

Využití metod automatizované optické mikroskopie a analýzy obrazu v paleoekologickém výzkumu: Zefektivnění postupu kvantifikace zuhelnatělých částic

Přemysl Bobek^{1,2} Oleg Kovářík³

¹Botanický ústav AV ČR, v. v. i., Průhonice

²Katedra botaniky PřF UK, Praha

³CAD-PRO spol. s r.o., Praha



Motivace

Variabilita obsahu zuhelnatělého materiálu v sedimentárním záznamu je významnou proxy hodnotou požárové aktivity. Impakt požárových událostí zásadně ovlivňuje klíčové ekosystémové procesy jako je mobilizace biogenních prvků vázaných v biomase, nebo dlouhodobou fixaci uhlíku v jeho biologicky inertní formě. Zároveň oheň vstupuje do interakcí s rostlinnou složkou ekosystémů jako jeden z nejvýznamnějších disturbančních faktorů a indukuje komplexní změny struktury a druhového složení vegetace, což se promítá do všech úrovní její diverzity. Důsledky jmenovaných procesů mají význam nejen pro lokální vývoj společenstev, ale v globálním měřítku mají potenciál ovlivňovat také klimatické změny. Vzhledem k významu faktoru ohně je třeba v rámci prosazovaného multi-proxy přístupu v paleoekologii také robustních metod pro stanovení produktů hoření, tedy uhlíků, které jsou jedinou přímou evidencí požárových událostí. Vyvinuli jsme technické zařízení a softwarové aplikace, které umožňují zefektivnit analytické postupy kvantifikace uhlíků postavené na jejich mechanické separaci a následném stanovení abundance metodami světlné mikroskopie.

Metody

V rámci Botanického ústavu AV ČR vzniklo v průběhu roku 2015 pracoviště vybavené kompletní sestavou přístrojů umožňujících stanovení koncentrace zuhelnatělých částic v sedimentárním materiálu. Dílčí automatizace pracovního postupu výrazně zvyšuje efektivitu zpracování a tím otevírá možnost „high-resolution“ analýz v rámci celých profilů. Zároveň je díky standardizaci klíčových metodických kroků zaručena vysoká míra reprodukovatelnosti výsledků. Kapacita laboratoře umožňuje analyzovat externě zadané vzorky.

Laboratorní prosévačka

- soustava analytických sít s velikostí ok 125 μm
- paralelní separace 8 vzorků
- hydraulické míčící trysky s regulovatelným průtokem
- horizontální kmit s volitelnou amplitudou

