

Krajina v kvartéru (podzimní semestr 2018)

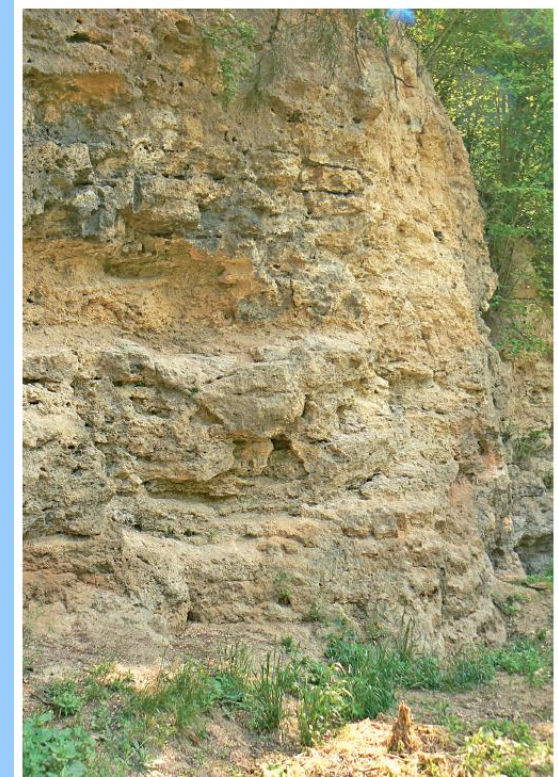
Změny vegetace v kvartéru



Daniel Nývlt (daniel.nyvlt@sci.muni.cz)

Doklady o vývoji vegetace v kvartéru

- Nepřímé doklady a základě fosilních nálezů – různé fosilizační nároky
- Korelace často obtížná
- Pylová zrna
- Rostlinné makrozbytky
 - půdy
 - travertiny
 - rašeliny
 - jezerní sedimenty

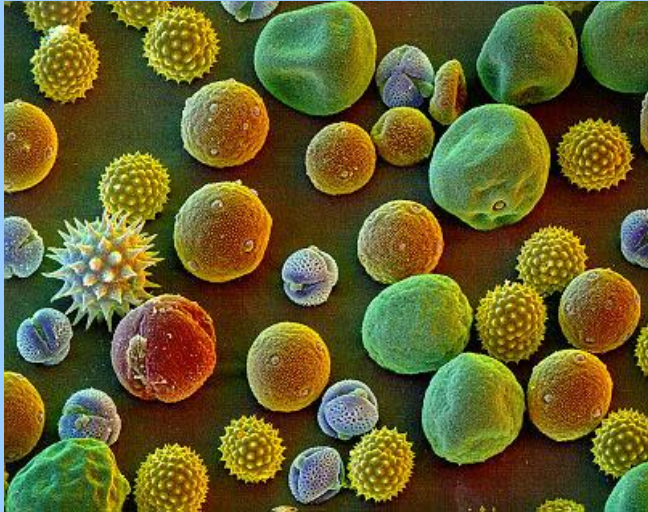
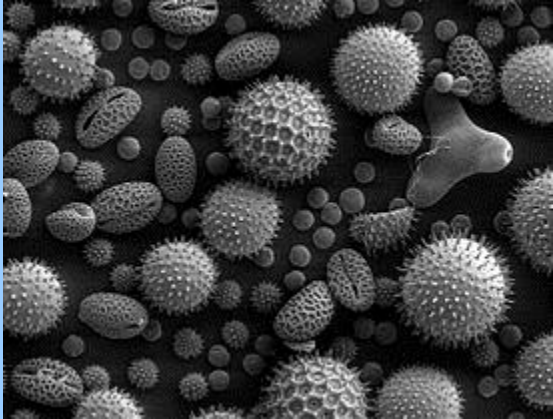


Obr. 2.: Ložisko sladkovodních vápenců (pěnovců) vytvořené během atlantiku, Svatý Jan pod Skalou. Foto: V. Tremel

Paleorekonstrukce založené na pylových analýzách

- Vlhké a kyselé prostředí
 - Rašeliniště, mokřady, jezerní sedimenty
 - U nás horské polohy
 - Velmi málo dokladů z nižších poloh
-
- Palynologie → pylové diagramy → doklad o stavu vegetace
 - Poskytuje hrubší představu (nezachytí detail – „patches“)
 - Fytostratigrafické členění holocénu
 - „Blytt-Sernanderova sekvence a její další rozpracování“

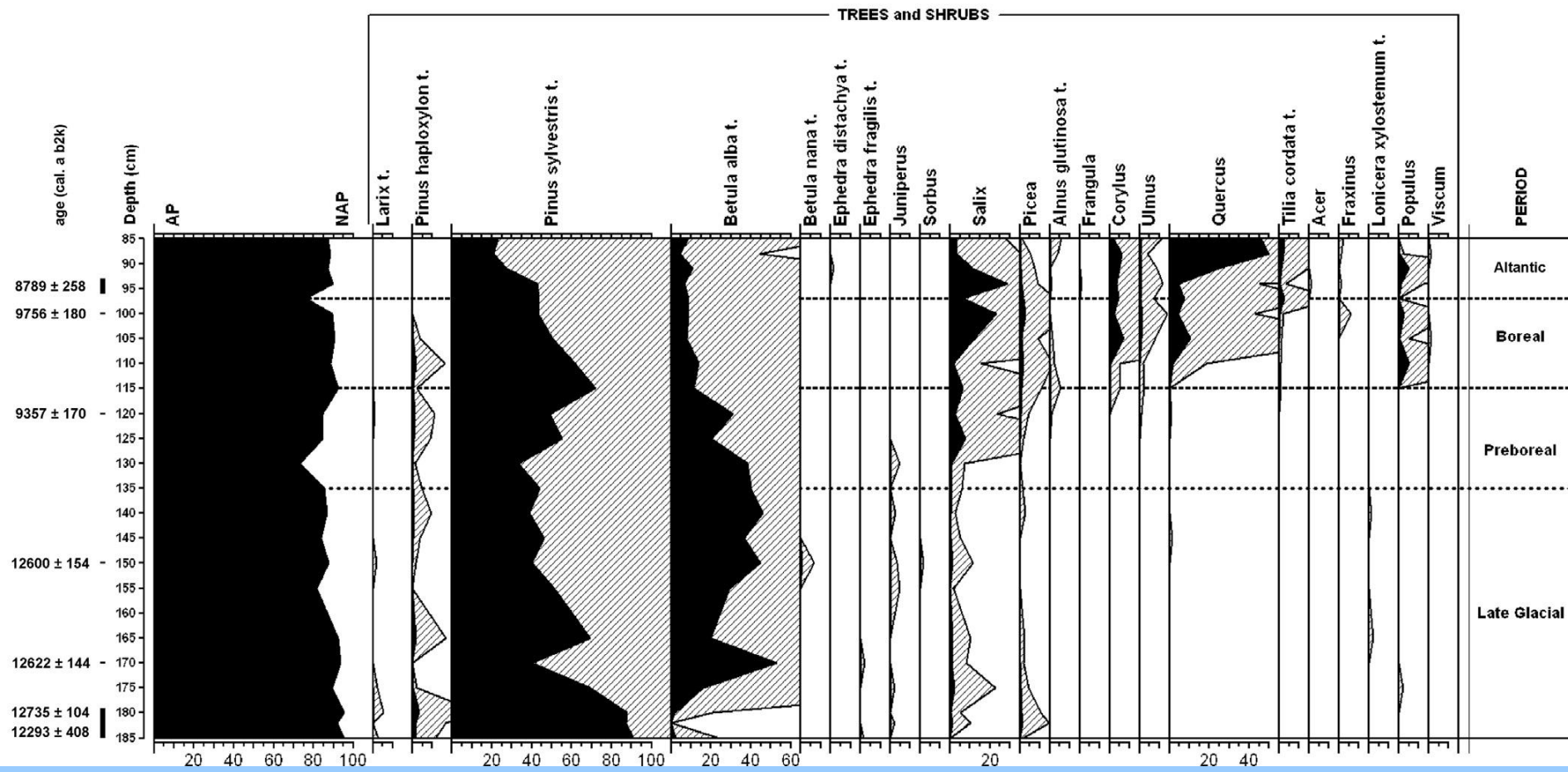




Příklad pylového diagramu

A

Týn nad Bečvou
(49°30'36.95" N: 17°36'57" E: 370 m a.s.l.)
NE MORAVIA, CZECH REPUBLIC
1st part



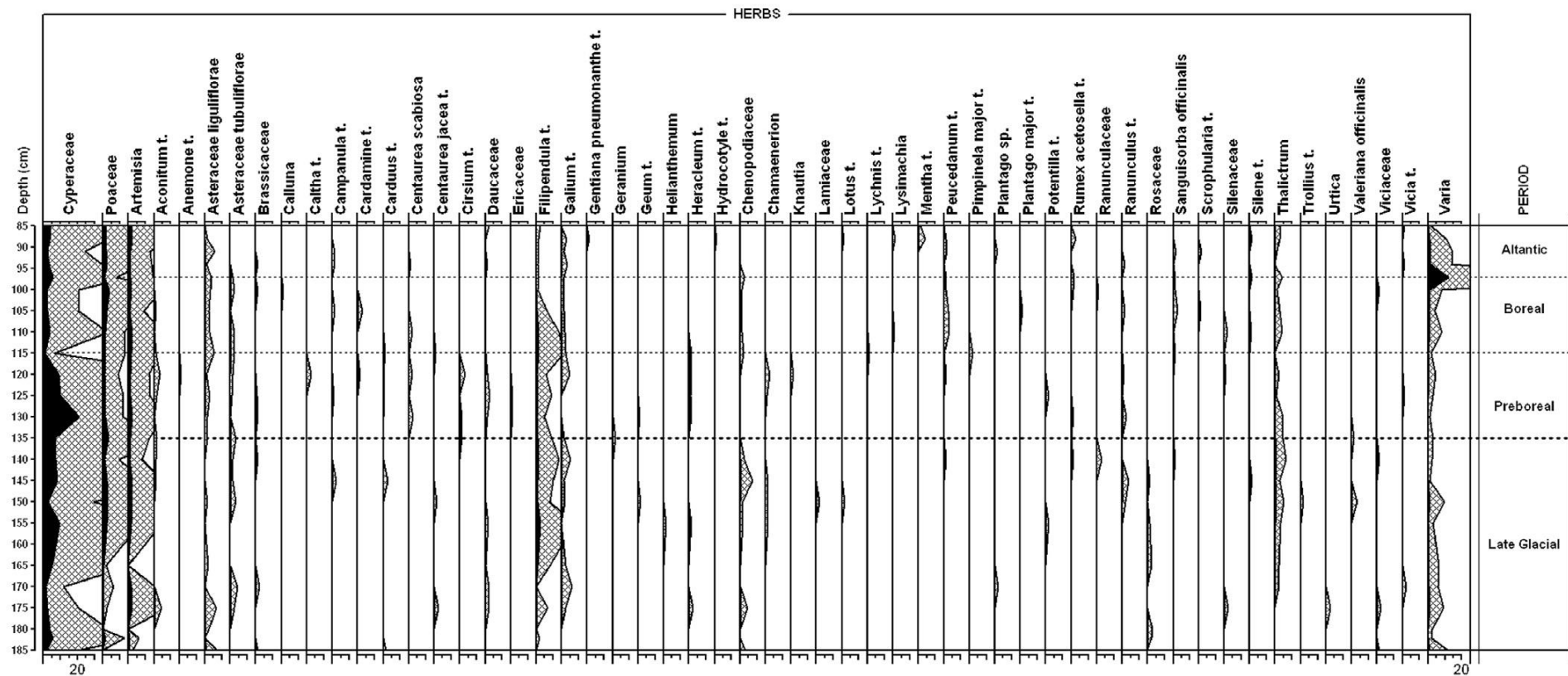
B

Pollenanalyst: V. Jankovská

Týn nad Bečvou

(49°30'36.95" N; 17°36'57" E; 370 m a.s.l.)

