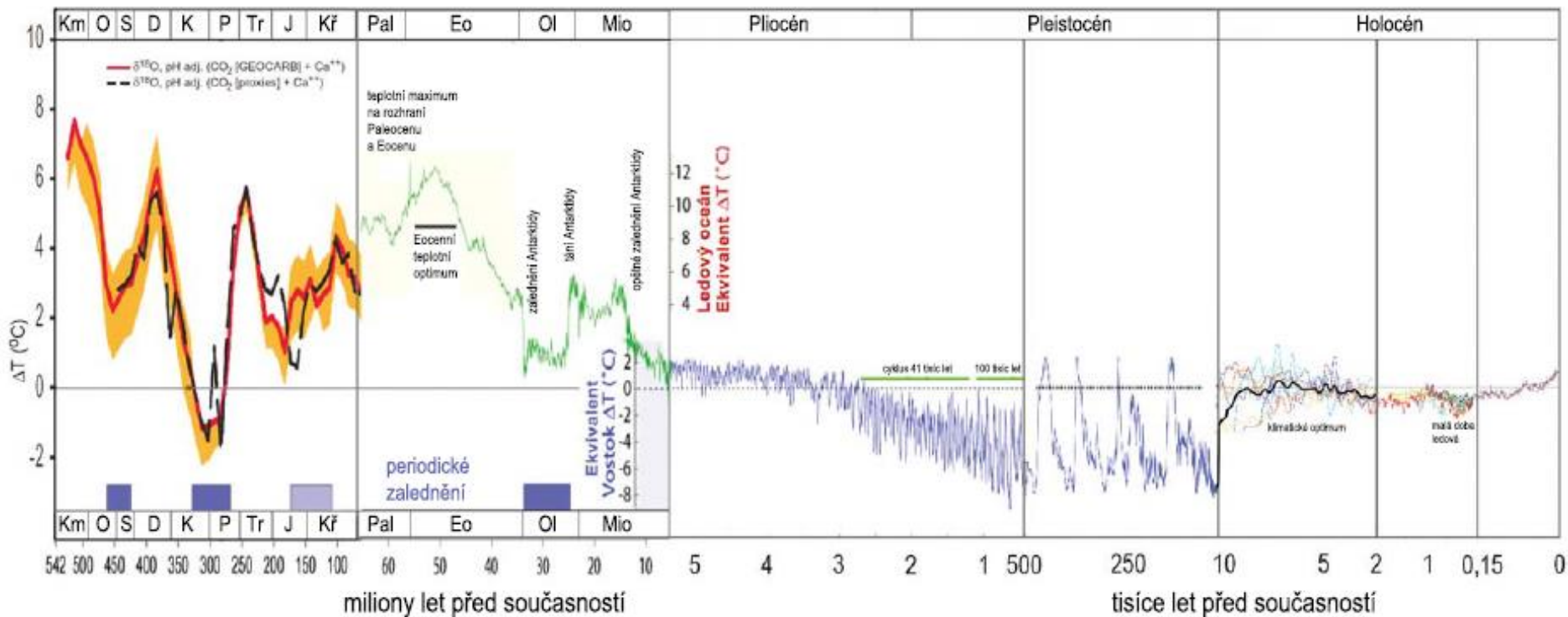


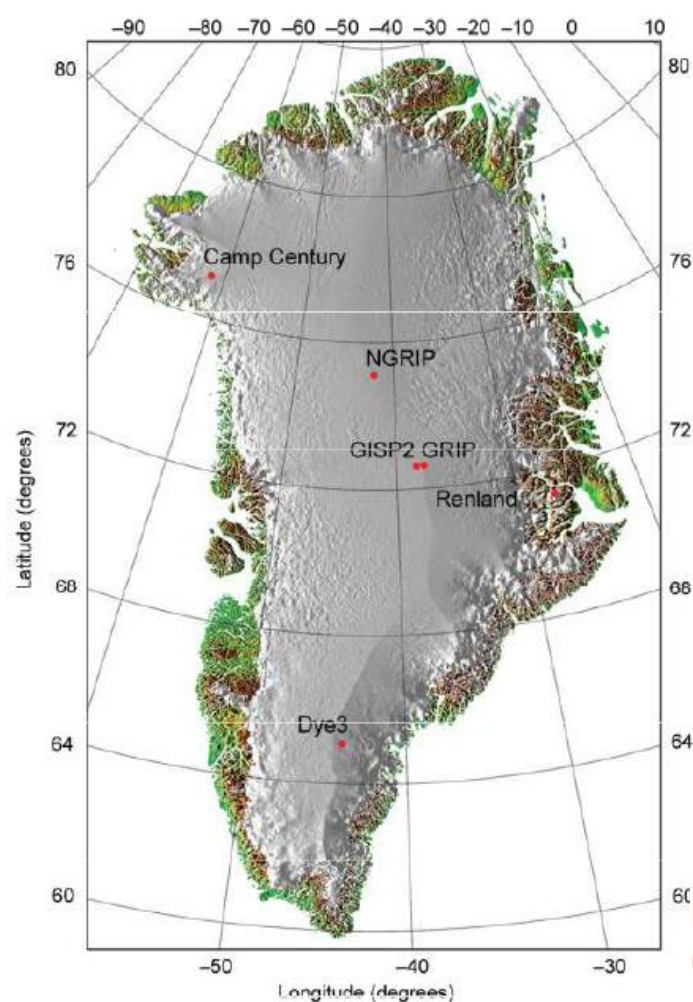
Adaptace lesních ekosystémů na klimatickou změnu

Jiří Remeš
Katedra pěstování lesů
Fakulta lesnická a dřevařská
Česká zemědělská univerzita v Praze

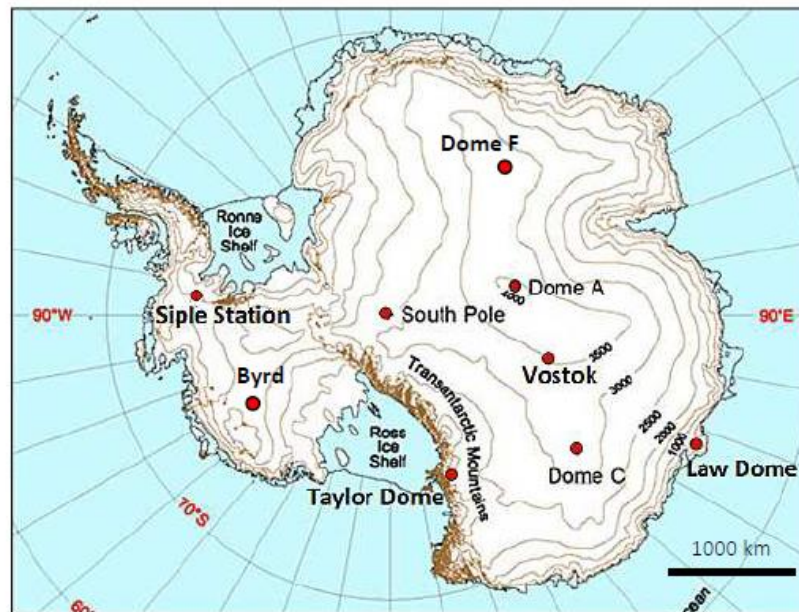
Rekonstrukce průběhu teploty v geologické minulosti Země



Zdroj: <https://Fakta o klimatu.cz>, upraveno podle Zachos et al. 2001



Umístění ledovcových vrtů v Grónsku (Andersen et al. 2004).