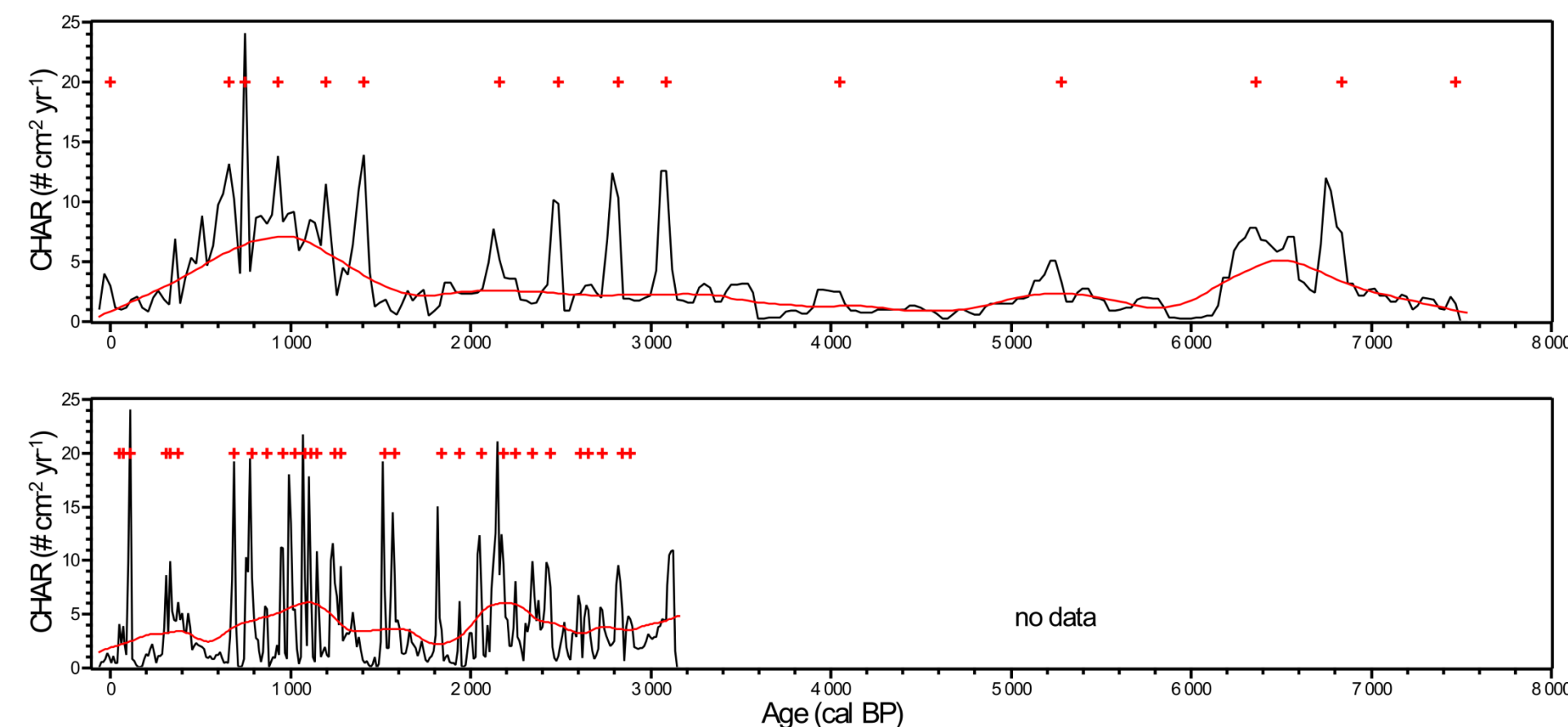
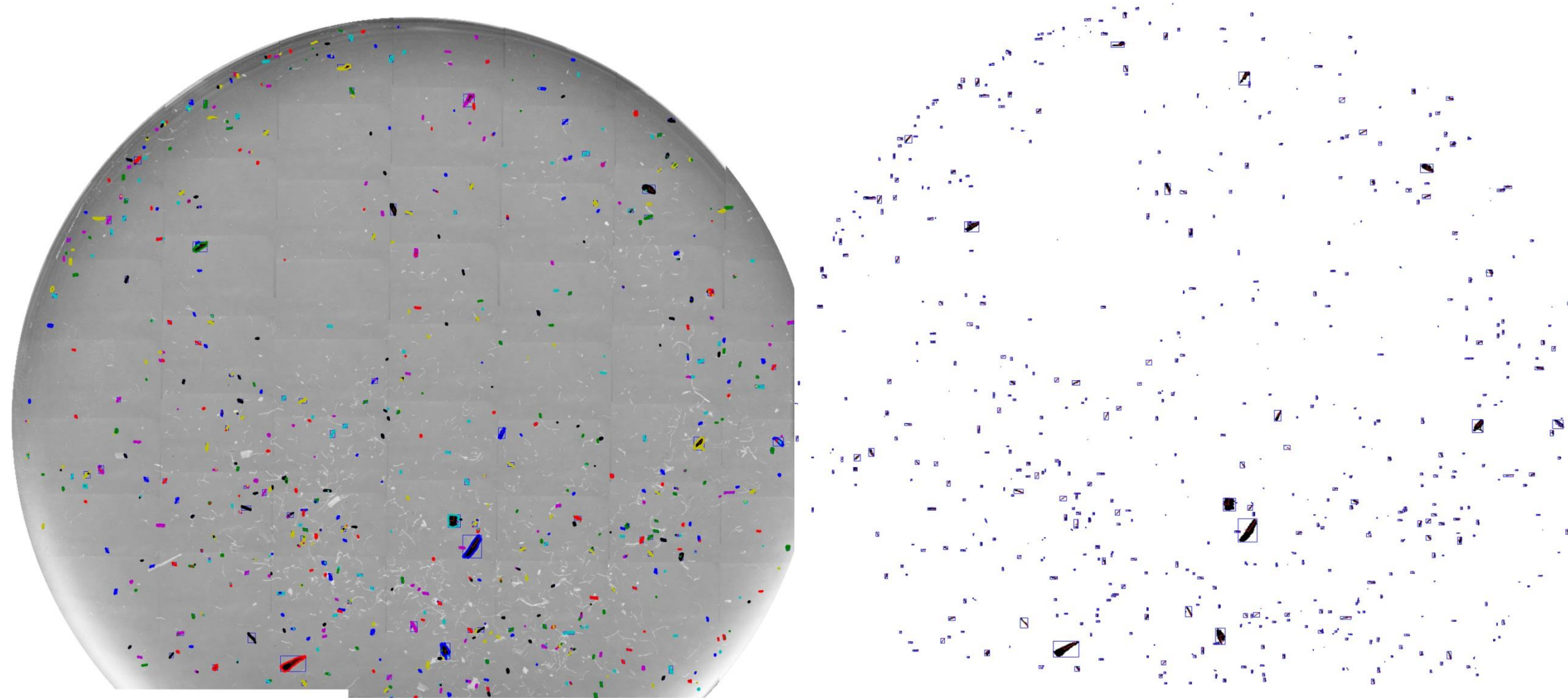