NE MORAVIA, CZECH REPUBLIC

2nd part

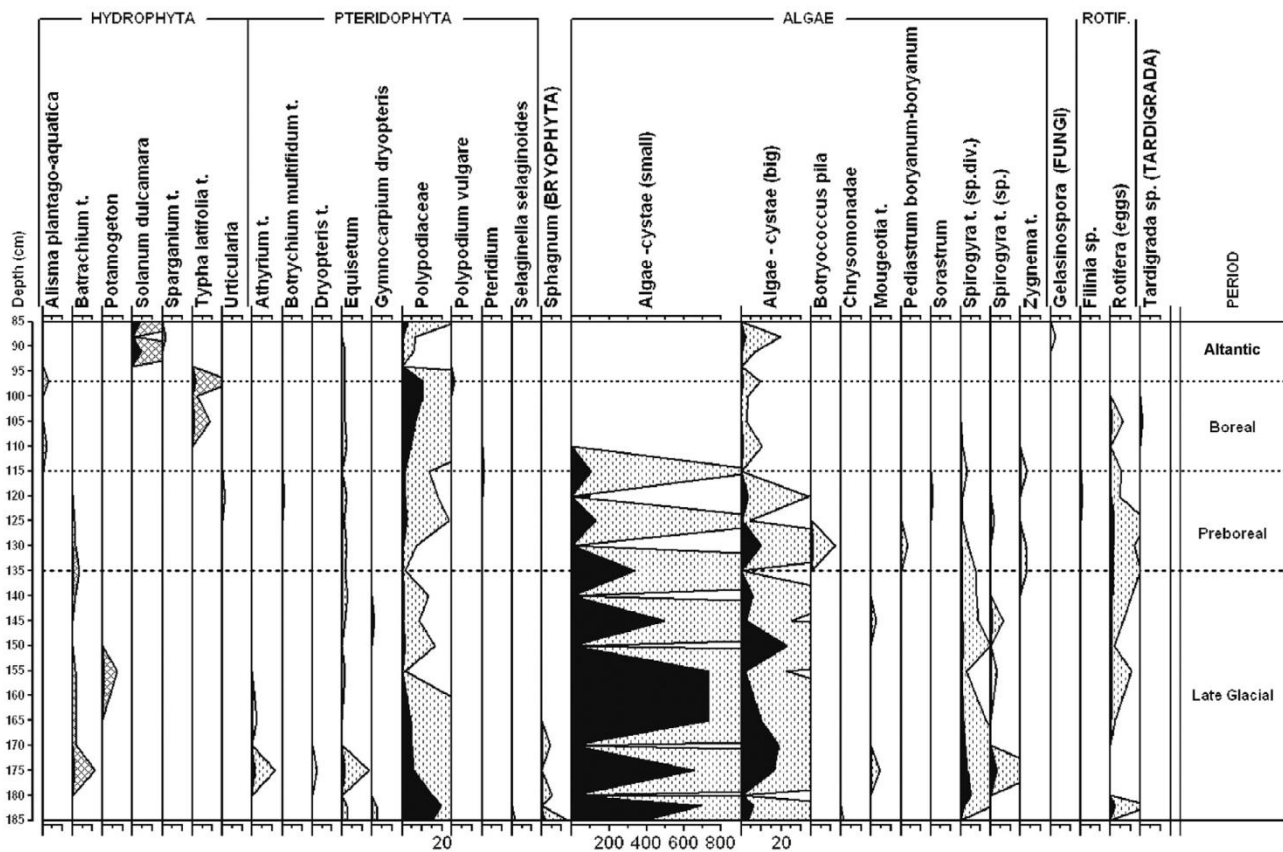
Pollenanalyst: V. Jankovská

C

Tyn nad Bečvou

(49° 30' 36.95" N; 17° 36' 57" E; 370 m a.s.l.)

NE MORAVIA, CZECH REPUBLIC

3rd part

Pollenanalyst: V. Jankovská

Třetihorní a interglaciální vegetace

Lesy starších teplých období

- Předkvartérní lesy
 - vedle dnešních rodů tvořeny náročnými teplomilnými prvky jako: tisovec (*Taxodium*), pajehličník (*Sciadopitys*), ambroň (*Liquidambar*), liliovník (*Liriodendron*), korkovník (*Phellodendron*), sekvoj (*Sequoia*), jinan (*Ginkgo*), ořešovec (*Carya*), lapina (*Pterocarya*), šácholan (*Magnolia*), habrovec (*Ostrya*)

Ostrya carpinifolia



Laurus nobilis

Ginkgo biloba



břestovec západní
(*Celtis occidentalis*)

Interglaciály

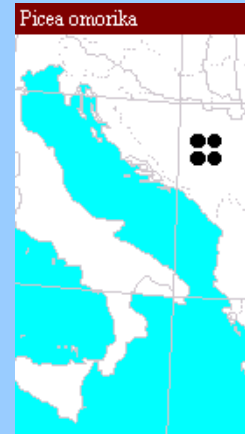


- třetihorní druhy postupně mizí
- Interglaciály spodního pleistocénu
 - Teplé výkyvy: dub, buk, lípa, jilm, jasan, olše
 - Včetně náročnějších druhů: kaštanovník, korkovník, magnólie, ořešovec, lapina, gumojilm, habrovec
 - Už chybí: ambroň, tupela, pajehličník, tisovec
- Přelom spodní/střední pleistocén (cromer)
 - Značná shoda s dneškem: dub, habr, lípa, jasan, jilm, javor, smrk
 - Nepatrná příměs náročnějších dřevin: gumojilm
 - jako poslední mizí břestovec (*Celtis*)
 - buk velmi vzácný nebo chyběl úplně
- Mladší interglaciály (holstein, eem)
 - Na vrcholu oteplení: dnes nepřítomné prvky (*Dulichium*, štítenka, břestovec, réva, tůje)

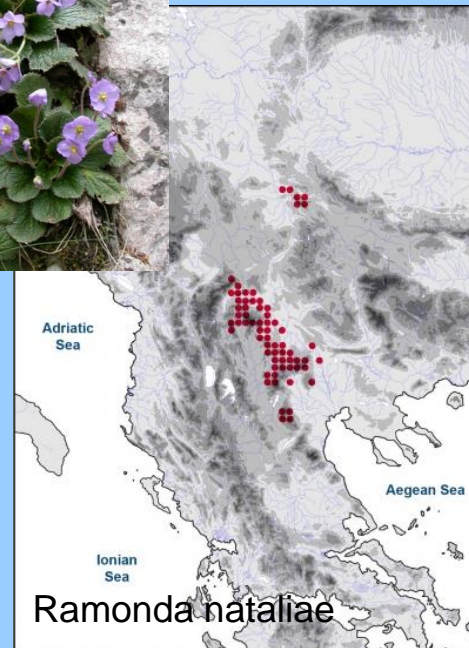
Třetihorní relikty v Evropě - příklady

- *Picea omorika*
- *Ramonda serbica*
- *Ramonda nataliae*

} Endemický výskyt



Picea omorika



Vegetace v glaciálech

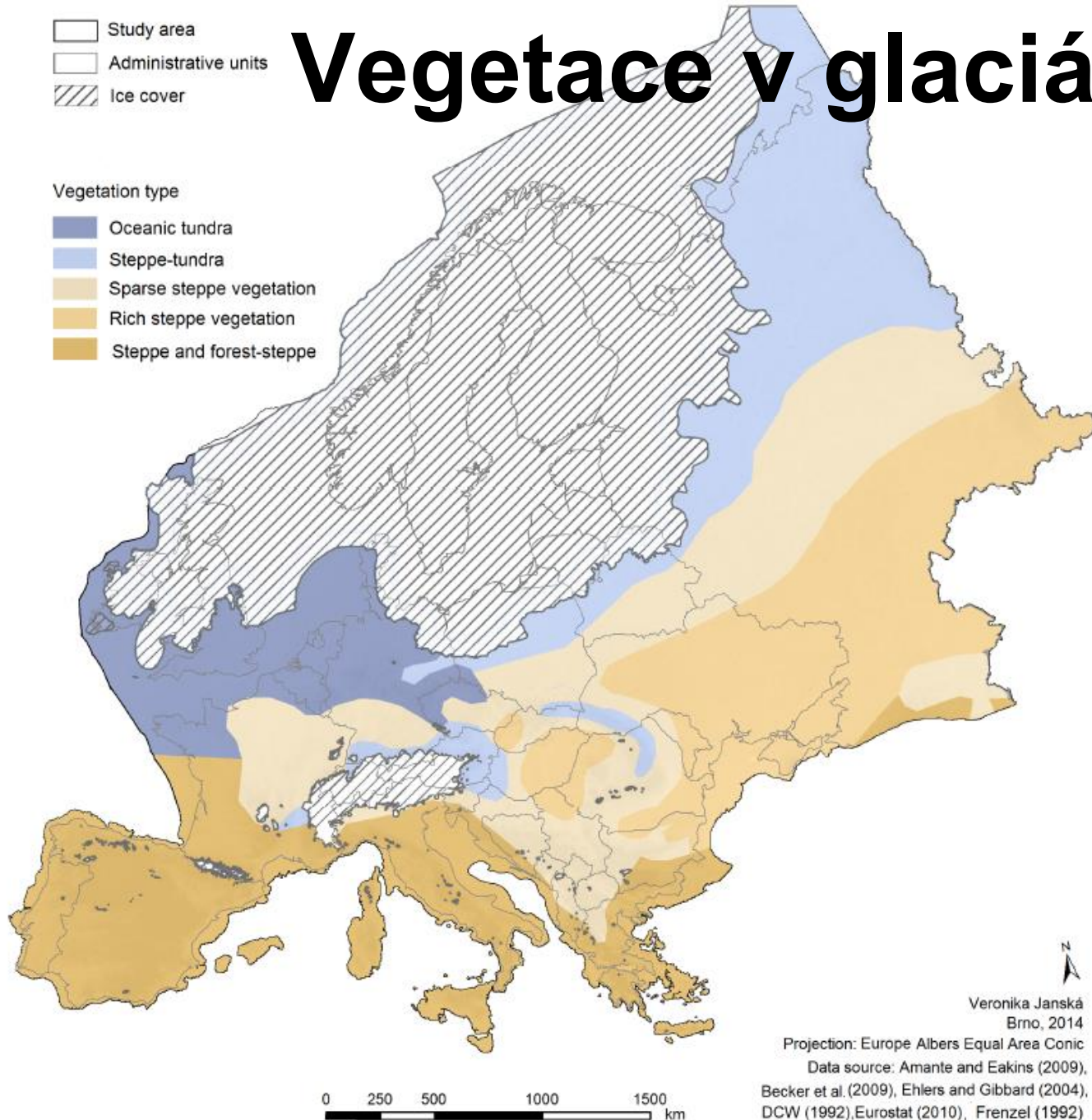


Fig. 13. Main vegetation types within LGM Europe (according to Frenzel, 1992b).

Vegetace vrcholného glaciálu



Stepotundra, mamutí step - tundrová vegetace s účastí druhů kontinentálních stepí. Její analogie se dnes vyskytují v některých polárních krajích (Aljaška) nebo v jihosibiřských pohořích (viz foto).



Lesotundra - mozaika mrazuvzdorné nelesní vegetace a ostrůvků lesa. U nás se vyskytovala např. v nižších polohách glaciálních Západních Karpat. Doložen je výskyt *Pinus sylvestris*, *P. cembra* a *Larix decidua*. V Čechách je zatím s jistotou doložen pouze výskyt *P. sylvestris* a *Betula pendula* typ, modřín snad, limba možná (aktuálně se zkoumá). Na obr. sibiřská analogie s limbou sibiřskou (*Pinus sibirica*).

Vegetace v glaciálech



Šicha černá



Dryádka osmiplátečná



Vlochně bahenní



SPRAŠOVÁ STEP:
merlíkovité
Merlík sivý

Současné analogie krajiny LGM

- Většina studií hledala analogii glaciální krajiny střední Evropy v severské tundře (Norsko, Finsko)
 - Chladno – bezlesá krajina – tundra
 - Analogie ve výskytu některých glaciálních prvků
 - *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula nana*
 - Lumíci (*Lummus lemmus*), sobi (*Rangifer tarandus*), rosomák (*Gulo gulo*), *Columella columella*, *Vertigo genesii*



Columella columella

Současné analogie krajiny LGM

- **ALE:**

- Kyselá × glaciály byly ve stř. Evropě zásadité (spraš)
- Více srážek, Léto chladné, nízká kontinentalita
- Skandinávské ekosystémy nejsou pokračováním těch z LGM
- Chybí zde druhy charakteristické pro stř. Evropu během LGM
 - *Pinus cembra*, *Larix decidua*
 - *Cricetulus migratorius*, *Microtus gregalis*
 - tzv. indexové druhy šneků *Pupilla loessica*, *Vallonia tenuilabris*



Současné analogie krajiny LGM

- Altajsko-Sajanská oblast – patrně nejlepší současná analogie
 - Vedle sebe existují „biomy“ tundry, stepi (suché a bazické), tajgy a také ledovce
 - Formace popsané palynologickými záznamy z Evropy
 - Step a tundra spolu jinde nesousedí



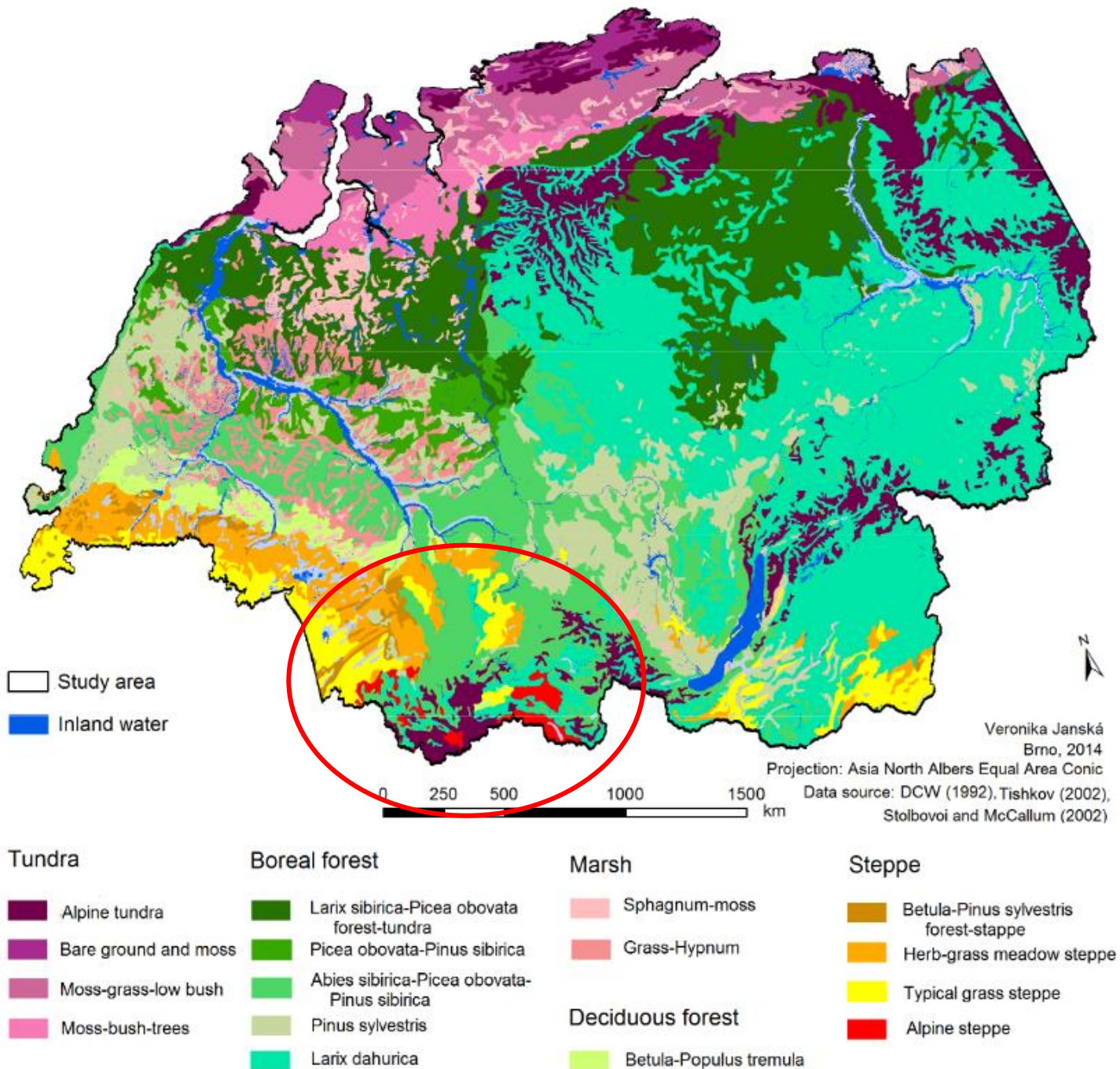


Fig. 8. Main vegetation types within present Siberia (data by Stolbovoi and McCallum, 2002).