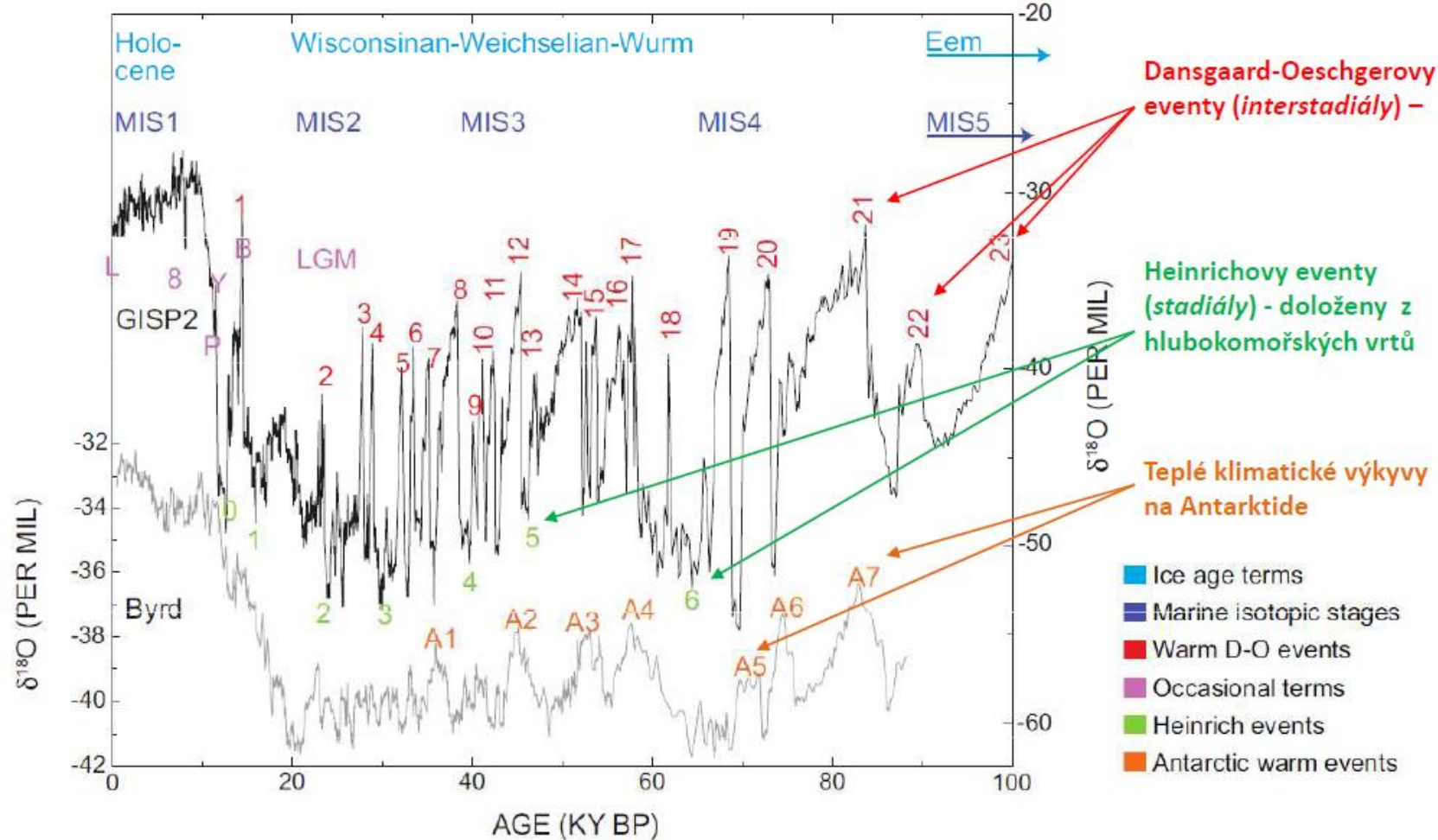


Významné elevace na Antarktidě včetně umístění významných ledovcových vrtů (<http://cdiac.ornl.gov>).

Vrty hluboké až 3600 m!

Nejstarší led – 740 000 let BP, Dome C (Antarktida)

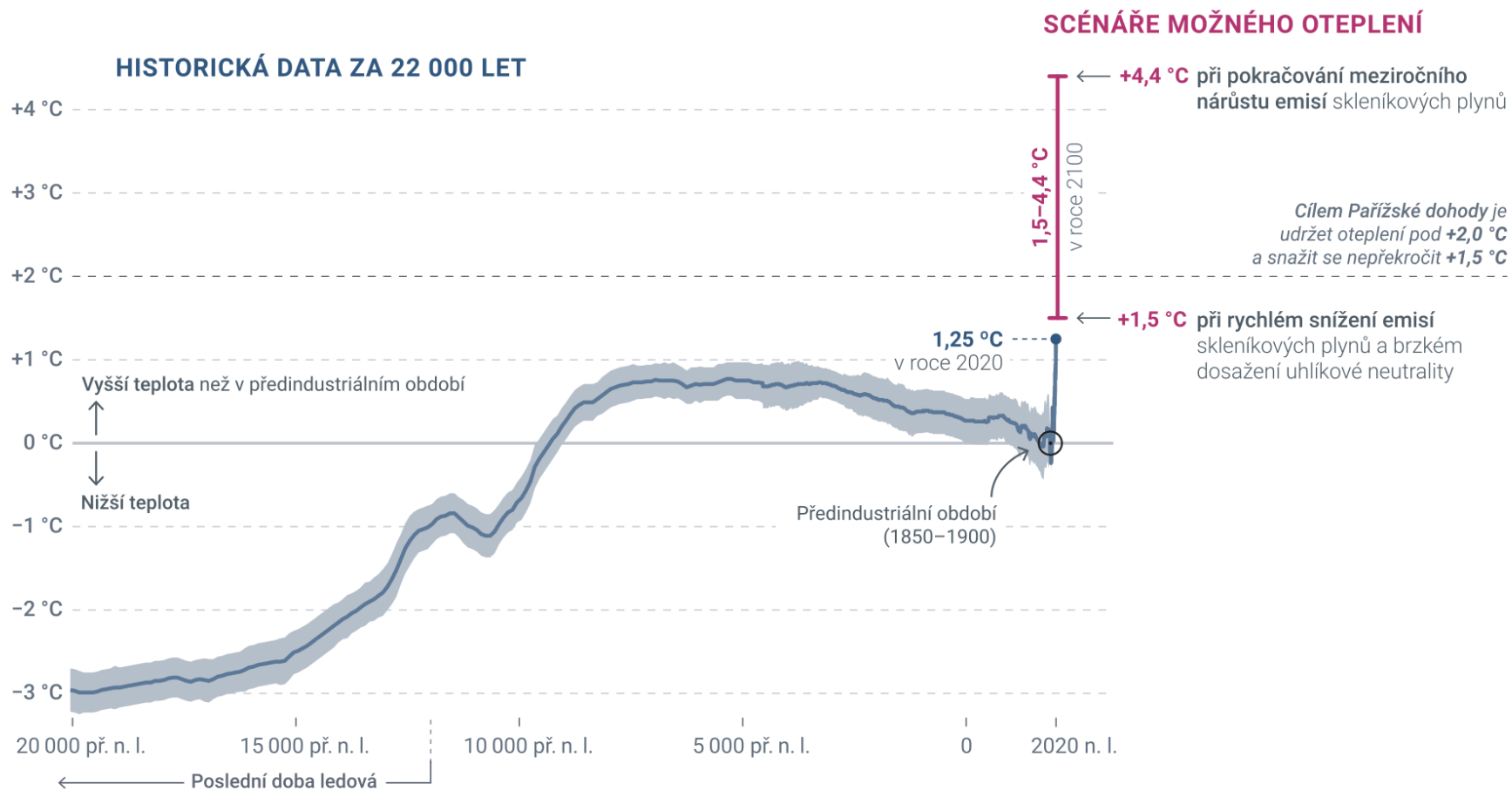




Zdroj: Ivanov: Klimatický vývoj ve viselském glaciálu a holocénu

Dansgaard-Oeschgerovy cykly - teplota území se zvyšuje a to pravděpodobně již během několika desítek let až o 10°C, a následně během pár set a tisíc let opět rychle klesla.

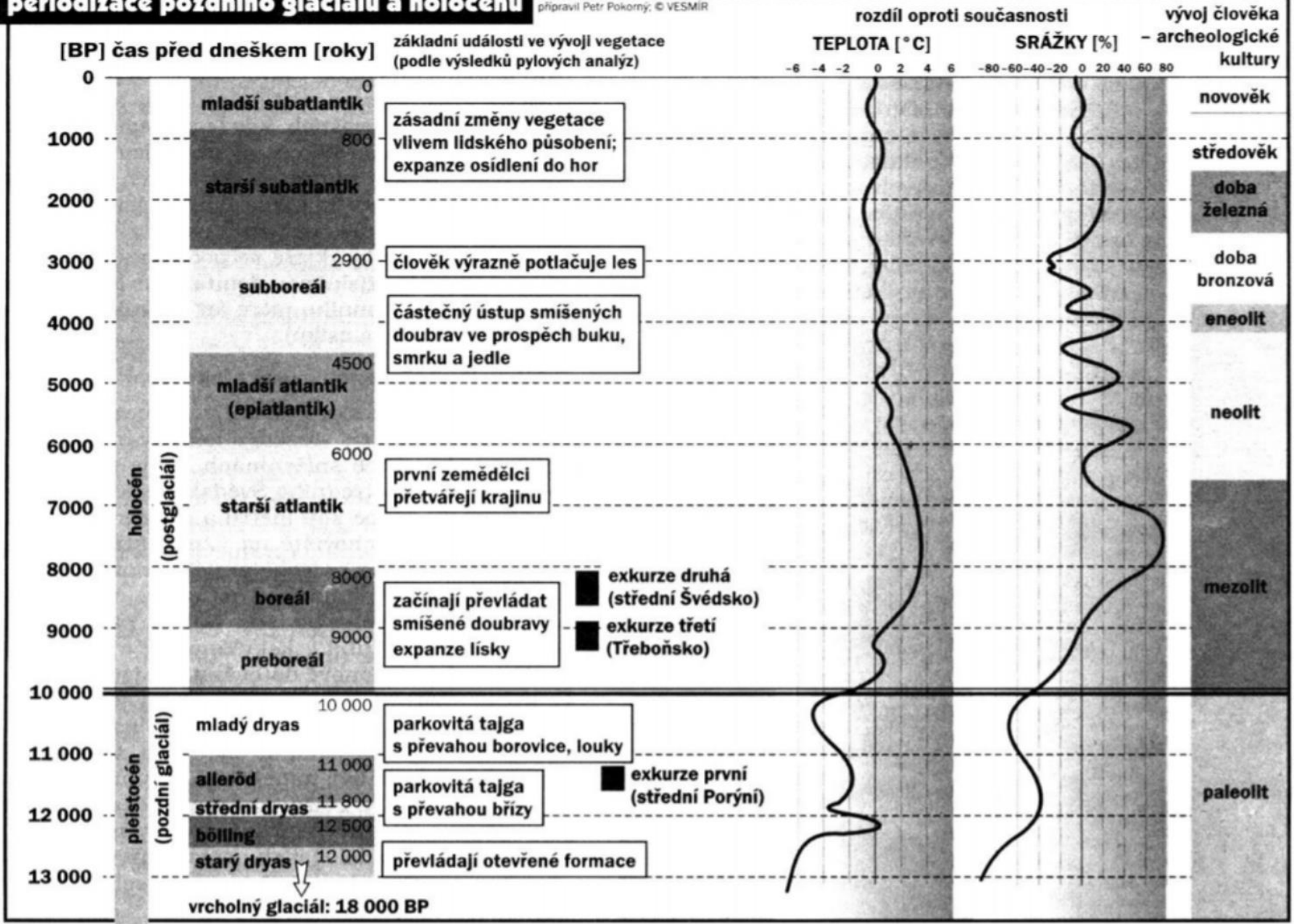
Heinrichovy eventy - ledovce z Arktidy pronikají až do středního Atlantiku, tají a uvolňují ze sebe světlý písek až štěrk, který do sebe nabraly na kanadském štítu a v okolí. V hlubokomořských vrtech pak nalzáme výrazné světlé Heinrichovy vrstvičky v jinak šedém mořském jílu.



