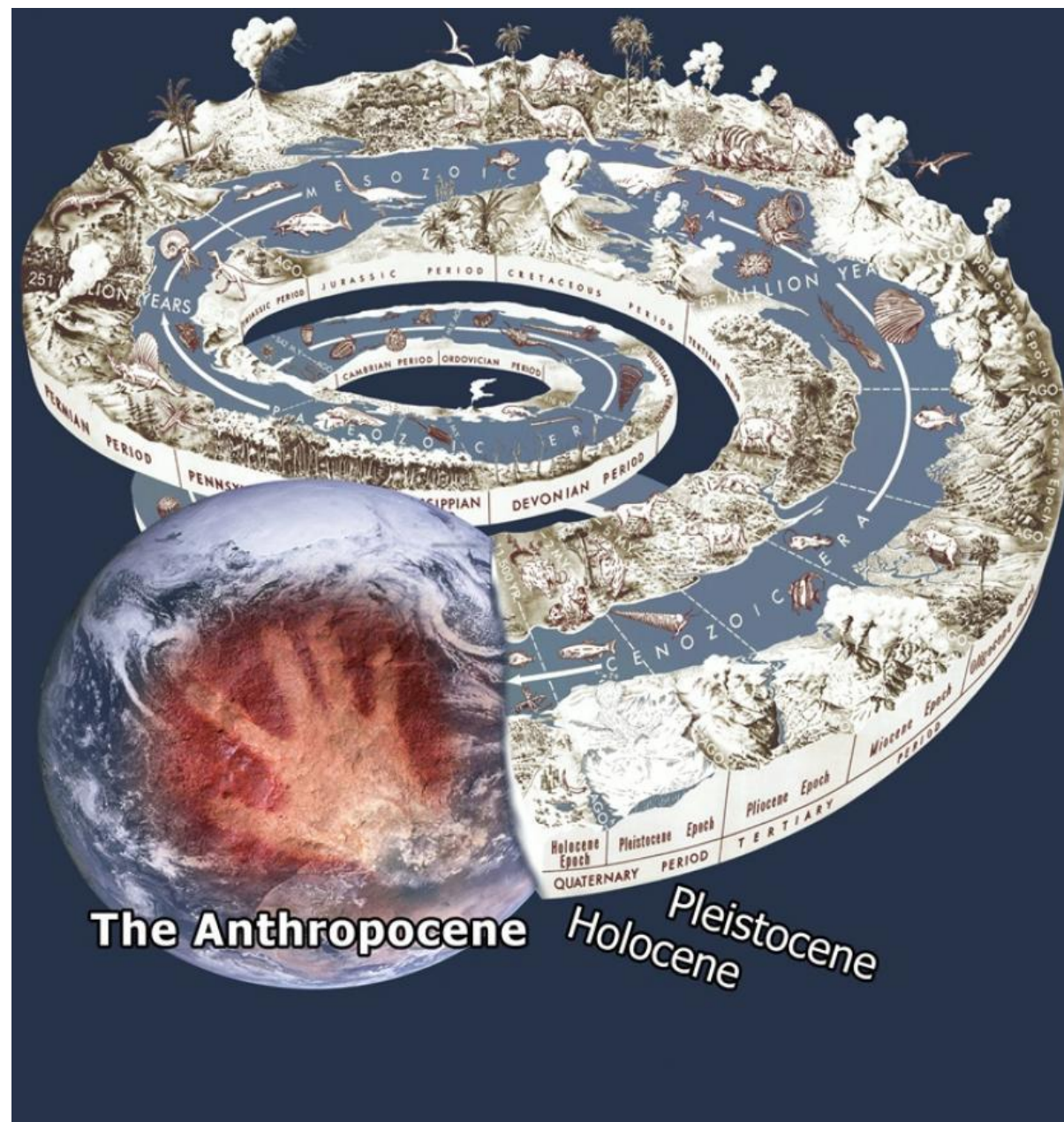
Posuny druhov na gradiente nadmorskej výšky a ku pólom

Termofilizácia

Lesné disturbancie

Topenie permafrostu

Kríza biodiverzity (vymieranie druhov, taxonomická homogenizácia, šírenie generalistov, ústup špecialistov, zánik biotopov)



Smithsonian National Museum of Natural History, Human Origins Program, adapted from United States Geological Survey, and Visible Earth, NASA A visual representation of the breakdown of geological time.