

Adaptácia lesných ekosystémov na globálne environmentálne zmeny

Kríza biodiverzity a dopady GEZ na lesné ekosystémy

Čo je **B I O D I V Ě R Ž I T A** ?

Je to rozmanitosť živých organizmov, rôznorodosť života na Zemi

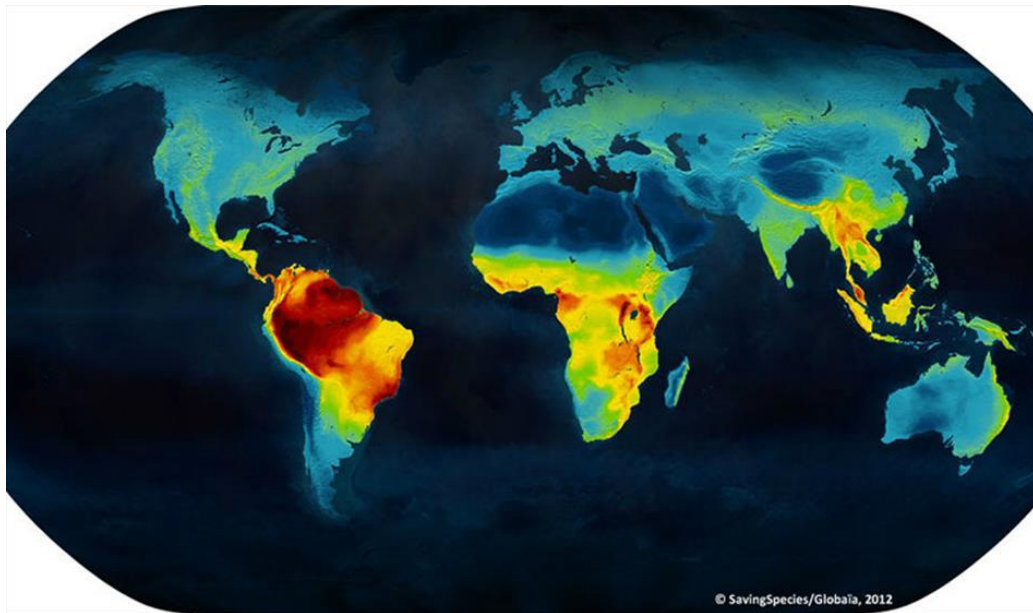
- druhová diverzita (rôzne druhy: živočíchy, rastliny, huby, mikroorganizmy...)
- genetická diverzita (rôznorodosť jedincov v rámci druhu)
- diverzita spoločenstiev organizmov (ekosystémov) v priestore

Faktory podmieňujúce biodiverzitu (vegetácie)

Dostatok zdrojov (voda, teplota, živiny)

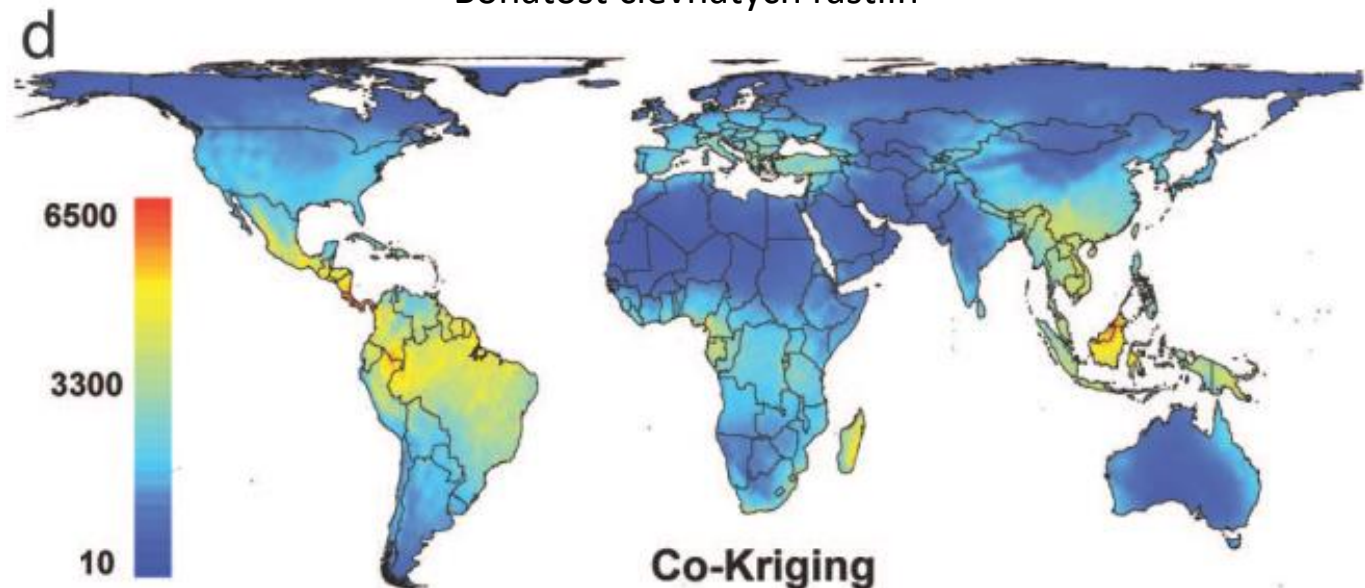
*svetový hotspot - trópy JV Ázie; cca 100 tis. druhov rastlín (40 % svetovej flóry);
70 % sú dreviny; až 400 druhov na hektár*

Bohatosť stavovcov (cicavce, vtáky, plazy...)



Jenkins et al (2013). Global patterns of terrestrial vertebrate diversity and conservation. PNAS, 110(28), E2602-E2610

Bohatosť cievnatých rastlín

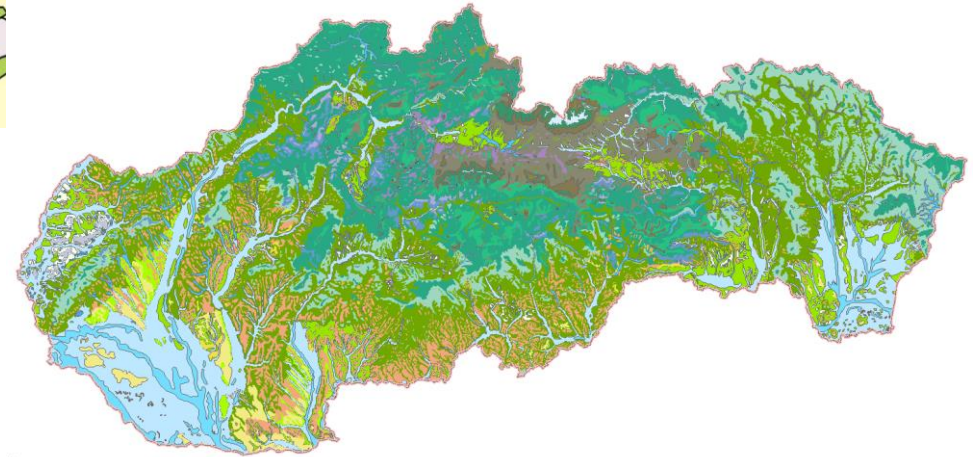
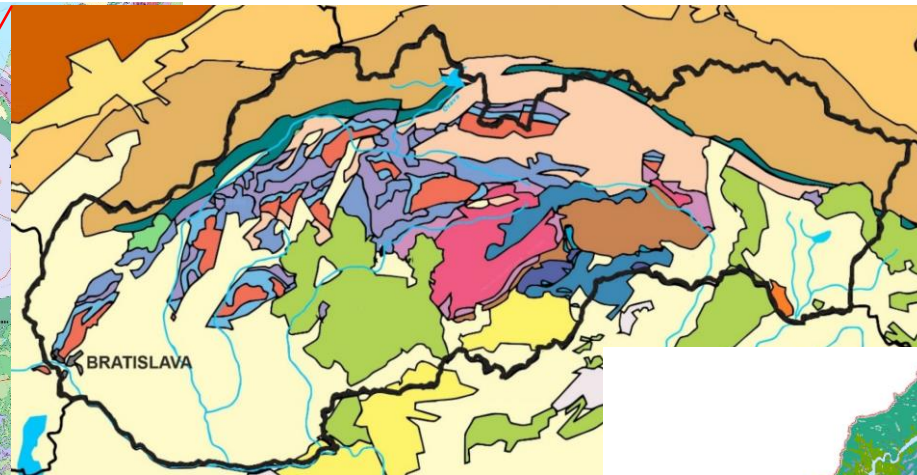
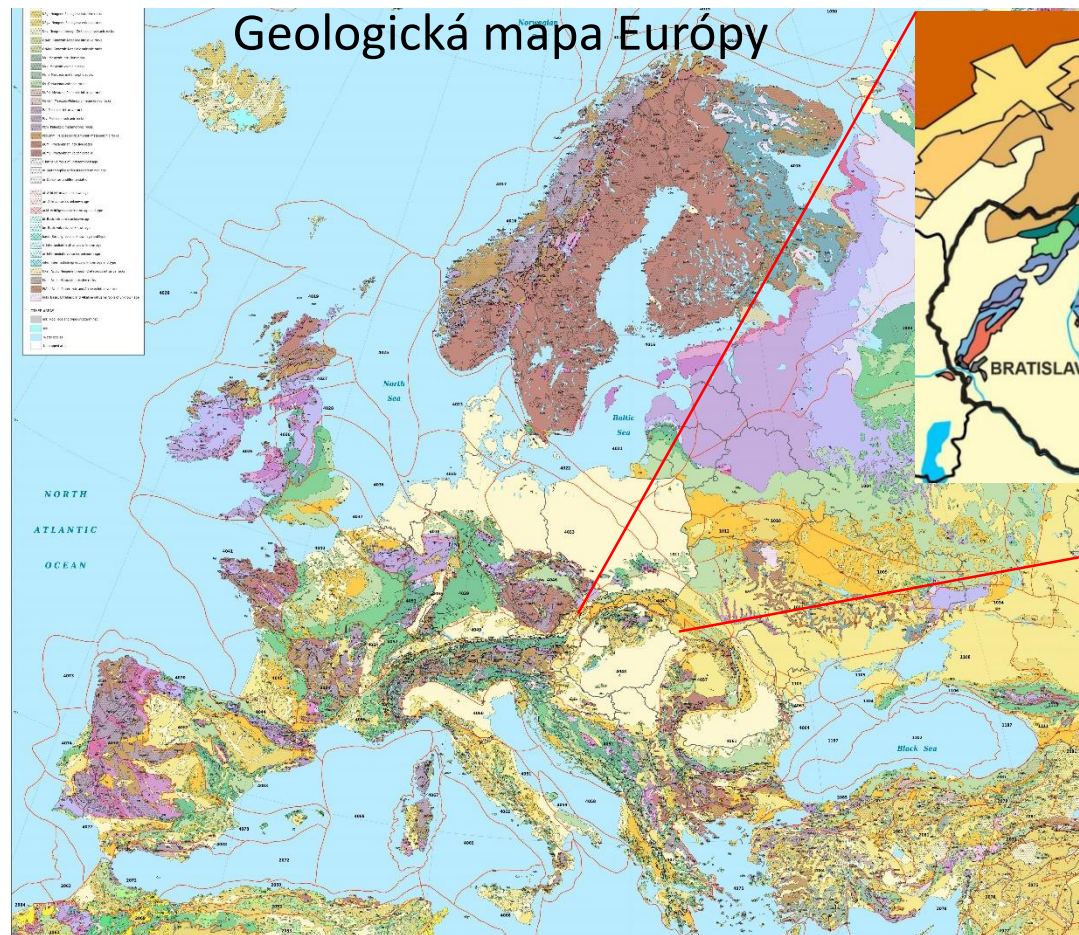


Kreft & Jetz (2007). Global patterns and determinants of vascular plant diversity. PNAS, 104(14), 5925-5930.

Slovensko a diverzita vegetácie;

cca 4 300 cievnatých rastlín; 3 500 húb, 350 druhov vtákov, 100 druhov cicavcov

priestorový aspekt - pestrosť prírodných podmienok (klíma, topografia, geológia, pôdy)



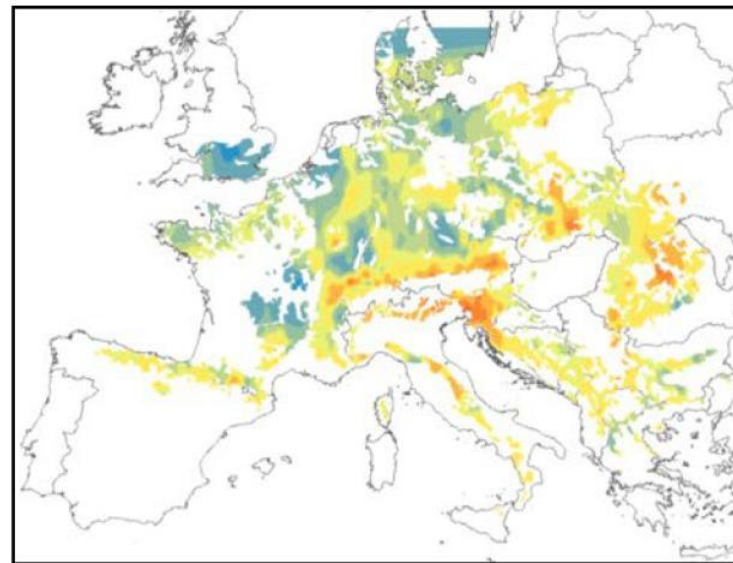
Lexa et al. (2000). Geological Map of Western Carpathians and Adjacent Areas, 1:500,000; Ministry of the Environment of Slovak Republic & Geological Survey of Slovak Republic
Maglocký (2002). Potenciálna prirodzená vegetácia, Atlas krajiny SR

Slovensko a diverzita vegetácie

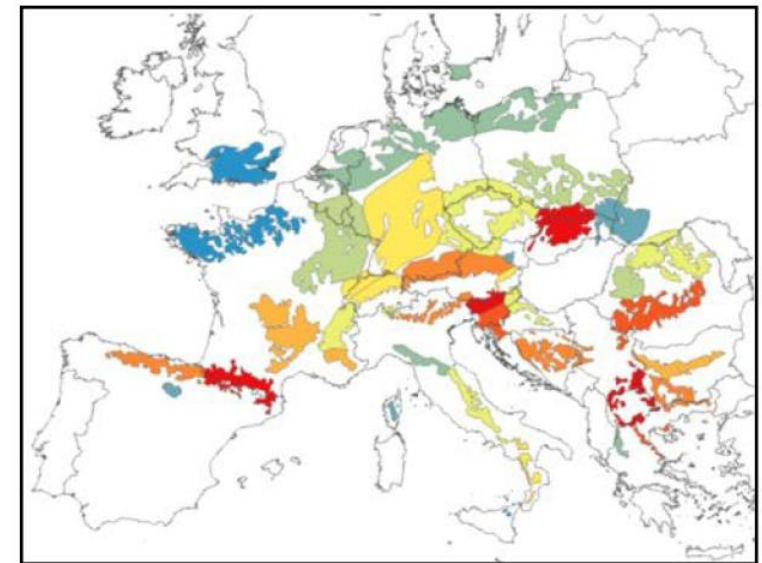
Druhovú bohatosť bučín závisí hlavne od:

- pôdnej reakcie (veľa druhov na karbonátovom podloží, vápence, dolomity a pod.)
- množstva zrážok
- vzdialenosti ku glaciálnym refúgiám (schopnosť druhov migrovať, sťahovať sa)

Počet druhov a regionálne celkové množstvo druhov rastlín v bukových lesoch
Community species richness Regional species pool



1 20 80

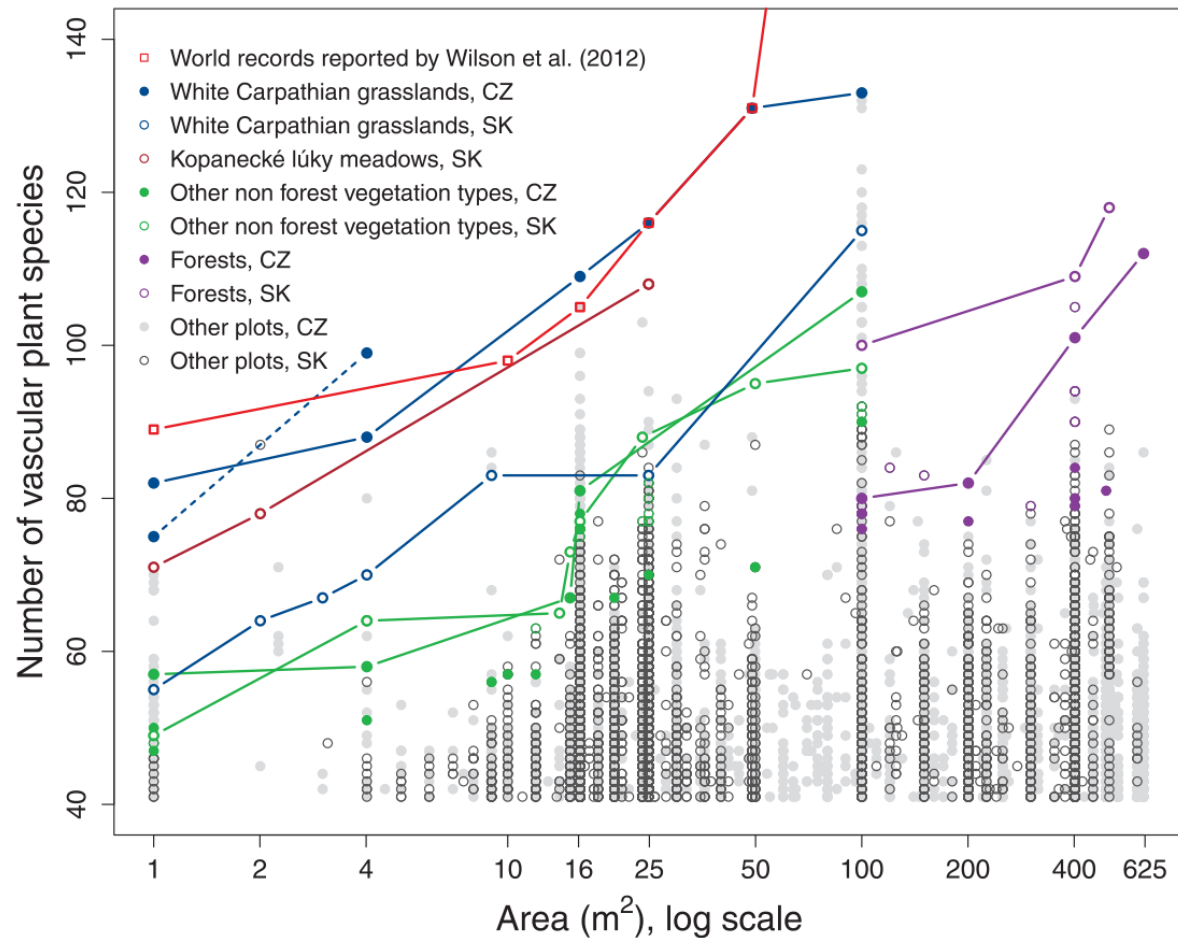


139 321 460

Slovensko a diverzita vegetácie

biodiverzitu zásadne ovplyvňuje využívanie krajiny

lúky Bielych Karpát (ČR, SR) a Kopanecké lúky (Slovenský raj) sú svetoví rekordéri
- karbonátové podložie + dlhodobá a špecifická história využívania človekom



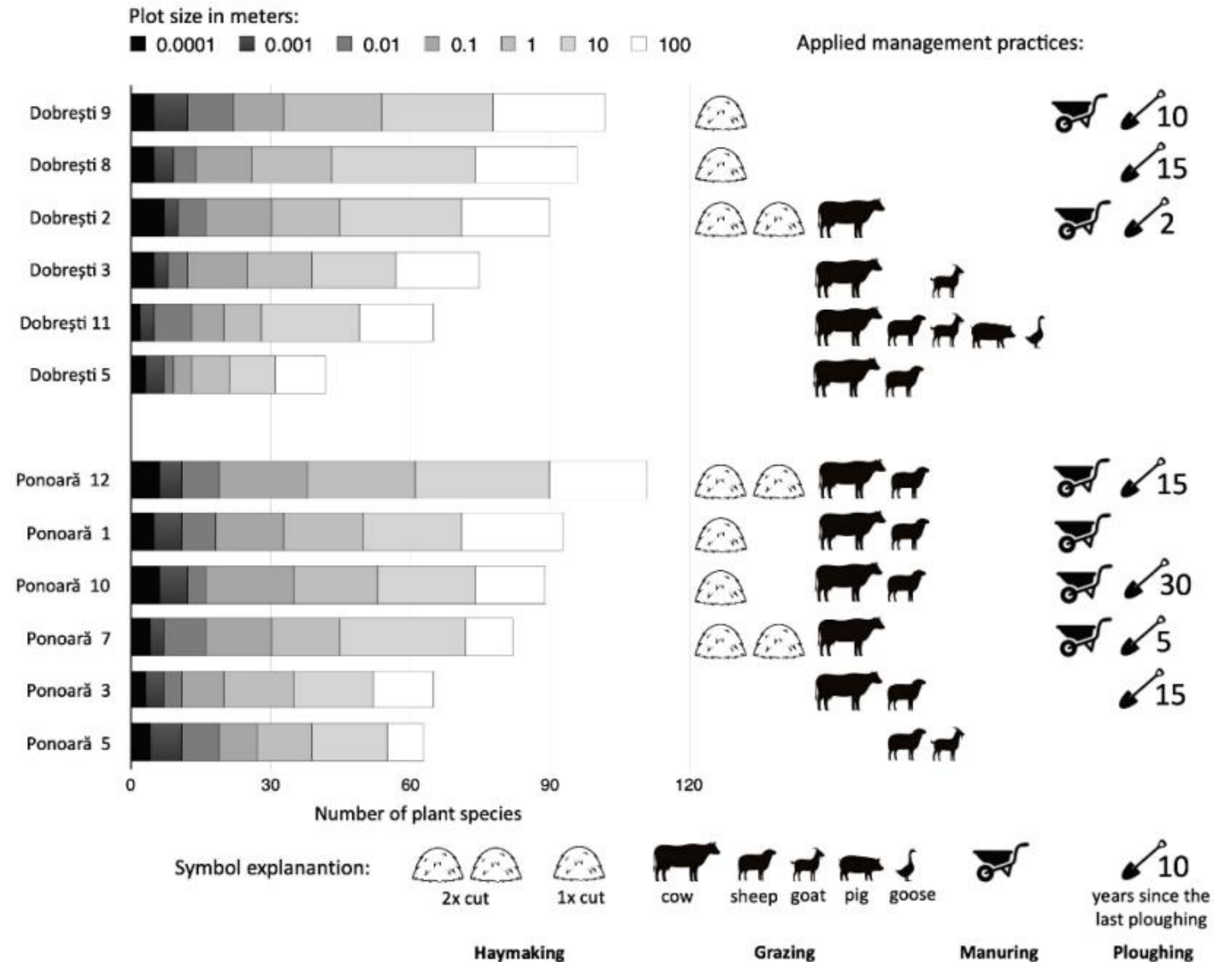
Chytrý et al. (2015). The most species-rich plant communities in the Czech Republic and Slovakia (with new world records). *Preslia*, 87(3), 217-278..