Změna průměrné teploty planety za posledních 22 000 let (zdroj: <https://Fakta o klimatu.cz>)

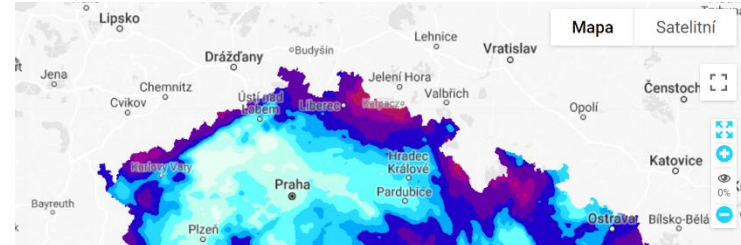
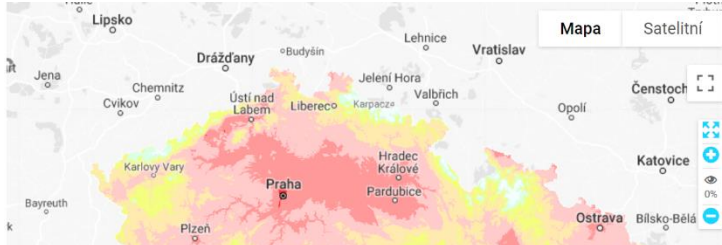
periodizace pozdního glaciálu a holocénu

připravil Petr Pokorný; © VESMÍR



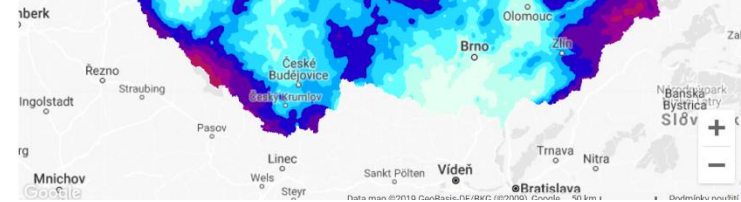
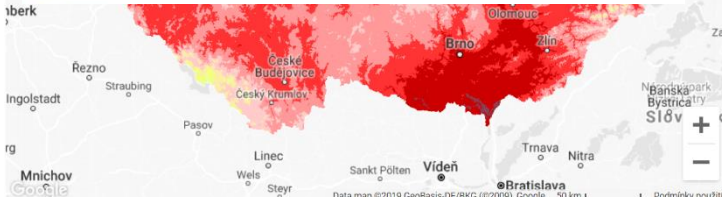
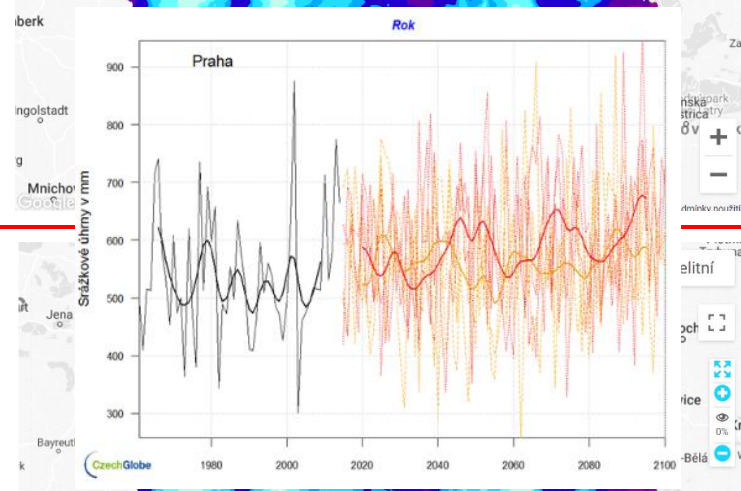
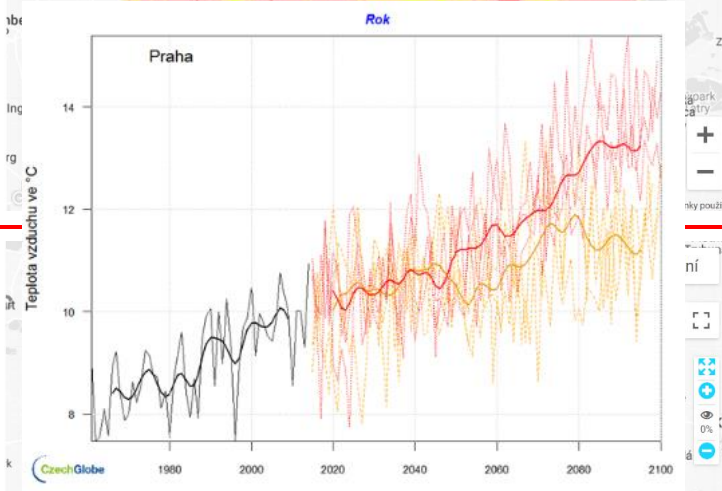
2010

2010



2050

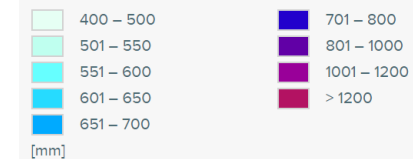
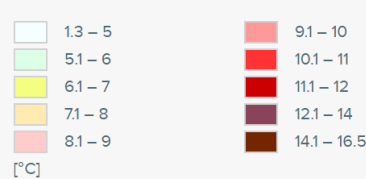
2050