Olympus SZX 10 s motorizovaným skenovacím XY stolem

- planapochromatická optická soustava pracující se zvětšením 6,3-63x
- možnost redukce obrazových aberací centrováním optických os
- regulace kontrastu snímaného obrazu pomocí plynulého nastavení šikmého spodního osvětlení
- XY motorizovaný stolek s programovatelnými servomotory
- senzor s rozlišením 12Mpx a autoexpozicí

Software rozpoznávání objektů

- uživatelsky pohodlné all-in-one řešení umožňující automatizované plošné skenování vzorku a detekci objektů
- open source platforma
- kvantifikace částic na základě plochy nebo počtu
- klasifikace objektů pomocí základních tvarových charakteristik: délky os, kruhovitost



Analýza depozice uhlíků

- popis požárové historie lokality
- dekompozice požárového signálu, lokální vs regionální
- modelování lokálních požárových událostí a jejich frekvence

Spojitě
podrobné
vzorkování

Chemická
příprava

Separace

Analýza
obrazu

Požárová
historie

Shrnutí

Rekonstrukce lokálních požárových událostí na základě změn depozice uhlíků je v současnosti již etablovanou paleoekologickou metodou s propracovaným teoretickým zázemím a rozvinutým analytickým aparátem. Vyniká přesnou detekcí požárových disturbančních událostí a v kombinaci s dalšími metodami umožňuje komplexní rekonstrukci procesů, které formovaly strukturu a druhové složení vegetace v minulosti.