Současné analogie krajiny LGM

- Altajsko-Sajanská oblast – patrně nejlepší současná analogie
 - Přítomnost glaciálních druhů střední Evropy (nebo blízkce příbuzných druhů)

Evropa	Sibiř
modřín opadavý (<i>Larix decidua</i>)	modřín sibiřský (<i>Larix sibirica</i>)
smrk ztepilý (<i>Picea abies</i>)	smrk sibiřský (<i>Picea obovata</i>)
borovice limba (<i>Pinus cembra</i>)	borovice sibiřská (<i>Pinus sibirica</i>)
bříza trpasličí (<i>Betula nana</i>)	bříza okrouhlolistá (<i>Betula rotundifolia</i>)



Současné analógie krajiny LGM

- Altajsko-Sajanská oblast – patrně nejlepší současná analógie
 - Oblast s nejmenší mírou vymírání pleistocénní fauny

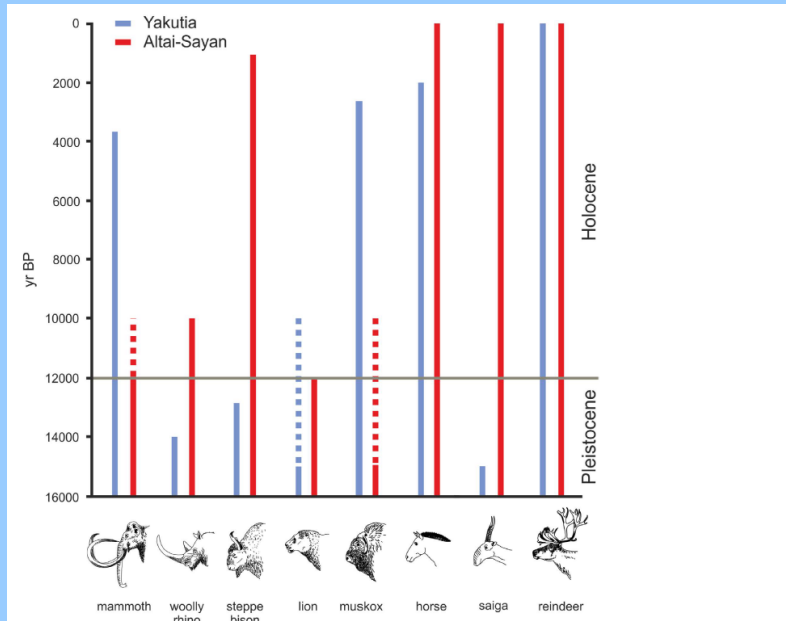


Figure 5. Comparison of the latest extinction dates of megafauna species in Yakutia and Altai-Sayan^{8,50-53}. Reproduced with permission of the copyright owner Petr Hrabina.

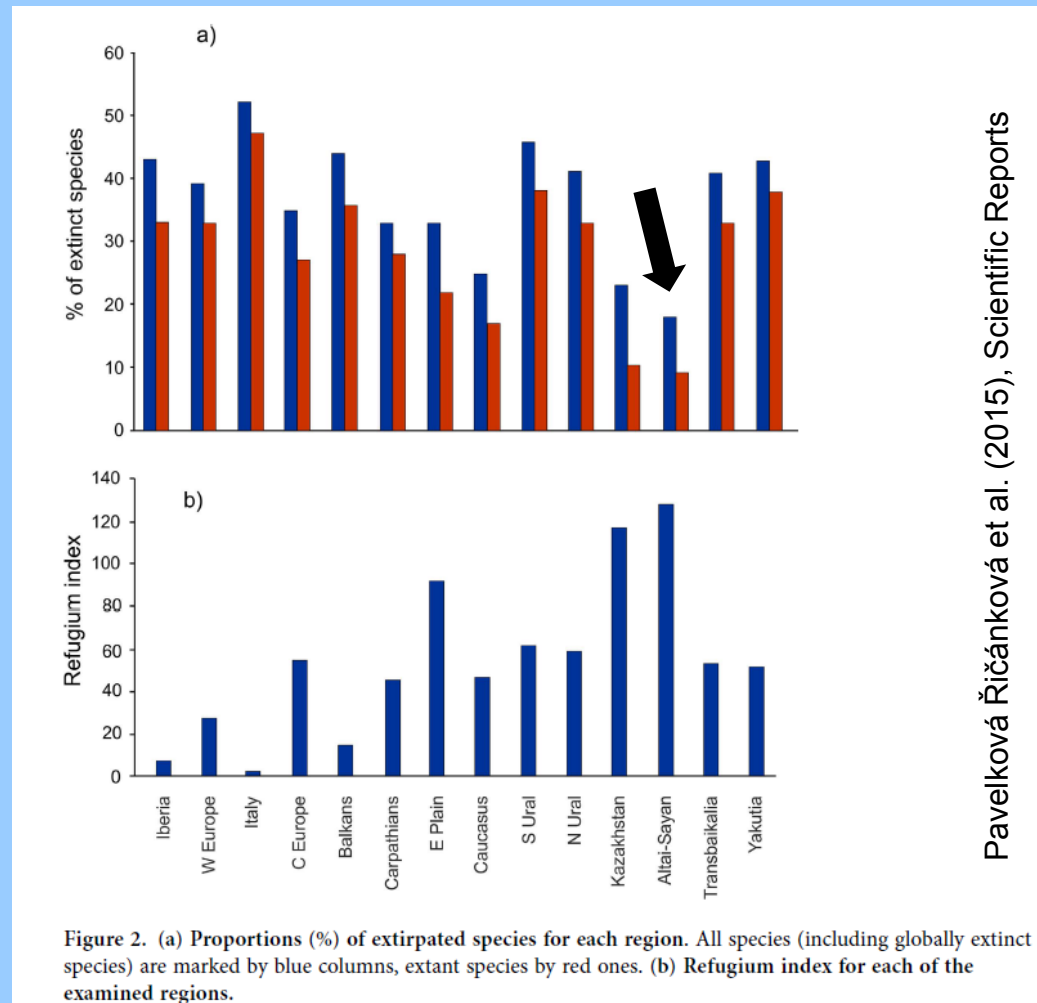


Figure 2. (a) Proportions (%) of extirpated species for each region. All species (including globally extinct species) are marked by blue columns, extant species by red ones. (b) Refugium index for each of the examined regions.

Současné analógie krajiny LGM

- Altajsko-Sajanská oblasť – patrne najlepšia súčasná analógia
 - Areály rady LGM druhů se „stáhly“ do této oblasti

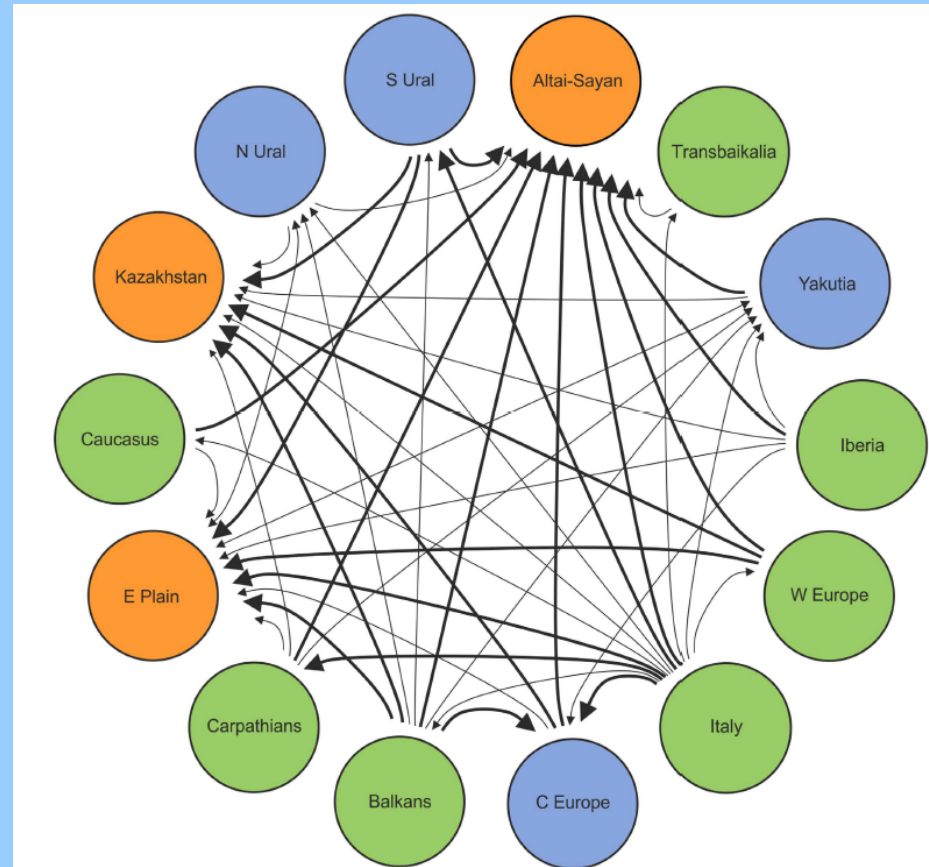


Figure 4. Directions of the Holocene retractions of Last Glacial species (note that “X→Y” indicates retraction from X to Y, not migration from X to Y). Thin lines mean 7–12 species retractions, thick lines more than 13 species retractions. The most important refugia for Pleistocene species are marked in orange, the less important are marked in blue, and other regions are green.