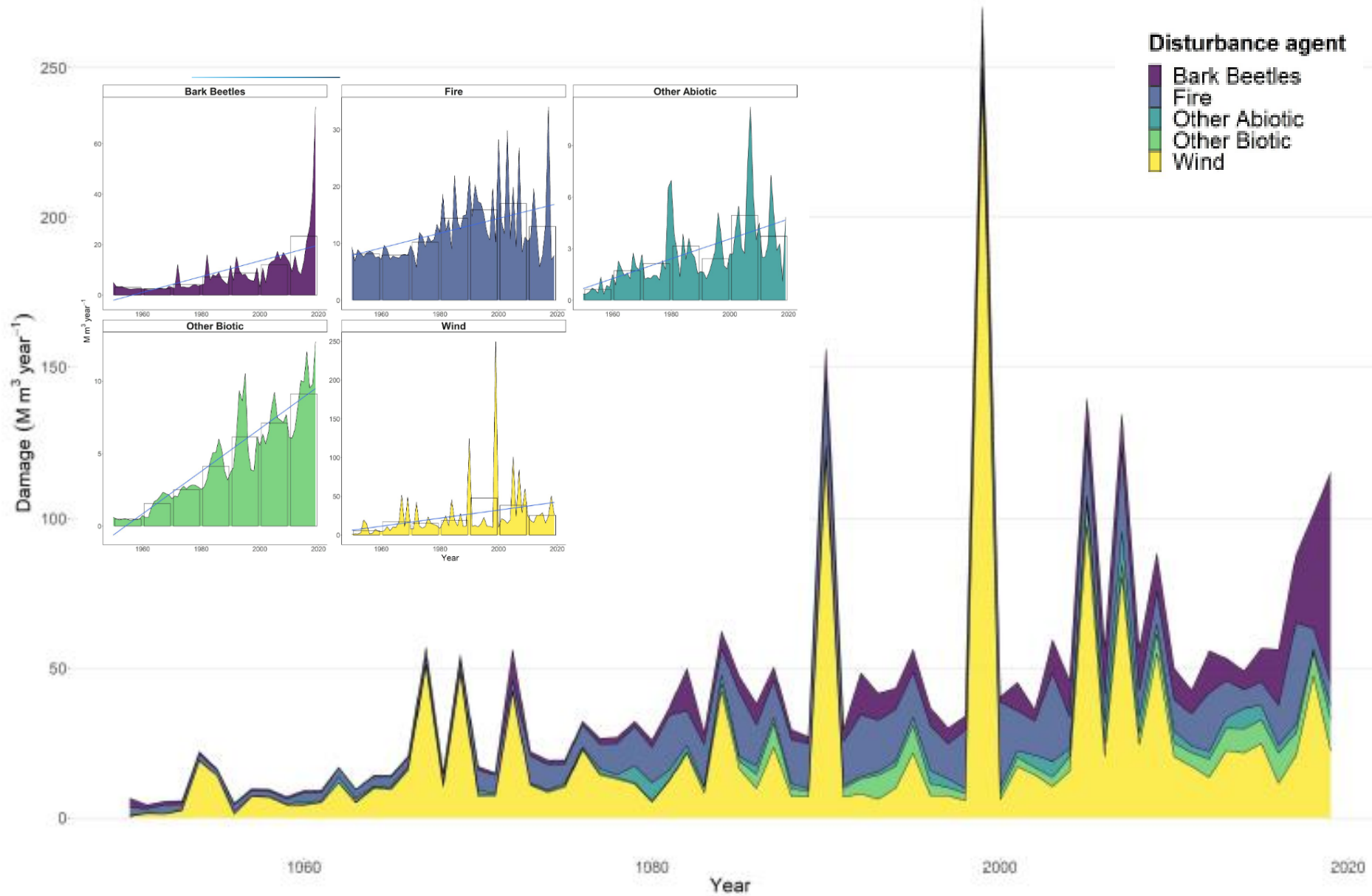


Horáček 2019

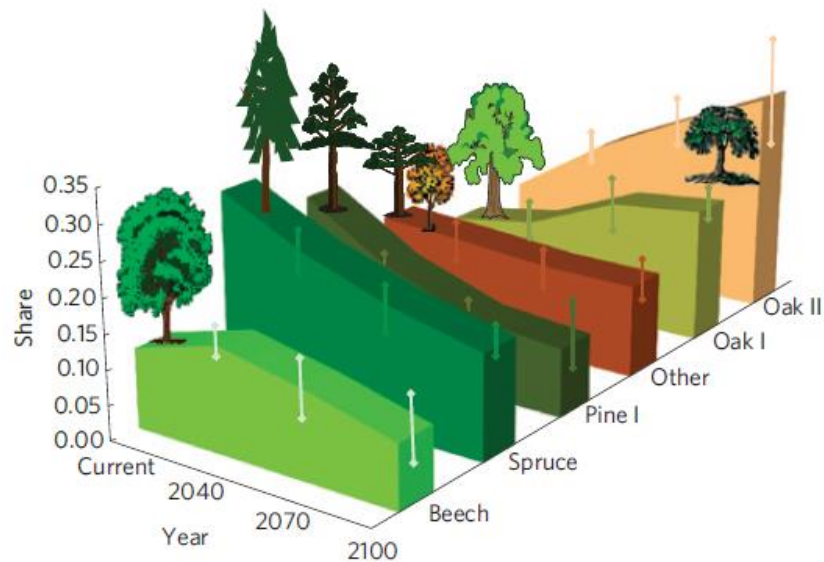
Klimatická Změna.cz

CzechGlobe

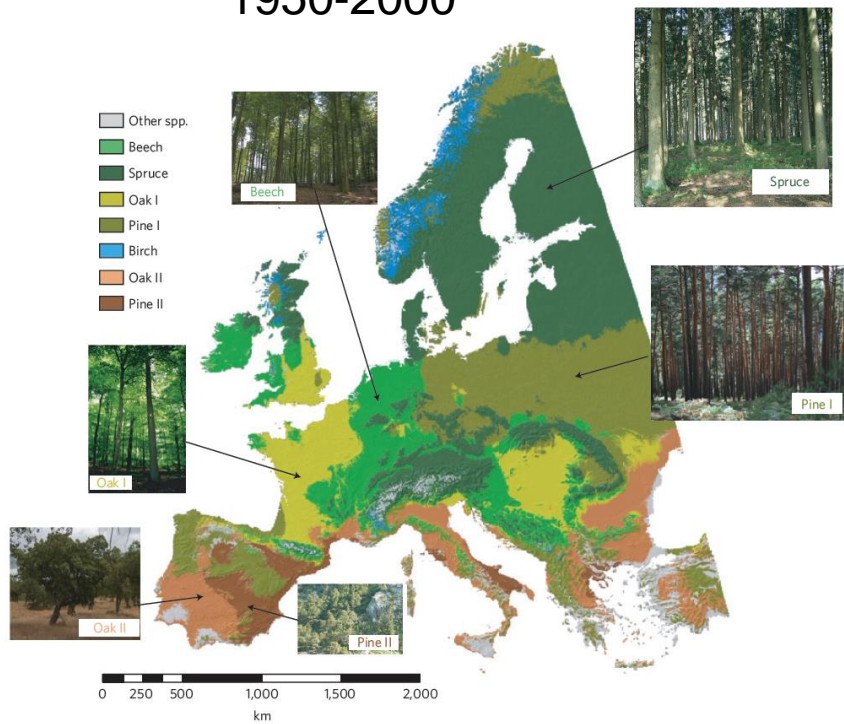




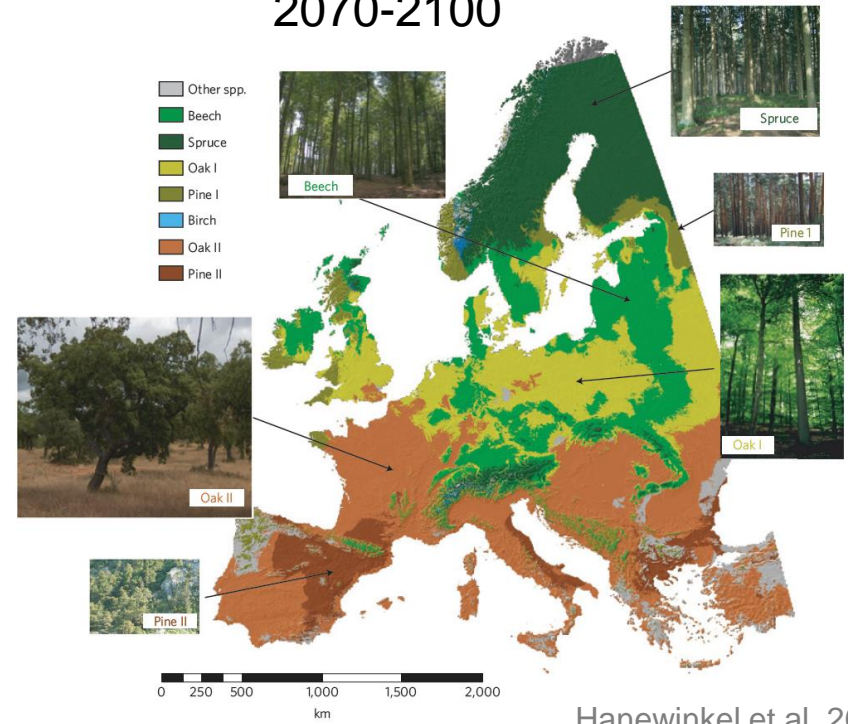
Patacca, M., Lindner, M., Lucas-Borja, M. E., Cordonnier, T., Fidej, G., Gardiner, B., Hauf, Y., Jasinevičius, G., Labonne, S., Linkevičius, E., Mahnken, M., Milanovic, S., Nabuurs, G.-J., Nagel, T. A., Nikinmaa, L., Panyatov, M., Bercak, R., Seidl, R., Ostrogović Sever, M. Z. ...Schelhaas, M.-J. (2023). **Significant increase in natural disturbance impacts on European forests since 1950.** *Global Change Biology*, 29, 1359–1376. <https://doi.org/10.1111/gcb.16531>



1950-2000



2070-2100



Hanewinkel et al. 2013

Figure 1 | Potential range of major tree species in Europe for the climate normal period (1950-2000). The size (area) of the pictures, showing typical aspects of forests dominated by the modelled species, approximately corresponds to the share of the total area in the climate normal period (birch <3% not depicted). For an explanation of the tree species groups, see Methods.

Figure 2 | Potential range of major tree species in Europe for scenario A1B, CLM/ECHAM5—moderate warming (2070-2100). The size (area) of the pictures, showing typical aspects of forests dominated by the modelled species, approximately corresponds to the share of the total area in A1B (2071-2100; birch ~0.3%, not depicted).