Fig. 4. – Kopanecké lúky meadows, the Slovak Paradise (Slovenský raj) National Park, grassland of the association *Anthoxantho odorati-Agrostietum tenuis* (*Cynosurion cristati*/*Arrhenatherion elatioris*), a world-record site with 52 and 63 species in areas of 0.25 and 0.5 m², respectively. Photo by T. Dražil, 2006.

Diverzita vegetácie v kontexte ľudského vplyvu

Travinno-bylinná vegetácia
rozmanitejšia pri rôznorodom využívaní
(príklad z Rumunska)



Janišová, M., Biro, A., Iuga, A., Širka, P., & Škodová, I. (2020).
Species-rich grasslands of the Apuseni Mts (Romania): role of
traditional farming and local ecological knowledge. *Tuexenia*, 40.

Načo je dobrá biodiverzita

1. Odolnosť ekosystémov

- vo všeobecnosti, čím je ekosystém druhovo rôznorodejší, je aj odolnejší (spomedzi prítomných druhov sa nájdu také, ktorým zmena vyhovuje)

2. Lepšie plnenie ekosystémových služieb

- rôznorodé úžitky z lesa sú na vyššej úrovni, od produkcie drevnej hmoty až po rekreačné účely
- vyššia odolnosť samozrejme zaručí kontinuálne (neprerušené) plnenie funkcií

3. Kultúrna hodnota

- v oblasti Európy, Slovenska (aj inde) je prítomný dlhodobý ľudský vplyv, ktorý formoval krajinu a prispel k rozmanitosti biotopov (vegetácie, podmienok pre život organizmov)
- mnohé prirodzené biotopy človek zničil, ale vytvoril nové a výrazne prispel ku biodiverzite (bol by tu prevažne les)
- rôznorodá, druhovo pestrá krajina, je prehliadaným kultúrnym dedičstvom

GEZ a masové vymieranie druhov

Ľudstvo svojou činnosťou zrejme spúšťa 6. vlnu masového vymerania druhov (strata 75% druhov) v histórii zeme

A3 Media Group, Howard Hughes Medical Institute
<https://www.astronaut3.com/category/graphic-design/print/>

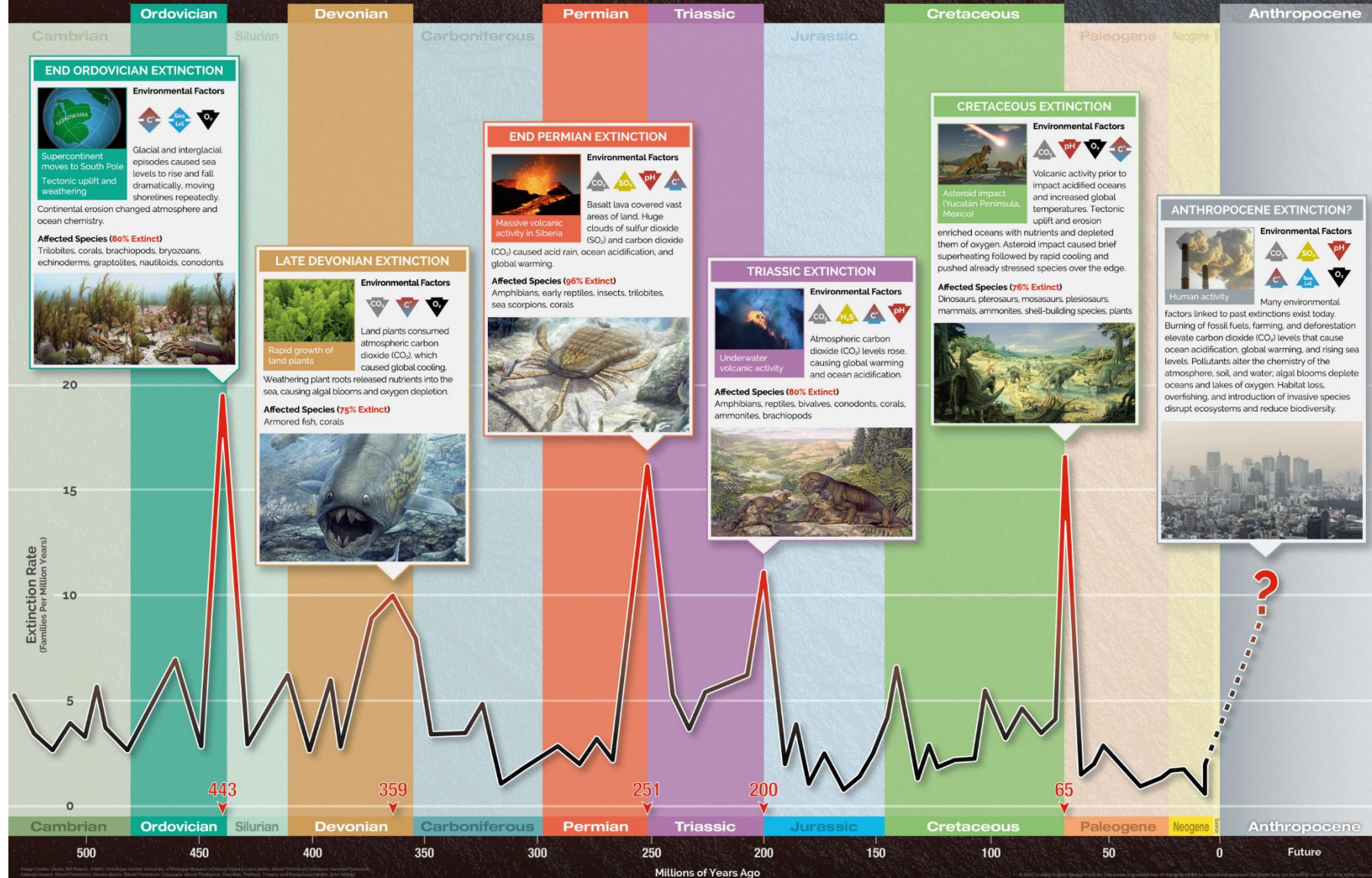
The Making of Mass Extinctions

The Big Five Mass Extinctions

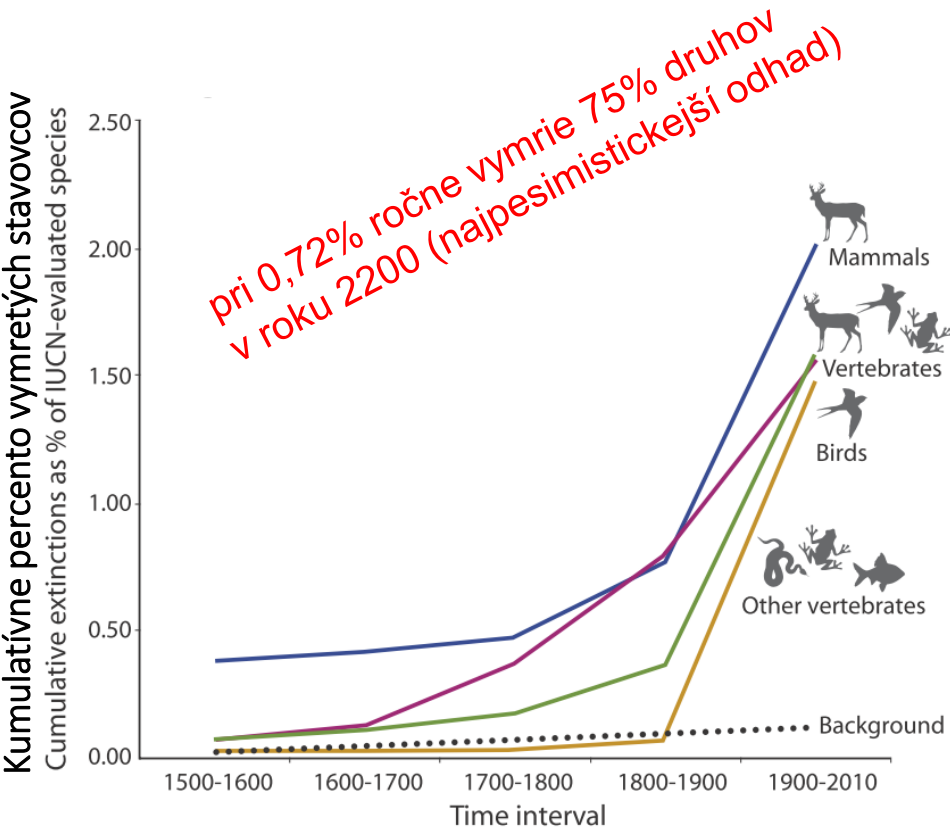
Extinction is a normal part of the evolutionary process and most species that have ever existed are not living today. The normal loss of species through time is generally balanced by the rise of new species. Mass extinctions, however, disrupt this balance—representing times when many more species go extinct than are replaced by new ones. Scientists have found evidence of five mass extinction events during Earth's history. What caused these "Big Five" extinction events? And are we about to enter a sixth mass extinction? The graph shows estimated rates of extinction plotted over geologic time. The fossil record reveals that these rates fluctuate around a generally low level, but peak at certain points in Earth's history, indicating mass extinction events.

The Sixth Mass Extinction?

A large number of current ecological threats have moved extinction rates above normal levels and potentially put numerous species on the path to extinction. If left unchecked, some scientists predict that within a few human generations, the sixth mass extinction will become inevitable.



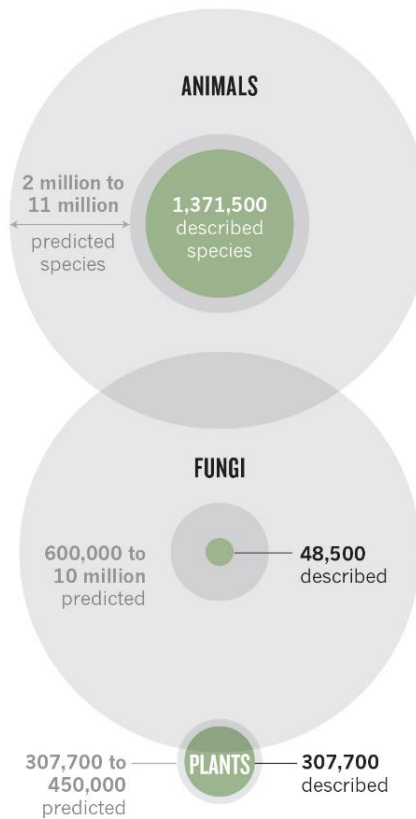
Svetová kríza biodiverzity



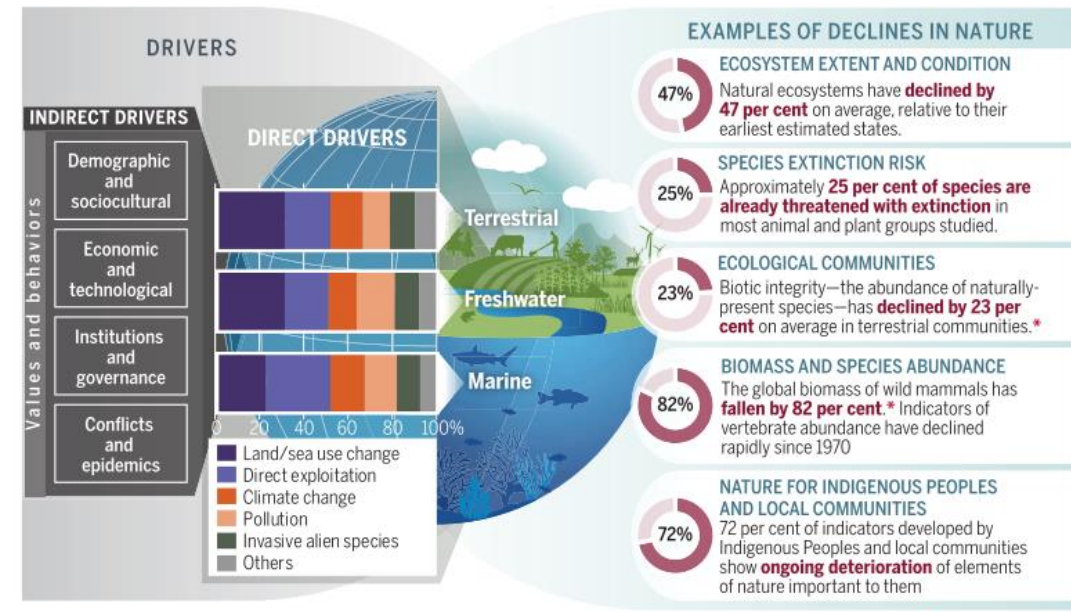
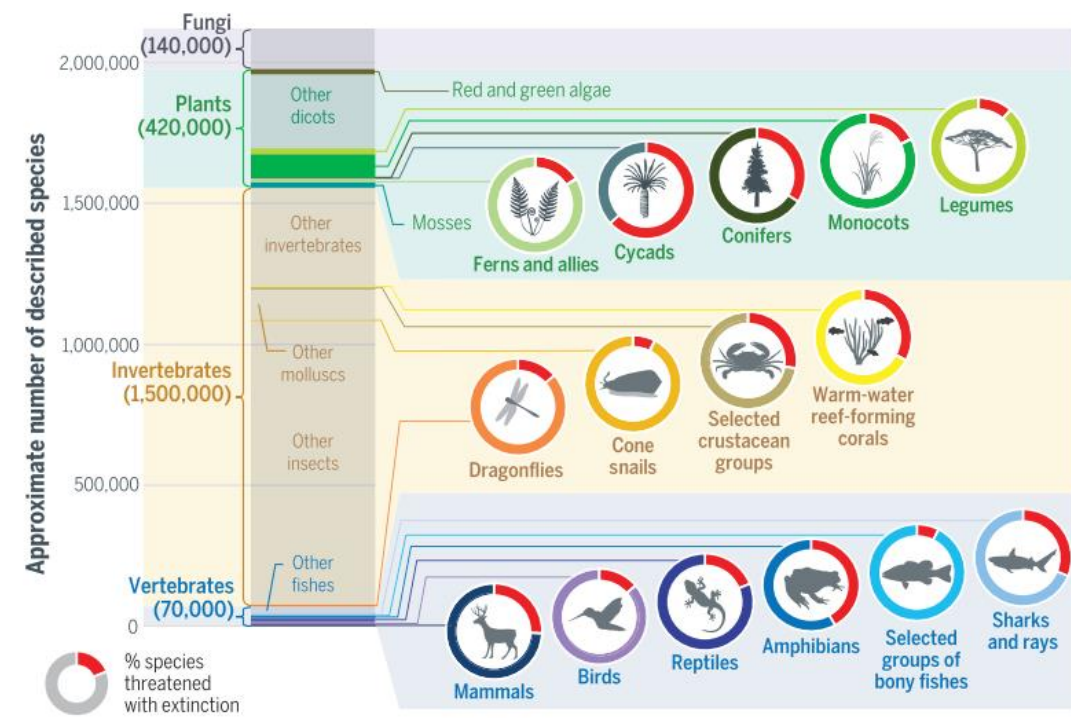
Ceballos et al. 2015, *Science Advances* 1(5), e1400253

How many species are there?

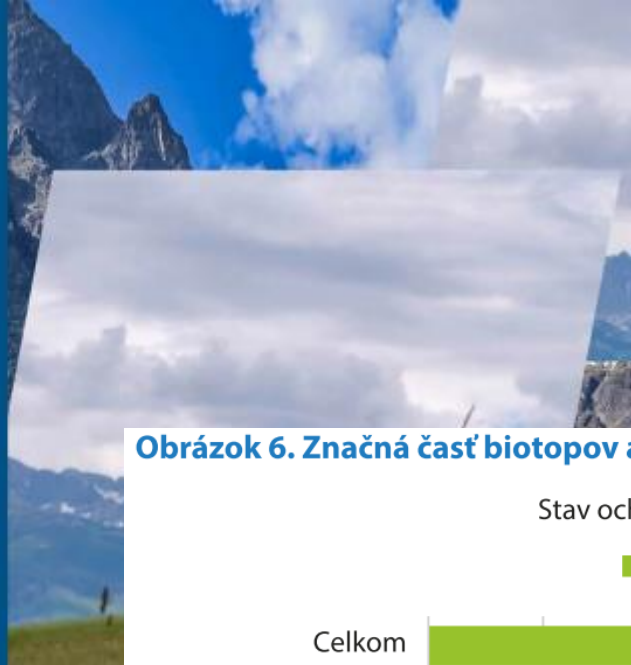
Estimates of the number of species of animals, fungi and plants vary significantly. That uncertainty clouds understanding of how many species are threatened and how many are going extinct.



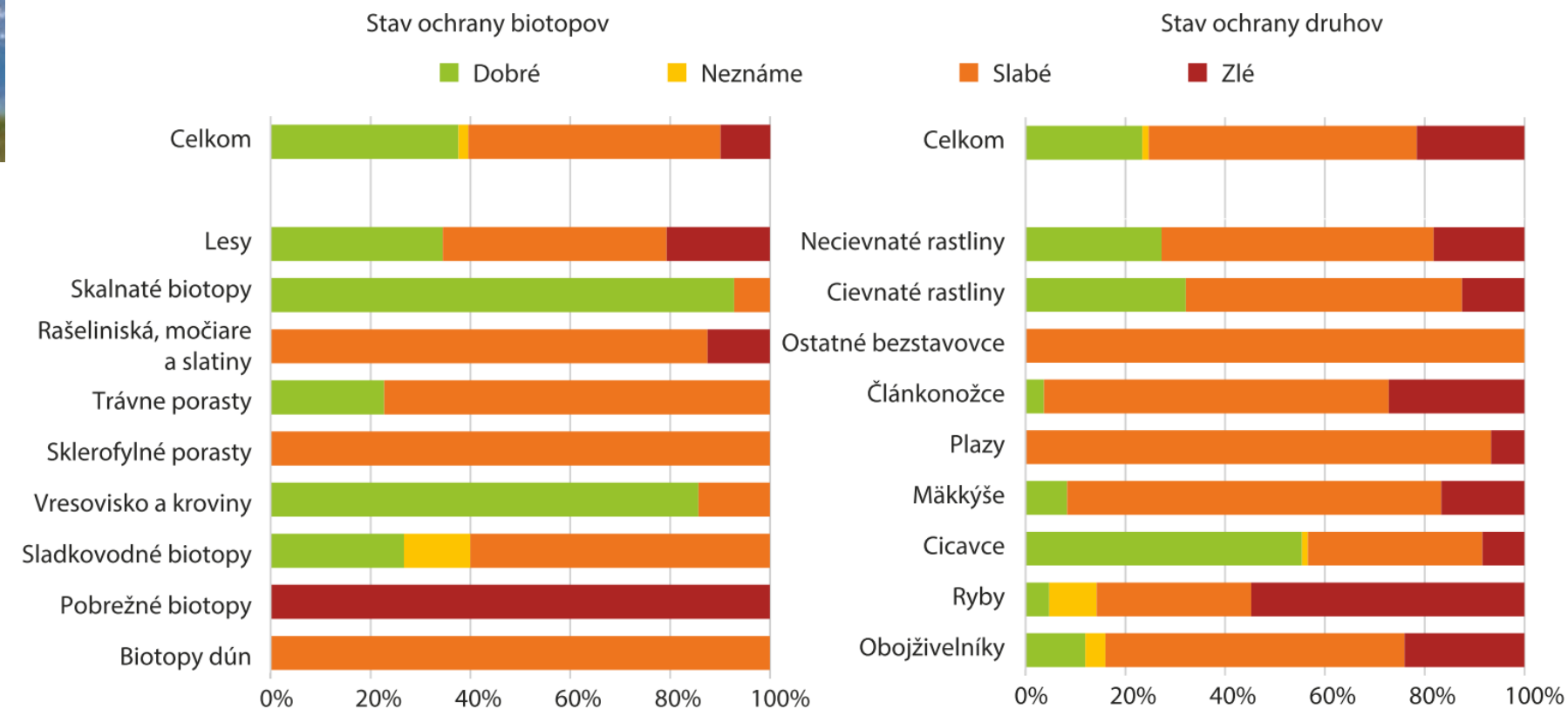
Monastersky 2014, *Nature* 516(7530)



Díaz et al. 2019, *Science* 366(eaax3100)



Obrázok 6. Značná časť biotopov a druhov je v nepriaznivom stave



Poznámka: Sklerofylné porasty: Formácie *Juniperus communis* na vresoviskách alebo vápnných lúkach; pobrežné biotopy: vnútrozemské slané lúky a panónske slané stepi a slané močiare; dunové biotopy: panónske vnútrozemské duny.

Zdroj: Správy EEA (2021), Stav ochrany typov prirodzených biotopov a druhov: súbor údajov z článku 17 smernice 92/43/EHS o biotopoch.

VIAC INFORMÁCIÍ

Hodnotiace správy OECD o environmentálnej výkonnosti:
Slovenská republika 2024
Správa a všetky údaje sú k dispozícii na
<http://oe.cd/epr-slovakia>

Medzinárodne porovnateľné ukazovatele sú k dispozícii na
stránke OECD: <http://oe.cd/env-glance>

KONTAKTY

Nedotknutosť biodiverzity ekosystémov

Arídne (suché) oblasti (bezlesie) ☹️

Chladné boreálne (väčšina lesov) 😊

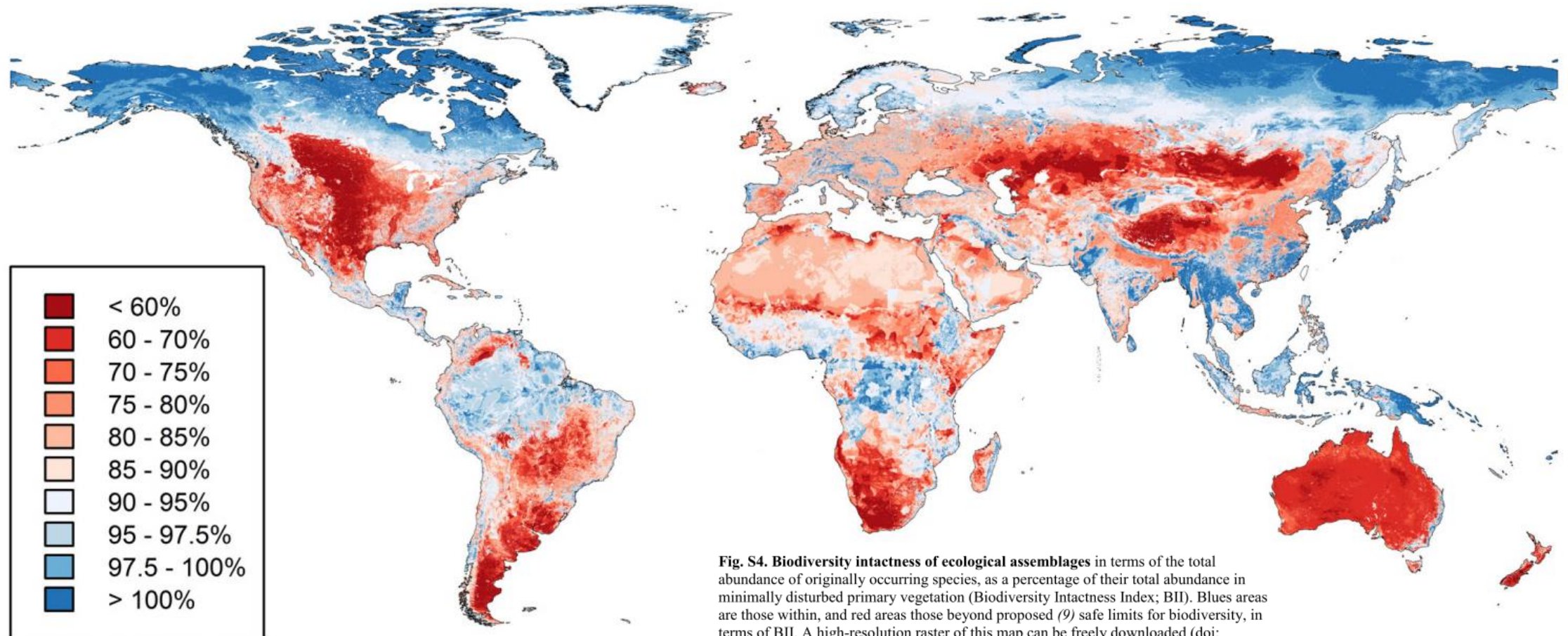


Fig. S4. Biodiversity intactness of ecological assemblages in terms of the total abundance of originally occurring species, as a percentage of their total abundance in minimally disturbed primary vegetation (Biodiversity Intactness Index; BII). Blues areas are those within, and red areas those beyond proposed (9) safe limits for biodiversity, in terms of BII. A high-resolution raster of this map can be freely downloaded (doi: <http://dx.doi.org/10.5519/0009936>).

