

naplaveny do jezera. Intervaly mezi „okny“ vyplňují sedimenty typu red beds, ukládané v sušším sezonním podnebí. Jejich fosilizační potenciál je však velmi nízký, neboť kolísání hladiny podzemní vody vede k intenzivnímu tlení. Fosilní záznam těchto převážně říčních sedimentů je proto nesmírně chudý a podstatně hůře zachovaný, bez uhelné hmoty. Obvykle se podaří určit jen několik málo druhů. Diverzita sedimentů je tedy založena především na interpolaci mezi sousedními „okny“. To ale předpokládá, že druhy objevující se v obou oknech patrně obývaly území i v dobách nepříznivých pro fosilizaci, i když měly zřejmě velmi redukované populace.

Z uvedeného obr. na webu je patrné, že interval spodního a středního pennsylvanu v délce asi čtyř milionů let počínající 10. slojí spodní slojové skupiny (starší interval ovlivněn způsobem vzorkování) a končící souslojím strážkovickým se vyznačuje nejvyšší průměrnou diverzitou, která zvolna narůstá ze 45 na 55 a následně až na hodnoty kolem 65 druhů. Změny v druhovém složení mezi sousedními cyklotémami jsou v tomto intervalu zanedbatelné, v některých případech jsou společenstva sousedních cyklů zcela totožná. Nad úbytkem druhů převažuje přírůstek

nových taxonů. To je v souladu s pozorováními z jiných uhelných pánví Evropy, kde tento interval odpovídá „zlatému věku“ uhlotvorných močálů s převahou stromovitých plavinů. I když jejich druhová pestrost nemohla soutěžit s diverzitou kapradin a zejména pteridosperm, populace plavin byly velmi početné a vzhledem k mohutnosti těl se na složení rašeliny podílely hlavní měrou. Celkově tento interval představuje období ekologické stability a prosperity mokřadního biomu, pulzujícího v rytmu klimatických oscilací vedoucích ke vzniku terestrických cyklotém. K první výrazné změně dochází ještě uprostřed středního pennsylvanu s aridizační vlnou zaznamenanou nástupem red beds ve stropu žacléřského souvrství. Diverzita klesá na 20–15 druhů. Plavuně jsou však stále důležitou součástí společenstva. Následujících 3,5 milionu let zůstává ve vnitrosudetské pánvi bez sedimentárního a tím i fosilního záznamu. Sedimentace po hiátu na přelomu středního a svrchního pennsylvanu pokračuje ukládáním red beds a nízkou diverzitou kolem 15 druhů. Na srážky bohaté „klimatické optimum“ má podobu svatoňovického souslojí, kde se diverzita blíží 30 druhům. Složení mokřadní vegetace se však oproti předchozímu „oknu“

zásadně změnilo. Plavuně, i když druhově relativně pestré, tvořily jen malé populace, a nálezy jsou proto vzácnosti. Jejich druhové složení se výrazně lišilo od vegetace ve svrchní části žacléřského souvrství. Převládaly kapradiny, zejména stromovitý rod *Psaronius* a pteridospermy rodu *Medullosa*. Období svrchního pennsylvanu je již zcela ve znamení kolísající diverzity. Nízké hodnoty v červeně zbarvených neuhlonosných sedimentech přerušují vysoké či zvýšené hodnoty uhlonosných intervalů a ve spodním permu i sedimenty ruprechtického a otovického jezera. Druhové složení mezi jednotlivými okny se výrazně mění. V jezerních sedimentech již převládají nahosemenné s převahou konifer a pteridosperm z řádu *Peltaspermales*. Stromovité plavuně zastupuje jediný druh rodu *Sigillaria* a i ten je již vzácný. Svět nekonečných karbonských mokřadů tak v průběhu spodního permu mizí, aby uvolnil místo světu nahosemenných rostlin lépe přízřivobýlých narůstajících aridizaci prostředí.

Doporučená literatura uvedena na webu Živy. O mladším paleozoiku pojednává kniha S. Opluštila, J. Zajíce a J. Svobody Pralesy a jezera mladších prvohor, která vyjde v Nakladatelství Academia.

Martin Mazuch, Jakub Sakala

Tenkrát, když začalo dnešní chladno...