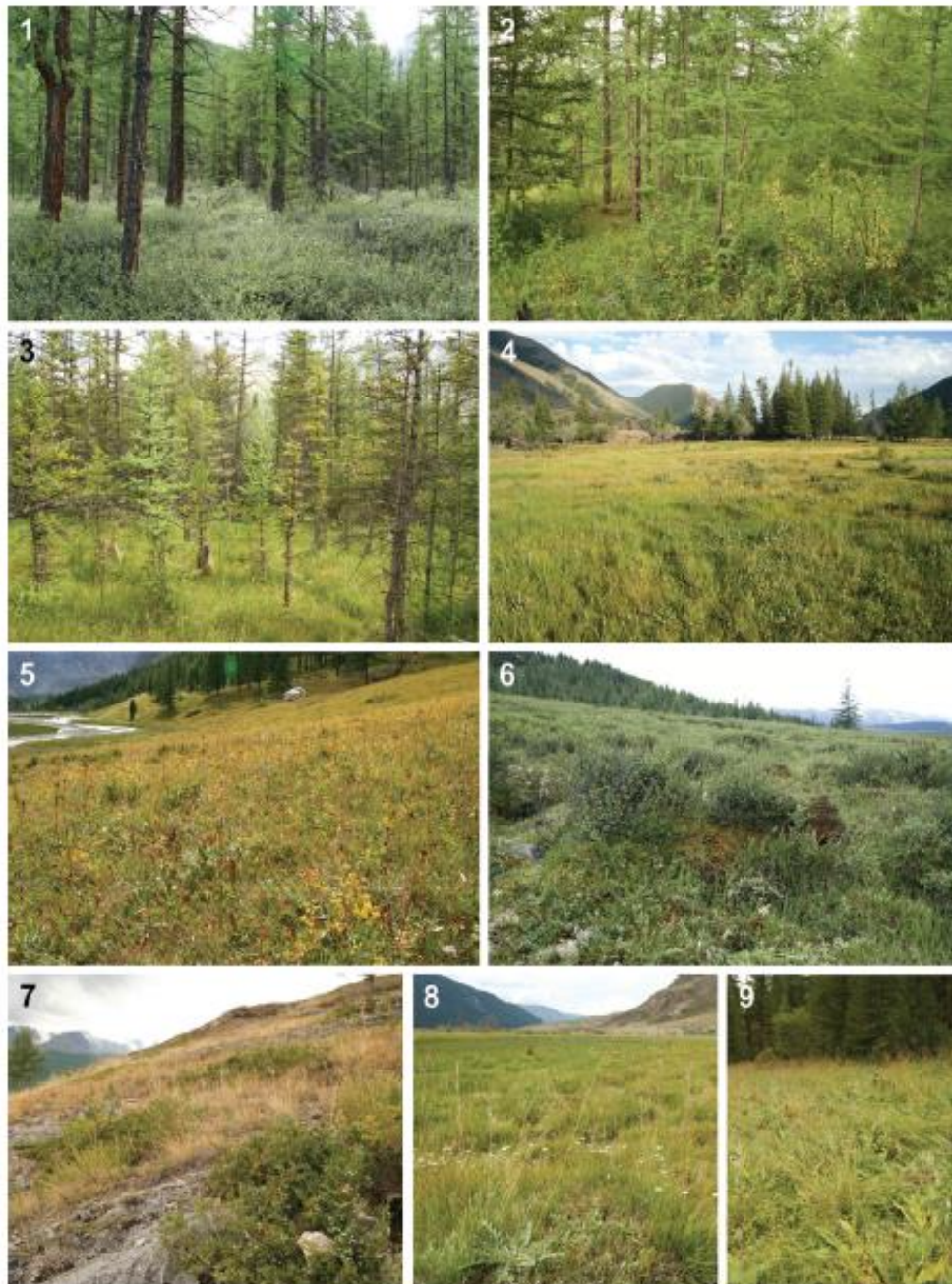
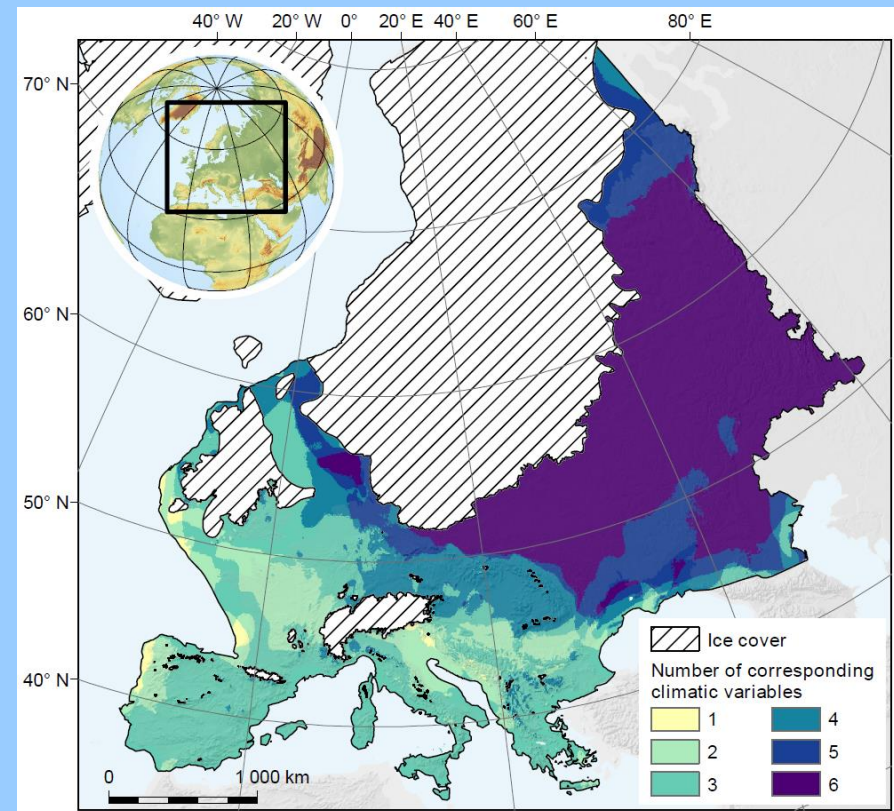
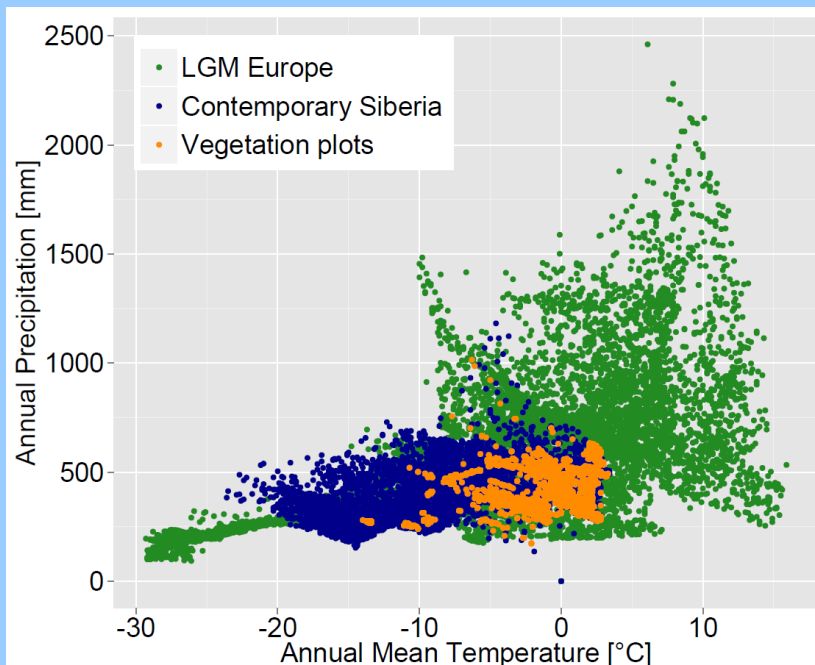


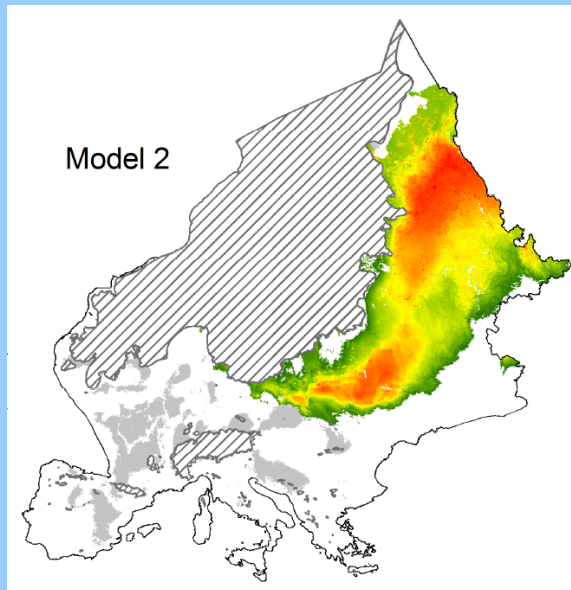
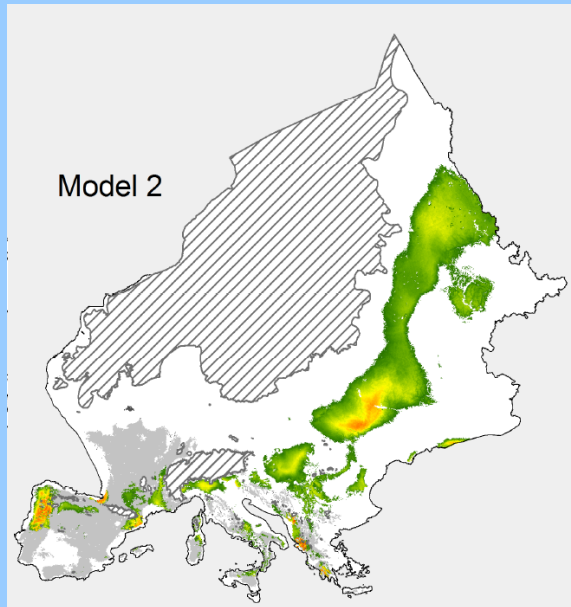
Figure 4 Habitats harbouring the studied index snail species in the Russian Altai Mountains. 1, taiga; 2, hemiboreal forest; 3, wooded fen; 4, treeless fen; 5, alpine grassland; 6, shrubby tundra; 7, steppe; 8, saline grassland; 9, meadow. Photos by P. Hájková (1–5, 7, 8), Z. Otýpková (6) and M. Chytrý (9). A detailed description and a list of snail species recorded at each site are available in Appendix S1 in the Supporting Information.

Modelování LGM vegetace na základě analogie ze Sibíře

- Klimatické podmínky dnešní Sibíře a LGM Evropy jsou si do značné míry podobné
- Na základě pylových analýz víme, že byla podobná i vegetace

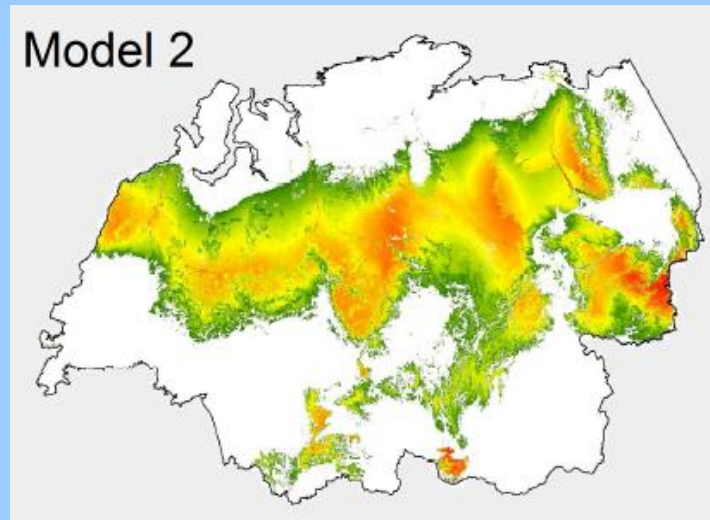


Evropa - LGM

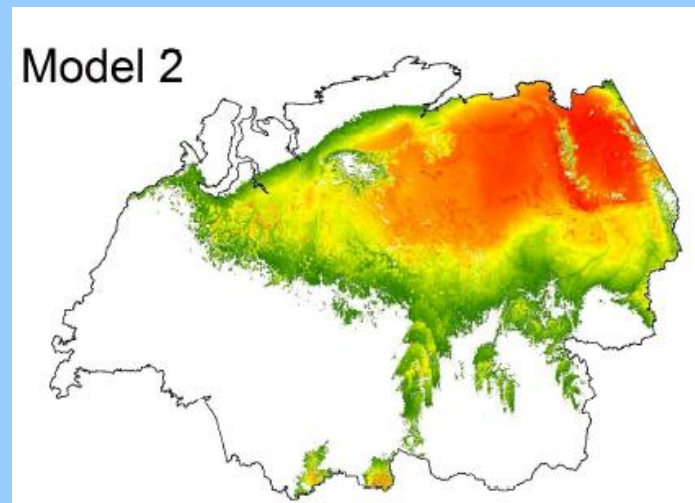


Sibiř - současnost

Dark coniferous boreal forest



Larix boreal forest

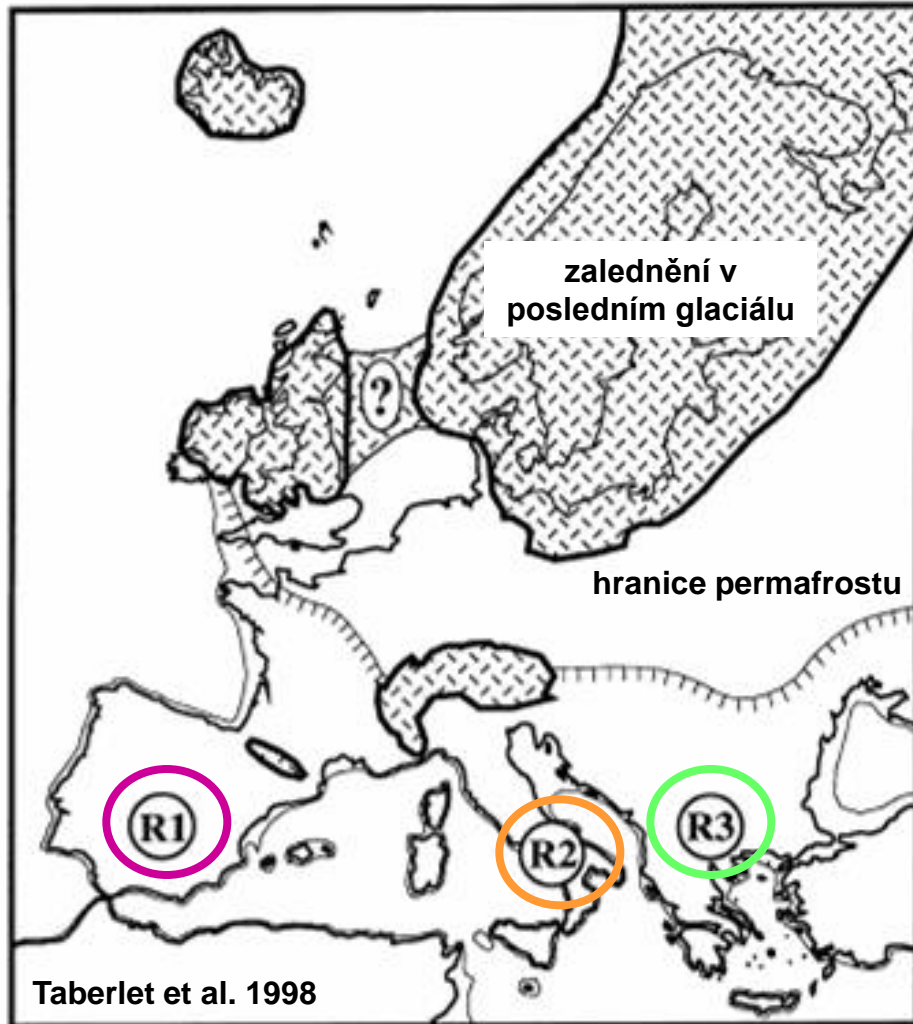


Jaká tedy byla krajina střední Evropy v LGM?