Vplyv environmentálnych zmien na biodiverzitu

- Depozície dusíka
- Zmena vo využívaní lesa a krajiny
- Invázne druhy
- Klimatická zmena

Vplyv depozícií dusíka na lesné ekosystémy

- počiatočný pozitívny vplyv, najmä lepší rast drevín
- neskôr negatívne dôsledky
- pokles druhovej rozmanitosti vegetácie
- acidifikácia pôd, vyplavovanie pôdneho dusíka do povrchových vôd
- pokles rastu drevín

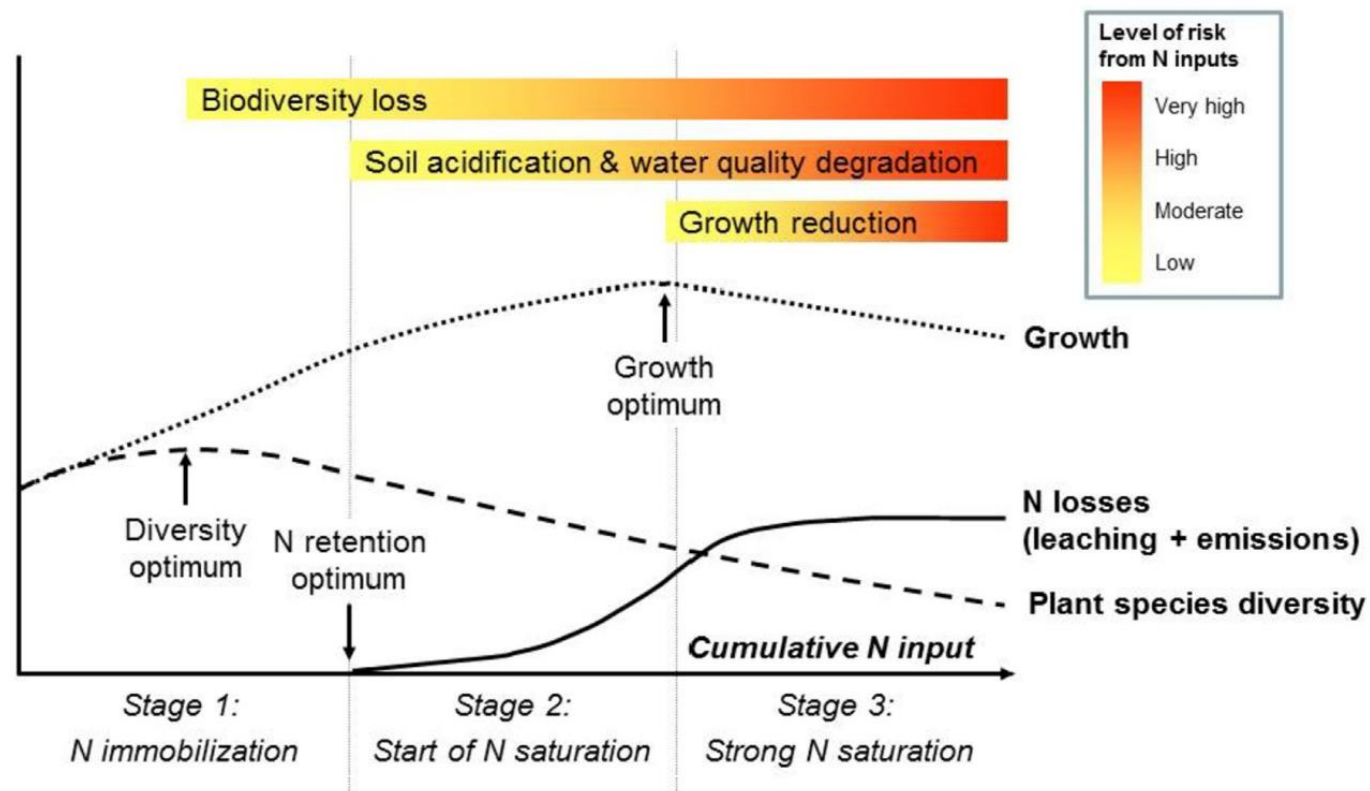


Fig. 1. Hypothetical relationship between the stage of nitrogen saturation and the effects on terrestrial ecosystems in terms of soil processes, vegetation changes and growth. This figure is an update of the figure by [Aber et al. \(1998\)](#) (after [De Vries and Schulte-Uebbing \(2018\)](#)). It illustrates the trade-off between the initial positive impact of nitrogen enrichment on tree growth and related carbon sequestration on the one hand and the negative impact on ecosystem services (e.g. water quality regulation by nitrogen retention) and on biodiversity on the other hand.

Schmitz et al. (2019). Responses of forest ecosystems in Europe to decreasing nitrogen deposition. *Environmental Pollution*, 244, 980-994.

Základé mechanizmy poklesu druhov

ZVÝŠENÝ RAST, KONKURENCIA

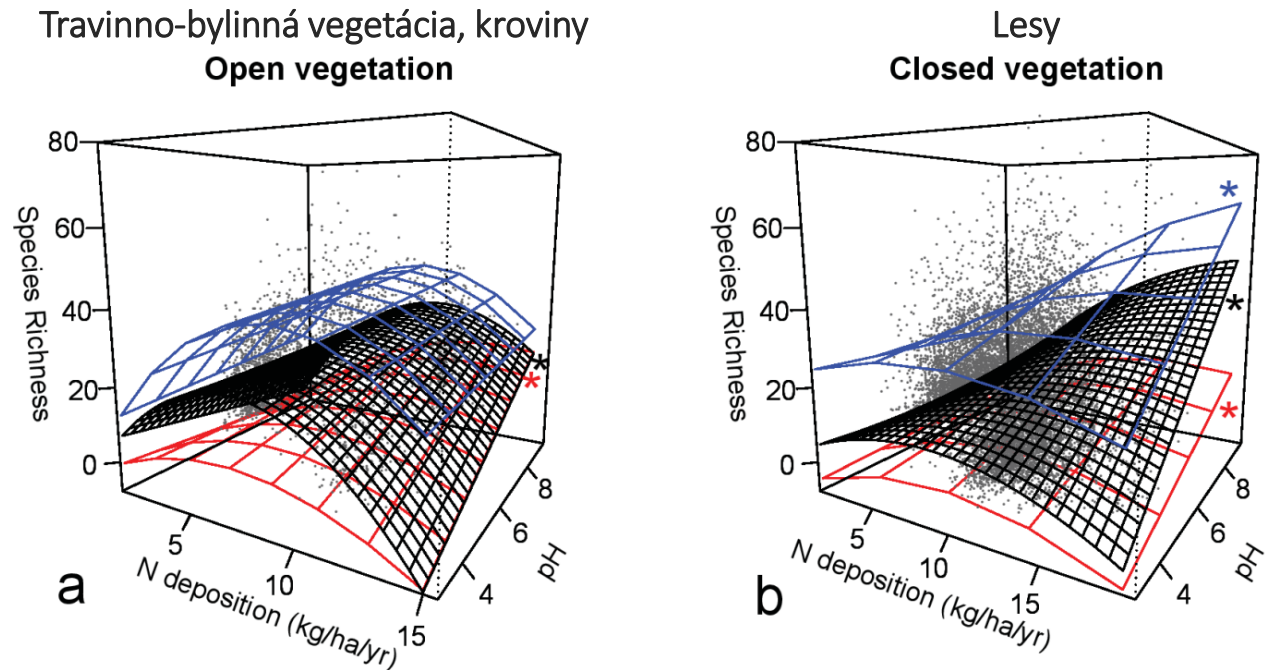
druhy, ktoré využijú dusík pre svoj rast konkurenčne vytlačia ostatné

ACIDIFIKÁCIA

nižšia dostupnosť živín, uvoľňovanie toxických prvkov; acidofilné spoločenstvá sú druhovo chudobné

VPLYV ZÁVISÍ OD RÔZNYCH FAKTOROV

- vplyv depozícií závisí od svetelných podmienok a pôdnej reakcie
- svetlomilnejšia vegetácia na „kyslejších“ pôdach je citlivejšia
- svetlomilné druhy sú menej tolerantné voči zatienu - pri zatienu druhmi využívajúcimi dusík pre svoj rast ustupujú



Simkin et al. (2016). Conditional vulnerability of plant diversity to atmospheric nitrogen deposition across the United States. PNAS, 113(15), 4086-4091.

Pokles druhovej rozmanitosti vplyvom dusíka

meta-analýza 115 experimentov

- pokles počtu druhov takmer vo všetkých typoch vegetácie
- hraničná hodnota cca 20 kg N/ha/rok
- pokles počtu druhov v lesných ekosystémoch o cca 15–20%

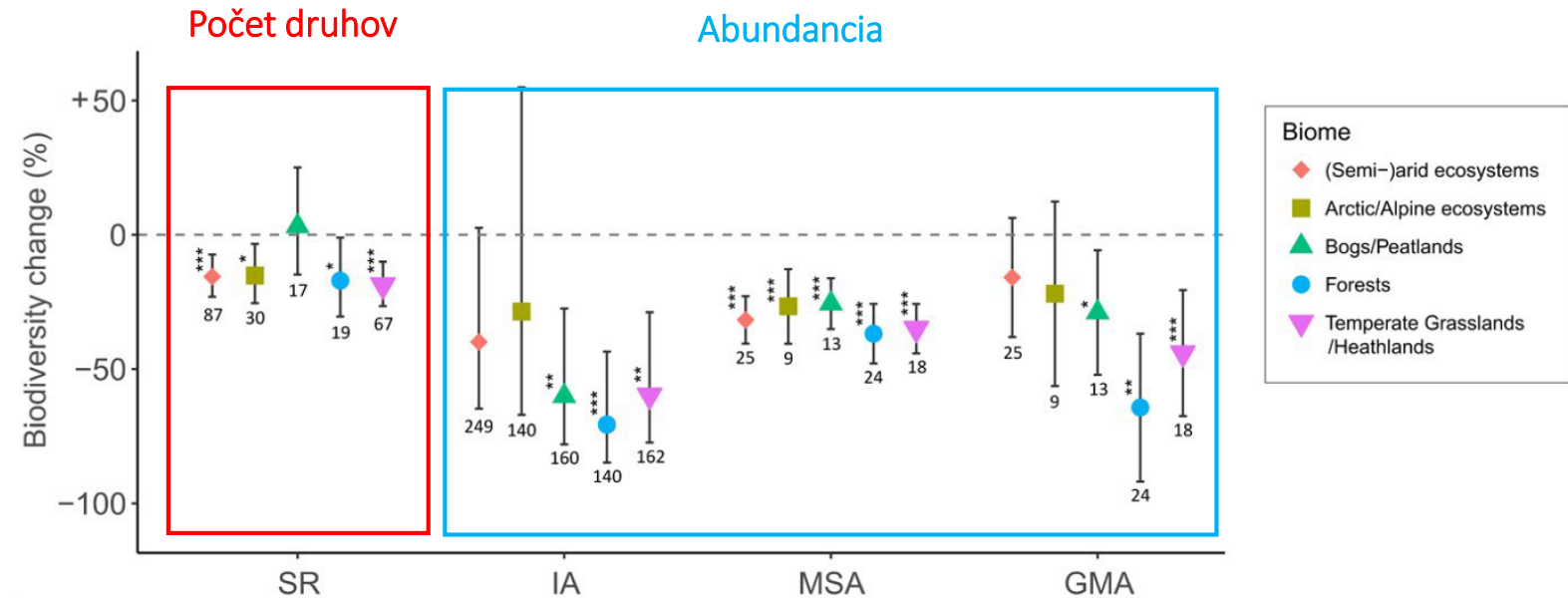
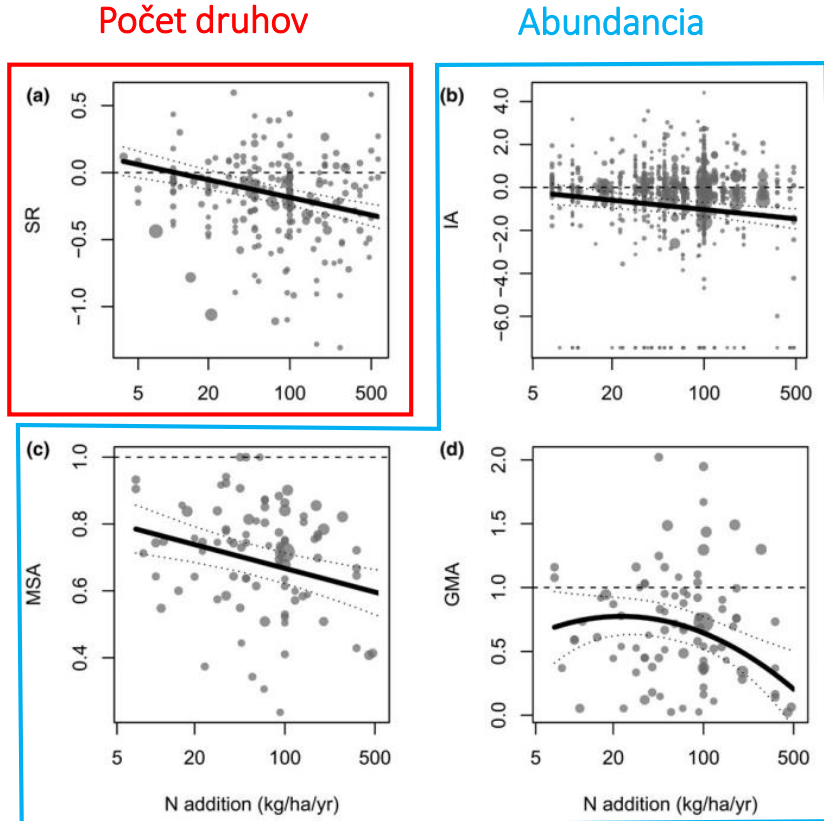
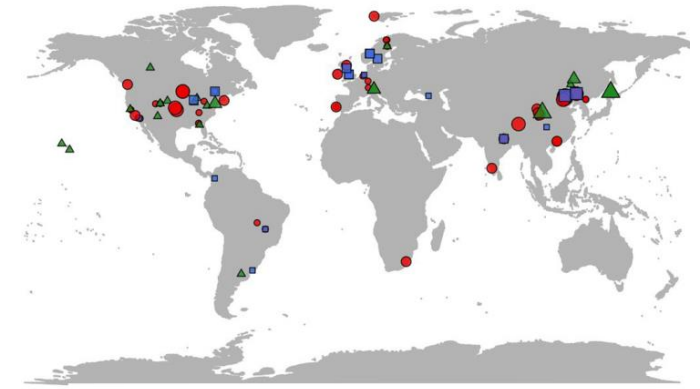


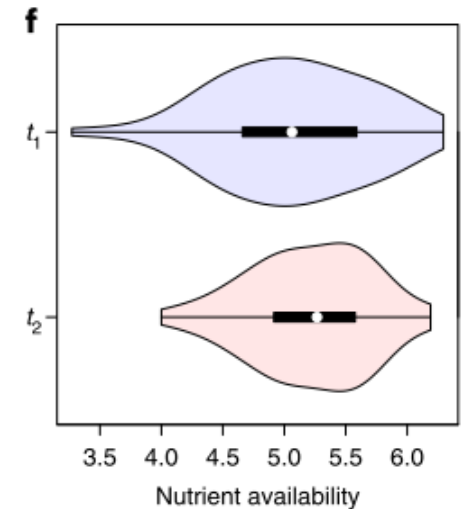
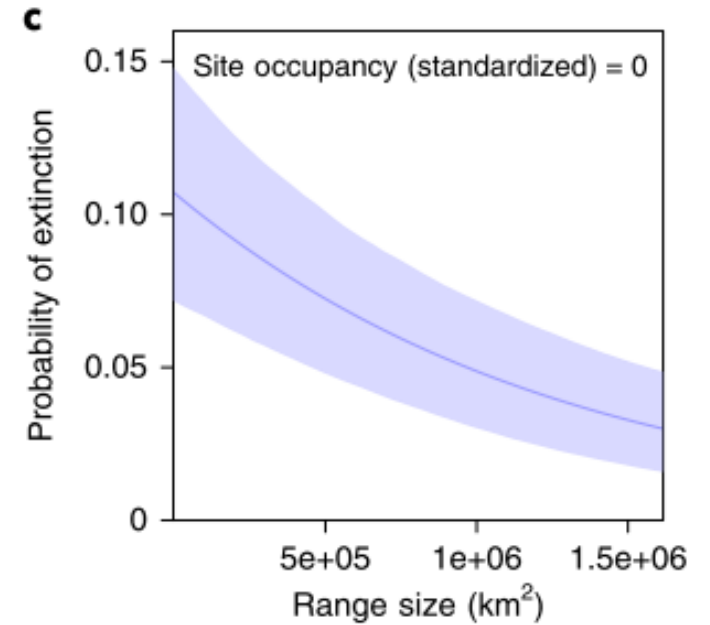
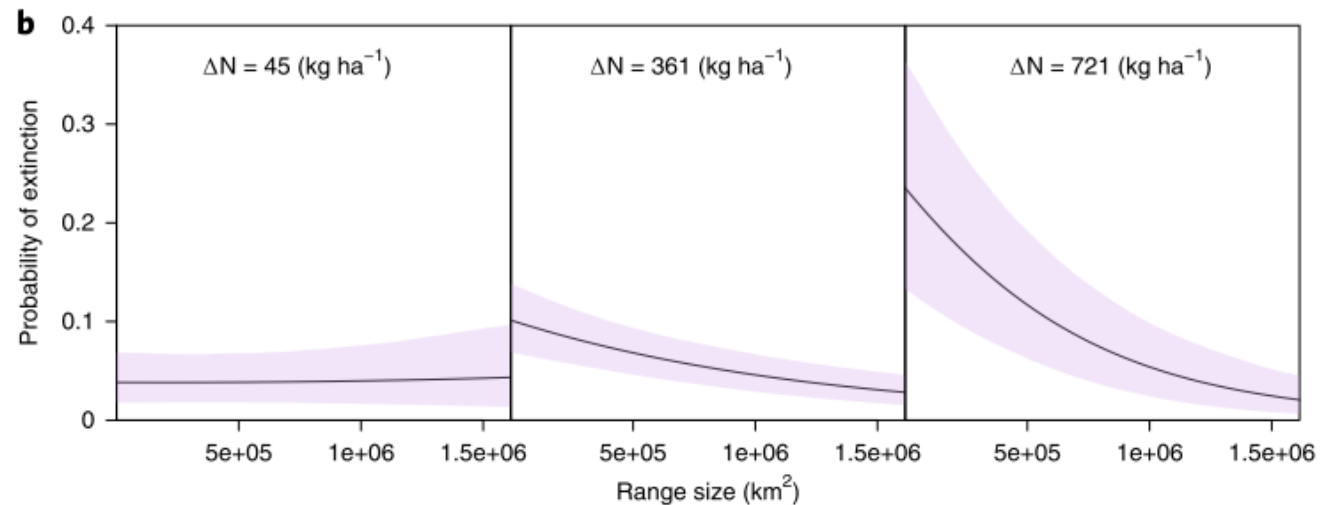
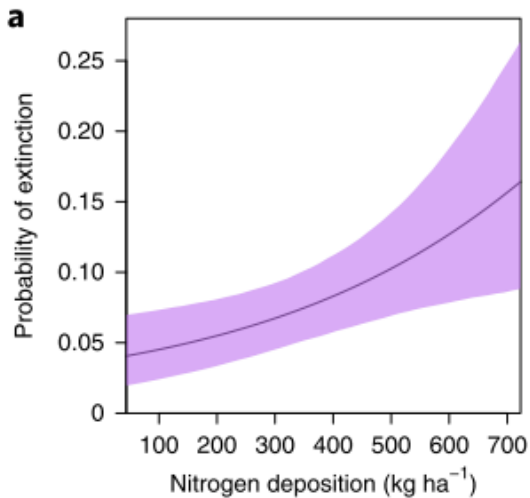
FIGURE 4 Mean pooled biodiversity change (and 95% CI) per ecosystem type, expressed as the percentage of change in N-addition plots compared with control plots. Biodiversity change is quantified with species richness (SR), individual species abundance (IA), mean species abundance (MSA) and geometric mean abundance (GMA). Values are obtained by fitting the models without the intercept term, to estimate the mean pooled effect of each level. The significance level (* $p < .01$; ** $p < .001$; *** $p < .0001$) and number of observations are provided for each estimate

Víťazi a porazení

Generalisti nahrádzajú špecialistov a spôsobujú to (aj) depozície dusíka (príklad temperátnych lesov Európy)

Generalisti – druhy, ktoré majú menej vyhranené nároky na prostredie, sú viac rozšírené