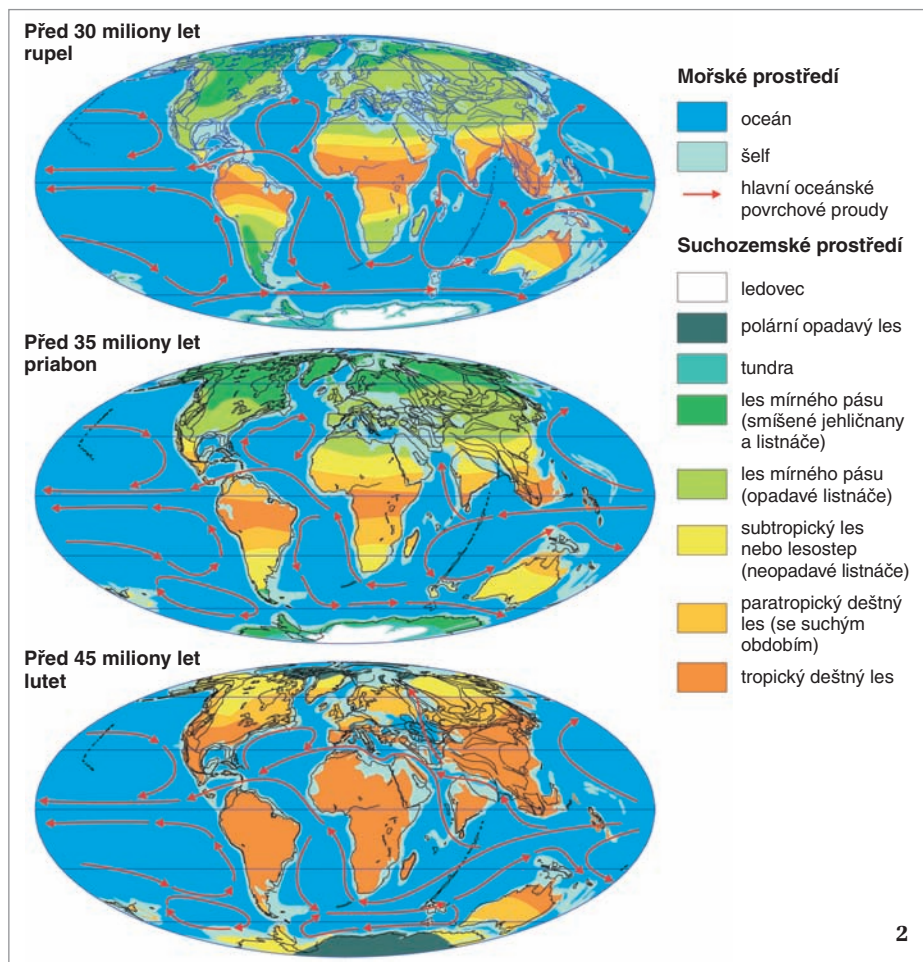
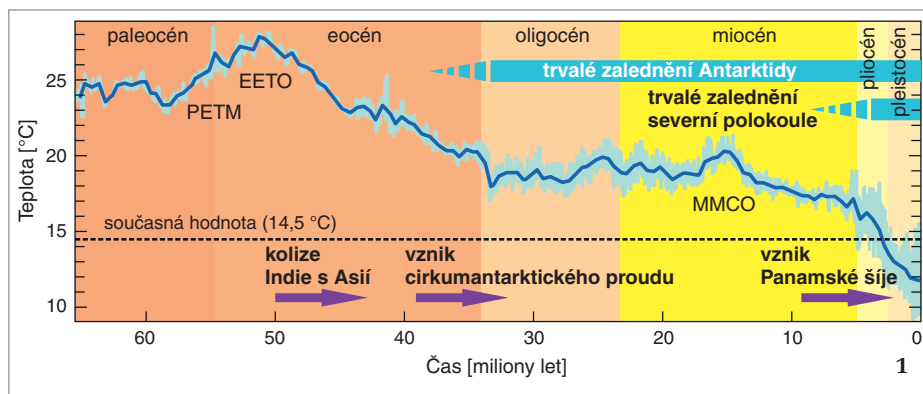
Tento příspěvek bychom rádi věnovali našim učitelům, kteří se mimo jiné zabývali problematikou změny bioty na této hranici – Oldřichu Fejfarovi, který nedávno oslavil 90. narozeniny, a v minulém roce zesnulému Zlatko Kvačkovi.