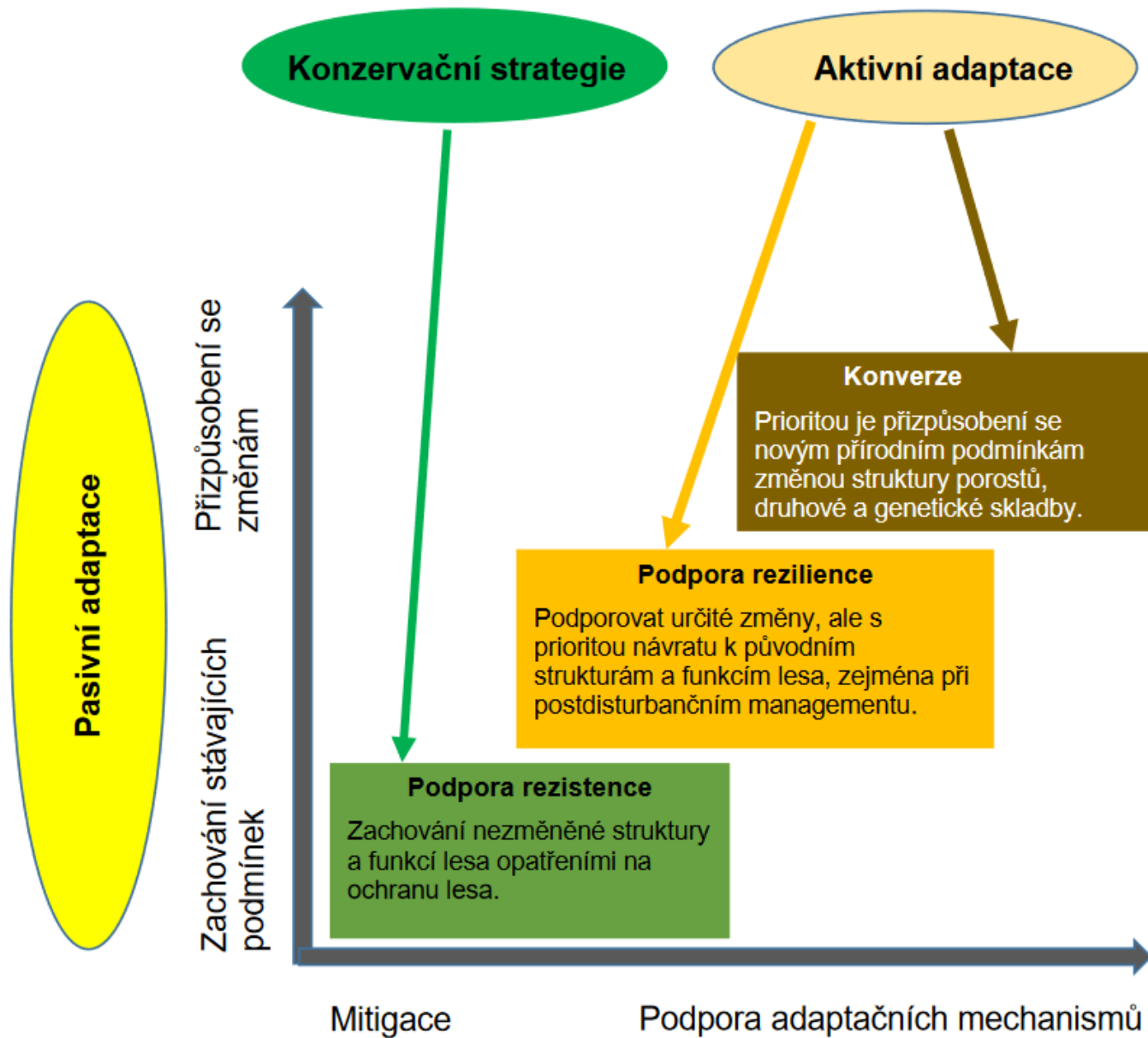
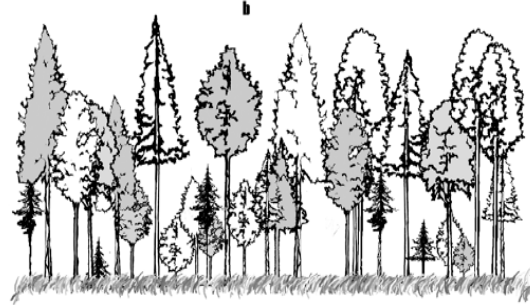


Schéma přístupů k adaptaci lesů na klimatickou změnu (upraveno podle Hlásný et al. 2016)

Adaptační strategie hospodaření v lesích na klimatické změny (Brang et al. 2014):

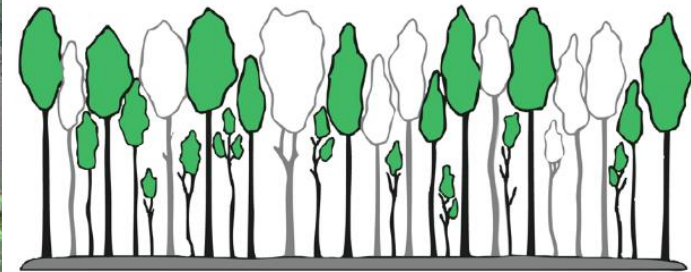
✓ Zvýšení diverzity dřevin (*ecological insurance concept*):

- přeměny porostů,
- pěstování smíšených porostů



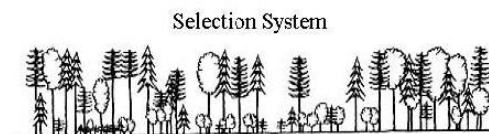
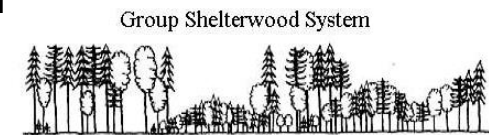
✓ Zvýšení strukturální diverzity (*save assumption*):

- přestavba lesa,
- pěstování různověkových porostů.
- silnější úrovňové výchovné zásahy



✓ Udržení či zvýšení genetické variability v rámci druhů lesní (*adaptation*):

- dlouhodobá a bohatá přirozená obnova pocházející z mnoha stromů v porostu,
- obohacení domácí populace populacemi z teplejších a sušších oblastí,
- výchova porostů neredukující variabilitu,
- vyvíjet variabilní selektivní tlak prostřednictvím fluktuace podmínek prostředí.



Adaptační strategie hospodaření v lesích na klimatické změny (Brang et al. 2014):

✓ Zvýšení odolnosti jednotlivých stromů k biotickým a abiotickým stresovým faktorům:

- silnější výchovné (úrovňové) zásahy,
- pěstování dlouhých korun,
- větší růstový prostor jednotlivým stromům.



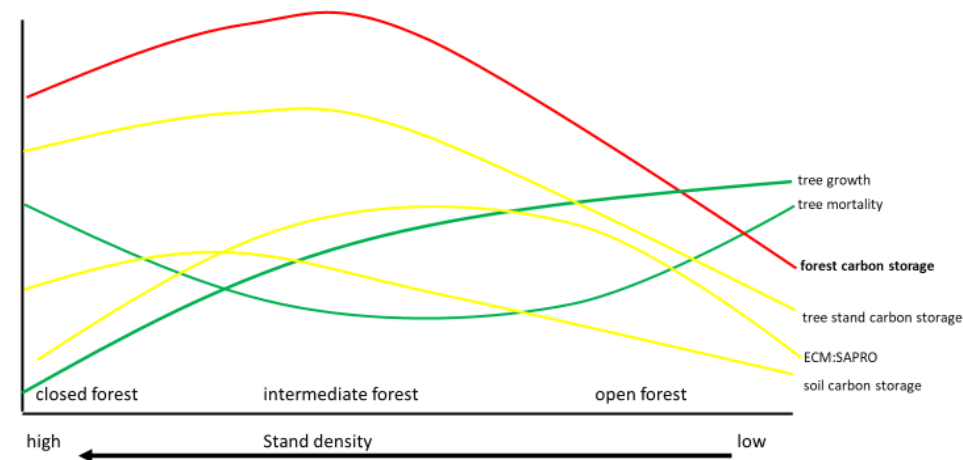
✓ Přeměna (přestavba) vysoce rizikových porostů:

- předčasná obnova (skupinové seče nebo náseky),
- přestavba.

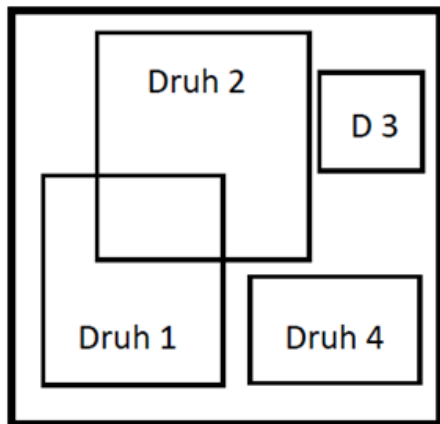
✓ Udržet relativně nízké zásoby porostů

(menší ekonomické riziko):

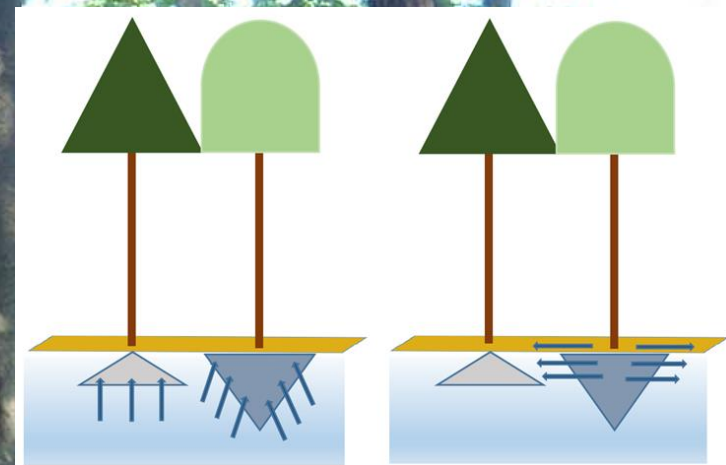
- časnější začátek obnovy porostů,
- silnější výchovné zásahy,
- využívání tvarů lesa nízkého / středního