Foto: J. Divíšek

Glaciální refugia aneb kde přeživaly náročnější lesní druhy?



- hlavními refugii většiny náročnějších druhů dřevin byly **Iberský poloostrov**, **Apeninský poloostrov** a **Balkán**

- některé druhy mohly přežít i v Karpatech a ve východní Evropě

- REFUGIUM = místo rozšíření izolované populace jindy rozšířeného druhu – v důsledku střídání dob ledových
- RELIKTNÍ VEGETACE

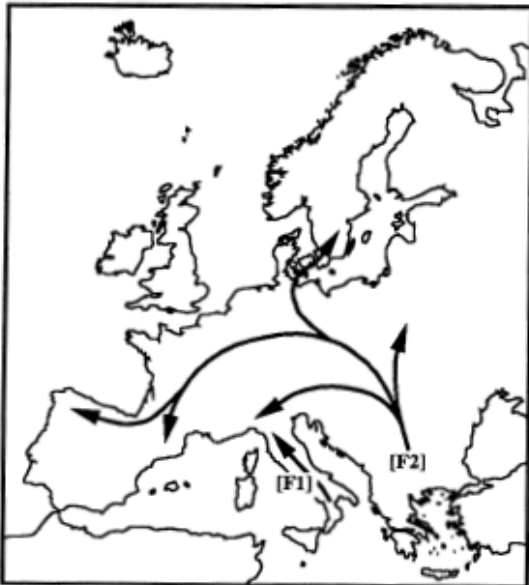
Abies alba (silver fir)



Picea abies (Norway spruce)



Fagus sylvatica (common beech)



Quercus sp. (white oaks)

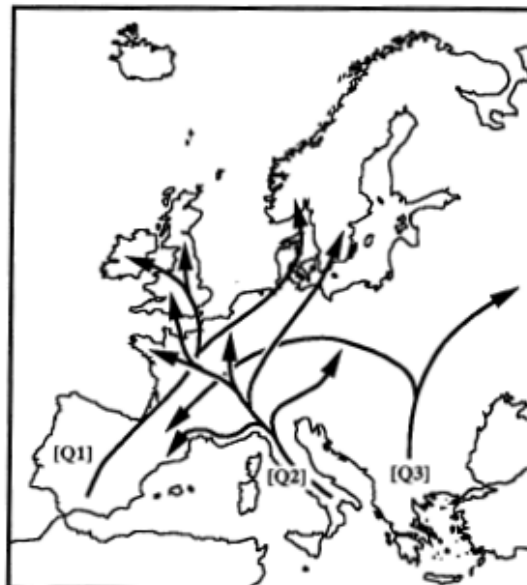


Fig. 4 Post-glacial colonization routes for four tree species: *Picea abies*, *Abies alba*, *Fagus sylvatica*, *Quercus* spp., deduced or redrawn from Lagercrantz & Ryman (1990), Konnert & Bergmann (1995), Demesure *et al.* (1996), and Dumoulin-Lapègue *et al.* (1997). The lineages or populations taken into account in the Brooks parsimony analysis are indicated in square brackets.

Glaciální refugia

- Refugia náročnějších lesních druhů se pravděpodobně nacházela i ve střední Evropě (kryptická refugia)
 - Karpatská oblast (doloženo již pro řadu živočichů)
- Některá refugia mohla být i severněji (Stewart & Lister, 2001)

Magri (2008), Journal of Biogeography

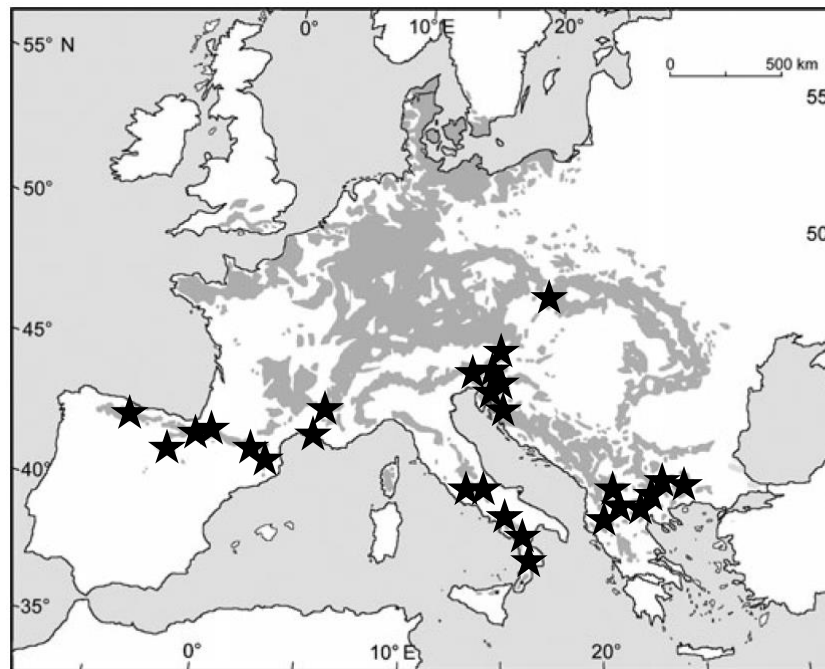
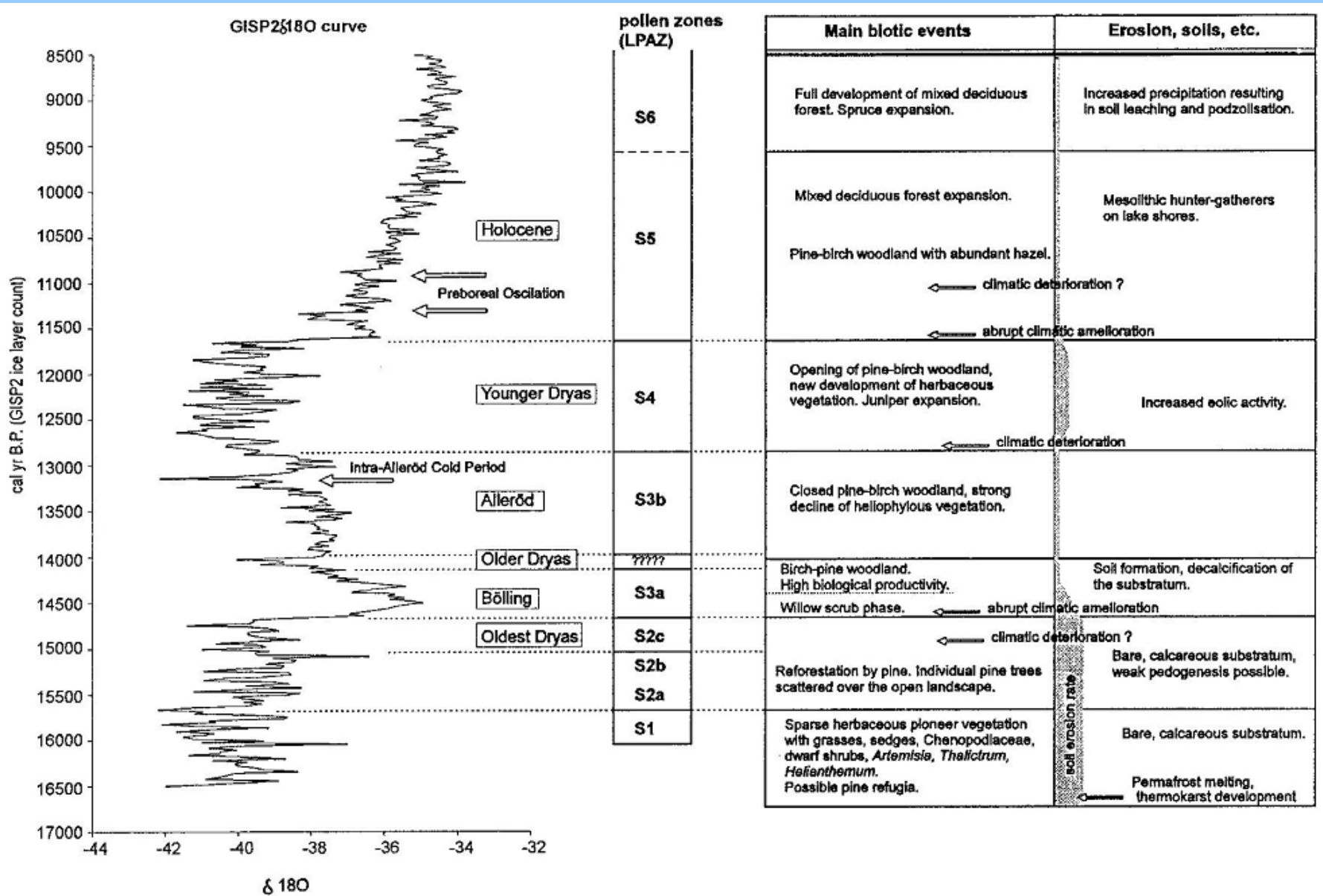


Figure 9 Black dots represent a tentative quantitative reconstruction (5000 km²) of refuge areas for *Fagus sylvatica* 15,000 cal. yr BP. Grey area corresponds to the modern distribution (c. 931,500 km²).

Vývoj vegetace v holocénu

Změny vegetace na přelomu pleistocén/holocén



Vegetace v pozdním glaciálu

Chladná období – vegetační pásy:

- Carex-Elyna (ostřice a ostrůčka)
- Vaccinium uliginosum-Loiseleuria (vlochyň a skalenka)
- jitrocel přímořský, merlíkovité, ojediněle Pulsatilla (koniklec) a Stipa (kavyl)

Teplá období:

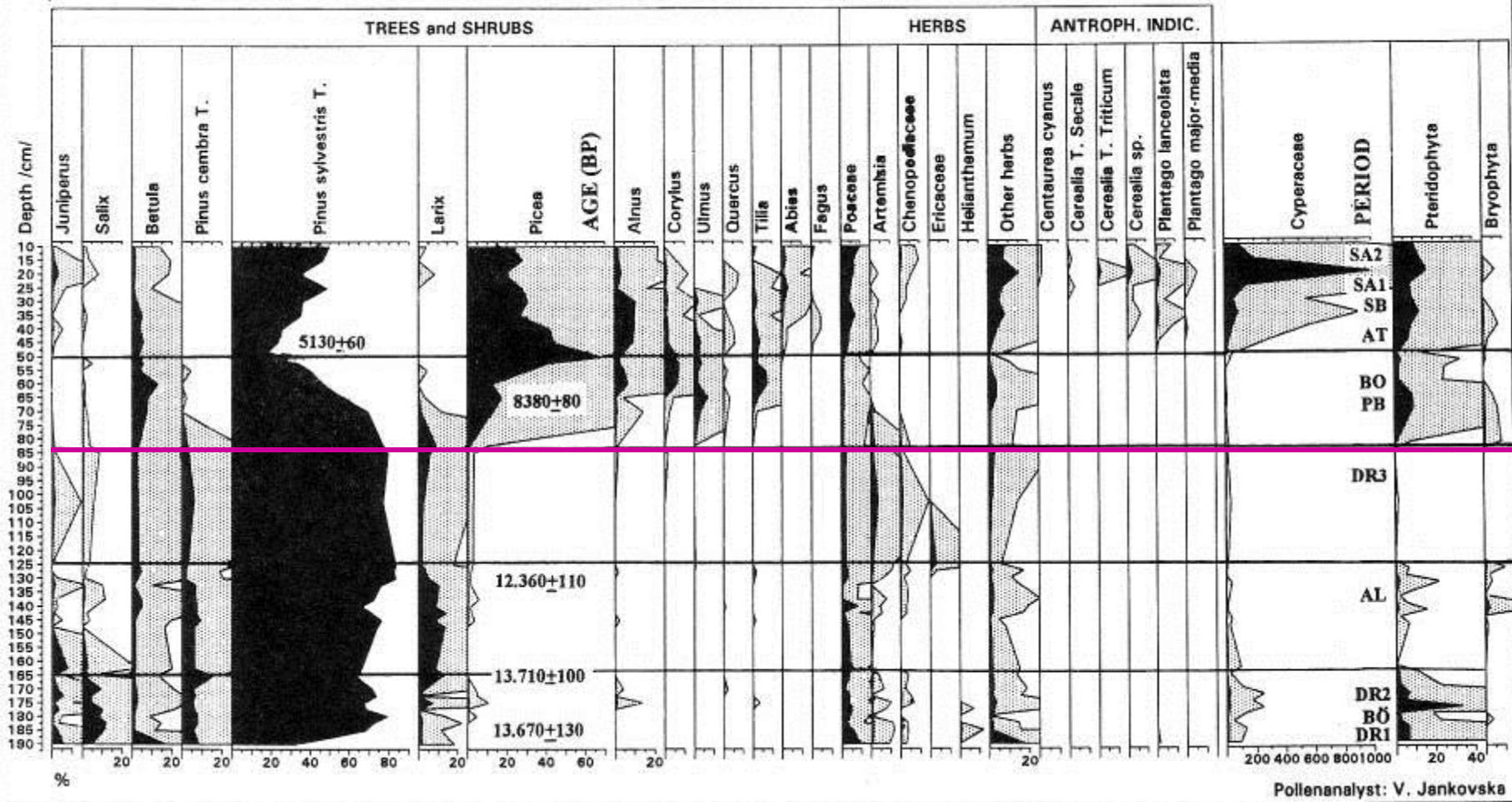
- rozvoj lesostepního pásu *Pulsatilla* a stepního pásu *Stipa*, mediteránní horská step
- borovice, kleč, bříza
- Březovo-borové lesy
- Řešetlák počistivý – lokálně v chráněných polohách