Přibližně před 34 miliony let (na pomezí eocénu a oligocénu) dochází na Zemi k významným změnám, které se projevují ve fosilním záznamu výraznými změnami ve složení společenstev organismů. Jde o nasměrování ke stavu pokračujícímu až do současnosti. Tyto změny se samozřejmě projevují v marinním i terestrickém prostředí, ale poprvé byly sledovány na suchozemských savčích společenstvech švýcarským paleontologem Hansem Georgem Stehlinem začátkem 20. století. Jednou z hlavních změn je začátek současného období glaciace, kdy vznikem stálého kontinentálního zalednění v Antarktidě dochází k dlouhodobým klimatickým změnám, které mají obrovský dopad na diverzifikaci klimatických a vegetačních zón, a tím pádem i na adaptace organismů. Příčiny jsou hledány jak ve změnách paleogeografie, s tím souvisejících změnách proudění v oceánech, v poklesu úrovně oxidu uhličitého, ale ve hře jsou i možné vlivy dopadu mimozemských těles. Událostí, k nimž v tomto období dochází, je více a mnohé jsou spolu natolik provázané, že v odborné literatuře probíhá velmi často bouřlivá diskuze ohledně kauzality těchto událostí, která je nejčastěji spojena s omezenými možnostmi detailního datování některých sedimentů. Přestože se změny bioty ve fosilním záznamu projevují jako výrazné vymírání, mají přece jen poněkud odlišný charakter od ostatních velkých vymírání – u některých skupin se zdá, že mizejí pouze v určitých areálech a naopak migrují do jiných oblastí. Velké faunistické výměny jsou umožněny hlavně v oblastech Evropy, Asie a Afriky, které právě v tomto období vytvářejí základ současného největšího superkontinentu Eurafrie. Naopak u ostatních kontinentů dochází k izolovanosti a velmi specifickému vývoji, i když omezená komunikace (např. prostřednictvím ostrovních oblouků) přetrvává.

Co předcházelo

Abychom uvedené změny mohli posoudit, je nutno se podívat, jaký vývoj těmto událostem předcházelo. Od triasu do konce eocénu po dobu téměř 220 milionů let přetrvává dlouhé období výrazně teplejšího klimatu ve srovnání s současným stavem. Přestože dochází k určitým ochlazením, nikdy tyto hodnoty (odvozené od měření koncentrace izotopu kyslíku ¹⁸O) neklesají k hodnotám dnešního stavu a též z této doby nemáme žádné sedimenty prokazující stálé kontinentální zalednění. To nevylučuje sezonní zamrzání oceánů v polárních oblastech. Na konci křídý (před 66 miliony let) proběhlo poslední známé hromadné vymírání. Ať již bylo důvodem cokoli, můžeme sledovat klimatický vývoj vedoucí od mezozoických (druhohorních) podmínek až do současnosti (obr. 1). Po krátkém ochlazení v nejranějším paleocénu se teploty zvyšují až nad úroveň větší části období mezozoika. Před 56 miliony let se krátkodobě prudce zvýšily na hranici paleocénu a eocénu (PETM) a pokračuje období raně eocenního teplotního optima (EETO), kterým zvyšování teplot dosahuje vrcholu. Od tohoto období (ca před 50 miliony let) až do konce pleistocénu následuje snižování globálních teplot (s mírným střednomiocenním zvýšením – MMCO).

Kromě změn klimatu se udály i významné paleogeografické změny následkem proměňující se pozice jednotlivých kontinentálních celků (obr. 2). Během eocénu se afro-arabský blok stále pohybuje směrem na sever. Souběžně s ním se posouvá severním směrem také Indická deska, která v tomto období dosahuje rekordní rychlosti pohybu až 16 cm/rok. Tím se uzavírá oceán Tethys, sloužící jako globální teplovní „dopravník“, který obtéká v rovníkové oblasti kolem světa a jednotlivými větve-
mi teplých proudů pak severním i jižním



1 Vývoj globální povrchové teploty (GST) během kenozoika. PETM – paleocenní-eocenní teplotní maximum, EETO – raně eocenní teplotní optimum, MMCO – střednomiocenní teplotní optimum. Upraveno podle: J. Hansen a kol. (2013) a J. Zachos a kol. (2001)