Přírodní podmínky



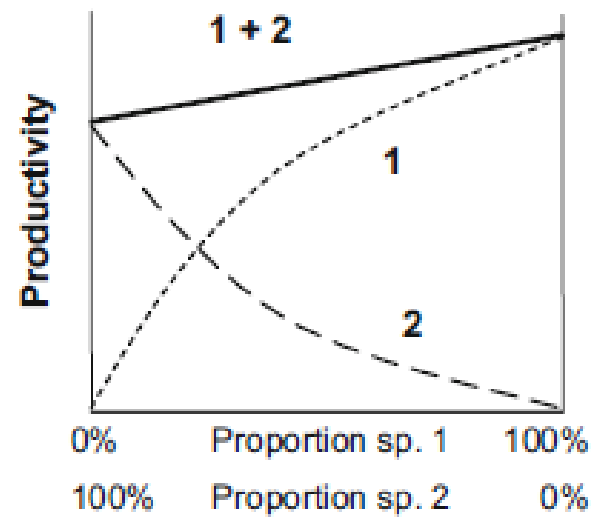
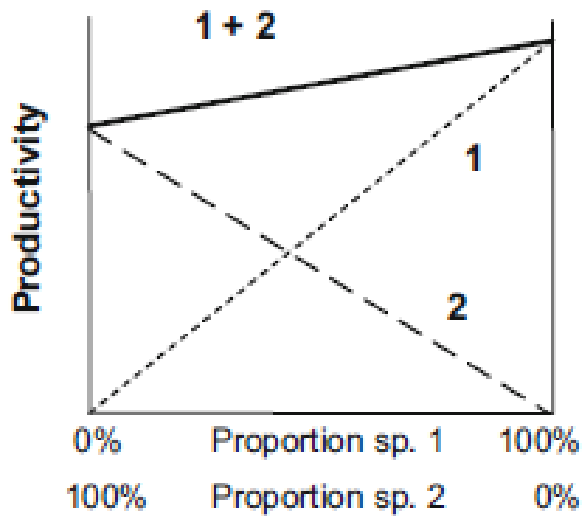
Zásobení zdroji



Pozitivní vliv smíšení dřevin může být výsledkem oddělování nik, kdy různé druhy využívají buď různé zdroje, nebo stejné zdroje, ale v různých místech prostoru nebo času.

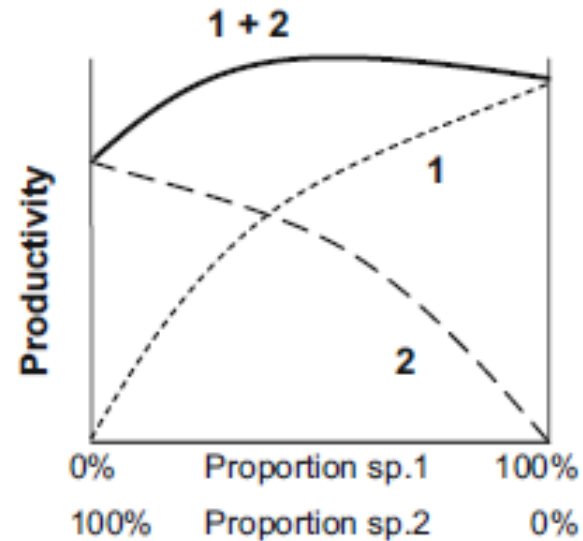
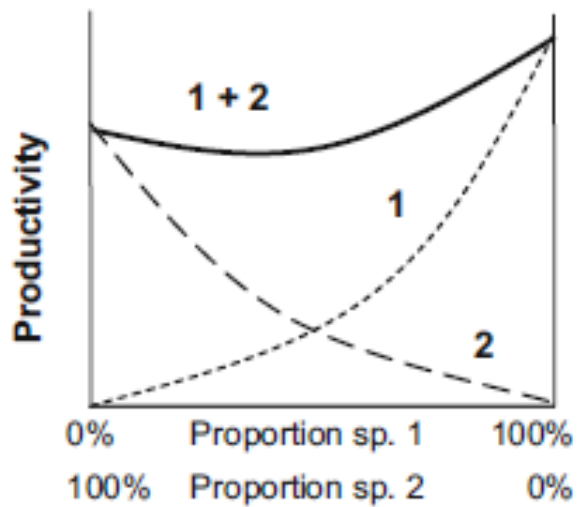
To umožňuje využít více z celkových dostupných zdrojů smíšeným porostem ve srovnání s monokulturami stejných druhů (Vandermeer 1989).

Pokud se pozitivní vliv smíšení týká zdrojů, které omezují růst, pak by tento mechanismus měl vést k vyšší celkové produktivitě a možná také ke snížení ztráty živin z ekosystému.



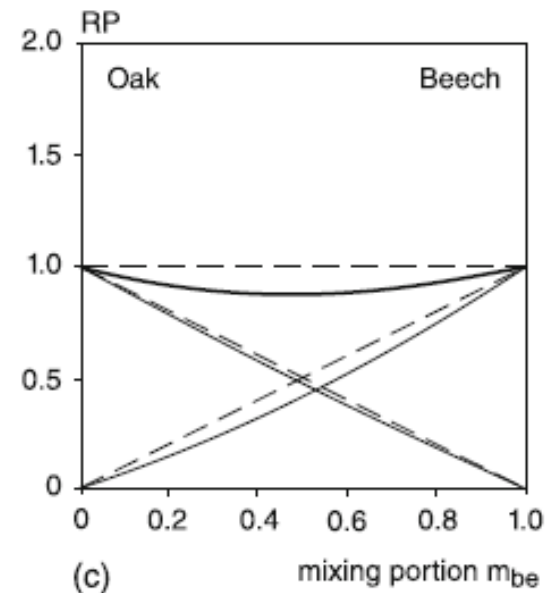
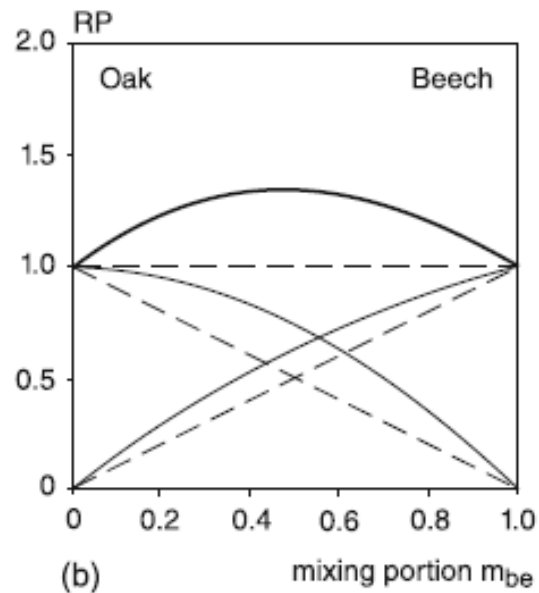
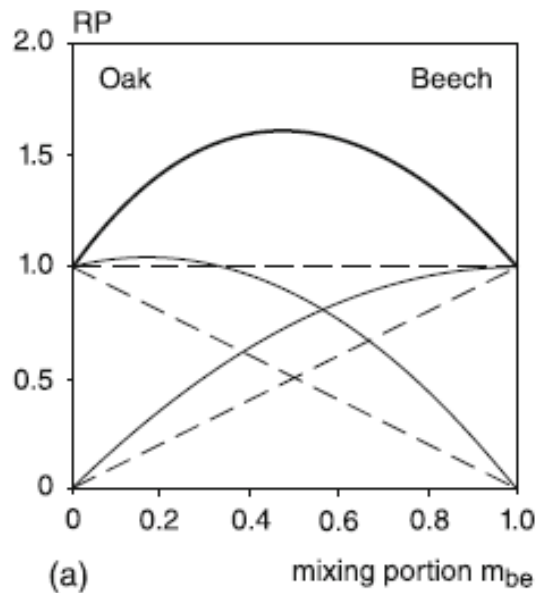
Tolerance: $\text{IntraK} = \text{InterK}$