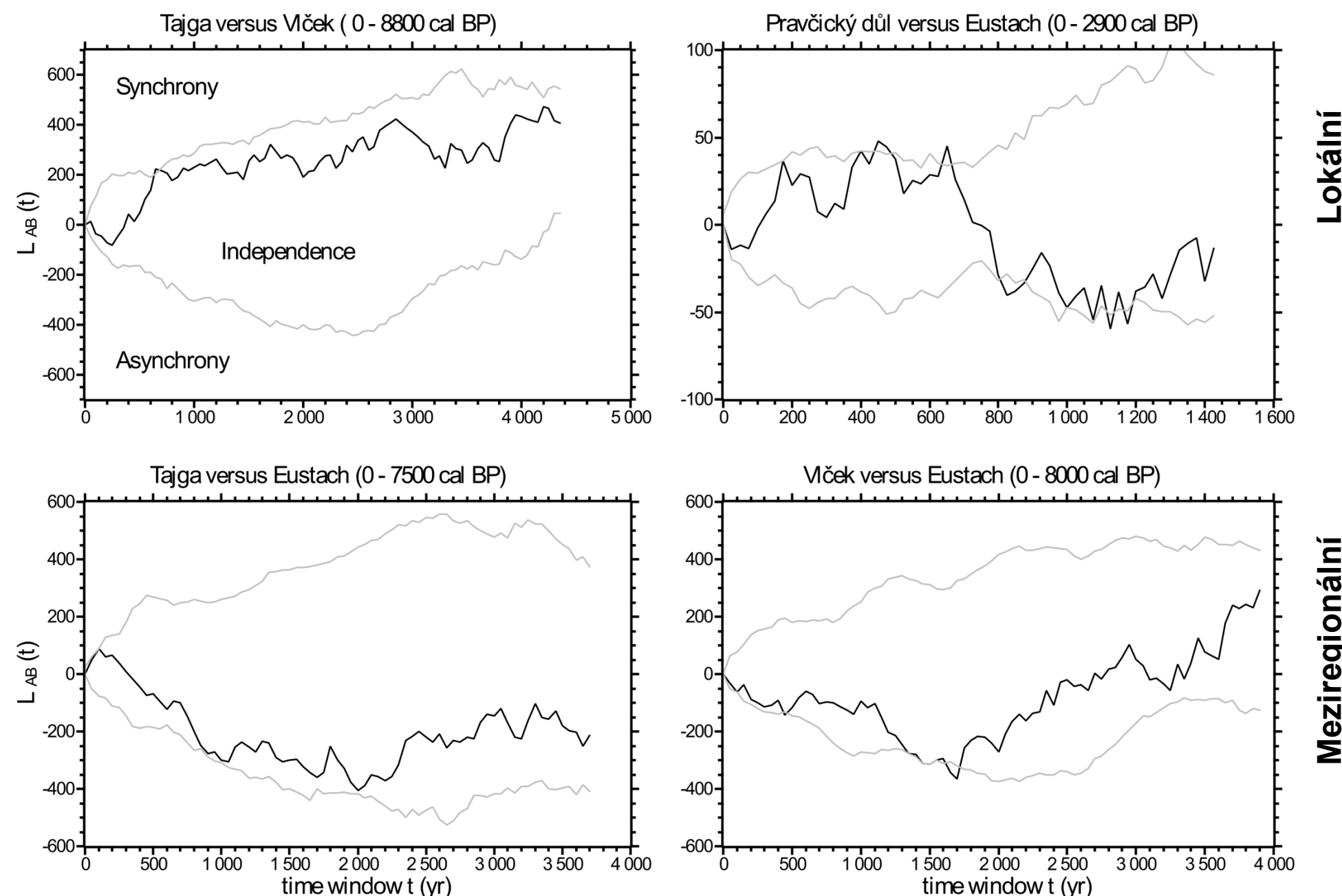
Poděkování

Za finanční podporu vděčíme grantu GAČR GA14-22658S „Oheň v postglaciální střední Evropě: jeho přehlížený historický i současný vliv na vývoj lesů“