Řešetlák počistivý



SIVARNA, Profile SK-6-A
SK, NE Slovakia

(Simplified pollen diagram)



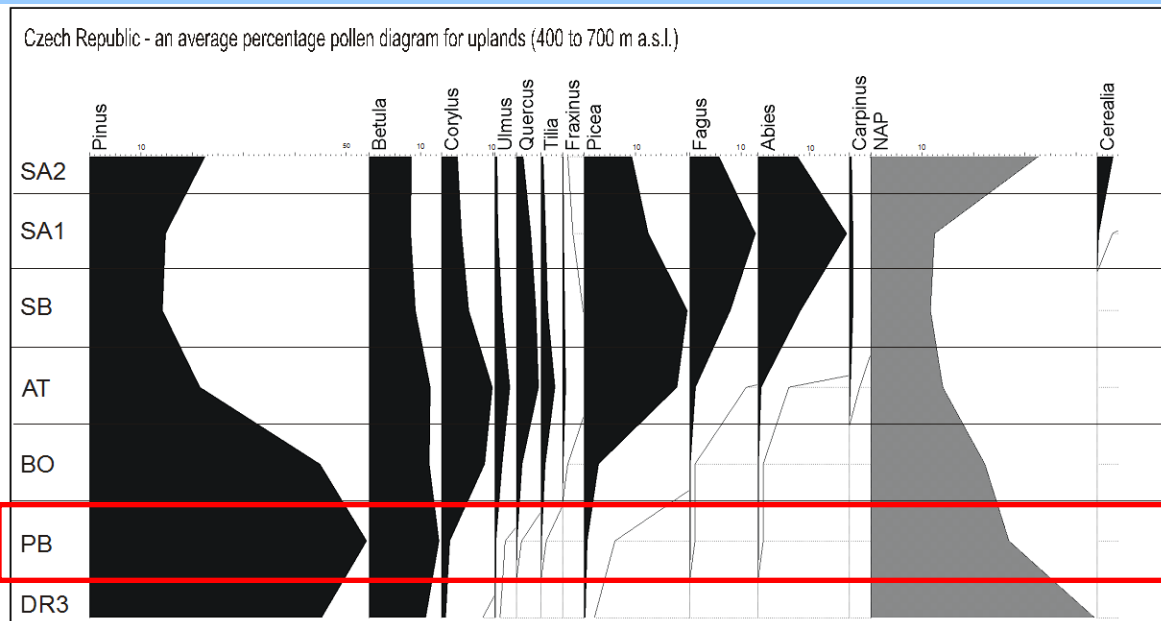
Hranice pozdní glaciál/holocén ve slovenských Karpatech

Preboreál (11,7–10,9 ka BP)

- Prudké oteplení (teploty ale stále až o 5 °C nižší než dnes) a zvlhčení (oproti dnešku sucho)
- Půdy primitivní, vápnité (spraš)
- Vegetace reaguje se zpožděním
- Tundra ustupuje, v nižších polohách step
- Expanduje les, tvořený již dříve přítomnými dřevinami (borovice, bříza); mohou se šířit lesní heliosciofyty
- Na konci preboreálu přistupují náročnější dřeviny – postupně se šíří líska (*Corylus*) → parková krajina s lískovými formacemi



Preboreál (11,7–10,9 ka BP)



**syntetický pylový diagram
českých nížin (do 400 m n. m.)**

**syntetický pylový diagram
českých středních poloh
(400–700 m n. m.)**

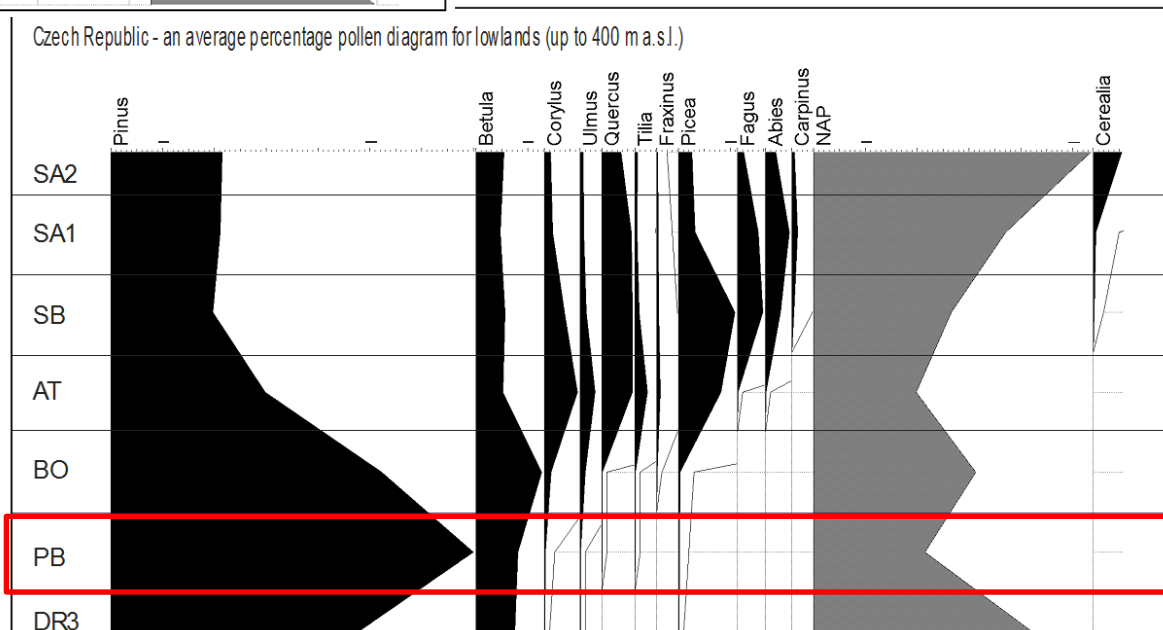


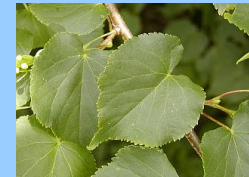
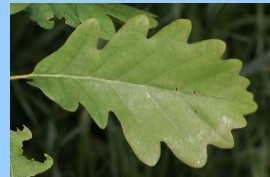


Foto: Milan Chytrý

Takhle mohly vypadat preboreální borovobřezové lesy (okolí Novosibirska, jižní Sibiř).

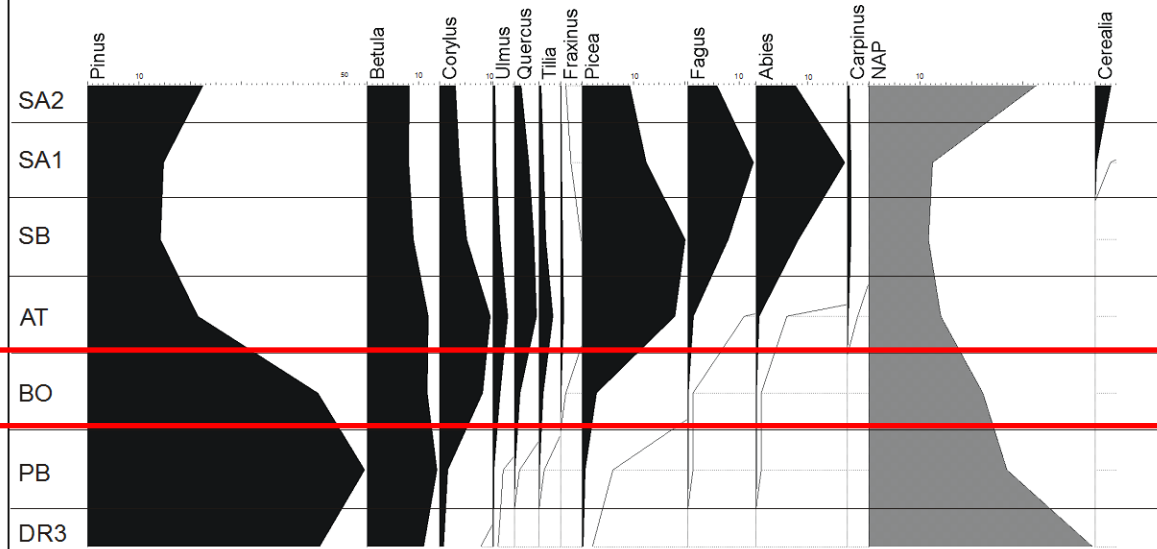
Boreál (10,9–8,9 ka BP)

- Další výrazné oteplení (teploty až o 2 °C vyšší než dnes), stále relativně sucho
- Půdy se postupně vyvíjejí, dosud značně vápnité a málo humózní
- Na počátku boreálu parková krajina s lískovými formacemi
- Vedle sebe žijí druhy tajgy a stepi
- Od jihu se šíří řada teplomilných prvků (*Truncatellina costulata* proniká na J. Moravu), později se šíří xerothermní prvek *Granaria frumentum* (dnes běžně na Pálavě)
- Postupně se ze středomoří šíří dub (*Quercus*) a dále i náročnější listnáče (*Ulmus* z východu, *Tilia* z Balkánu a Krymu)
- Později se přidává *Fraxinus* a *Acer*
- Na horách se šíří smrk (*Picea*)
- Na konci boreálu převažují v nižších polohách smíšené doubravy tzv. *Quercetum mixtum*
- Postupně mizí stepní druhy a v lesích ubývá světlomilných druhů podrostu



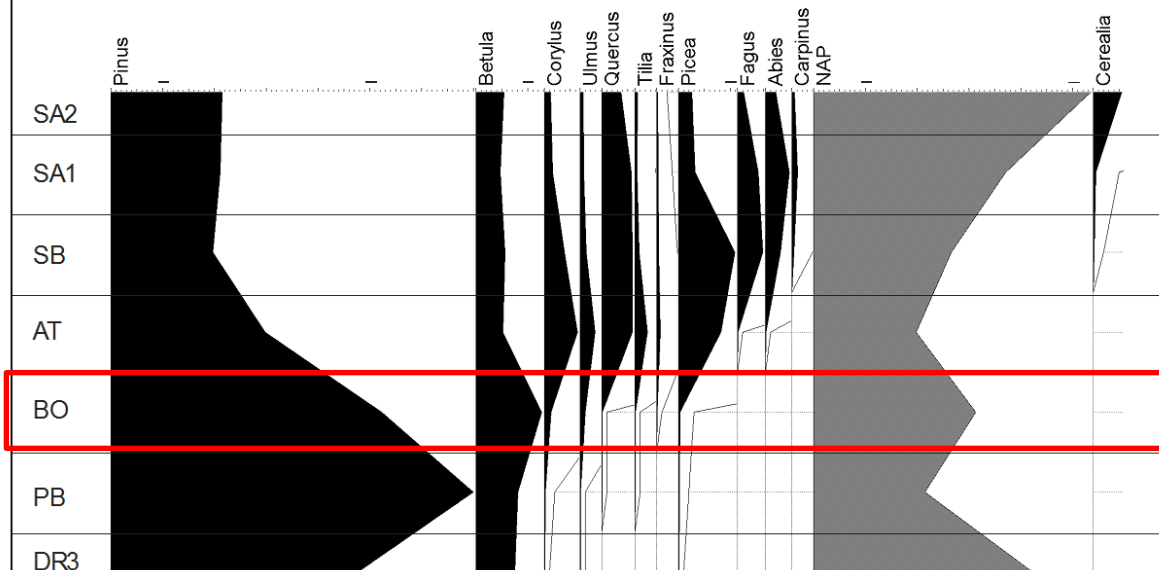
Boreál (10,9–8,9 ka BP)

Czech Republic - an average percentage pollen diagram for uplands (400 to 700 m a.s.l.)



**syntetický pylový diagram
českých nížin (do 400 m n. m.)**

Czech Republic - an average percentage pollen diagram for lowlands (up to 400 m a.s.l.)