Dřevina 1 profituje ze směsi $\text{IntraKS1} > \text{InterKS2}$



Antagonismus: $\text{IntraK} < \text{InterK}$

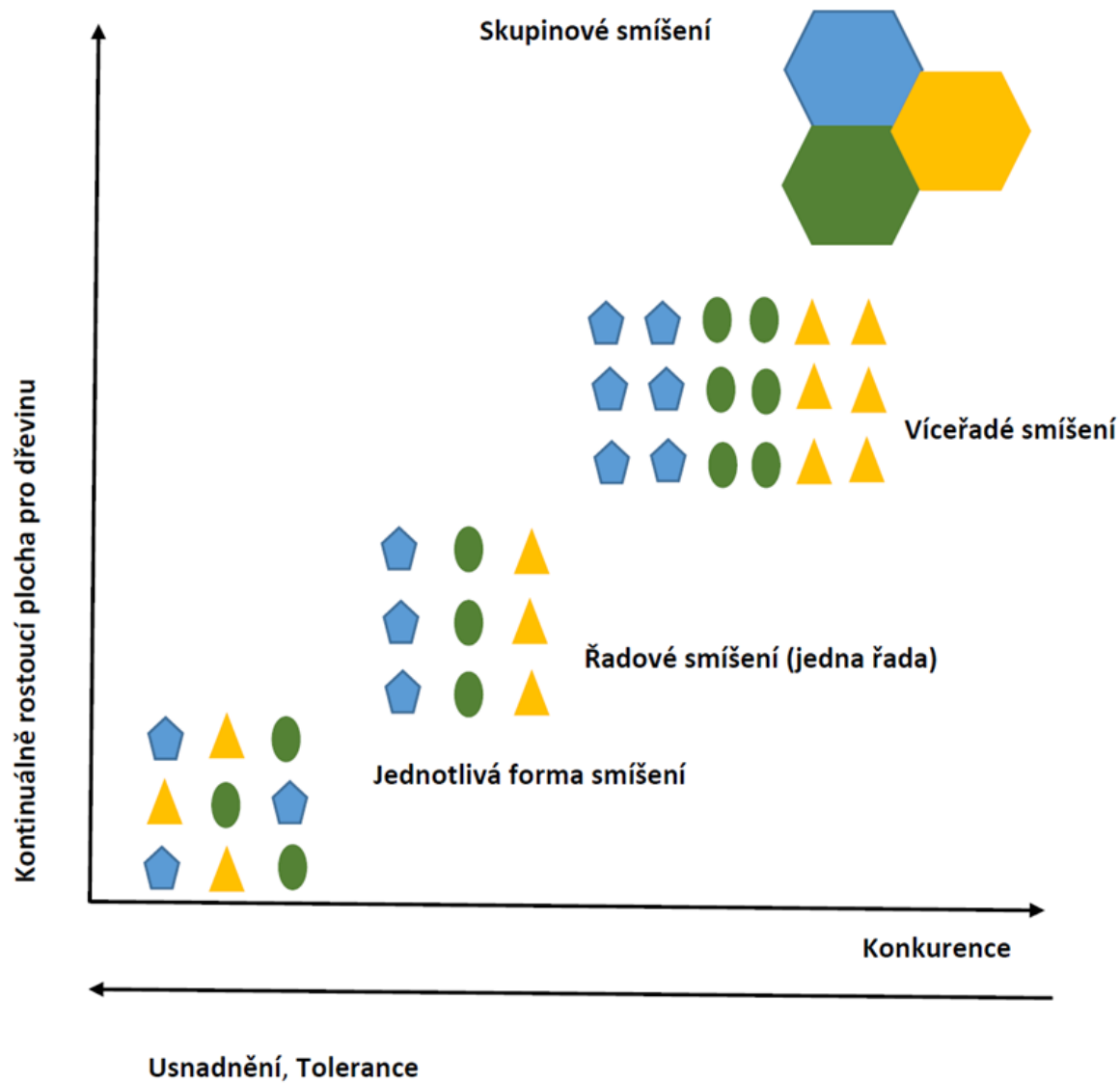
Synergie: $\text{IntraKS1S2} > \text{InterKS1S2}$



Upraveno podle Bauhus et al. 2017

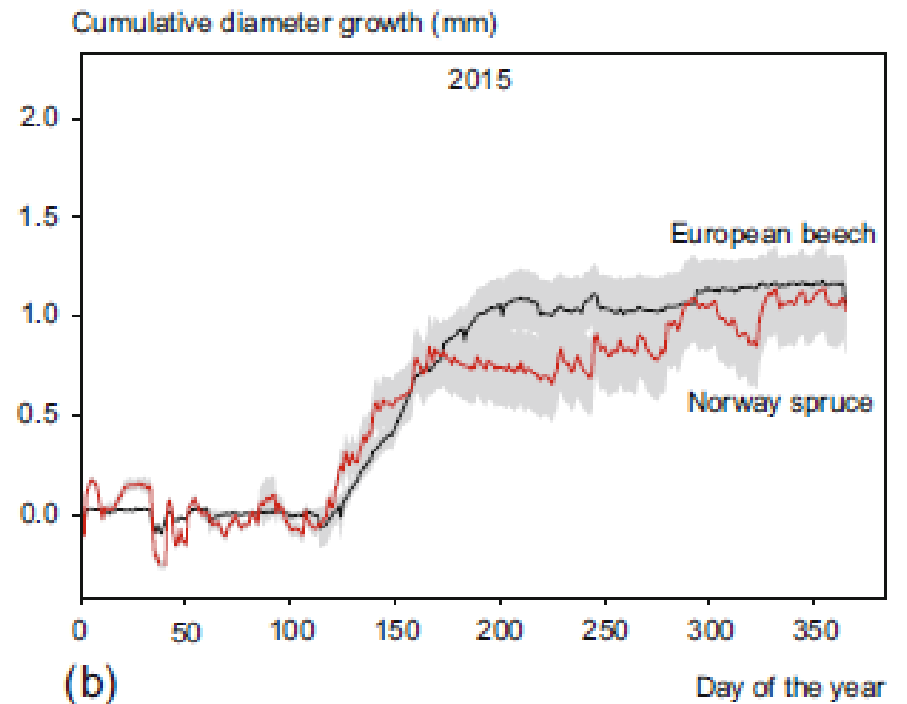
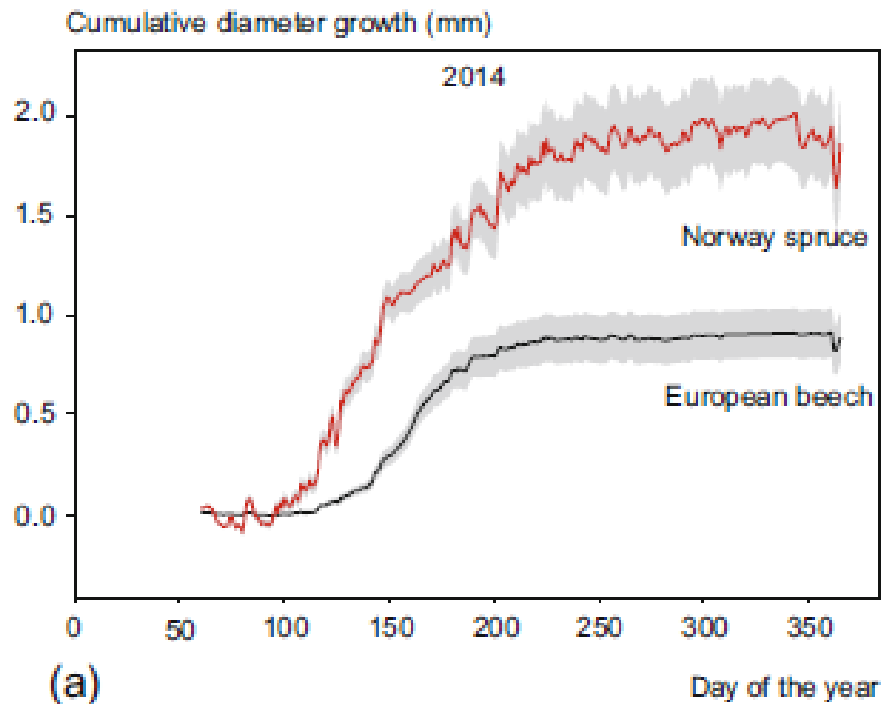
Základní vzorce odezvy na směsi dubu a buku pozorované podél gradientu od chudých po živná stanoviště. Absolutní výškové bonity dubu a buku:

- a) 25 m a 21 m
- b) 29 m a 26 m
- c) 36 m a 33 m



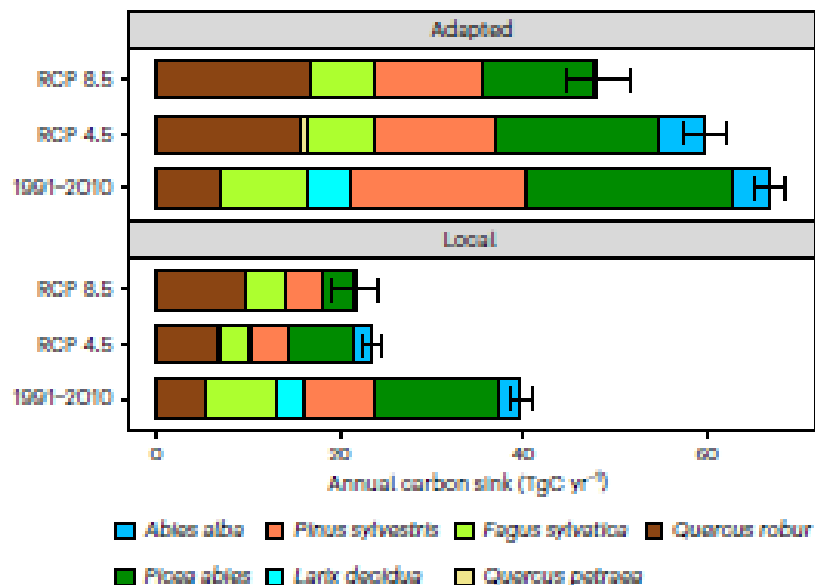
Vliv vzájemné konkurence a tolerance na formu porostní směsi (upraveno podle Bauhus et al. 2017).