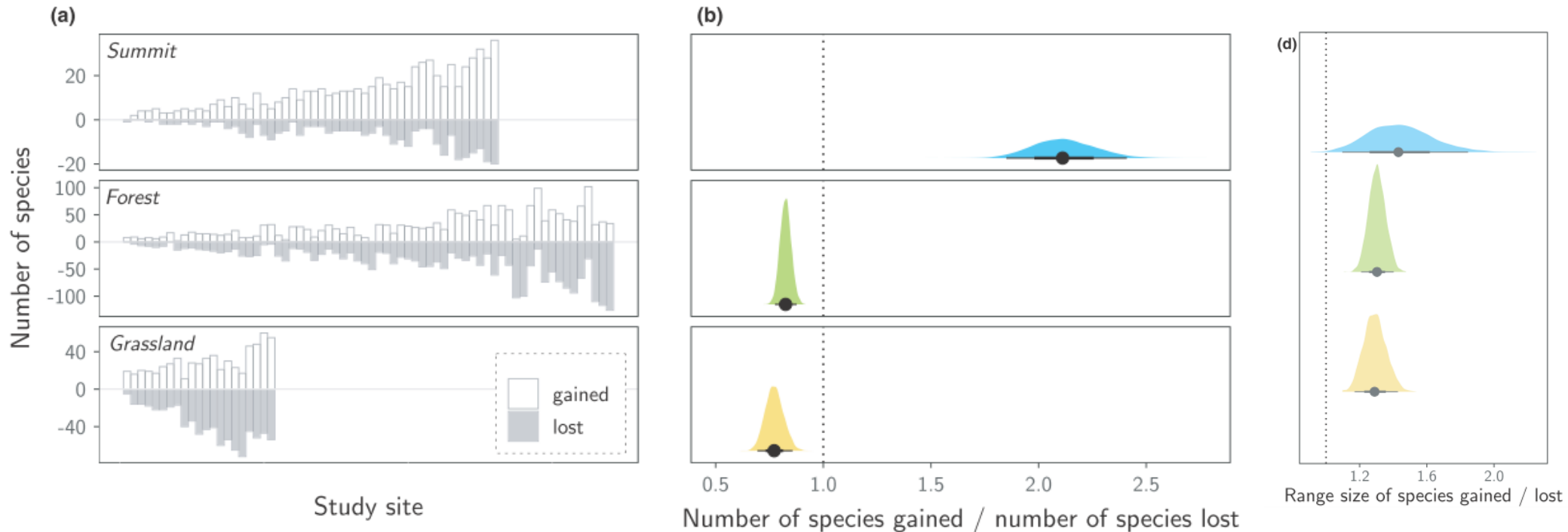
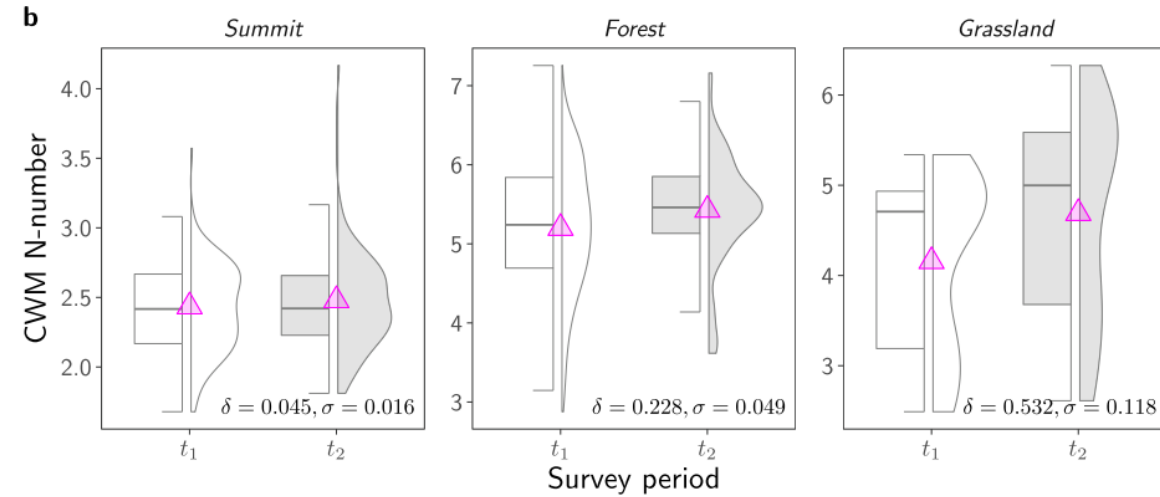
Špecialisti – druhy, ktoré majú vyhranené nároky na prostredie, sú vzácnejšie (menej rozšírené)



Vítězi a poražení

Generalisti sa šíria vo všetkých hodnotených biotopoch, ale pokles v druhovej bohatosti spôsobujú len na lúkach a v lesoch, nie vo vysokohorskej vegetácii

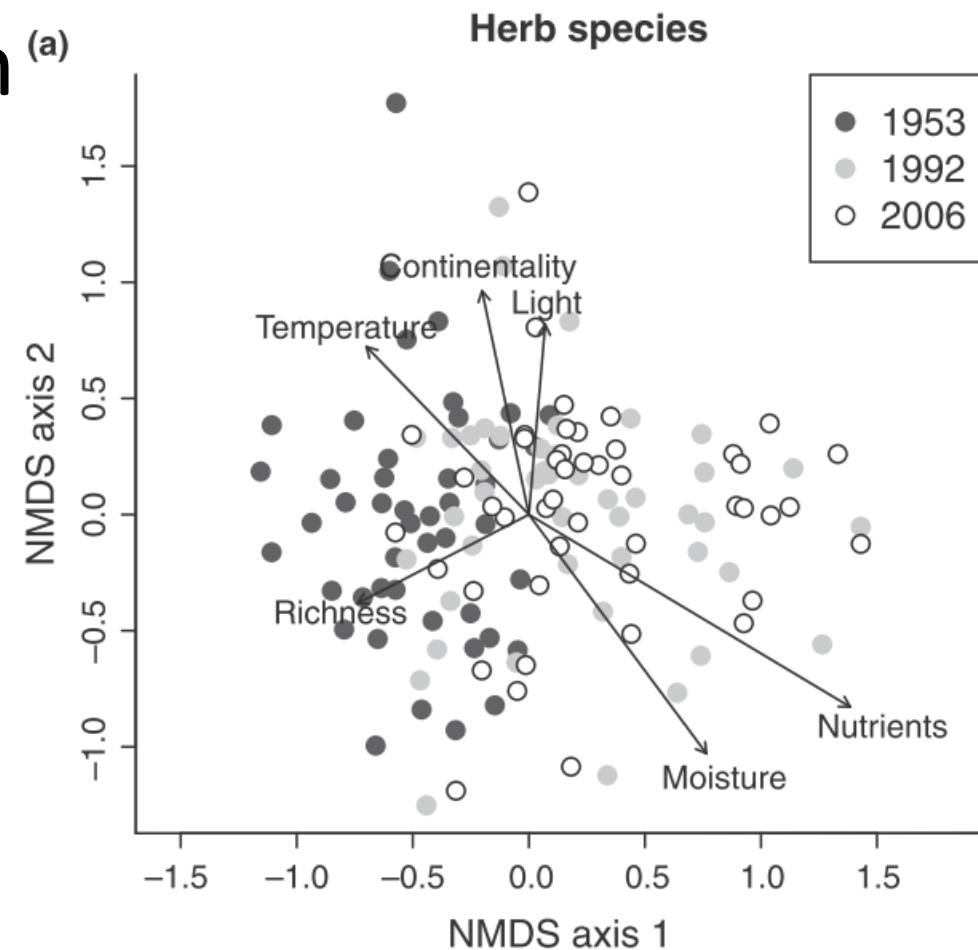
Eutrofizácia prítomná vo všetkých hodnotených biotopoch



Víťazi a porazení vo výmladkových lesoch (a)

Druhy náročnejšie na vlhkosť a živiny víťazia nad svetlomilnejšími a na živiny menej náročnejšími druhmi – ide o proces **mezofilizácie a eutrofizácie**

Je to spôsobené zmenou manažmentu (svetlé dubiny podrastajú tiennymi drevinami)



- menej svetla (slnečného žiarenia)
- vlhkejšia chladnejšia mikroklíma
- viac listového opadu a z iných drevín – zmena vlastností hornej vrstvy pôd

Vítazmi sú neofyty

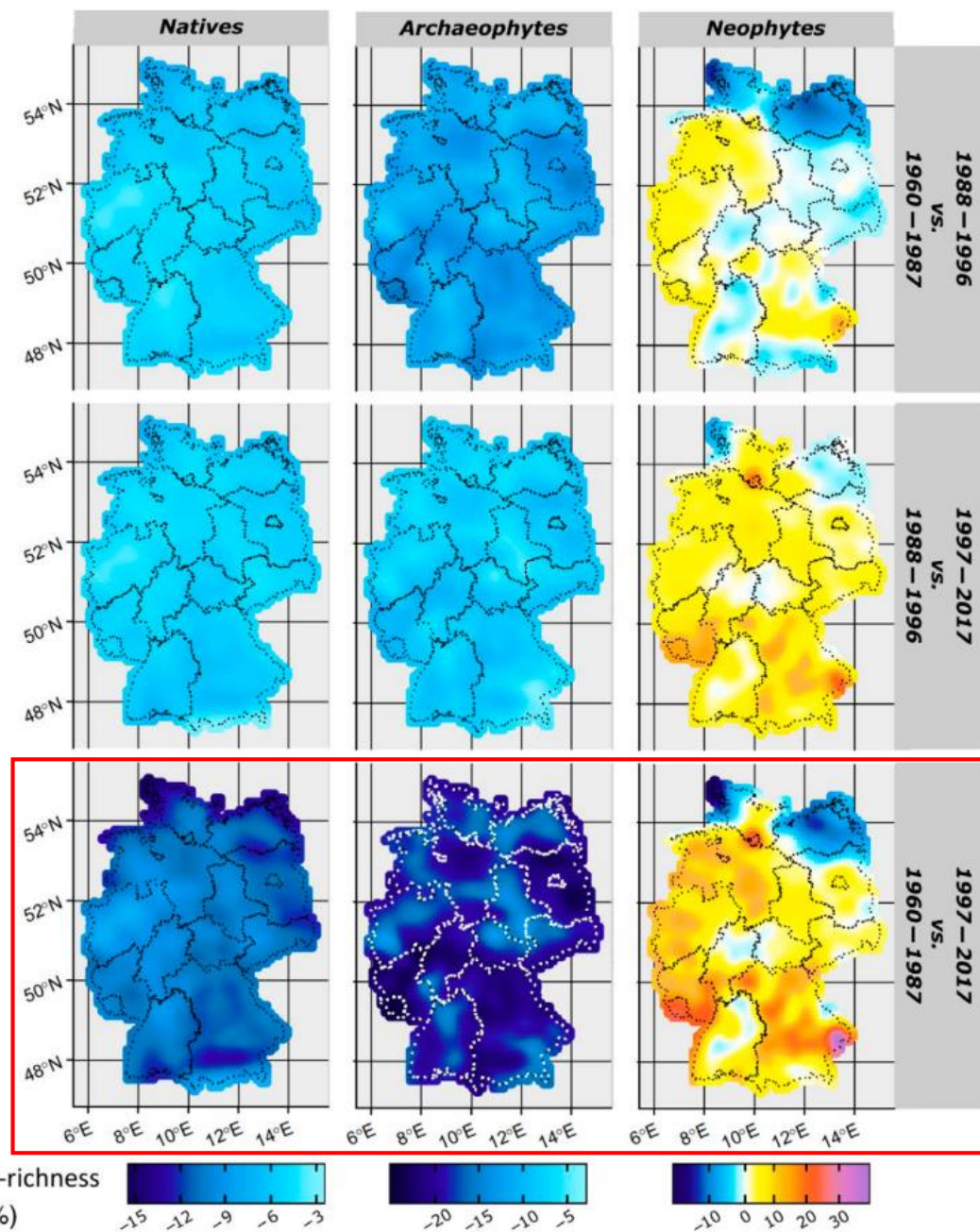
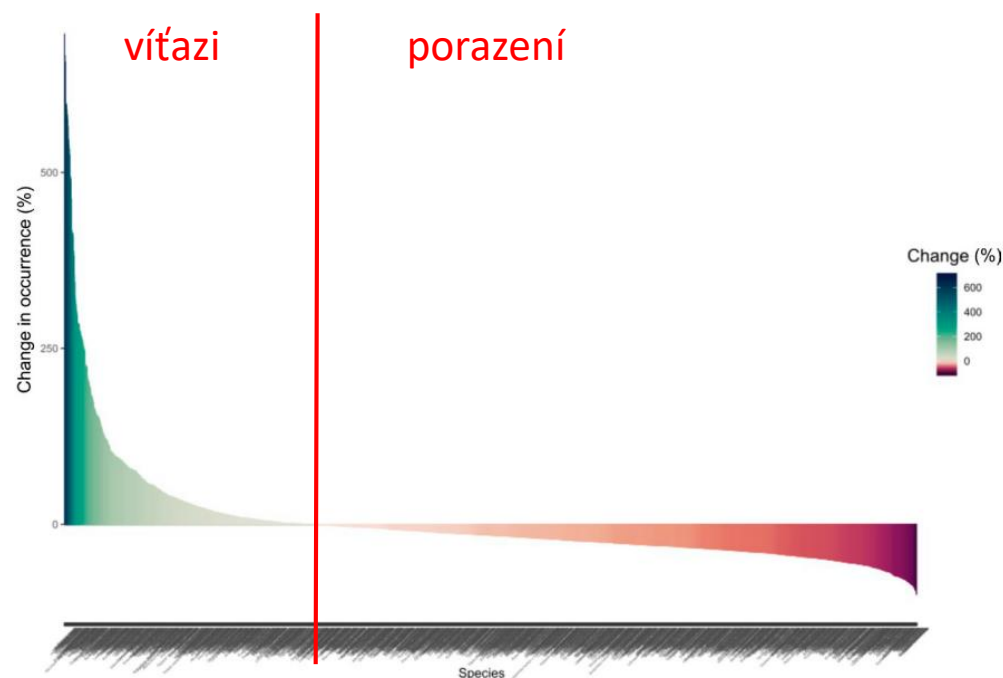
Širia sa neofyty na úkor archeofytov a pôvodných druhov

Zmena výskytu rastlinných druhov v Nemecku
1960–1987 vs. 1997–2017

Natives – domáce druhy, 1724 druhov

Archaeophytes – archeofyty (rozšírené pred 1492), 186 druhov

Neophytes – neofyty (rozšírené po 1492), 226 druhov



Taxonomická homogenizácia

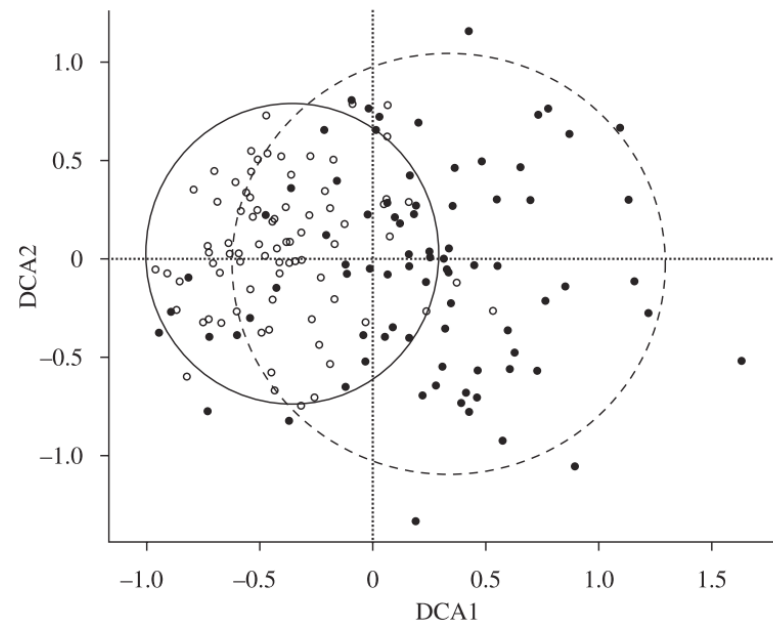
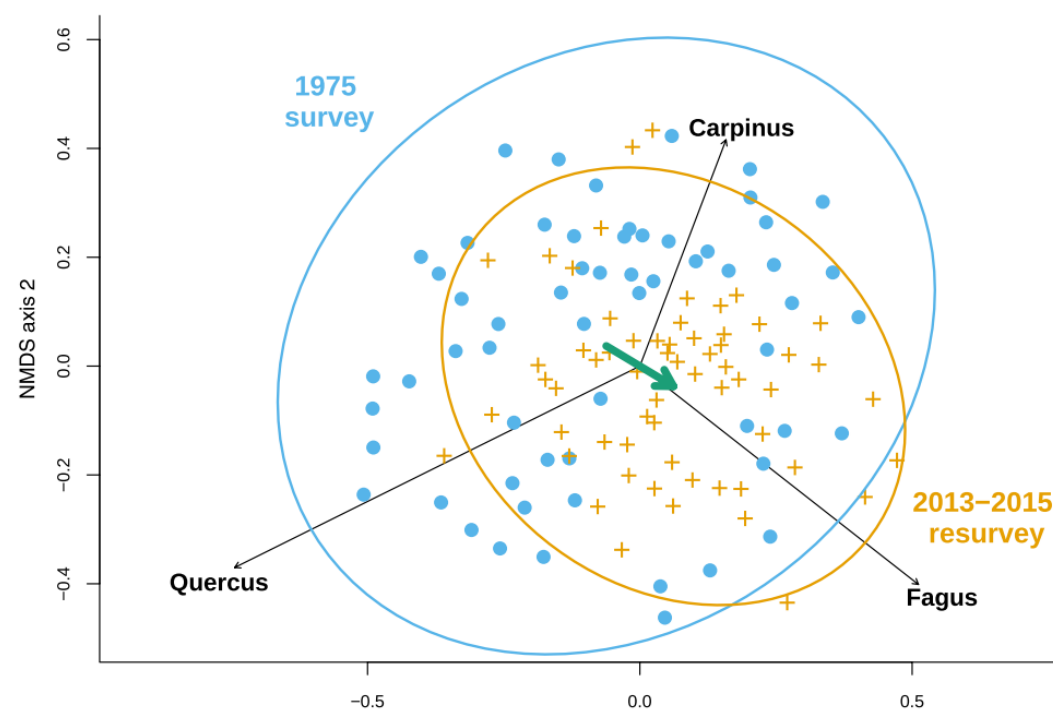
Pokles rôznorodosti vegetácie v priestore

na rôznych miestach kedysi rástli rôzne druhy, dnes akoby na rôznych miestach rástli tie isté druhy

pozorované naprieč rôznymi skupinami organizmov a ekosystémov (rastliny, vtáky, ryby)

je to spôsobené šírením „vítazov“ - invázných druhov a druhov, ktorým vyhovujú aktuálne zmeny (napr. náročné na dusík)

vítazné druhy sa šíria, porazené lokálne vymierajú a stávajú sa ohrozenými



Kombinovaný efekt depozícií N a zmien vo využívaní krajiny

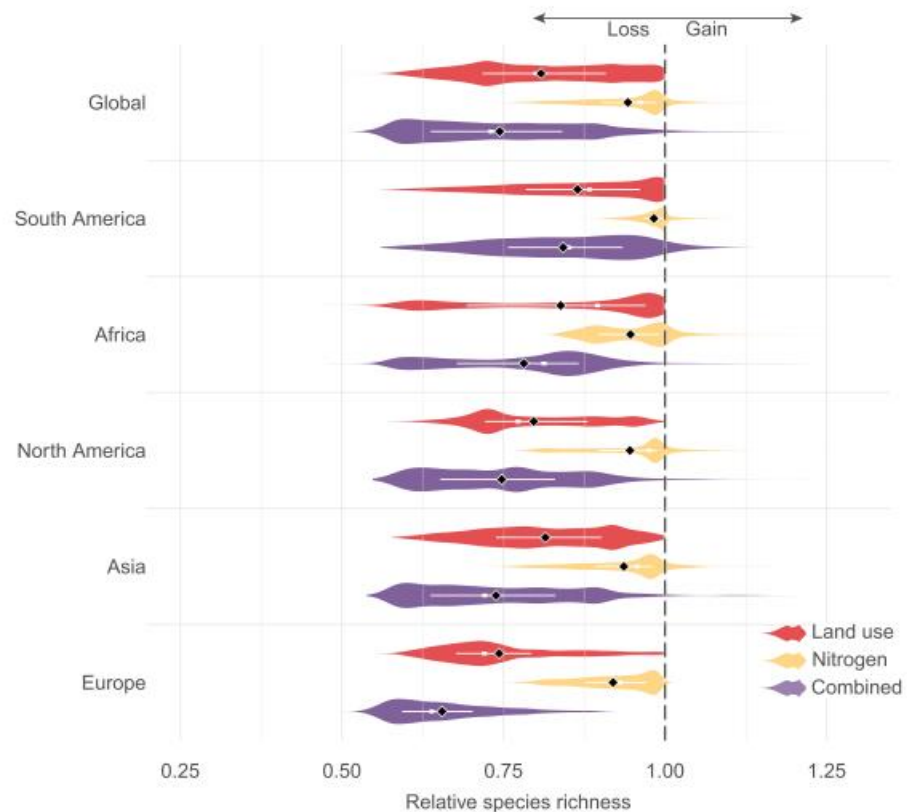
Received: 29 June 2021 | Revised: 14 December 2021 | Accepted: 22 December 2021
DOI: 10.1111/ddi.13476

RESEARCH ARTICLE

Diversity and Distributions WILEY

Changes in plant species richness due to land use and nitrogen deposition across the globe

Juan Gallego-Zamorano¹ | Mark A.J. Huijbregts¹ | Aafke M. Schipper^{1,2}



GALLEGO-ZAMORANO ET AL.