Možnosti aplikace

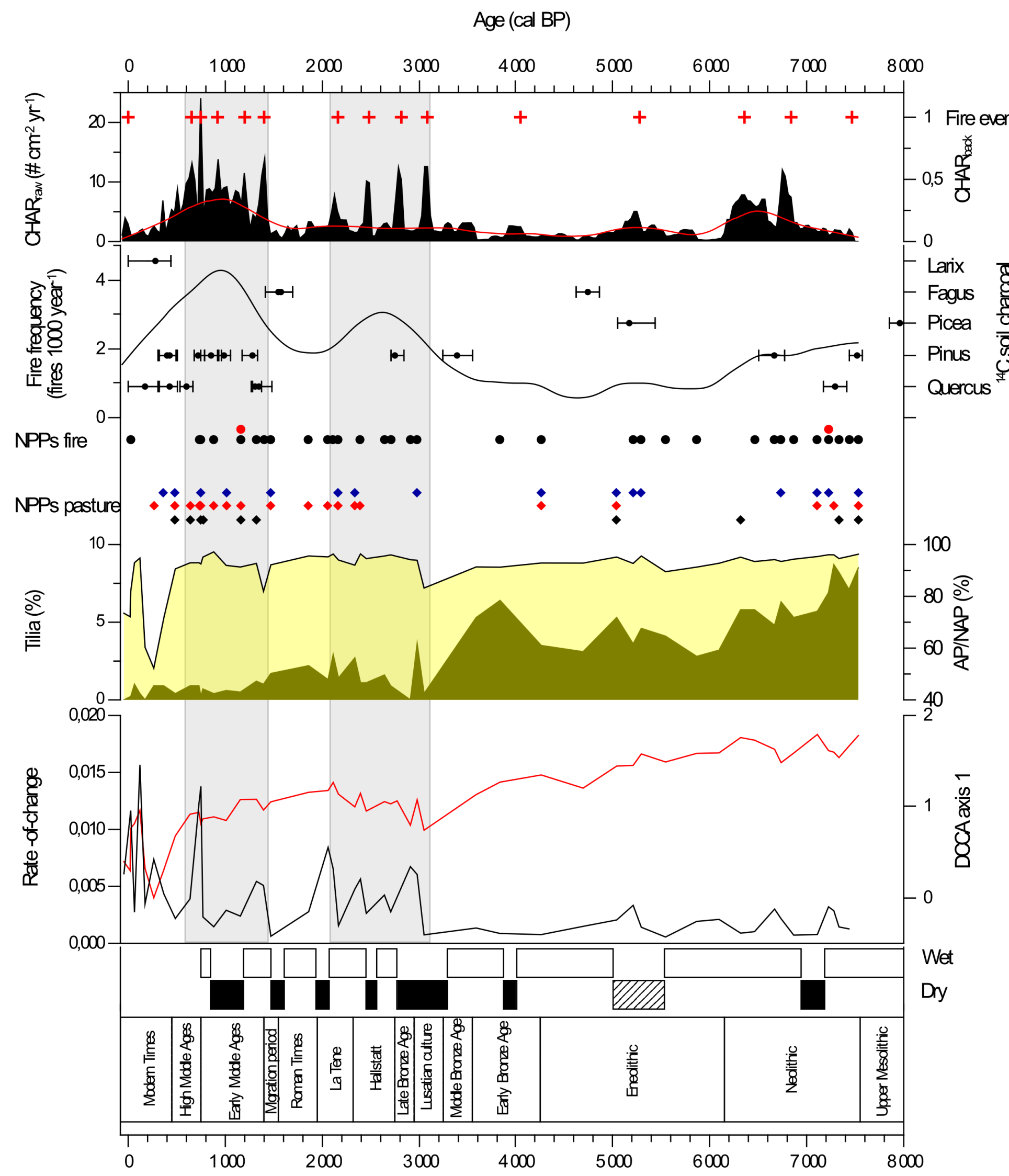
Synchronita požárových disturbancí

Srovnáním požárových chronosekvencí na různých prostorových škálách lze identifikovat faktory, které mají rozhodující vliv na vznik požáru. V případě hlavní role klimatu jsou požáry synchronizovány přes velká území >100 km. Antropogenní činnost vede na větší časové heterogenitě. Graf níže vyjadřuje míru podobnosti načasování výskytu požárů v závislosti na rozsahu analyzovaného časového okna. Na lokální úrovni existují období synchronicity.



Lokální požárová historie

Syntéza vegetačního vývoje v pískovcové oblasti Českého Švýcarska kombinující rekonstrukci lokální požárové historie, pylovou analýzu, NPP indikátory požárů a pastvy.



Sukcesní změny indukované požárovou disturbancí

Požárová disturbance spouští krátkodobé vegetační změny vedoucí k obnově původního společenstva. Graf zobrazuje výsledek kroskorelační analýzy požárového záznamu a vybraných pylových typů. *Melampyrum* je průkazně hojnější ve fázi těsně po požáru, *Pteridium* nastupuje v pozdější fázi sukcese okolo 10 let.