**syntetický pylový diagram
českých středních poloh
(400–700 m n. m.)**

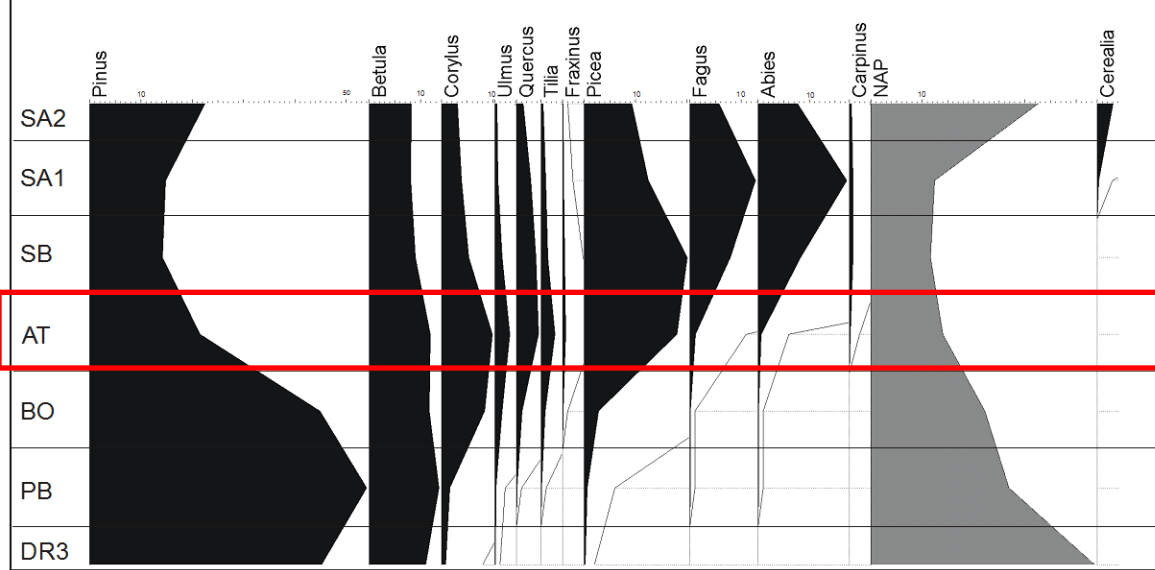
Atlantik (8,9–5,2 ka BP)

- vrcholí vzestup teplot (o 2–3 °C vyšší než dnes) a srážek (výrazně vlhčeji než dnes): období **holocenního klimatického optima**; v druhé půli atlantiku (epiatlantik) se postupně ochlazuje téměř na dnešní úroveň a i srážek s několika výkyvy poněkud ubývá
- půdy: začíná silné zvětrávání a odvápnování (vymývání), půdy se postupně vyvíjejí, prohumózňují, tvorba pěnvců
- vrcholný rozvoj smíšených doubrav (*Quercetum mixtum*) v nižších polohách
- silně se uplatňují náročné listnáče - jasan, javor, lípa, jilm × chybí **habr** (*Carpinus*)
- ***Macrogaster latestriata*** kolonizuje lesy v Čechách a na Moravě (dnes jen v nejzachovalejších horských lesích (Beskydy))
- přirozená bezlesí (stepi, lesostepi) silně ustupují
- ve vyšších polohách expanze smrčín × zatím chybí buk i jedle
- horní hranice lesa o 200–300 m výše než dnes
- ke konci atlantiku (v epiatlantiku a subboreálu) se začínají šířit jedle a buk



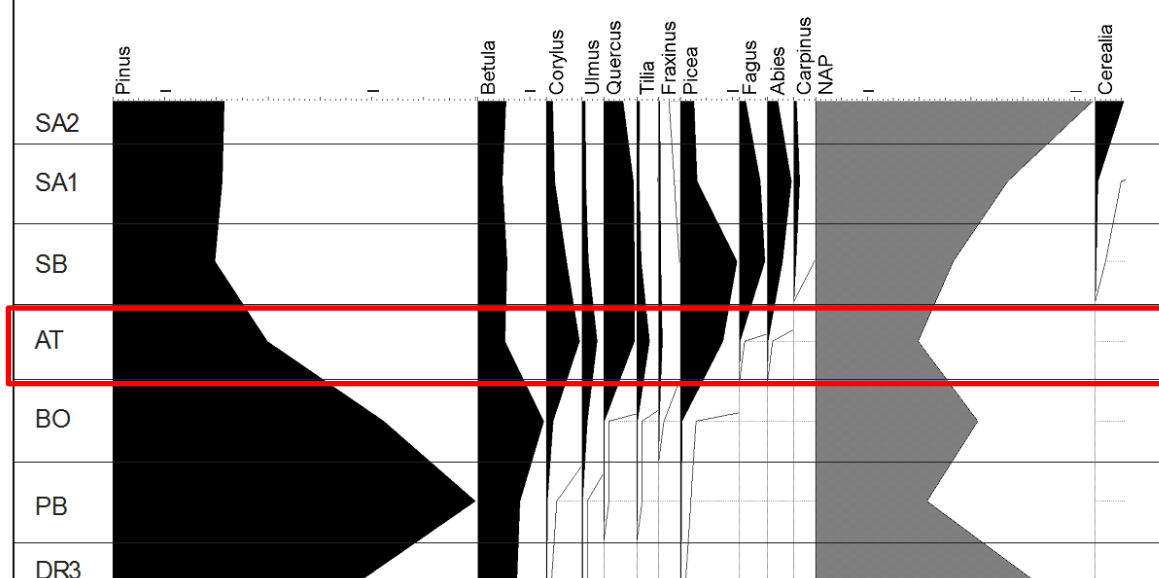
Atlantik (8,9–5,2 ka BP)

Czech Republic - an average percentage pollen diagram for uplands (400 to 700 m a.s.l.)



**syntetický pylový diagram
českých nížin (do 400 m n. m.)**

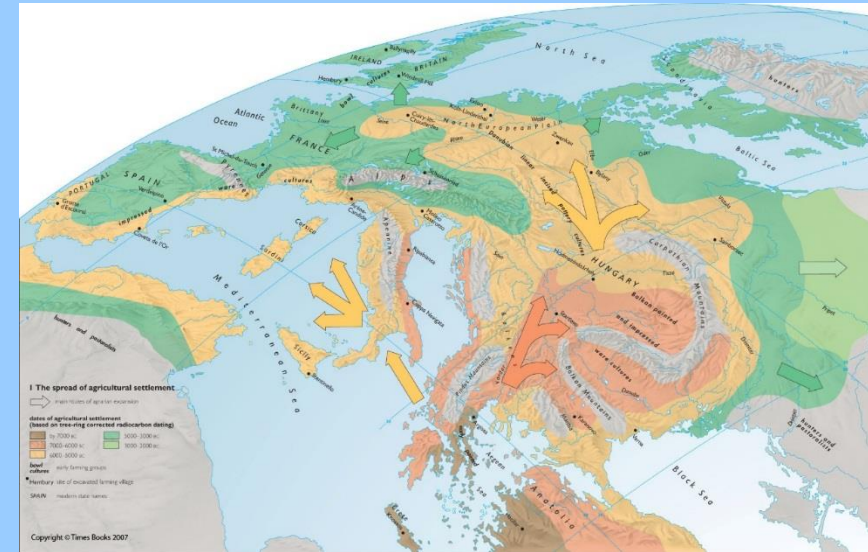
Czech Republic - an average percentage pollen diagram for lowlands (up to 400 m a.s.l.)



**syntetický pylový diagram
českých středních poloh
(400–700 m n. m.)**

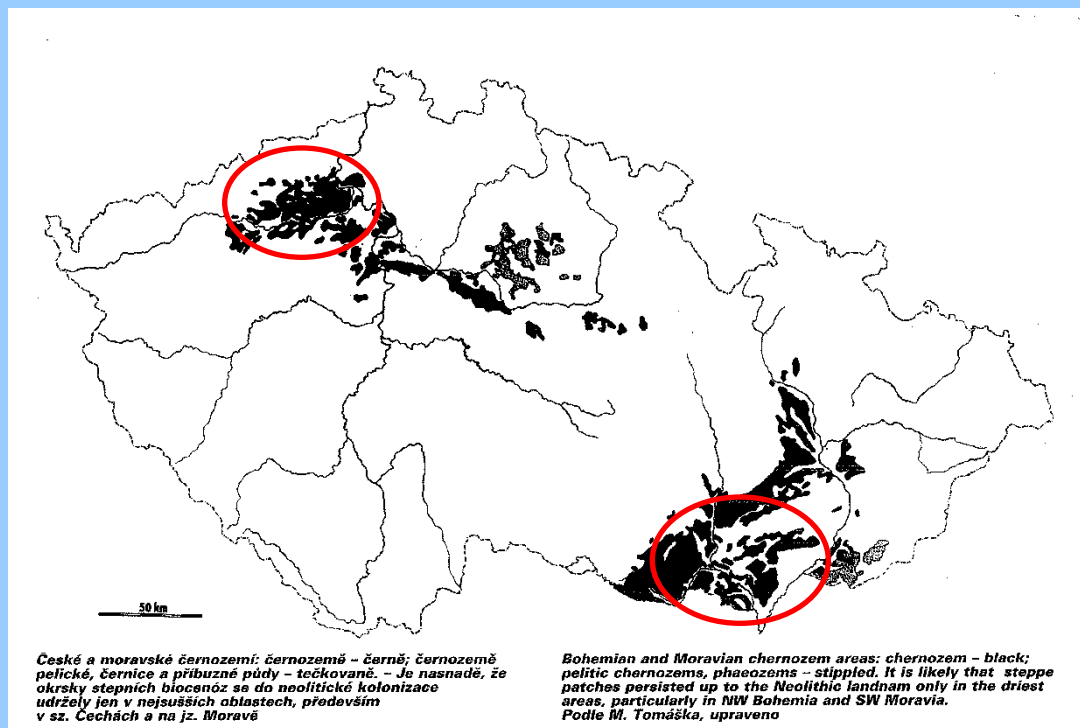
Atlantik (8,9–5,2 ka BP)

- Do vývoje krajiny a vegetace poprvé výrazněji zasahuje člověk – neolitický zemědělec
 - vznik sekundárního bezlesí
 - dvojkolejný vývoj krajiny
- Nižší polohy se začínají vyvíjet odlišně od vyšších poloh
- Na horách stále probíhá šíření smrku
- V nižších polohách dochází k opětovnému ústupu lesa na úkor „stepní“ vegetace (kulturní step)
- **Otázka kontinuity stepí** – přežily stepní formace až do příchodu člověka i přes mohutnou expanzi lesa v atlantiku?

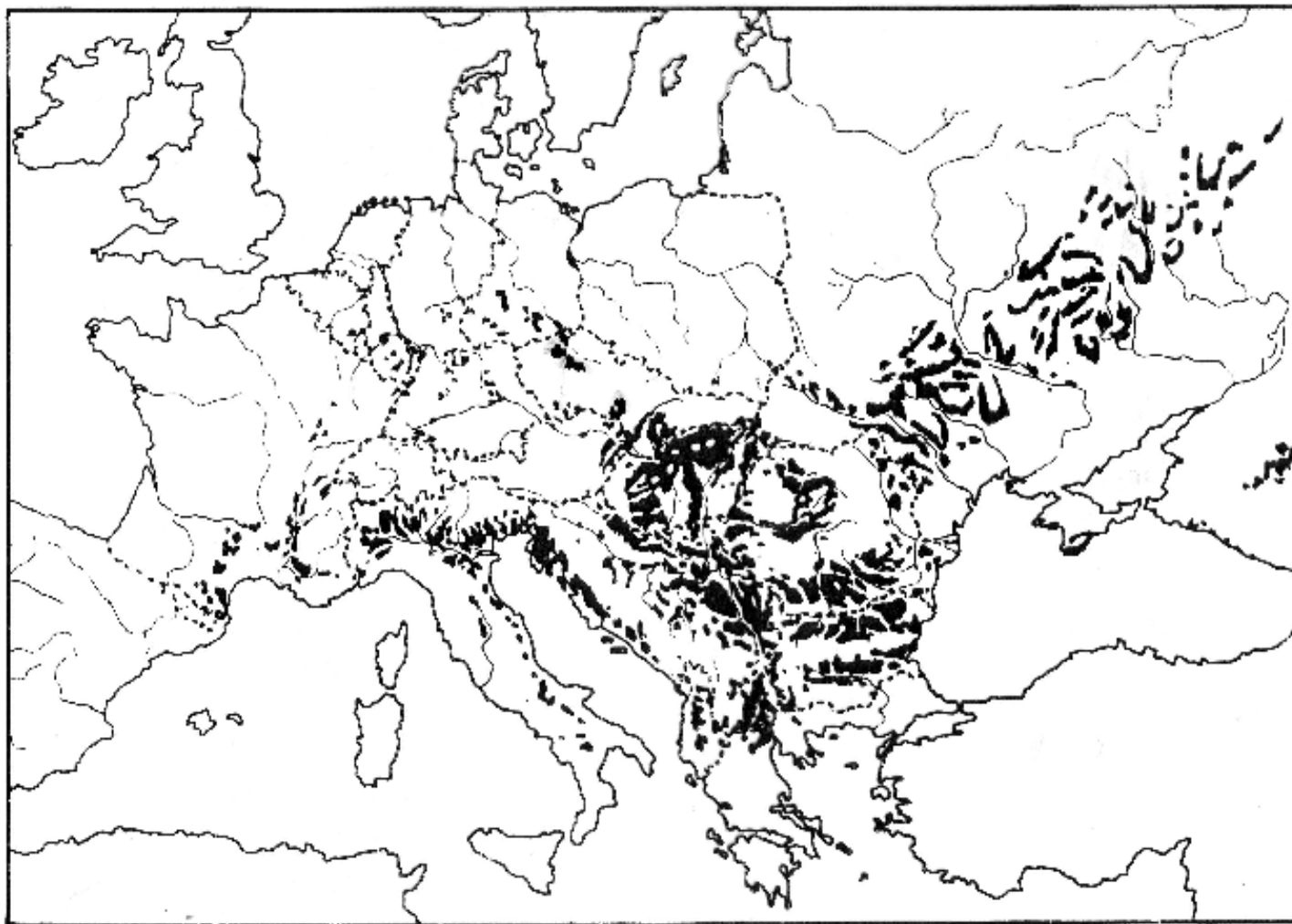


Otázka kontinuity bezlesí v atlantiku

- Stepi pravděpodobně přežily holocénní klimatické optimum, ale jen místy v černozemních oblastech (sucho, velcí býložravci?)
- Nejvíce důkazů nám poskytují šneci
 - Přežívání stepních prvků a jejich následné šíření
 - Chybí zde doklady lesního optima (např. na Pálavu se některé striktně lesní druhy vůbec nedostaly)
- Dlouho nebyly palynologické doklady, až dnes (Kuneš *et al.*, 2015; Pokorný *et al.*, 2015)



Rozšíření teplomilných doubrav v Evropě. Teplomilné doubravy svým rozšířením zhruba indikují oblasti, ve kterých můžeme očekávat výskyt primárního bezlesí a kontinuitu xerothermní vegetace během celého holocénu.