Diversity and Distributions WILEY 751

FIGURE 3 Geographical patterns of changes in relative plant species richness due to the effects of (a) land use, (b) nitrogen deposition and (c) both pressures combined. Grey areas are outside the applicability domain of the model (67% of all 0.25° resolution cells in the world, Fig. S5)

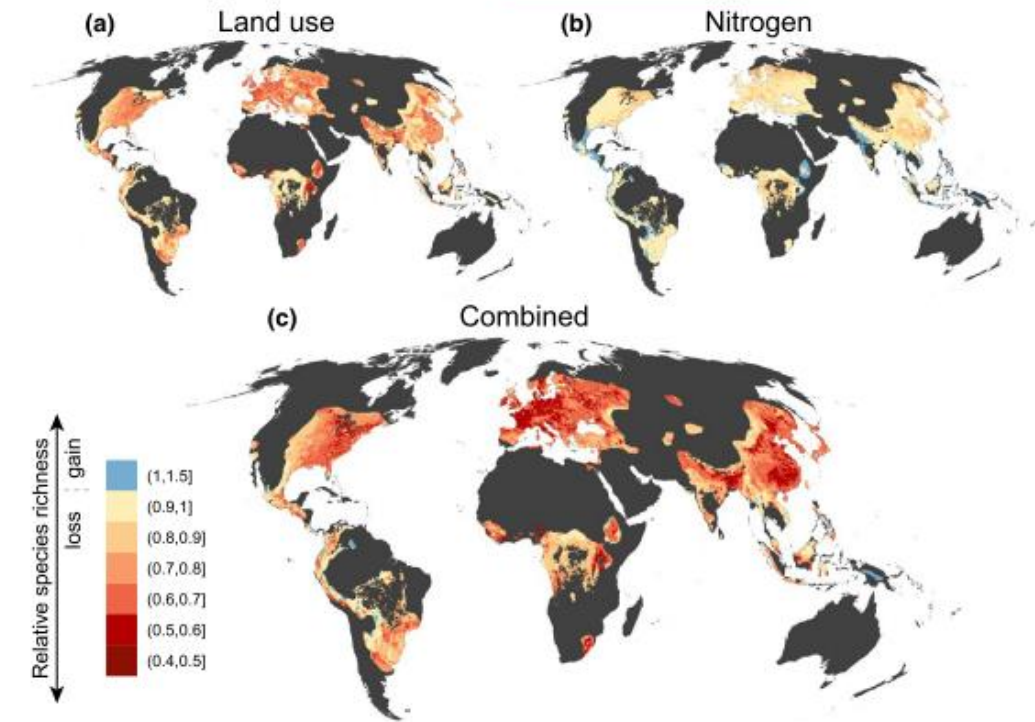


FIGURE 2 Changes in plant species richness across the 0.25° grid cells within the model's applicability domain due to land use, nitrogen and their combined effect globally and per continent. Density plots show the distribution of the data; the white horizontal lines inside the density plots show the interquartile ranges; the thick white square is the median; and the black diamond is the mean. Values are provided in Table S3. Note: width of violins is adjusted for visualization purposes

- Zmena vo využívaní krajiny dôležitejšia ako depozície dusíka
- Kombinovaný efekt výraznejší, hlavne v Európe

Klimatická zmena

Migrácia druhov ku pólom alebo vyšších polôh

druhy v oceánoch kolonizujú nové polohy rýchlejšie

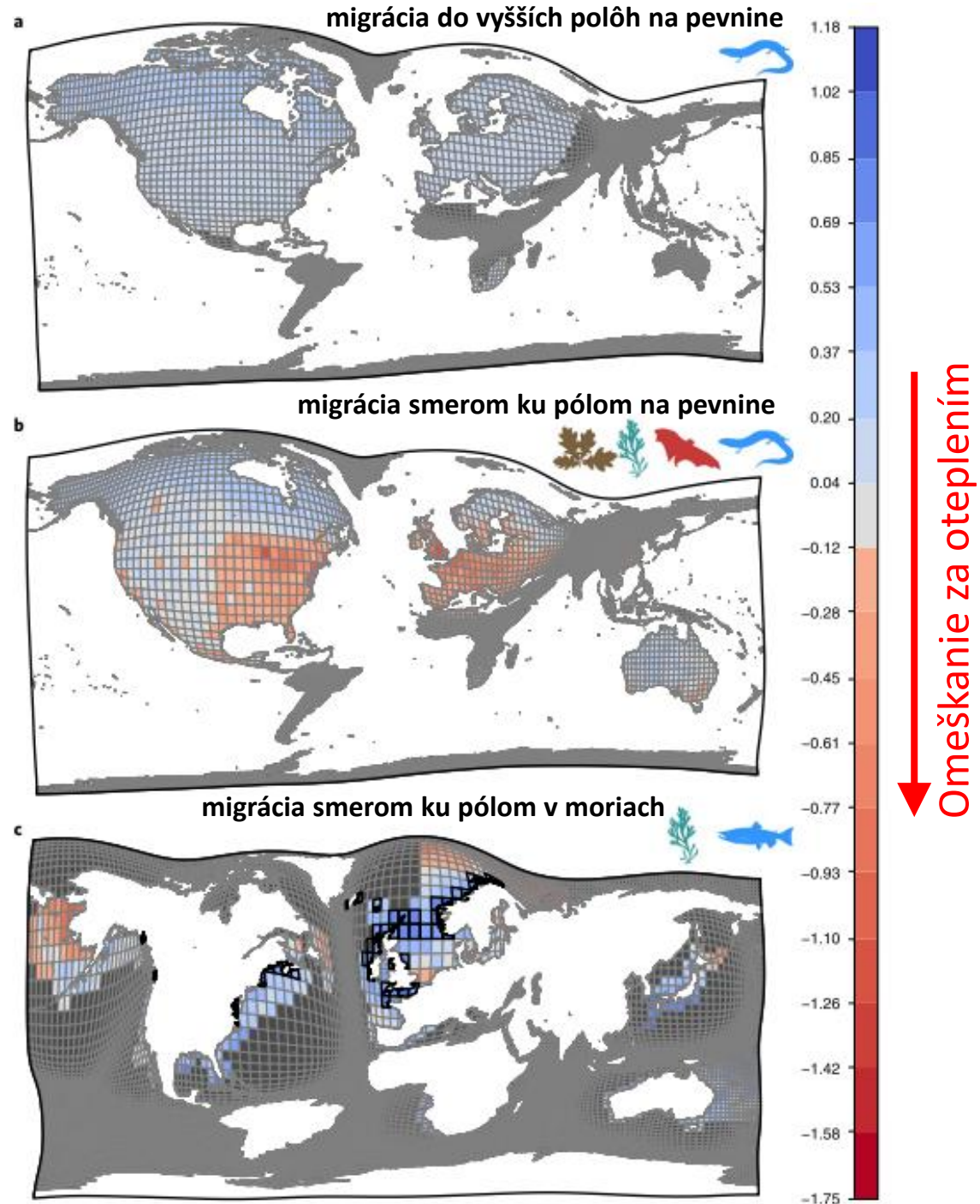
živočíchy majú výhodu mobility (schopnosť pohybu)

rastliny len regeneráciou v nových podmienkach, šíria sa hlavne semenom – výhodou je ľahké lietavé semeno (nažka púpavy vs. dubový žalud')

dreviny sa šíria rádovo v stovkách metrov ročne (vývoj po dobe ľadovej)

úspech kolonizácie závisí od všeobecnej vhodnosti nového životného priestoru, nielen od klímy – **vznik tzv. klimatického dlhu**

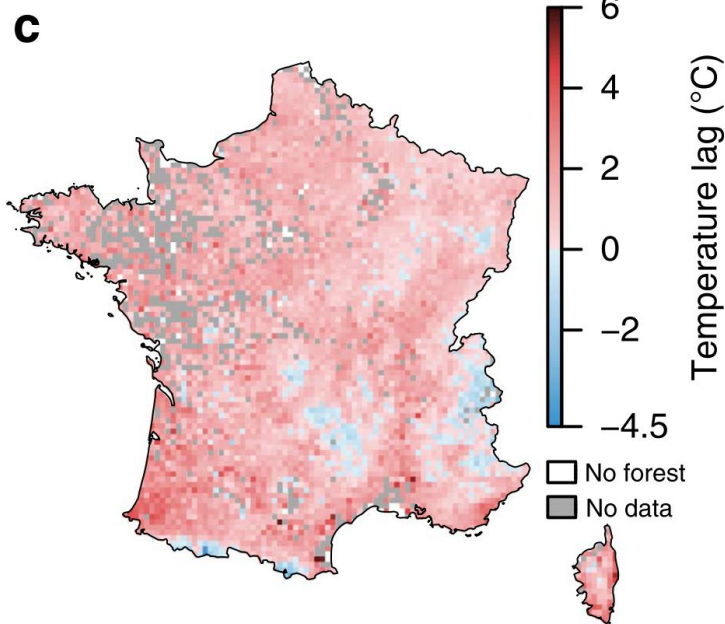
Lenoir et al. (2020). Species better track climate warming in the oceans than on land. *Nature Ecology & Evolution*, 4(8), 1044-1059.



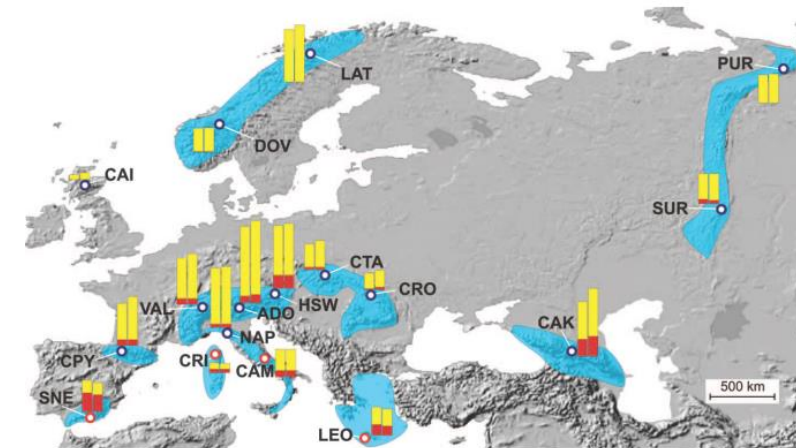
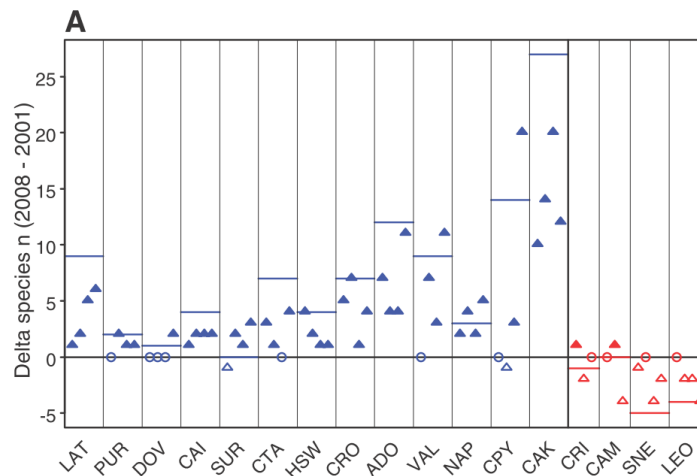
Klimatická zmena

Klimatický dlh (omeškanie organizmov za oteplením) je výraznejší v lesoch, pretože les má špecifickú mikroklimu, ktorá tlmí pôsobenie klimatickej zmeny

Klimatický dlh lesov Francúzska



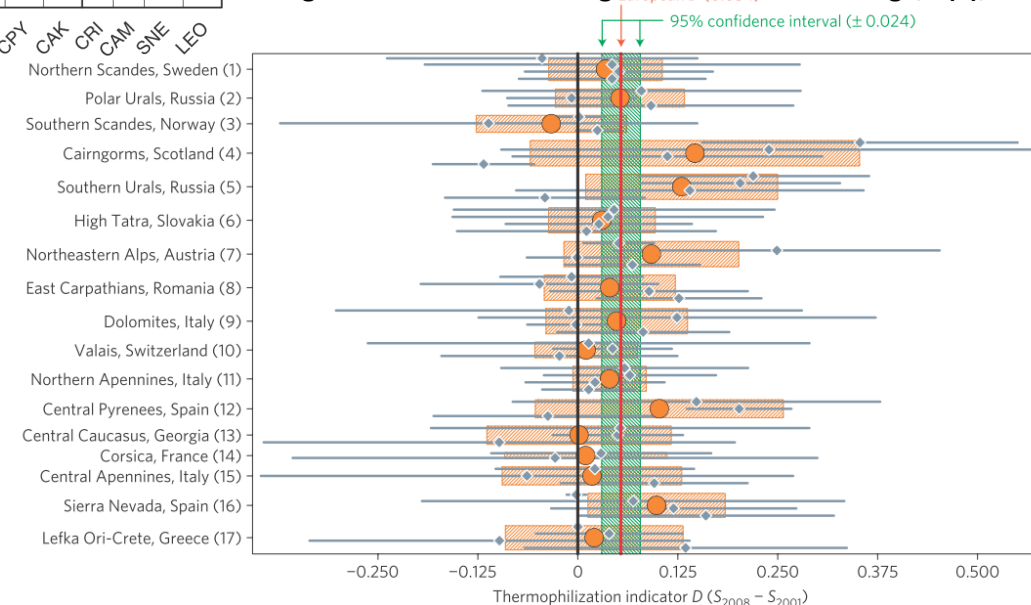
Bertrand et al. (2016). Ecological constraints increase the climatic debt in forests. *Nature communications*, 7(1), 1-10.



Nárast počtu druhov a termofilizácia vrcholov hôr

Pauli et al. (2012). Recent plant diversity changes on Europe's mountain summits. *Science*, 336(6079), 353-355.

Gottfried et al. (2012). Continent-wide response of mountain vegetation to climate change. *Nature climate change*, 2(2), 111-115.



Klimatická zmena

Posun v rozšírení drevín na nadmorskej výške na Slovensku

Global Change Biology

Global Change Biology (2016) 22, 1904–1914, doi: 10.1111/gcb.13210

Life stage, not climate change, explains observed tree range shifts

FRANTIŠEK MÁLIŠ^{1,2}, MARTIN KOPECKÝ³, PETR PETŘÍK⁴, JOZEF VLADOVIČ², JÁN MERGANIČ¹ and TOMÁŠ VIDA¹

¹Faculty of Forestry, Technical University in Zvolen, T.G. Masaryka 24, SK-960 53 Zvolen, Slovak Republic, ²Forest Research Institute Zvolen, National Forest Centre, T.G. Masaryka 22, SK-960 52 Zvolen, Slovak Republic, ³Department of Vegetation Ecology, Institute of Botany, The Czech Academy of Sciences, Lidická 25/27, CZ-602 00 Brno, Czech Republic, ⁴Department of GIS and Remote Sensing, Institute of Botany, The Czech Academy of Sciences, Zámek 1, CZ-252 43 Příhonice, Czech Republic

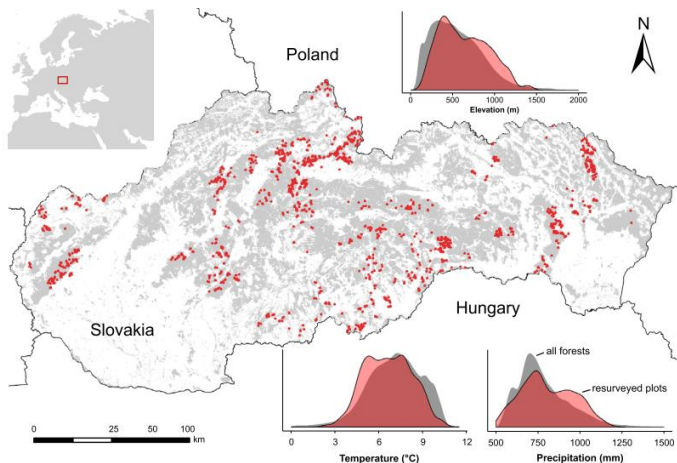


Fig. 1 Distribution of 1435 forest vegetation plots resurveyed after more than three decades (old survey 1966–1979, new survey 2005–2007) across Slovakia, East-Central Europe. The location of resurveyed plots (indicated as dots) is shown on the background of forest area. The inserted density plots show the relative frequency of elevation, annual mean temperature and annual precipitation of the 1435 resurveyed plots compared to the relative frequency of the same variables in all Slovakian forests (details in Appendix S2).

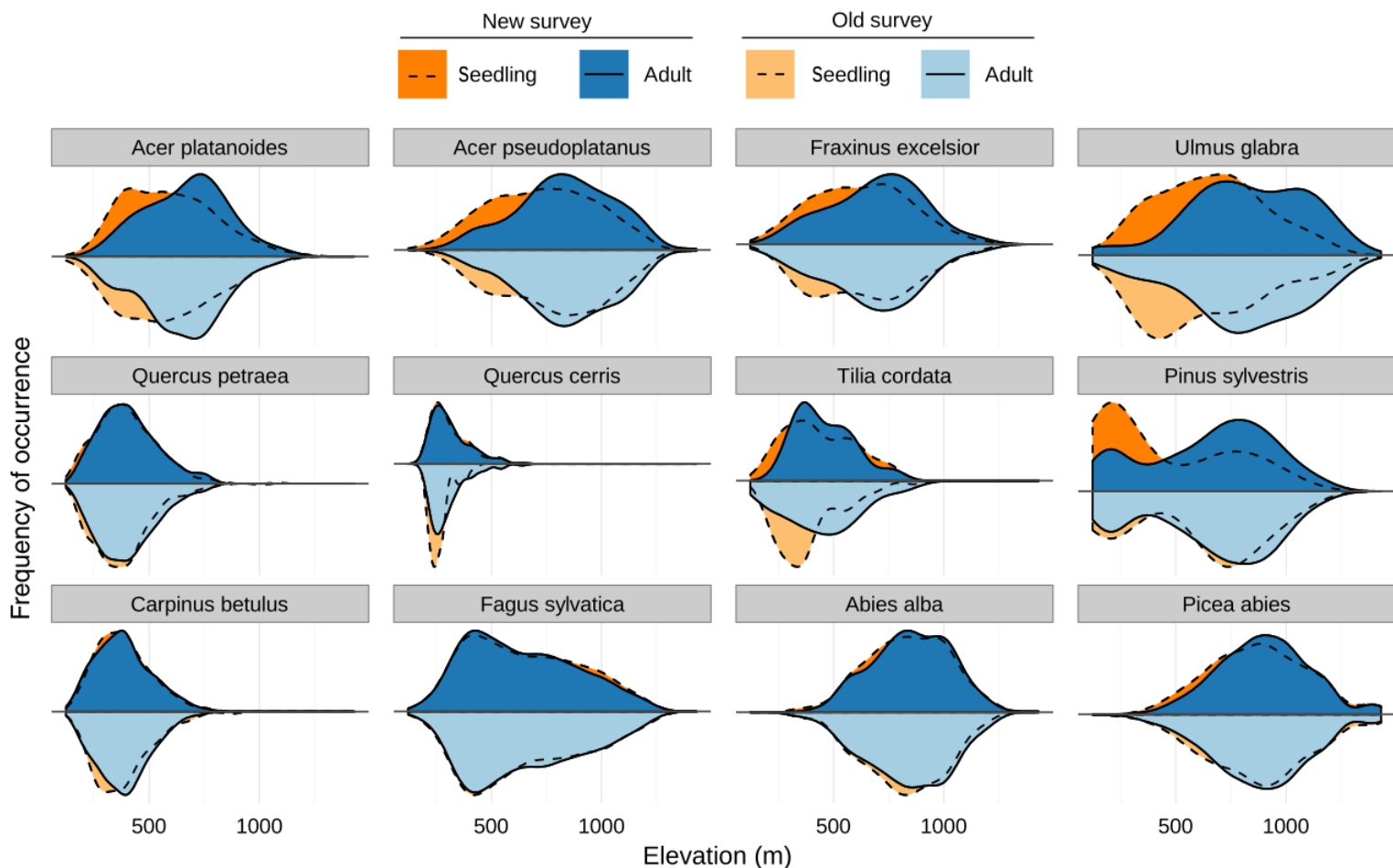


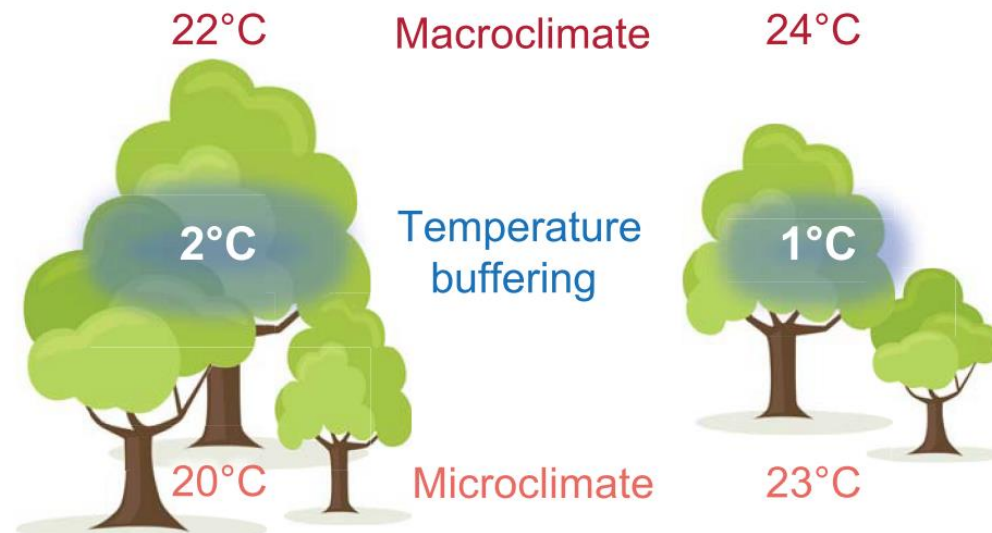
Fig. 3 Distribution of seedling and adult trees along an elevational gradient in the old (1966–1979) and new (2005–2007) surveys. While the distribution of individual life stages remained similar despite ongoing climate change, the seedlings of most species occurred at lower elevations than adult trees in both survey periods.

Klimatická zmena

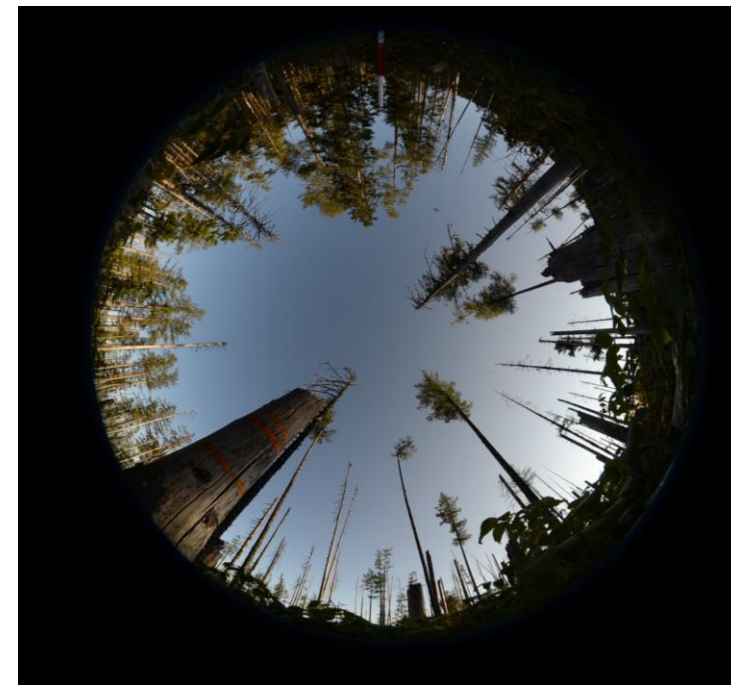
Lesná mikroklíma tlmí pôsobenie klimatickej zmeny

pre rastliny sú dôležité maximálne letné teploty, ktoré sú vnútri lesa podstatne nižšie ako mimo lesa

tlmenie narastá s hustotou a výškou porastu



Zellweger et al. (2020). Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming. *Science*, 368(6492), 772-775.

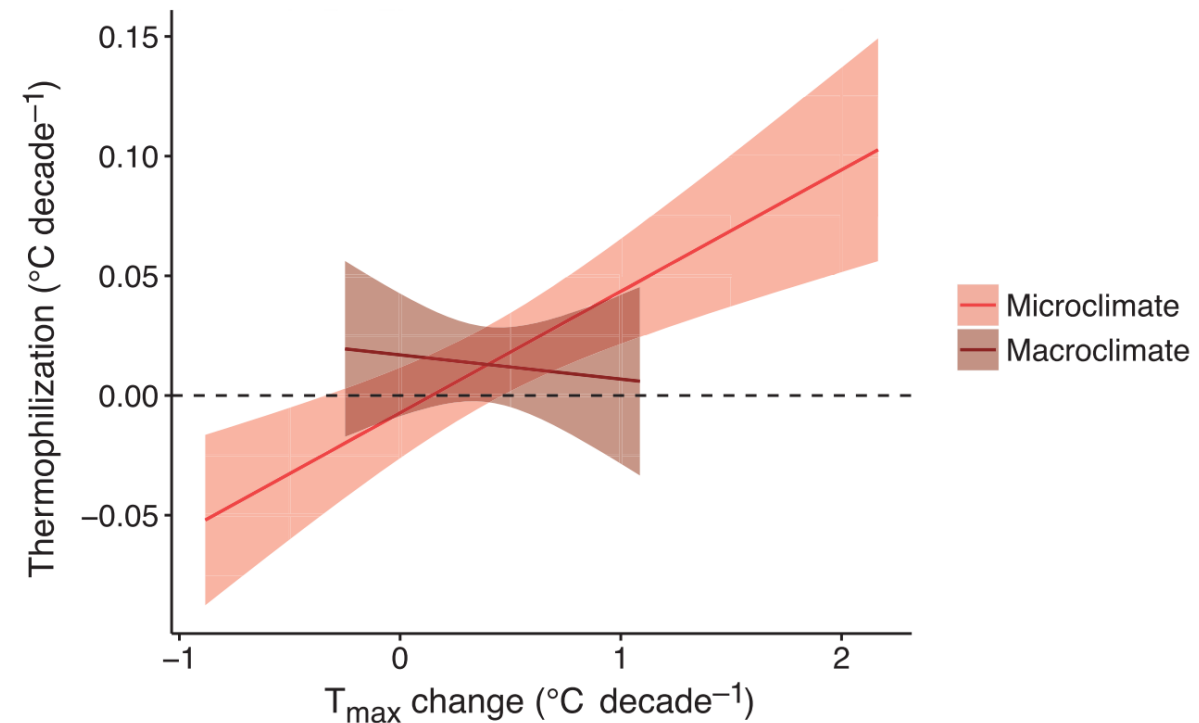


Klimatická zmena

Lesná mikroklima tlmí pôsobenie klimatickej zmeny

termofilizácia (posun ku teplomilným druhom) lesnej vegetácie závisí od mikroklimy a nie makroklimy

termofilizáciu teda ovplyvňuje zmena zápoja



Zellweger et al. (2020). Forest microclimate dynamics drive plant responses to warming. *Science*, 368(6492), 772-775.