2 Tektonické pohyby, vývoj vegetačních pásem a změny proudového režimu od středního eocénu do spodního oligocénu. Pro přehlednost jsou vyznačeny jen hlavní oceánské proudy, které podstupují nejvýraznější změny a mají dominantní vliv na změny klimatu na rozhraní eocénu a oligocénu. Upraveno podle: J. Golonka (2009), A. J. P. Houben a kol. (2019), C. Nelson a P. J. Cook (2001) a C. M. Janis (1993)

směrem relativně rovnoměrně rozděloval tepelnou energii. Díky tomu je klima v paleogénu velmi teplé s mírným teplotním gradientem snižujícím se směrem k polárním oblastem. Současně se rozpadají

zbytky Gondwany, postupně se odděluje Austrálie od Antarktidy a poté i Jižní Amerika od Antarktidy. Na severní polokouli je po období paleocénu a eocénu Evropa oddělena od Asie severojižním Turgajským průlivem, který se konvergentním pohybem Evropy a Asie také uzavírá. A současně se rozšiřuje severní Atlantský oceán, čímž se omezuje přímá komunikace mezi Evropou a Severní Amerikou, velmi dobře sledovatelná na spodnoeocenních lokalitách s mimořádně zachovalými fosiliemi (tzv. Lagerstätte), např. Green River Formation v USA a Messel v Německu. Všechny popsané změny mají významný vliv na proudový režim paleogenních oceánů a tím i na distribuci tepelné energie, který pak ovlivnil změny, k nimž došlo na hranici eocénu a oligocénu.

Vlivem vysokých teplot a vlhkosti během staršího paleogénu dominují suchozemskému prostředí lesní ekosystémy typické pro tyto podmínky. Tropické deštné pralesy jsou rozšířeny výše než dnes, i hra-

nice dalších lesních formací ležely celkově severněji, dosahovaly až téměř k polárnímu kruhu s typickými polárními listnatými opadavými lesy. V této době se coby nejbohatší a nejteplomilnější lesní formace terciéru Evropy vůbec vyskytoval paratropický deštný les v oblasti světoznámých spodnoeocenních londýnských jílu (London Clay). Tento les, který je takovou chudší variantou tropického deštného lesa, tvoří dvě uzavřená stromová patra, především se vřzdy zelenými listnatými dřevinami, doprovodnými širokolistými jehličnany a palmami. Celkově zde roste hodně lián a epifytů a stromy mají větší listy, zhruba v 60–70 % jde o listy celokrajné, zbytek tvoří listy zubaté. Systematicky zde chybí dominantní složka (např. dvojkrídlačovitě – *Dipterocarpaceae*), ale vyskytuje se tu řada (sub)tropických čeledí, např. láhevnikovitě (*Annonaceae*), dřínovitě (*Cornaceae*), *Icacinaeae*, vavřínovitě (*Lauraceae*), chebulovitě (*Menispermaceae*), arekovitě (*Arecaceae*), routovitě (*Rutaceae*) či révoovitě (*Vitaceae*). Průměrné roční teploty se pohybovaly mezi 20–25 °C. Vše se mění v pozdním eocénu, kdy se již s částečně snižujícími se teplotami zmíněné vegetační pásy stahují k rovníku a v naší oblasti se rozšiřují lesy mírného pásu. To s sebou nese adaptace a migrace fauny, které sledujeme během paleogénu hlavně u savců, na nichž je založeno i terestrické stratigrafické zónování.

Hranice eocén a oligocén

Na této hranici dochází k souhře několika faktorů, přičemž, jak bylo řečeno, různí autoři jim přiznávají různou váhu. Navíc zde vzniká i názorová rozdílnost o příčinnosti a důsledcích jednotlivých faktorů. K hlavním změnám patří již zmíněný pohyb Afriky, Arábie a Indie severním směrem, přičemž uzavřením Tethydy jsou oceánské proudy od rovníku odklány jižním směrem – tím by ale ještě nedošlo k výraznějšímu ovlivnění teplot v Antarktidě. Avšak koncem eocénu pohyb Austrálie severním směrem otevírá mezi oběma kontinenty průliv, kterým je část tepla neseného proudy k Antarktidě odkloněna zpět do Tichého oceánu. To vše je na začátku oligocénu dokonáno otevřením Drakeova průlivu mezi Jižní Amerikou a Antarktidou a vzniká stálý cirkumantarktický proud (současný nejmohutnější mořský proud), který izoluje nejjižnější kontinent od teplých proudů a způsobuje jeho ochlazení vedoucí ke vzniku stálého pevninského zalednění (obr. 2). Vázání vody v ledovcích omezuje i cirkulaci vody v atmosféře a obecným důsledkem je, v oligocénu a ještě více pak během neogénu, výrazná celosvětová aridizace klimatu a pokles hladin oceánu (jen v období přechodu eocén/oligocén z 50 m na 25 m nad dnešní úroveň). Snížení množství vody v oběhu také způsobuje větší sezonní klimatické výkyvy. Zatímco v eocénu jsou roční rozdíly teplot 3–5 °C, v oligocénu jde až o 25 °C. Na severní polokouli se uzavírá Turgajský průliv, čímž se mění i pohyb vod mezi severním Atlantským oceánem, Arktidou a severním Tichým oceánem – zvýšená salinita mění proudový režim v Atlantiku, který se ohřívá, naproti tomu Tichý oceán se ochlazuje, ale bez změny chemismu vod.