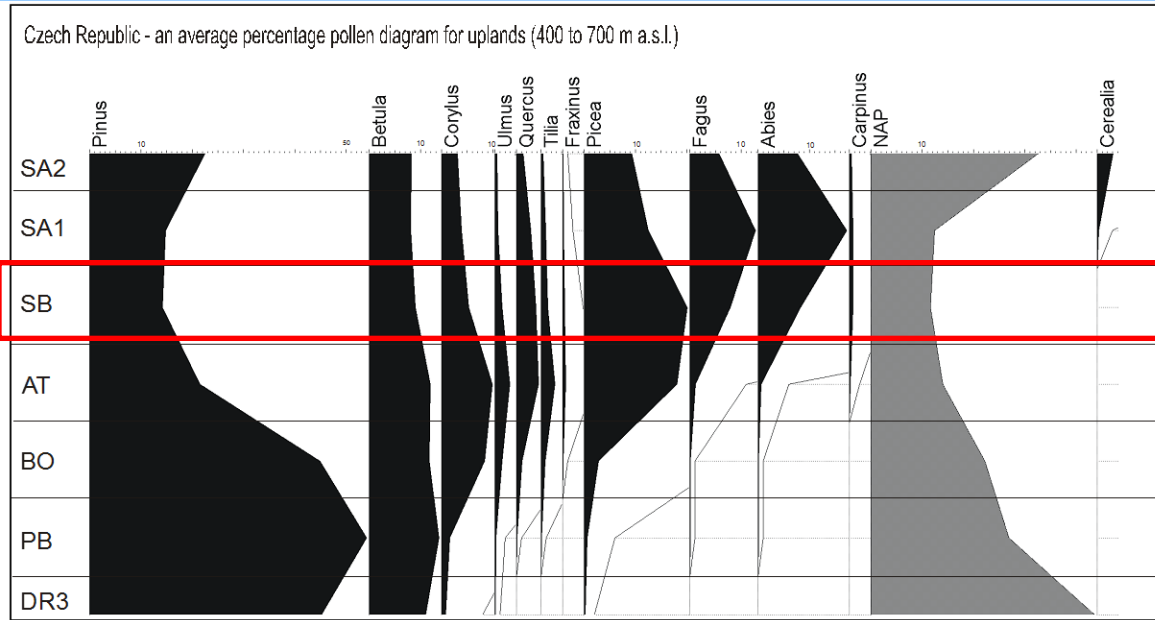


Subboreál (5,2–2,6 ka BP)

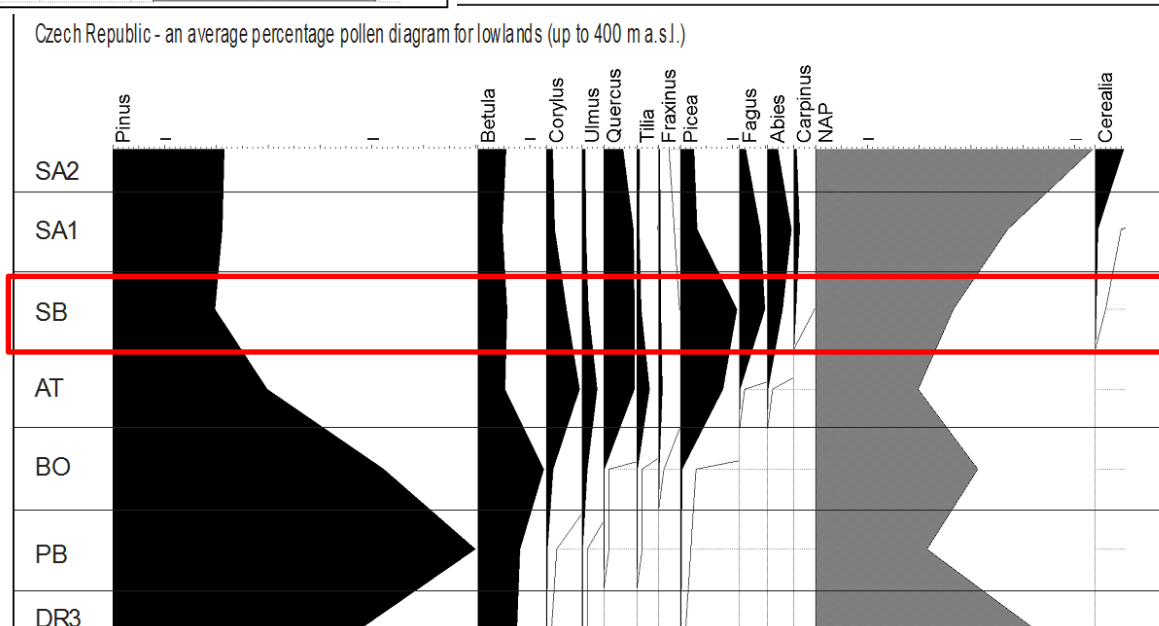
- Klima subboreálu je rozkolísané, ale sušší než v atlantiku a ochlazuje se, teplota zřejmě stále poněkud vyšší než dnes
- Dvoukolejný vývoj krajiny
- V nižších polohách stále výraznější vliv člověka na krajinu (doba bronzová) – orba a intenzivní pastva
- V doubravách ustupují dosud hojně přimíšené druhy (jilm, lípa, líska) a nastupuje **habr** (*Carpinus*)
- Acidifikace krajiny (pasení lesu, vytlačování ušlechtilých listnáčů bukem?)
- Ve středních polohách se začíná šířit buk (*Fagus*) a jedle (*Abies*) → formují se vegetační stupně, jak je známe dnes
- V nejvyšších polohách smrk (*Picea*)



Subboreál (5,2–2,6 ka BP)



**syntetický pylový diagram
českých nížin (do 400 m n. m.)**



**syntetický pylový diagram
českých středních poloh
(400–700 m n. m.)**

Subatlantik (2,6–1,4 ka BP)

- zvlhčení klimatu, mírné ochlazení, klima se blíží dnešnímu s menšími výkyvy
- rozmach bukojedlových lesů

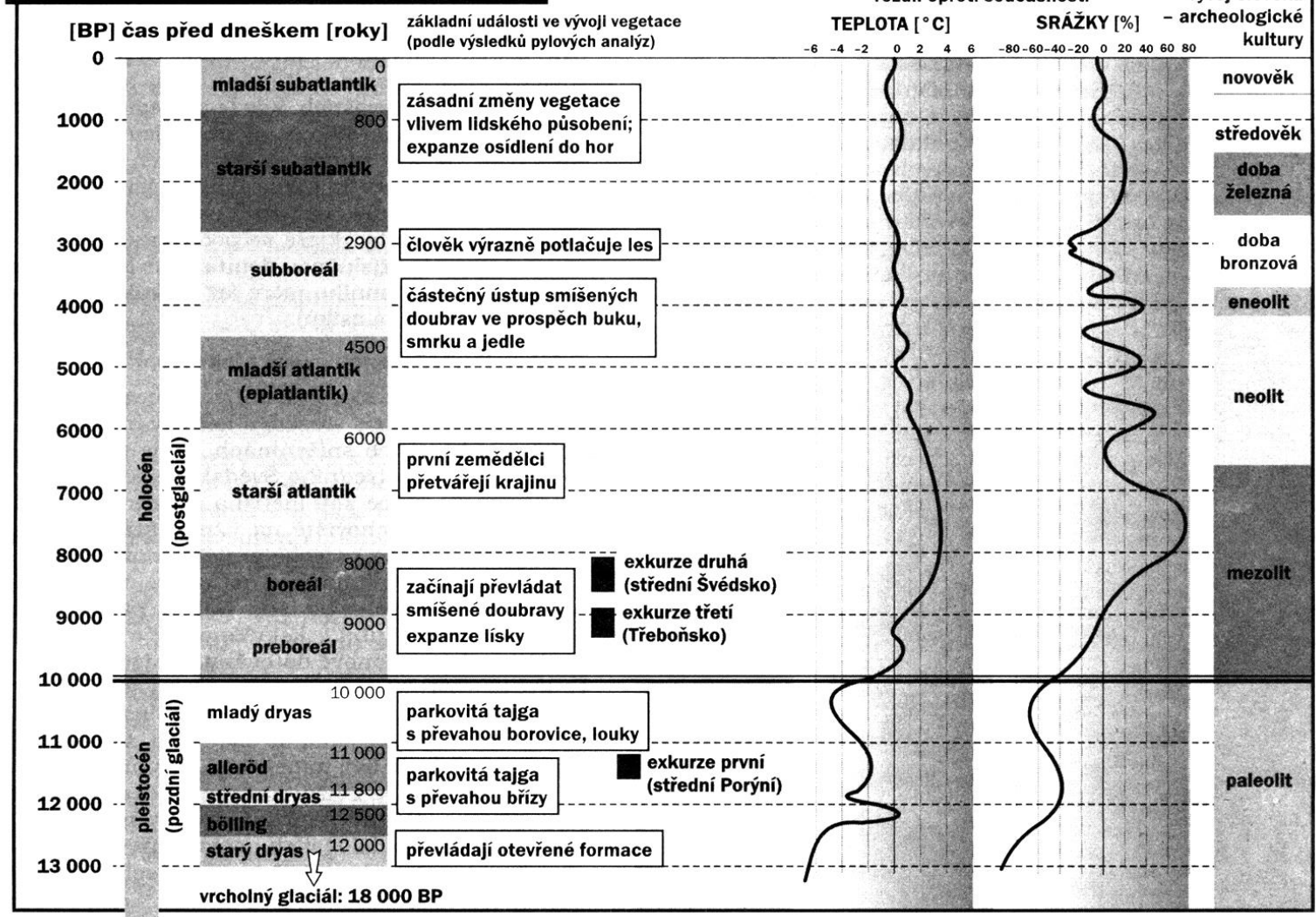
Subrecent (od pádu Říše římské)

- v prvním tisíciletí našeho letopočtu řídne ve střední Evropě osídlení, dochází k expanzi lesa, řada dříve osídlených míst je opuštěna (stěhování národů)
- pokračuje expanze buku a jedle ve středních a vyšších polohách na úkor smrku; další šíření habru v nižších polohách
- po nové kolonizaci člověkem v raném středověku rapidní ústup lesa v nižších a později i středních a vyšších polohách, šíření pionýrských dřevin (*Pinus, Betula, Populus, Corylus, Juniperus*), intenzivní sedimentace nivních hlín, růst vlivu zemědělství, vznik lesních kultur
- středověké klimatické optimum **X** malá doba ledová

Shrnutí vývoje vegetace v pozdním glaciálu a holocénu

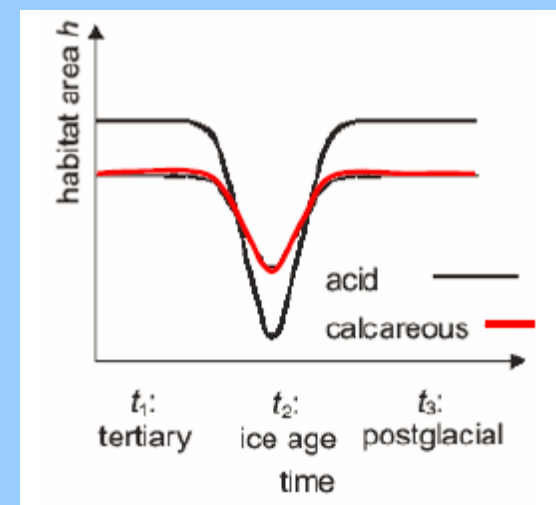
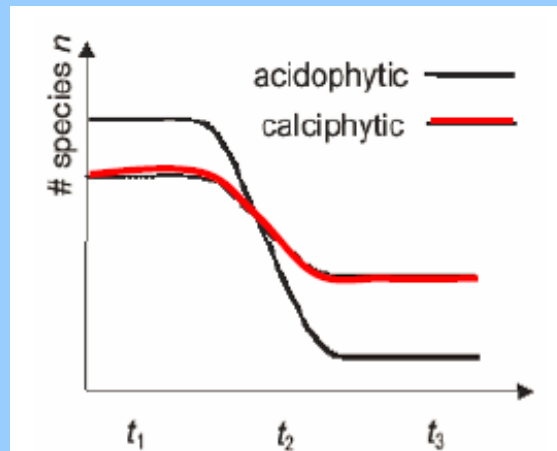
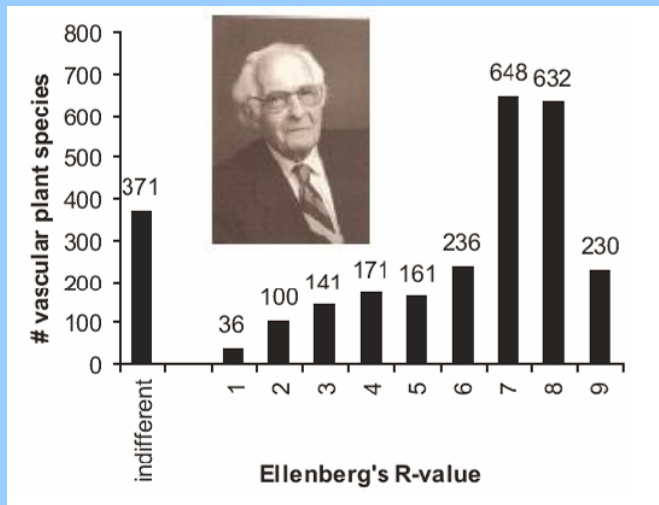
periodizace pozdního glaciálu a holocénu

připravil Petr Pokorný; © VESMÍR



Dopady glaciálů na současnou vegetaci ve střední Evropě

- Druhová diverzita
 - V Evropě poměrně málo druhů stromů (v ČR asi 34) oproti temperátním lesům V Asie a S Ameriky
 - Horská pásma v Evropě ztěžovala migrace S-J
- Adaptace rostlin k chemismu půd
 - Ve střední Evropě převažují rostliny adaptované na zásadité půdy i přes to, že většina současných stanovišť je spíše kyselých



...THAT'S ALL FOR THIS TERM, FOLKS...