Akcelerácia vymierania druhov

Klimatický dlh, resp. schopnosť organizmov prežívať aj v nevhodných podmienkach a súčasná neschopnosť dostatočne rýchlej migrácie spôsobuje **extinkčný dlh**. Očakáva sa, že vymieranie bude akcelerovať.

CLIMATE CHANGE

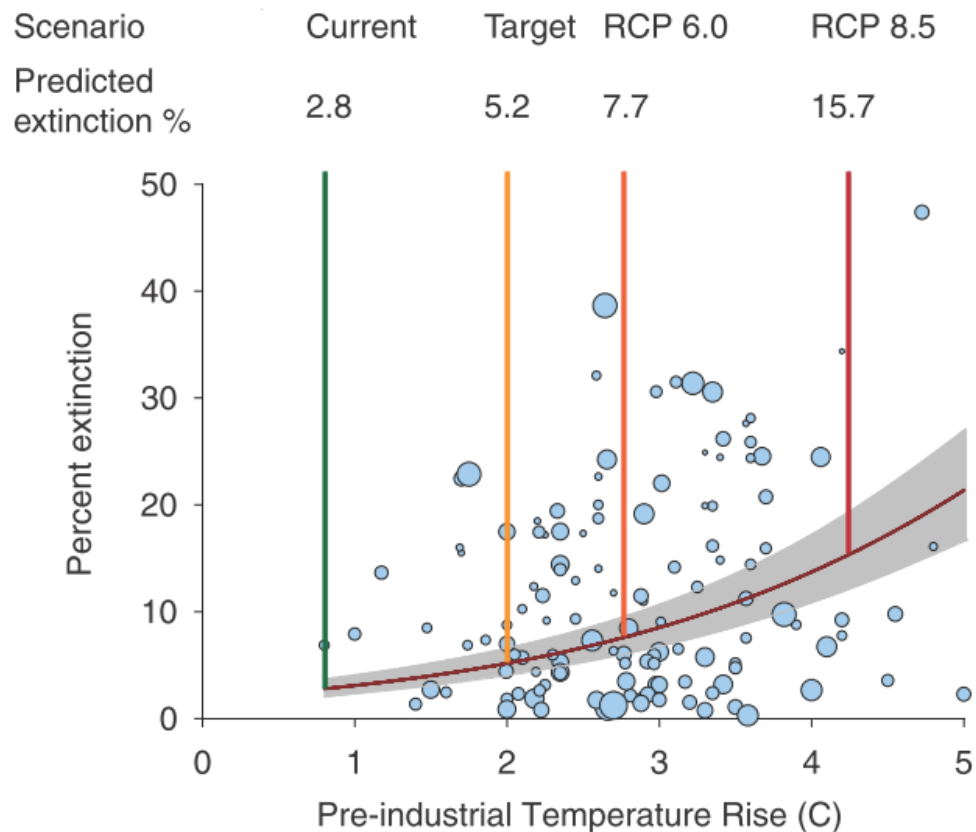
Accelerating extinction risk from climate change

Mark C. Urban*

Current predictions of extinction risks from climate change vary widely depending on the specific assumptions and geographic and taxonomic focus of each study. I synthesized published studies in order to estimate a global mean extinction rate and determine which factors contribute the greatest uncertainty to climate change-induced extinction risks. Results suggest that extinction risks will accelerate with future global temperatures, threatening up to one in six species under current policies. Extinction risks were highest in South America, Australia, and New Zealand, and risks did not vary by taxonomic group. Realistic assumptions about extinction debt and dispersal capacity substantially increased extinction risks. We urgently need to adopt strategies that limit further climate change if we are to avoid an acceleration of global extinctions.

Fig. 2. Predicted extinction risks from climate change accelerate with global temperature rise. The gray band indicates 95% CIs. Preindustrial rise was calculated by using standard methods (27). Circles indicate posterior means with area proportional to \log_{10} sample size (bottom left, key). Extinction risks for four scenarios are provided: the current postindustrial temperature rise of 0.8°C (5), the policy target of 2°C, and RCPs 6.0 and 8.5.

The gray band indicates 95% CIs. Preindustrial rise was calculated by using standard methods (27). Circles indicate posterior means with area proportional to \log_{10} sample size (bottom left, key). Extinction risks for four scenarios are provided: the current postindustrial temperature rise of 0.8°C (5), the policy target of 2°C, and RCPs 6.0 and 8.5.

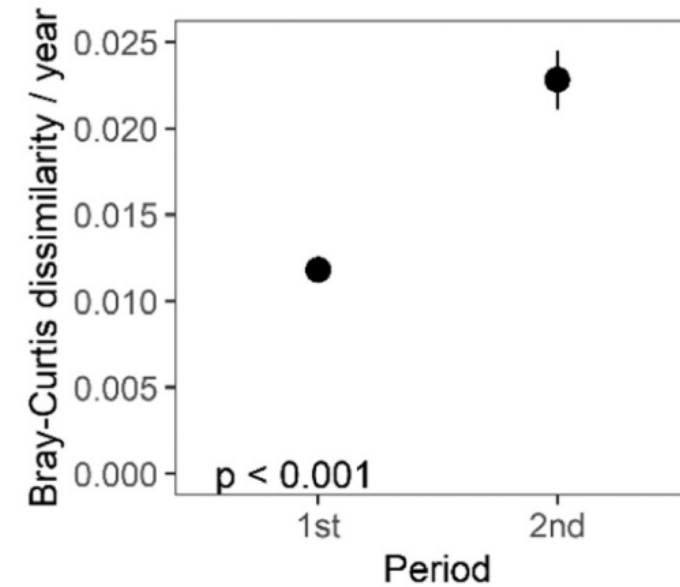
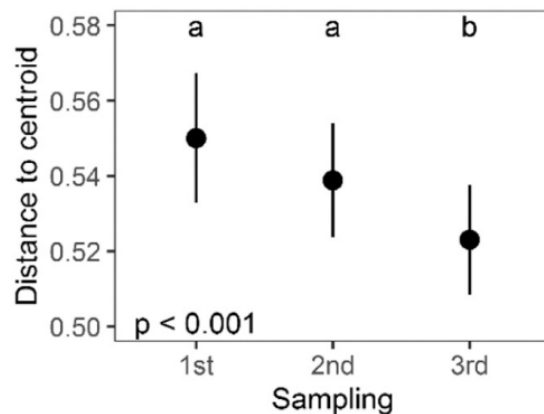
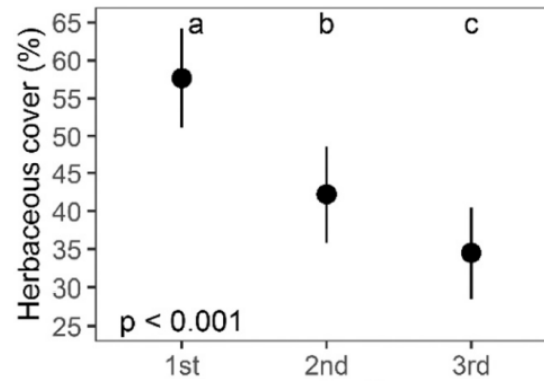
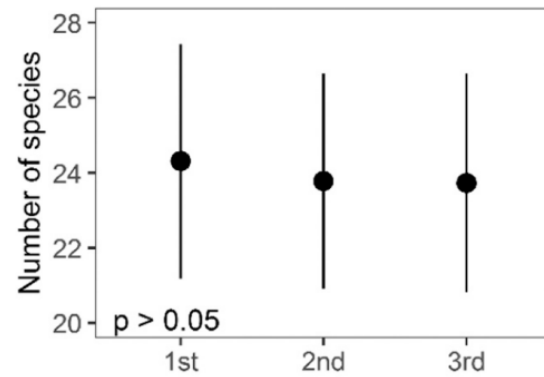


Akcelerácia zmien vegetácie bučín



Accelerating change of vegetation in Carpathian beech and mixed montane forests over 55 years

Juraj Cipa, Karol Ujházy^{*}, Marek Čiliak, František Máliš, Marek Kotrčík, Vlastimil Knopp, Mariana Ujházyová



- Počet druhov stabilný, výrazný pokles hojnosti druhov a priestorovej rozmanitosti (taxonomická homogenizácia)
- Priemerná zmena vegetácie za rok cca dvojnásobná

Krátka rekapitulácia

Šírenie invázných druhov – nepôvodné druhy vytlačajú druhy pôvodné

Acidifikácia – posun druhového zloženia ku kyslomilnejšiemu

Eutrofizácia – posun druhového zloženia ku na živiny náročnejším druhom

Mezofilizácia – posun ku druhom náročnejším na vlhkosť

Termofilizácia – posun druhového zloženia ku teplomilnejším druhom

Taxonomická homogenizácia – pokles druhovej diverzity v čase a priestore

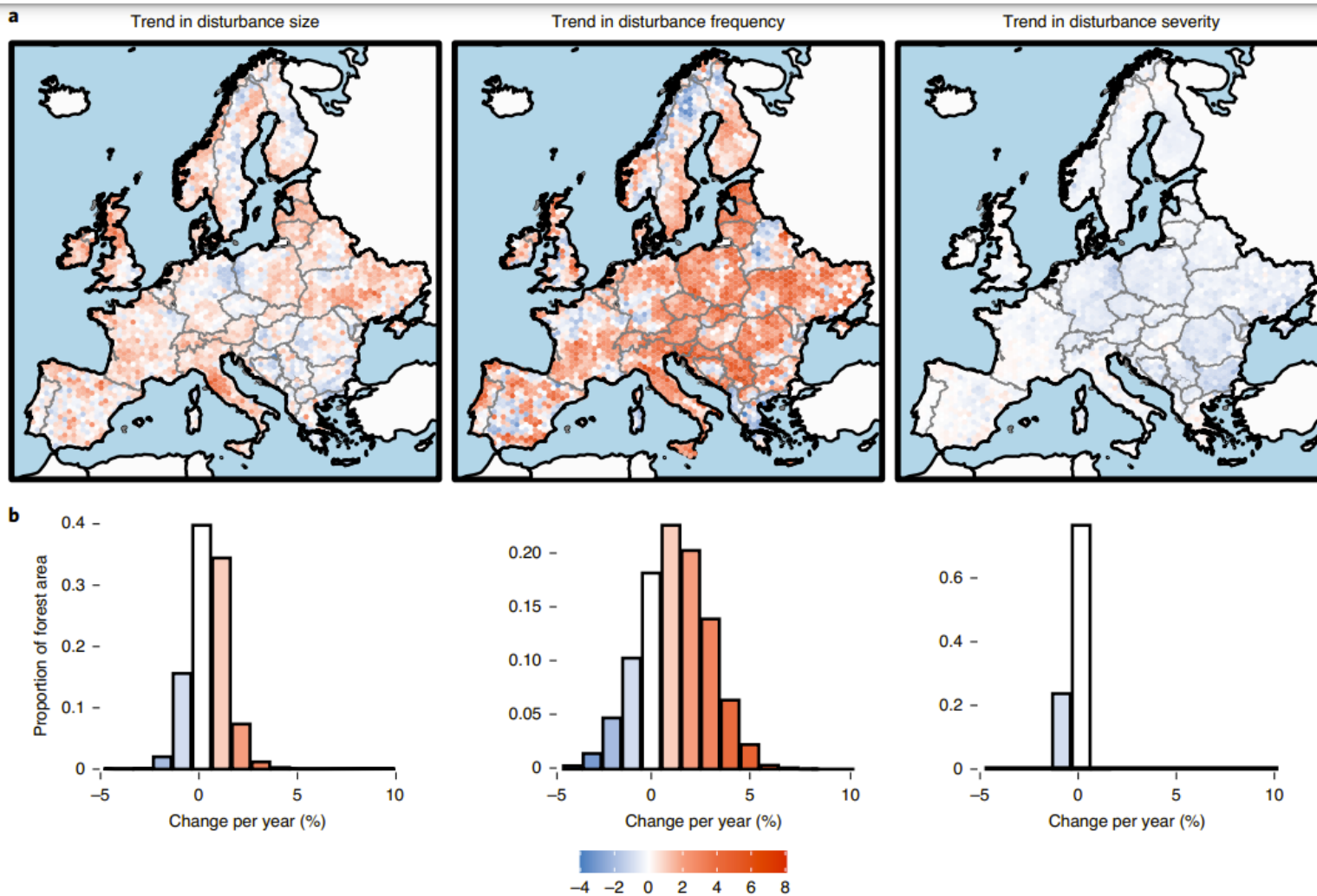
Klimatický dlh – omeškanie v zmene druhového zloženia voči zmene klímy

Extinkčný dlh – dočasné prežívanie rastlín („zotrvačnosť“) napriek zmeneným podmienkam

Disturbancie – rozpad lesa

Mapping the forest disturbance regimes of Europe

Cornelius Senf^{1,2} and Rupert Seidl^{1,2,3}



Klimatická zmena zvyšuje veľkosť a častosť lesných disturbanceí (rozpadu lesa)

Fig. 3 | Trends in Europe's forest disturbance regimes, 1986–2016. **a**, Maps of trends in disturbance size, frequency and severity calculated as a 50-km hexagon grid across continental Europe. Background maps are derived from <https://gadm.org>. **b**, Distribution of forest area among trend classes.

Disturbancie – rozpad lesa

... a nielen u nás, na celej planéte

Švédsko

Hlásny et al. (2019). Living with bark beetles: impacts, outlook and management options (No. 8). European Forest Institute.



Figure 13. One million cubic meters of spruce blown down by storm Gudrun in Sweden in 2005, stacked on an abandoned airfield in Southern Sweden. Photo: Thomas Adolfsén / Skogensbild.

Disturbancie – rozpad lesa

... a nielen u nás, na celej planéte

USA, požiare



Disturbancie – rozpad lesa

... a nielen u nás, na celej planéte

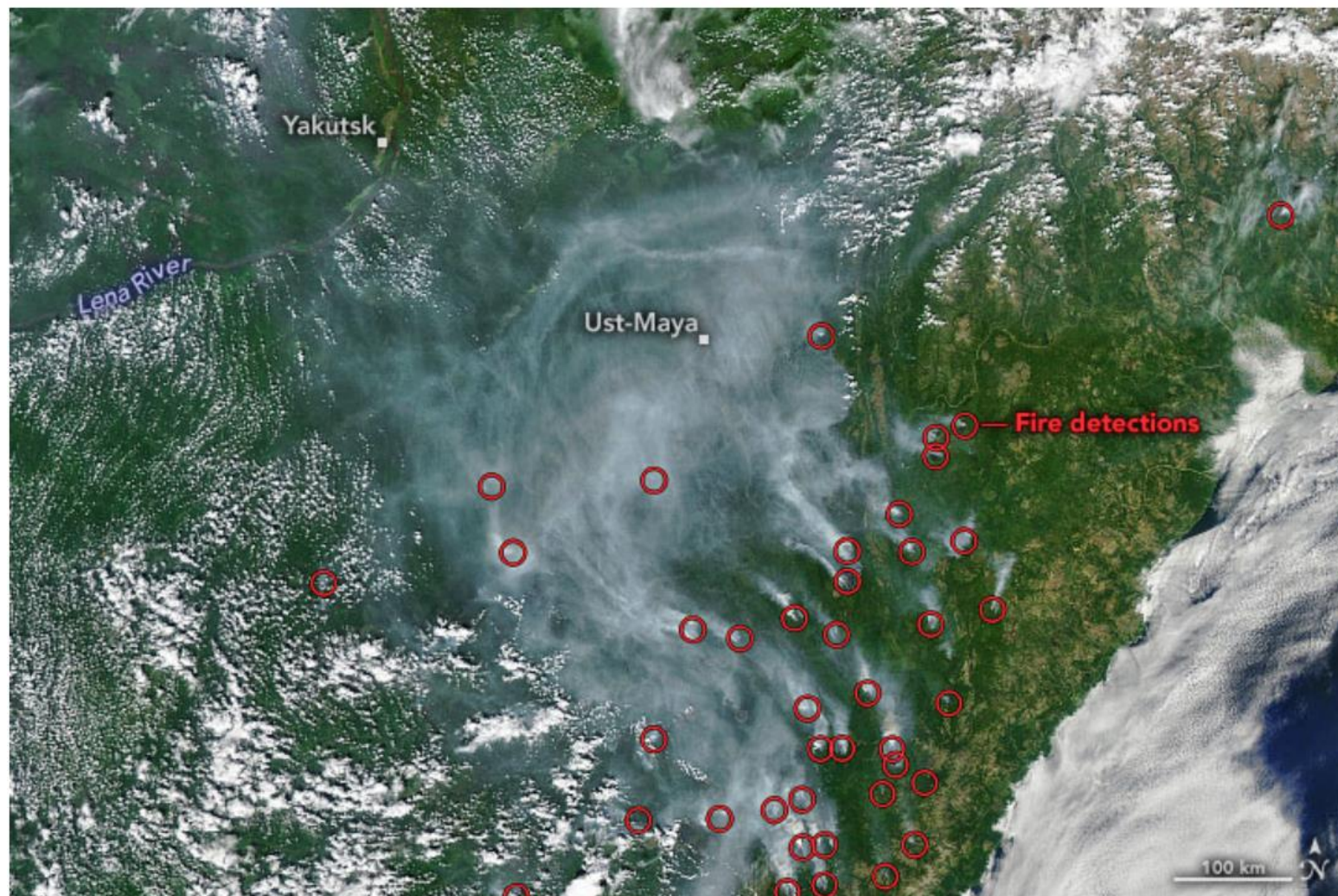
USA,
Pinus albicaulis vs. *Dendroctonus ponderosae*



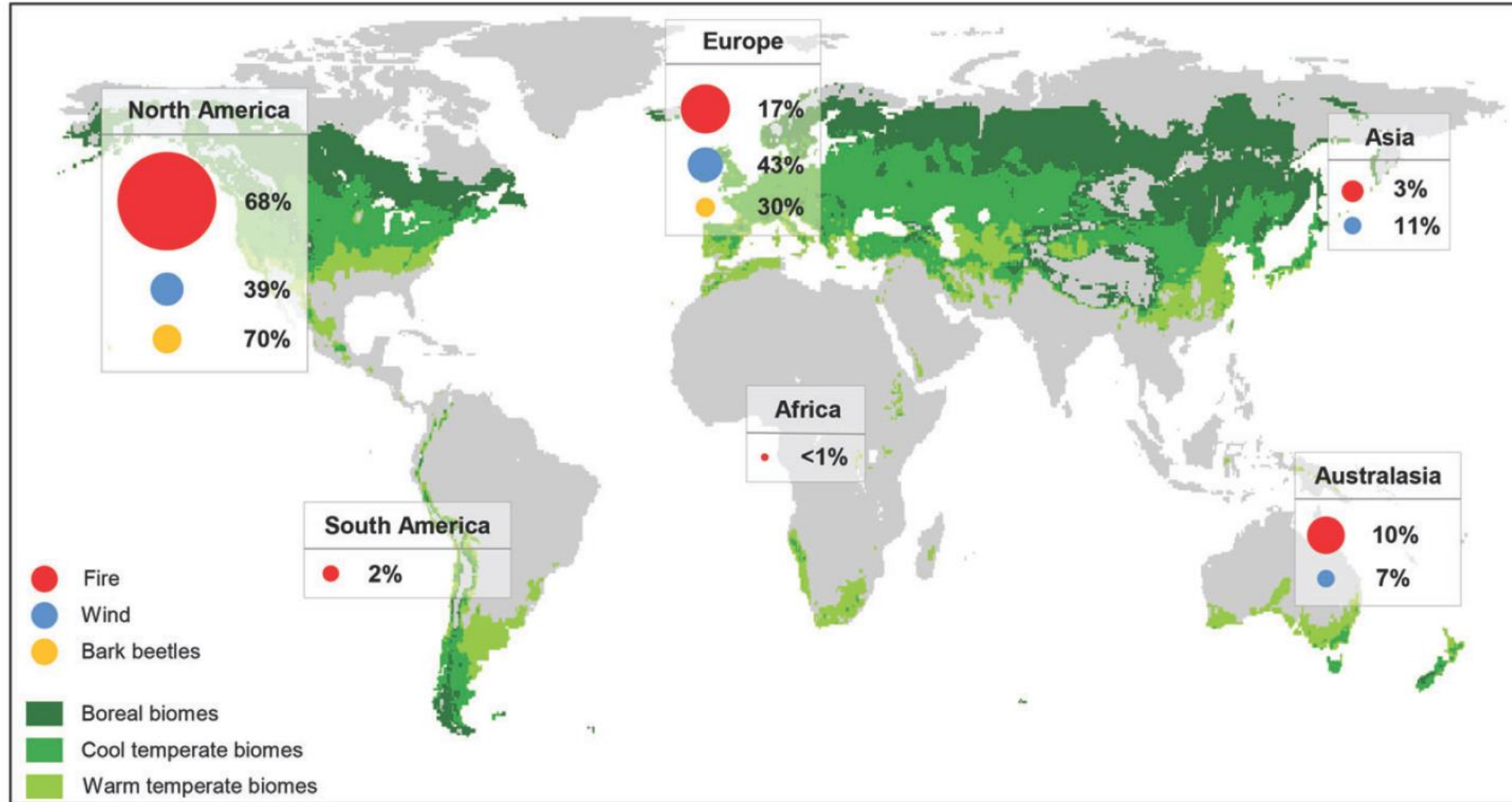
Disturbancie – rozpad lesa

... a nielen u nás, na celej planéte

Sibír, požiare júl 2022



Disturbancie – rozpad lesa



Thom, D., & Seidl, R. (2016). Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests. *Biological Reviews*, 91(3), 760-781.

Fig. 1. Geographical distribution of papers addressing the impacts of fire (red, comprising wildfire and prescribed burning), wind (blue) and bark beetles (orange) on ecosystem services and biodiversity. The size of the circles represents the number of peer-reviewed papers per agent and region, while percentages indicate the relative share of disturbance agents per continent. The focal areas of our analysis were the boreal, cool- and warm-temperate biomes as defined by Holdridge (1947, modified using World Clim data), illustrated here in different shades of green.