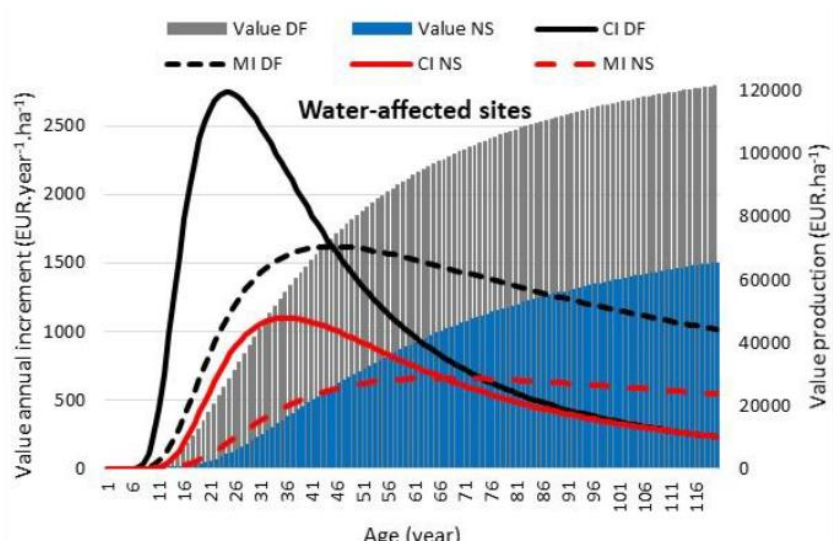


Asistovaná migrace, řízená translokace (*assisted migration, managed relocation*).

„cílený přesun druhů, populací nebo genotypů mimo rámce jejich historického rozšíření za účelem podpory biologické diverzity a funkcí ekosystémů jako adaptační strategie na změnu klimatu“ (Schwartz a kol. 2012).



Včetně využití vhodných geograficky nepůvodních dřevin v přiměřeném rozsahu.



Závěr

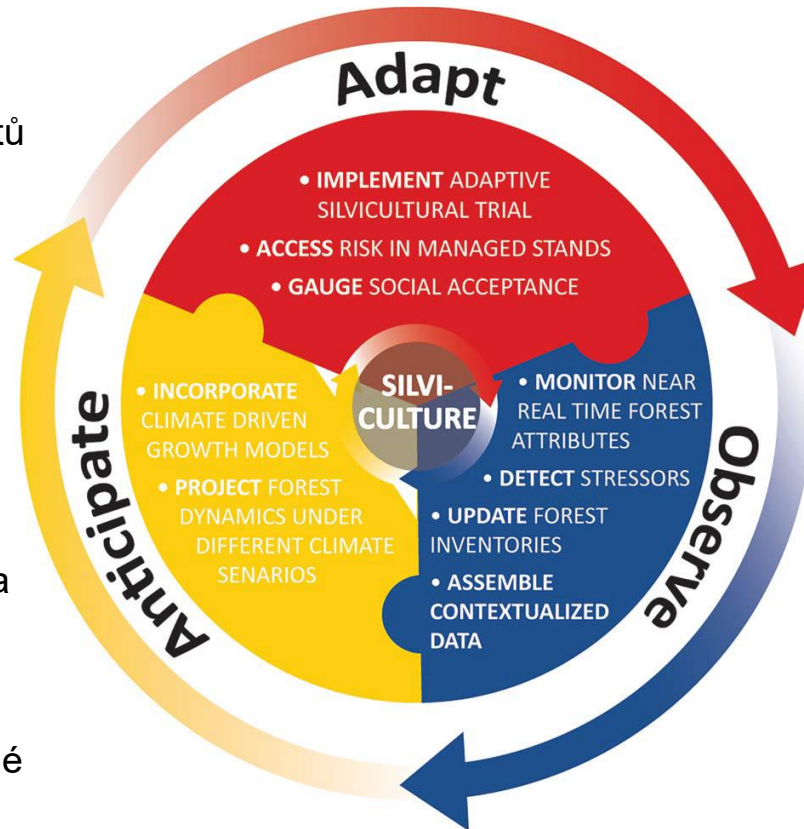
Nová strategie pěstování lesů by měla být založena na principech flexibility a variability, a to jak v čase, tak i v prostoru.

Dřívější koncepty založené na jasně a ostře vymezených pěstebních systémech nejsou dále udržitelné (a to se týká i některých schémat tzv. přírodě blízkého pěstování lesů).

Jasně definování cílové skladby lesa je velmi problematické.

Cesta jednoznačně vede k pěstování smíšených porostů s větší mírou rozrůzněnosti porostní struktury (*podpora resilience*).

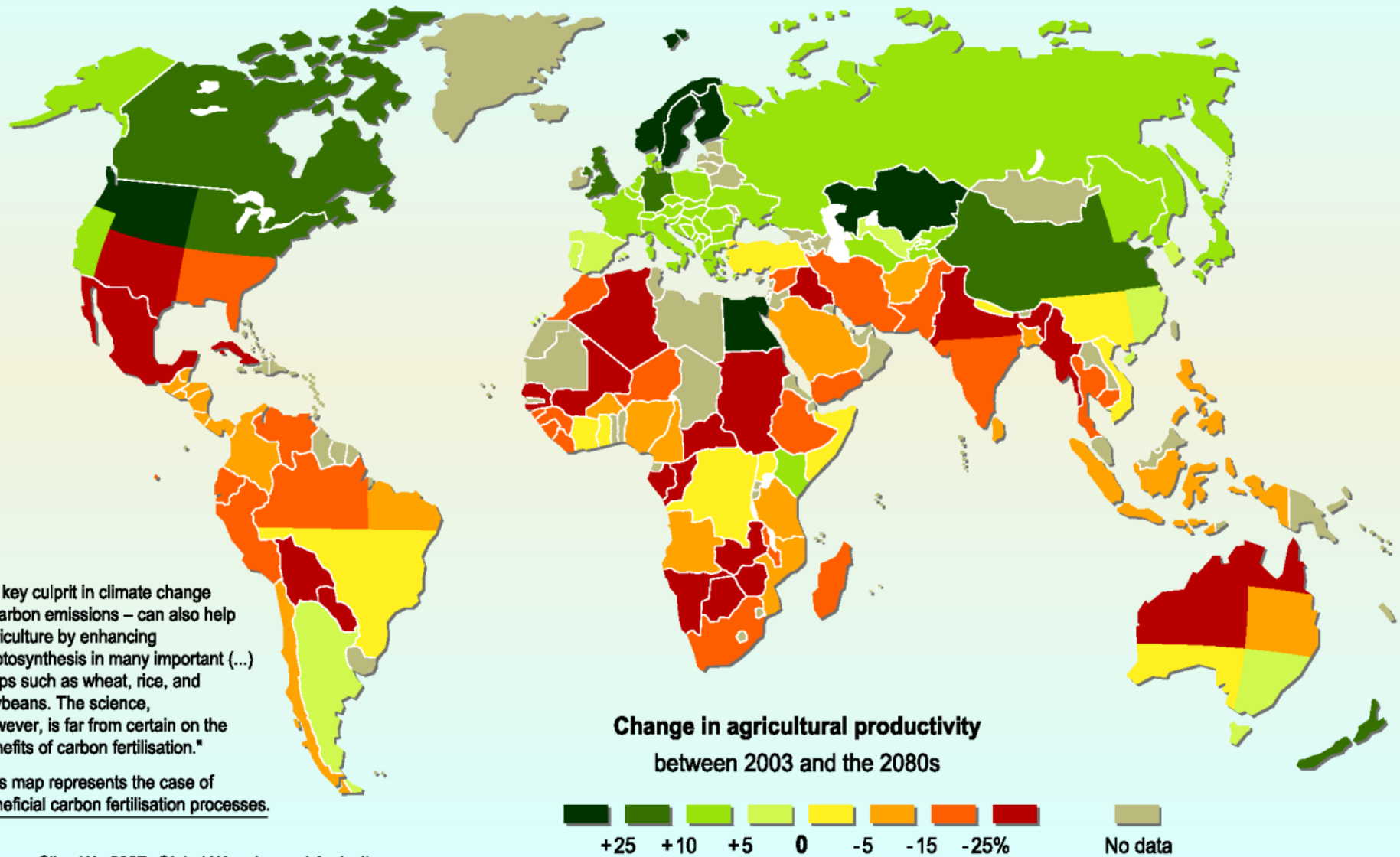
Adaptační potenciál úzce souvisí s genetickou variabilitou lesních dřevin na úrovni lesních porostů. Je třeba kombinovat přístupy založené na přirozené obnově a postupy asistované migrace.



Je třeba připustit i „oportunistický“ přístup, kdy se v průběhu procesu pěstování lesních porostů musíme přizpůsobovat vnějším podmínkám.

Pěstební zásahy by měly vědomě vytvářet variabilní selekční tlak prostřednictvím fluktuace podmínek prostředí.

Projected impact of climate change on agricultural yields



" A key culprit in climate change – carbon emissions – can also help agriculture by enhancing photosynthesis in many important (...) crops such as wheat, rice, and soybeans. The science, however, is far from certain on the benefits of carbon fertilisation."

This map represents the case of beneficial carbon fertilisation processes.

Source: Cline W., 2007, *Global Warming and Agriculture*.