Krátky úvod do disturbancií

Disturbancia je „prerušení stabilného a nerušeného stavu“, pri ktorom dôjde ku náhlej zmene dostupnosti zdrojov (nárast, pokles), narušeniu štruktúry ekosystému (stromy, pôda), často spojenom s vysokou mortalitou organizmov



Krátky úvod do disturbancií

Disturbancie majú rôznu veľkosť, intenzitu a frekvenciu



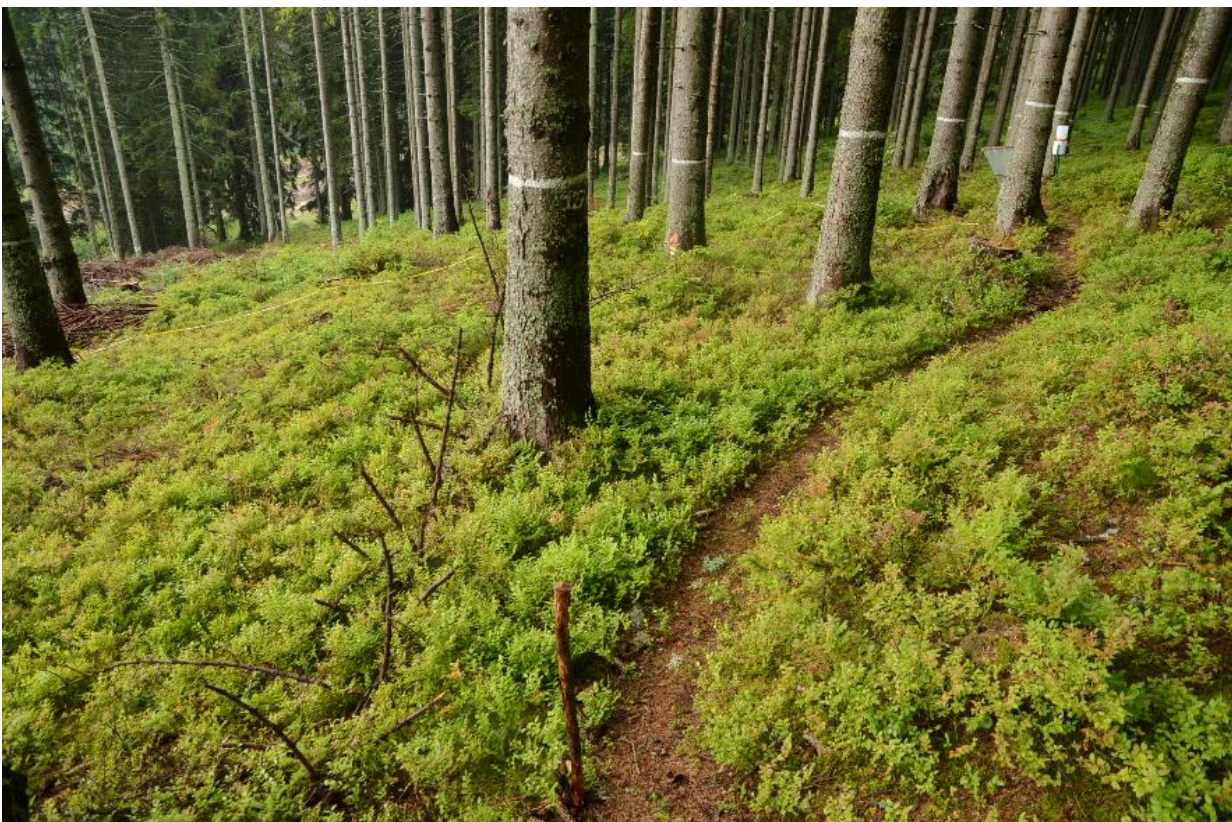
Zosuv – rôzne intenzívny,
rôzne veľký, neperiodický



Krátky úvod do disturbancií

Disturbancie mají rôznu veľkosť, intenzitu a frekvenciu a **pôvod** (biotický, abiotický, antropogénny)

Maloplošná, málo intenzívna, každé dva týždne, antropogénna



Veľkoplošná, intenzívna (silná), raz za cca 100 rokov, abiotická aj antropogénna



Krátky úvod do disturbancií

Disturbancie sú teda prirodzenou súčasťou ekosystémov a niekedy formujú charakter ekosystému, ak sa pravidelne opakujú = **disturbančný režim**

disturbančný režim v
lavínovom žľabe blokuje
rozvoj lesa (blokovaná
sukcesia – *arrested
succession*)



Krátky úvod do disturbancií

Disturbančné dedičstvo je črta, vlastnosť ekosystému, ktorú si ekosystém nesie ako pozostatok po disturbančnej udalosti (napr. depresie po vývratoch, mŕtve drevo)



Disturbančný režim v horských smrekových lesoch Karpát

Vysoké Tatry sú príkladom disturbančného režimu, pravidelne sa tu opakujú vetrové a následné lykožrútové kalamity, podpora smrekovca



Models of disturbance driven dynamics in the West Carpathian spruce forests

Jan Holeksa^{a,*}, Peter Jaloviar^b, Stanislav Kucbel^b, Milan Saniga^b, Miroslav Svoboda^c, Janusz Szewczyk^d, Jerzy Szwagrzyk^d, Tomasz Zielonka^e, Magdalena Żywiec^{f,g}

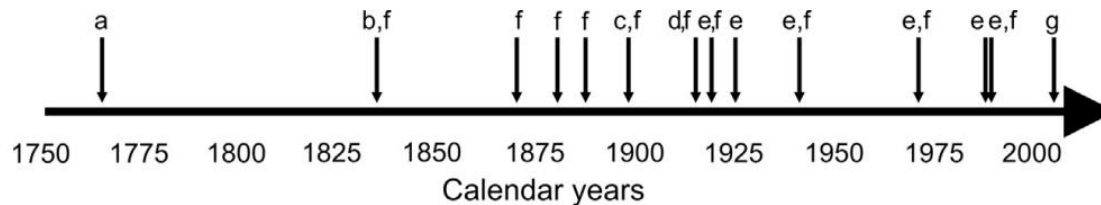


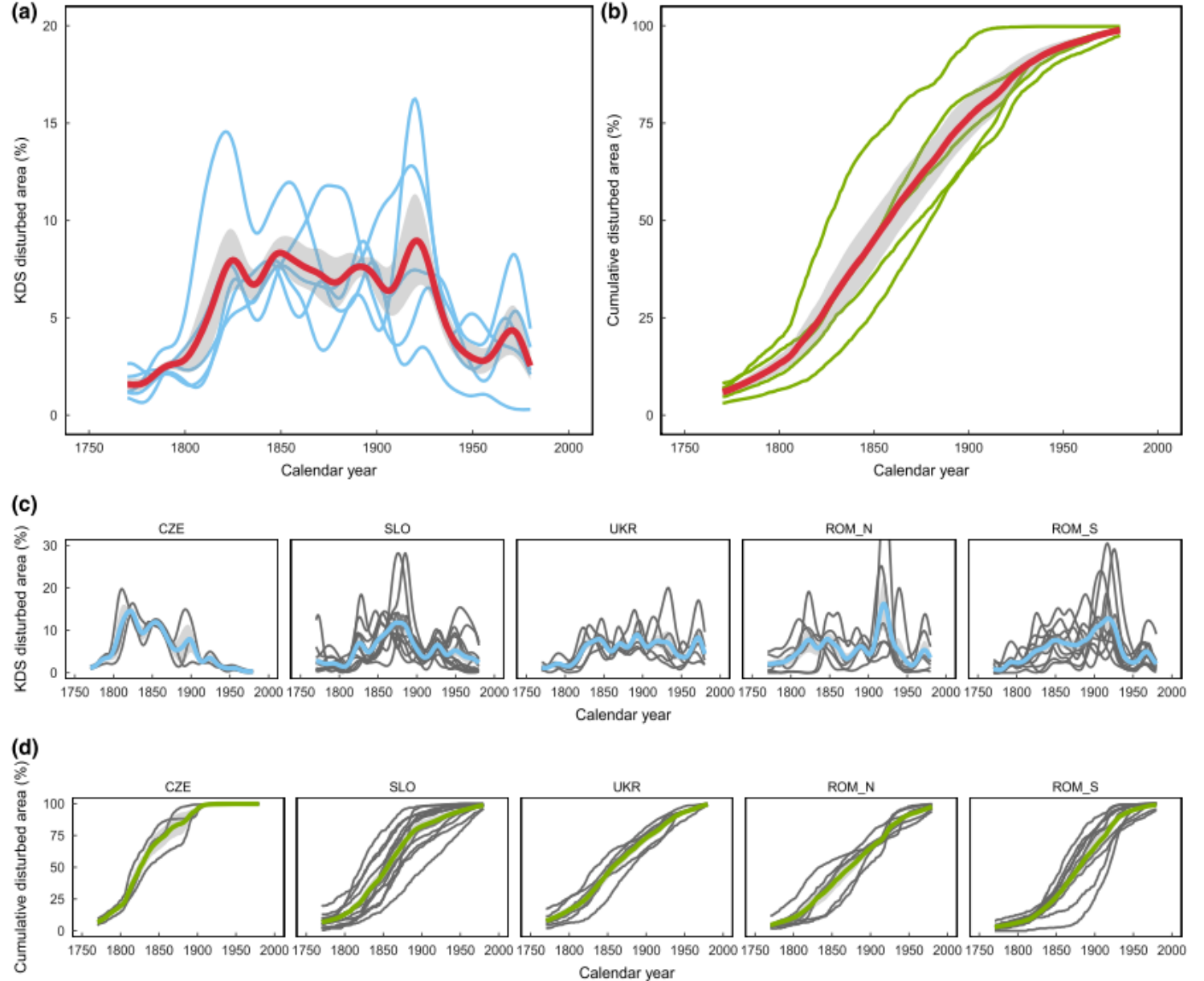
Fig. 2. Temporal distribution of disturbances on southern slopes of the Tatra Mts. Arrows indicate windstorms known from historical sources and dendroecological reconstructions: a – an extremely strong wind disturbed forests in the Tatra foothills in 1769 (unpublished information from Thomas Mauksch, Tatra National Park archive); – the central part of the Tatra region was very likely struck by repeated windthrows between 1835 and 1855 (Rowland, 1857); c – a severe windstorm hit the Tatra forests in 1898 (unpublished information from Tatra National Park archive); d – a windstorm knocked down spruces over an area of 6000 ha in November 1915 (Vadas, 1916); e – several severe windstorms during the 20th century (Koreň, 2005); f – results of dendroecological studies (Holeksa et al., 2016); g – the last windstorm, which killed most trees over 12,000 ha (Koreň, 2005).



Disturbance horských smrekových lesoch Karpát

Intenzívne disturbance v minulosti prispievajú ku súčasnej intenzite disturbanceí v Karpatoch

disturbančné dedičstvo vo forme rovnorodnej štruktúry lesa a klimatická zmena



PRIMARY RESEARCH ARTICLE

WILEY Global Change Biology

Large-scale disturbance legacies and the climate sensitivity of primary *Picea abies* forests

Jonathan S. Schurman^{1*} | Volodymyr Trotsiuk^{1*} | Radek Bače¹ | Vojtěch Čada¹ | Shawn Fraver² | Pavel Janda¹ | Dominik Kulakowski³ | Jana Labusova¹ | Martin Mikoláš^{1,4} | Thomas A. Nagel^{1,5} | Rupert Seidl⁶ | Michal Synek¹ | Kristýna Svobodová^{1,7} | Oleh Chaskovsky⁸ | Marius Teodosiu⁹ | Miroslav Svoboda¹

Vplyv disturbancií na diverzitu a ekosystémové funkcie

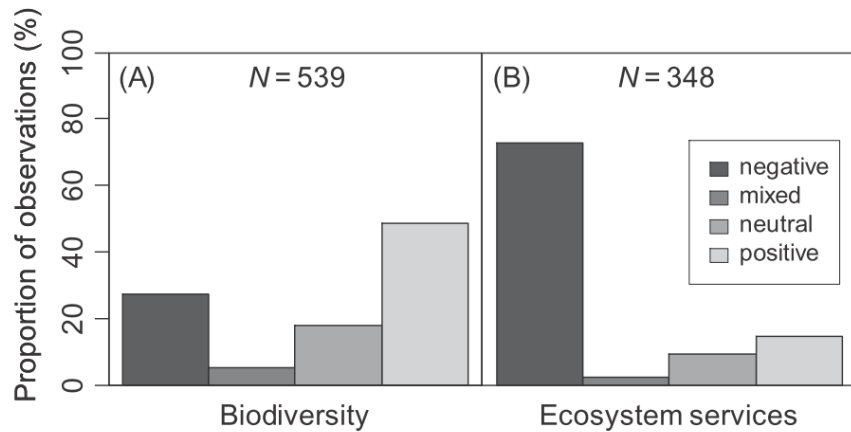


Fig. 2. Disturbance effects on (A) biodiversity and (B) ecosystem services. N indicates the number of observations in our database of disturbance effects synthesized from 478 peer-reviewed articles.

Disturbančný paradox

Natural disturbance impacts on ecosystem services and biodiversity in temperate and boreal forests

Dominik Thom* and Rupert Seidl

Institute of Silviculture, Department of Forest- and Soil Sciences, University of Natural Resources and Life Sciences (BOKU) Vienna, Peter-Jordan-Straße 82, 1190, Vienna, Austria

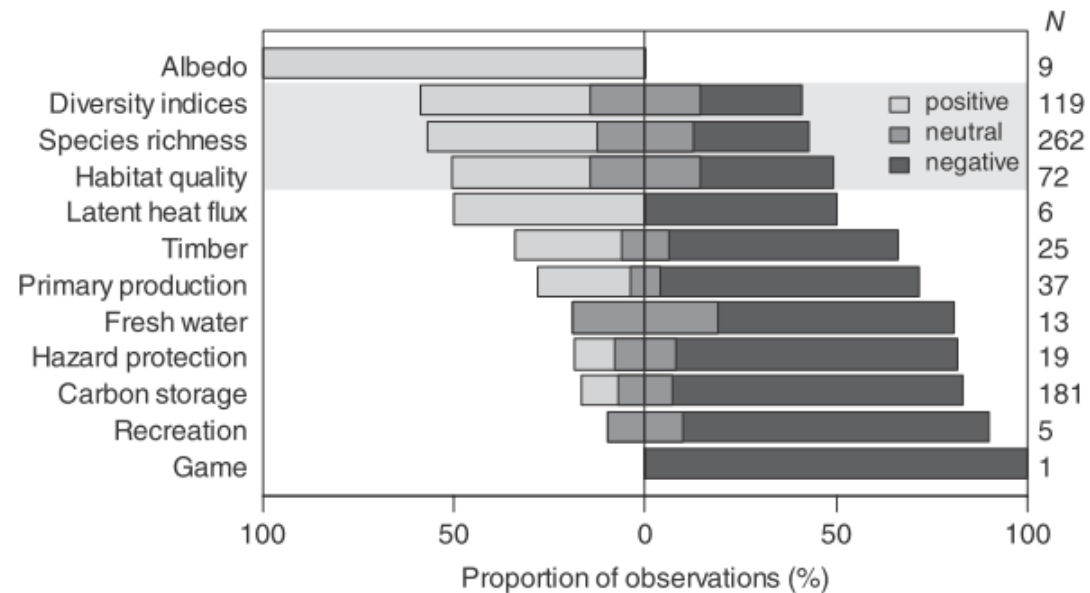
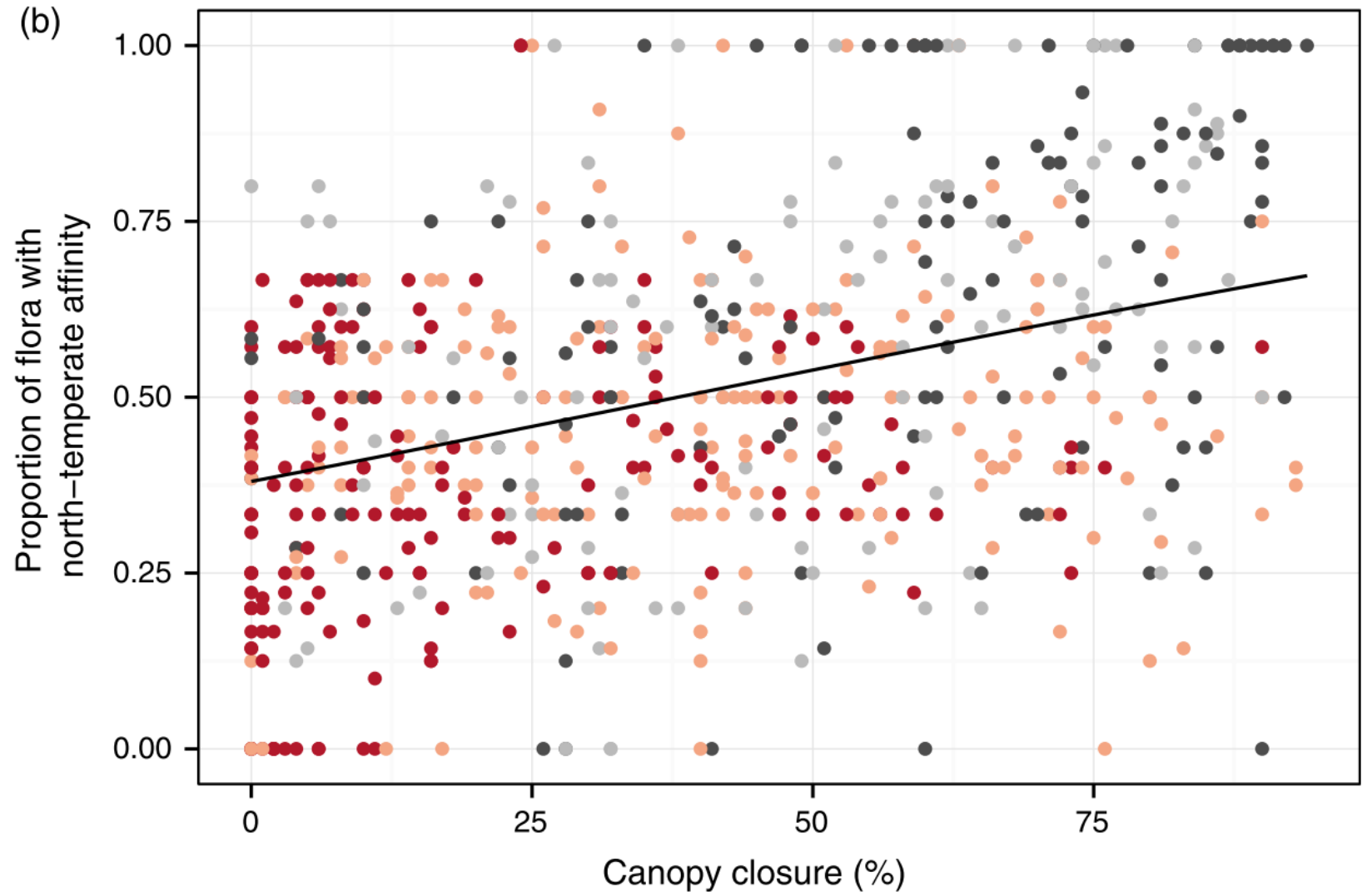


Fig. 3. Disturbance effects on indicators of ecosystem services and biodiversity (shaded). Bars show the distribution of positive, neutral and negative disturbance effects per indicator; N denotes the total number of observations. Note that neutral and mixed effects were subsumed under the neutral category here, and that findings based on expert opinions were excluded.

Disturbancie a biodiverzita

strata tlmivého efektu lesnej
mikroklímy

zrýchlenie termofilizácie



Forest disturbances under climate change

Rupert Seidl¹, Dominik Thom¹, Markus Kautz², Dario Martin-Benito^{3,4}, Mikko Peltoniemi⁵, Giorgio Vacchiano⁶, Jan Wild^{7,8}, Davide Ascoli⁹, Michal Petr¹⁰, Juha Honkaniemi⁵, Manfred J. Lexer¹, Volodymyr Trotsiuk¹¹, Paola Mairota¹², Miroslav Svoboda¹¹, Marek Fabrika¹³, Thomas A. Nagel^{11,14} and Christopher P. O. Reyer¹⁵

Forest disturbances are sensitive to climate. However, our understanding of how climate change affects forest disturbances remains incomplete, particularly regarding large-scale disturbances. Here, we provide a global synthesis of climate change effects on forest disturbances, focusing on insects and pathogens as disturbance agents. Warmer and wetter conditions increase the activity of insects and pathogens, while warmer and drier conditions increase the activity of fire. Interactions between agents are likely to amplify disturbances, with long-term disturbance sensitivities to climate. Future forest disturbances are likely to increase in frequency and intensity, particularly in the boreal biome. We conclude that both the current and future of forests are at risk.

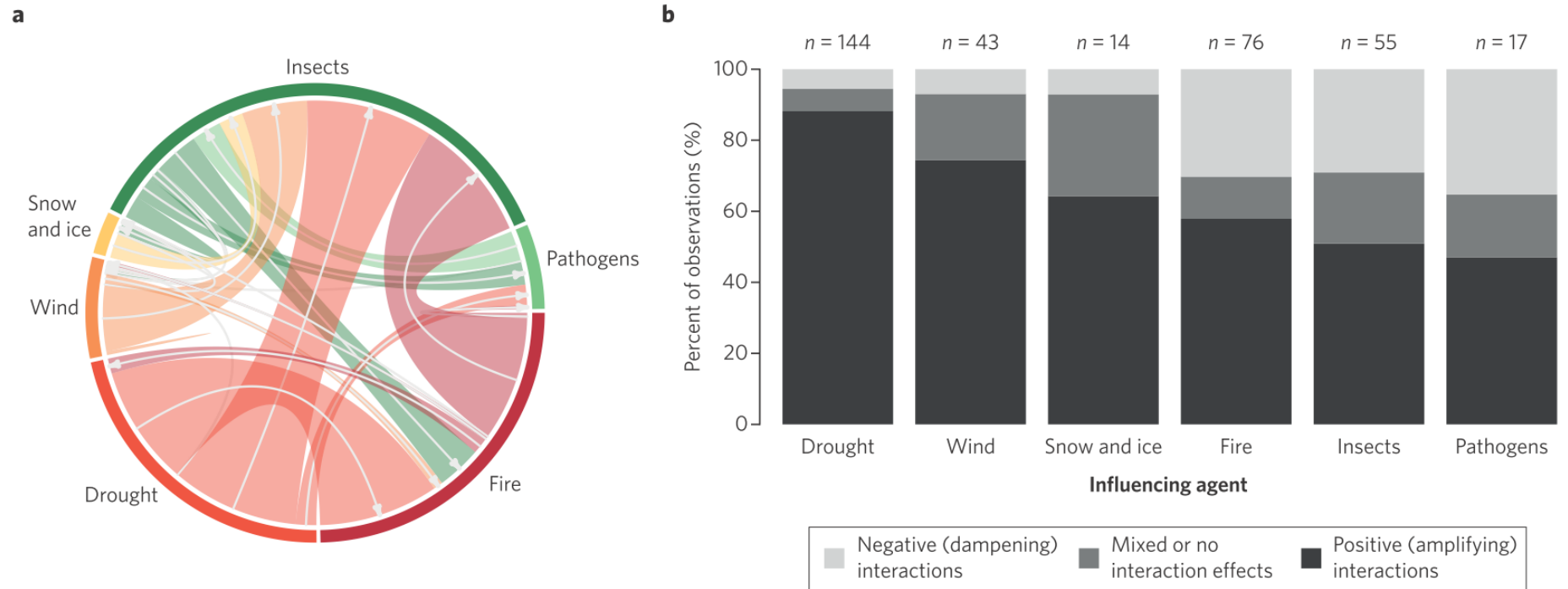


Figure 2 | Interactions between forest disturbance agents. **a**, The sector size in the outer circle indicates the distribution of interactions over agents, while the flows through the centre of the circle illustrate the relative importance of interactions between individual agents (as measured by the number of observations reporting on the respective interaction). Arrows point from the influencing agent to the agent being influenced by the interaction. **b**, Sign of the interaction effect induced by the influencing agent on the influenced agent. *n*, number of observations.

Budúci vývoj

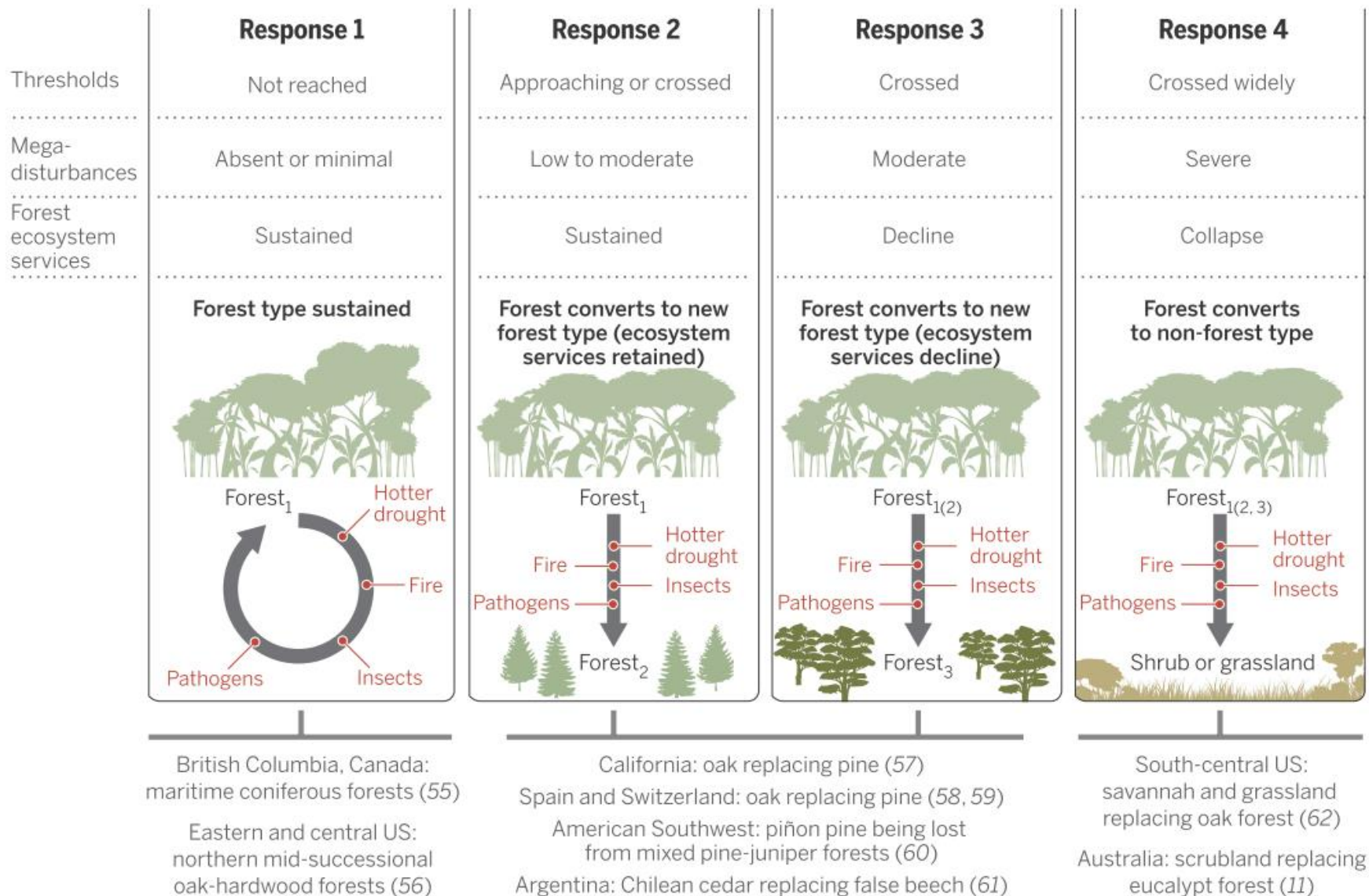
rôzne scenáre

závisí to od:

intenzity disturbancií (sila, frekvencia)

odolnosti ekosystému a tá aj od biodiverzity

celková vhodnosť lokality pre nové druhy



Vplyv klimatickej zmeny na rast a mortalitu drevín

Science of the Total Environment 752 (2021) 141794



Contents lists available at ScienceDirect

Science of the Total Environment

journal homepage: www.elsevier.com/locate/scitotenv



Climate warming induced synchronous growth decline in Norway spruce populations across biogeographical gradients since 2000 **B**

Michal Bosela ^{a,b,*}, Jan Tuma ^{j,c,d,e}, Emil Cienciala ^{c,f}, Laura Dobor ^g, Ladislav Kulla ^b, Peter Ionel Popa ^{h,i}, Róbert Sedmák ^a, Denisa Sedmáková ^a, Roman Sitko ^a, Vladimír Šebeň ^b, Petr Štěpánek ^f, Ulf Büntgen ^{f,j,k,l}

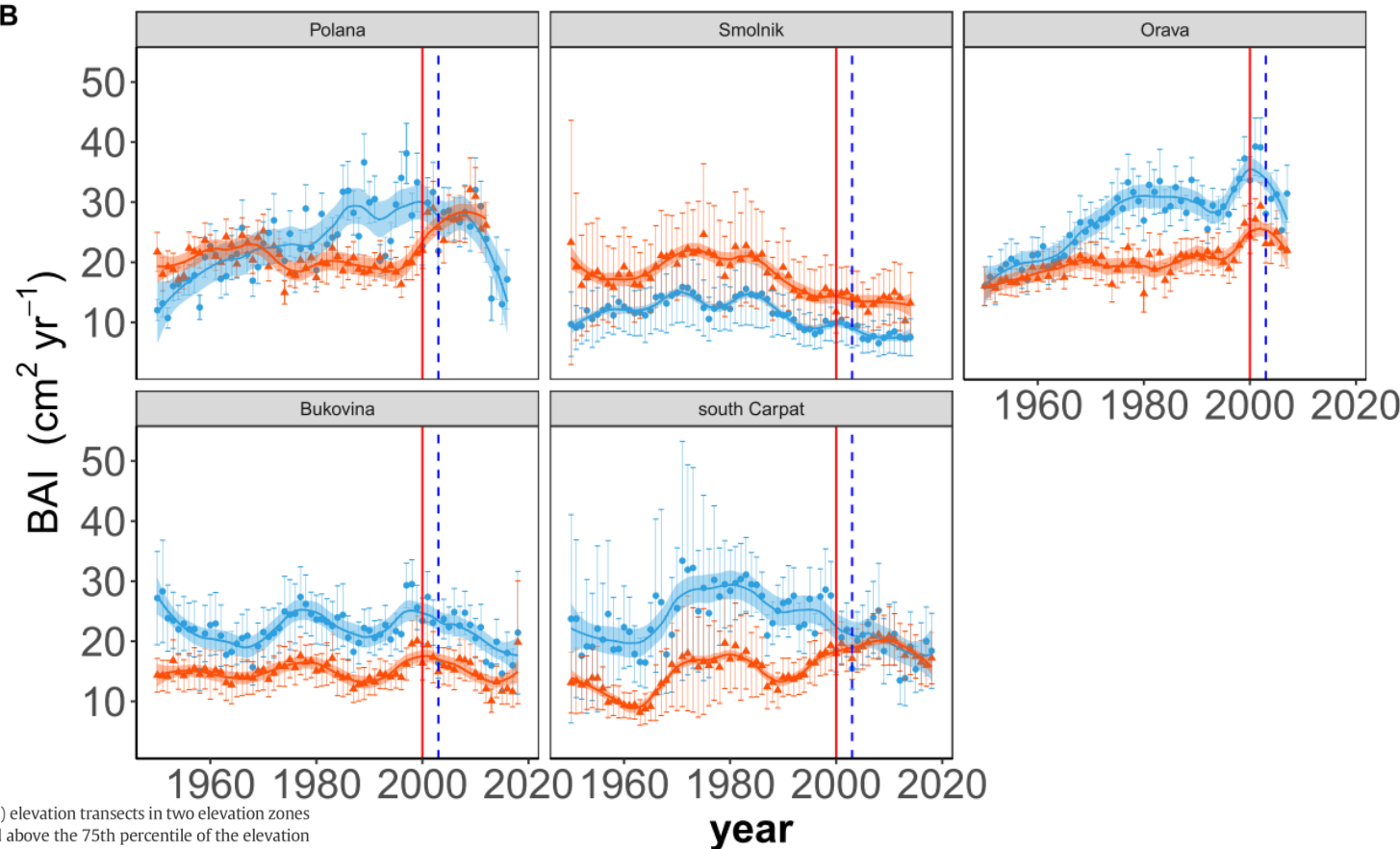


Fig. 6. Change in basal area increments in the period from 1950 to 2018 in (A) two landscape inventories (Czech Republic and Slovakia) and (B) elevation transects in two elevation zones (lower and upper) across the Carpathian arc. The lower and upper elevation zones are represented by trees at elevations below the 25th and above the 75th percentile of the elevation range in each population, respectively. Solid red vertical line indicates the year 2000 and dashed blue line indicates 2003. The following elevation ranges defined the lower and upper zones: CZT_CZ: 231 – 475 and 650 – 1101; NFI_SK: 118 – 676 and 1033 – 1591; Orava: 583 – 787 and 1048 – 1238; Polana: 449 – 653 and 1223 – 1449; Bukovina: 603 – 800 and 1011 – 1585; South carpathians: 568 – 706 and 1336 – 1591.

The cumulative impacts of droughts and N deposition on Norway spruce (*Picea abies*) in Switzerland based on 37 years of forest monitoring

Simon Tresch ^{a,*}, Tobias Roth ^{b,c}, Christian Schindler ^d, Sven-Eric Hopf ^a, Jan Remund ^e, Sabine Braun ^a



S. Tresch et al.

Science of the Total Environment 892 (2023) 164223

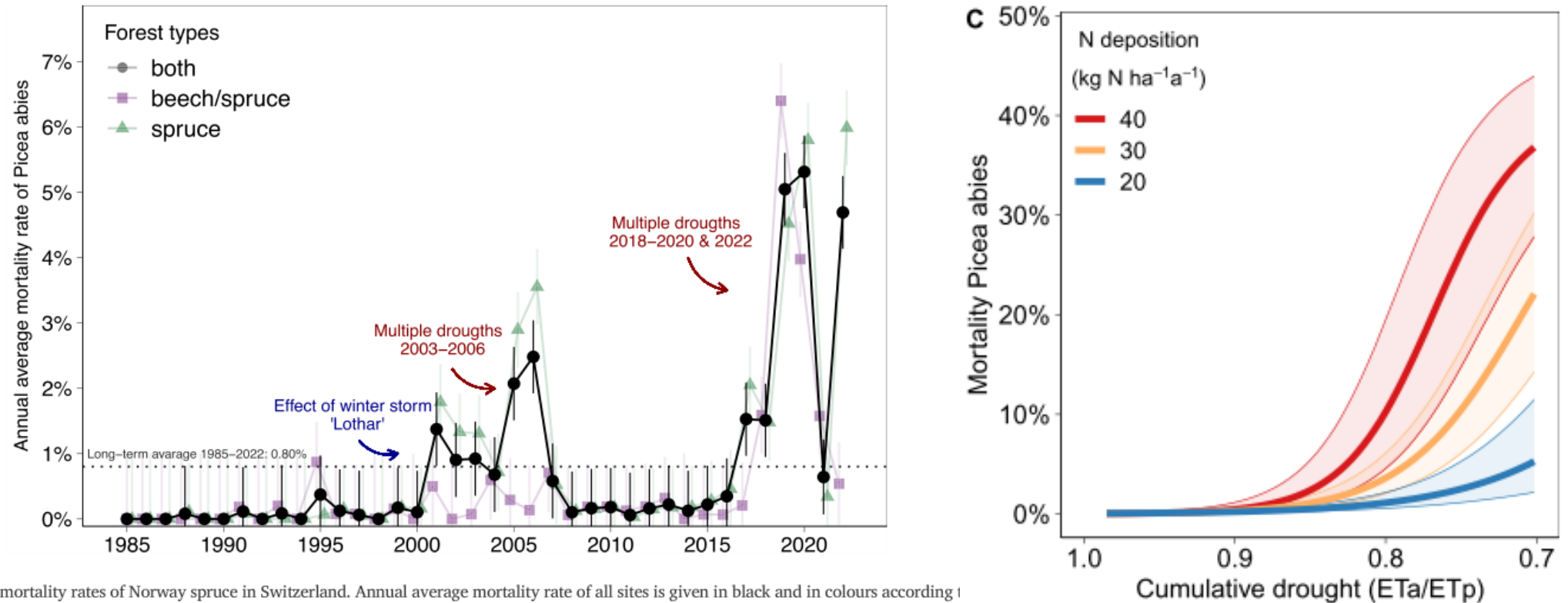


Fig. 2. Annual average mortality rates of Norway spruce in Switzerland. Annual average mortality rate of all sites is given in black and in colours according to forest type. Number of dead trees and observation sites are given in Figs. A.1 & A.2. Possible causes of observed increase in tree mortality rate are shown with arrows and text. The estimation of variance is given as 95 % CI (Table B.8).

Major tree species of Central European forests differ in their proportion of positive, negative, and nonstationary growth trends

Jakub Kašpar¹ | Jan Tuma² | Jan Altman^{3,4} | Nela Altmanová^{3,5} |

Michal Čížek^{1,4} | Tomáš Čížek^{1,6} | Petr Doležal^{1,3,5} | Petr Hlavinka^{1,3,5} | Petr Hlavinka^{1,4} |

Pozitívny vplyv klimatickej zmeny na rast, hlavne u jedle a dubov v Strednej Európe

Mortalita v tejto štúdii nie je zohľadnená (hodnotený len rast živých stromov)

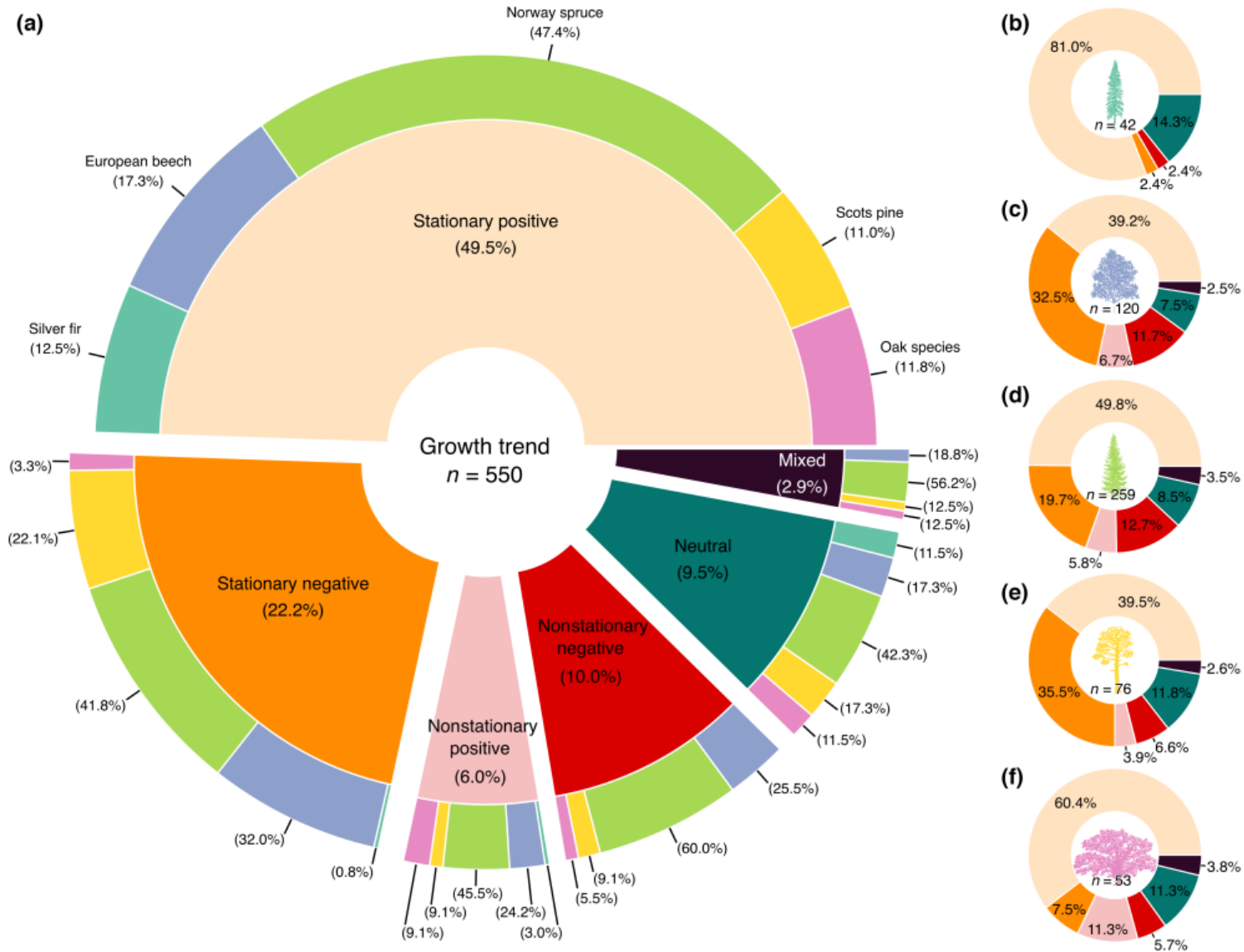


FIGURE 3 Percentage of sites with particular growth trend. (a) Percentages of sites assigned to each trend and proportion of tree species with a given trend; (b–f) percentage of sites with particular growth trend for: (b) silver fir; (c) European beech; (d) Norway spruce; (e) Scots pine and (f) oak tree species; n denotes number of sites.



RESEARCH PAPER

Open Access



Aiming at a moving target: economic evaluation of adaptation strategies under the uncertainty of climate change and CO₂ fertilization of European beech (*Fagus sylvatica* L.) and Silver fir (*Abies alba* Mill.)

Dominik Sperlich^{1*}, Marc Hanewinkel¹ and Rasoul Yousefpour^{1,2}

Spočiatku pozitívny trend sa v blízkej dobe zníži

Autori odporúčajú pestovať jedľu ako prímes bukových lesov

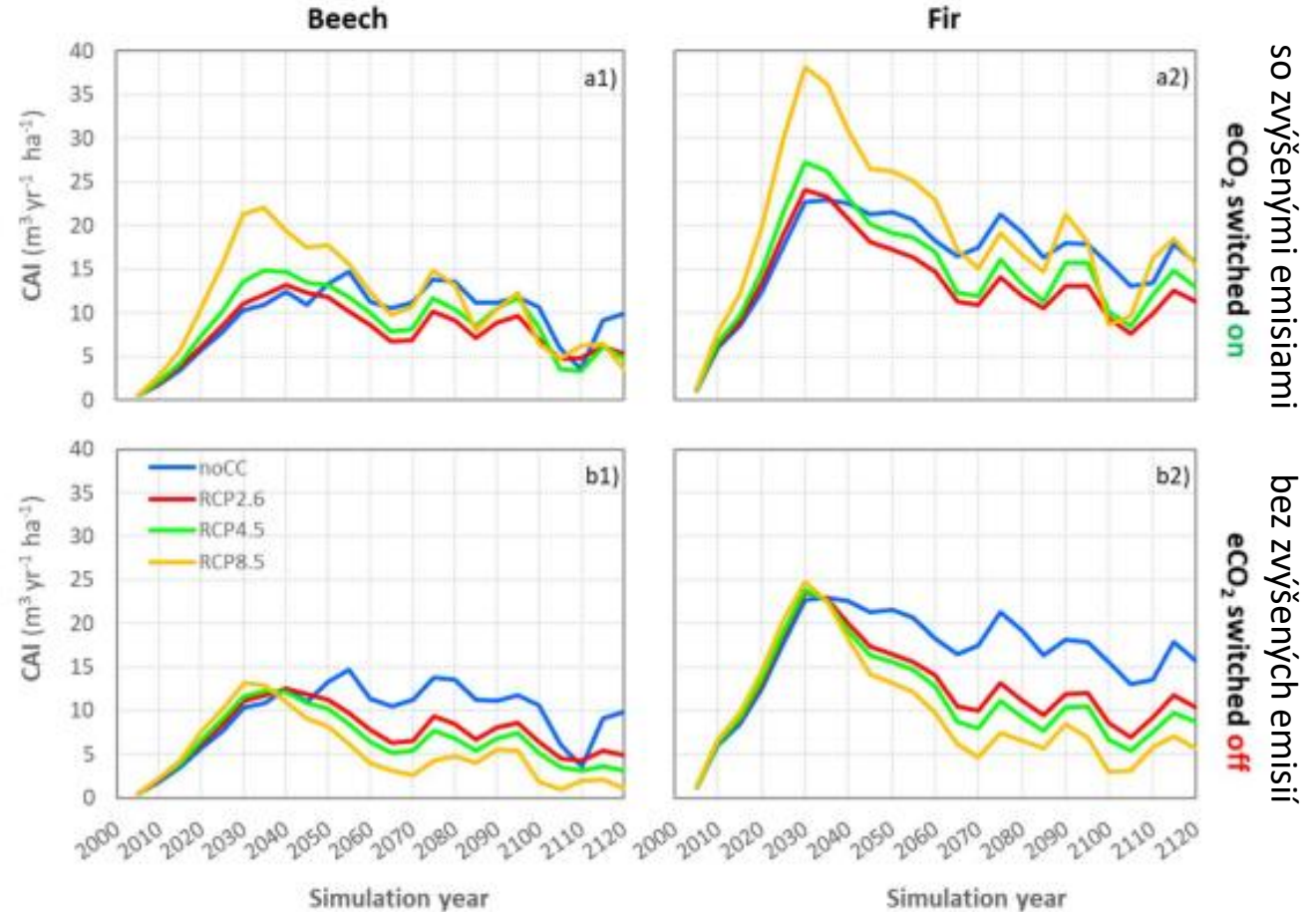


Fig. 3 Effect of three climate change (CC) scenarios (RCP2.6, RCP4.5, RCP8.5) on current annual increment (CAI) of beech (1) and fir (2) with eCO₂ switched on (a), eCO₂ switched off (b). The reference scenario noCC is displayed for comparison. Data basis was the simulation output from Sperlich et al (2020)

so zvýšenými emisiami eCO₂ switched on
bez zvýšených emisii eCO₂ switched off

Nabudúce

- vplyv obhospodarovania lesa na rôzne aspekty lesných ekosystémov (prostredie, mikroklíma, pôdy, biodiverzita a pod.)
- potenciál lesných ekosystémov pri zmierňovaní dopadov GEZ,
- sekvestrácia uhlíka, lesná mikroklíma – zápoj – spomalenie rozkladu opadu,
- asistovaná migrácia
- alternatívne (adaptívne) formy obhospodarovania