Dalším z faktorů pro ochlazení na konci eocénu je pokles úrovně CO_2 v atmosféře a s tím spojený snížený účinek skleníkového efektu. Většina autorů to dává do souvislosti s vyzvedáváním velkých prostor mořského dna při kolizi Indie a Asie, po které se množství CO_2 spotřebovává při zvětvávání těchto hornin (převážně biogenních vápenců). To vše je navíc znásobeno zmíněným poklesem hladin oceánů, kdy dojde k odkrytí velkých prostor šelfů a zvětvávání jejich exponovaných sedimentů.

Kdybychom si nevystačili s pozemskými problémy, máme v tomto krizovém intervalu k dispozici také impaktní struktury, které zde zůstaly po dopadu nejméně dvou velkých bolidů (meteoritů; někteří autoři udávají i čtyři). Jeden takto vzniklý kráter je starý kolem 35,5 milionu let a nachází se při ústí Chesapeacké zátoky v Severní Americe (průměr 85 km) a druhý, 100 km velký kráter Popigai nedaleko ústí sibiřské řeky Chatangy pochází z doby před 35 miliony let. Bolidy svými dopady mohly způsobit dočasný vznos klastického materiálu do atmosféry, který mohl vést ke snížené schopnosti prostupu a absorpce slunečního záření a přispět tak k urychlení procesu ochlazování v součinnosti s ostatními zmíněnými faktory.

A co na to biota

Souběh abiotických změn měl za následek, že během půl milionu let se na Zemi silně ochladilo, snížila se humidita klimatu, poklesly hladiny oceánů, proběhla výrazná horotvorná činnost a pro organismy se otevřely nové migrační prostory (hlavně na souši).

S vymíráním mořských organismů je to složitější, protože původně byla všechna vymírání ke konci eocénu shrnována do jedné události, ale upřesněním časových dat bylo zjištěno, že šlo o více výkyvů. Mořské organismy si prošly několika pulzy krizového vývoje, z nichž významnější než vlastní hranice eocén/oligocén je přechod na hranici středního a pozdního eocénu. Týká se to hlavně benthických dírkonošců (foraminifer), vápnitého nanoplanktonu a mlžů, ale menší měrou jsou postiženi také planktonní dírkonoši, radiolárie, rozsivky, lasturnatky a ježovky. Na konci eocénu tedy sice vymírají některé foraminifery (mezi nimi indexová *Hantkenina*, tedy vůdčí zkamenělina, taxon využívaný ke stanovování hranic mezi stratigrafickými úrovněmi), ale ne v takovém rozsahu jako dříve. Obecně jsou zasaženy hlavně teplovodní formy.

V suchozemských prostředích se změny sledují převážně na rostlinách a obratlovcích, zvláště pak na savcích. V eocénu převládají spíše drobné formy savců způsobených rozsáhlým lesním ekosystémům, především zástupci různých drobných býložravců (herbivorů), ať již ze skupin lichokopytníků (Perissodactyla), nebo sudokopytníků (Artiodactyla). Také se zde vyskytuje mnoho dalších forem, dříve řazených do polyfyletické skupiny Condylarthra („prakopytníci“), které ale mohou potravní specializací zasáhnout i do všežravosti (omnivorie) a masožravosti (karnivorie). Velmi bohatě jsou zastoupeni primáti (hlavně skupiny Adapidae a Omomyidae), kteří obsazovali ekologické niky



dnes okupované lesními hlodavci. Z karnivorních savců jsou nejrozšířenějšími zástupci skupiny Creodonta („prašelmy“) a v menší míře i pravých šelem (též vyhynulé čeledi Viverravidae a Miacidae). V centrálních oblastech Severní Ameriky a Asie, kde přece jen převládalo kontinentálnější klima a kde částečně lesní ekosystémy ustupovaly otevřeně lesostepi, se objevovaly i některé větší formy, např. Brontotheriidae, Entelodontidae a Mesonychia.

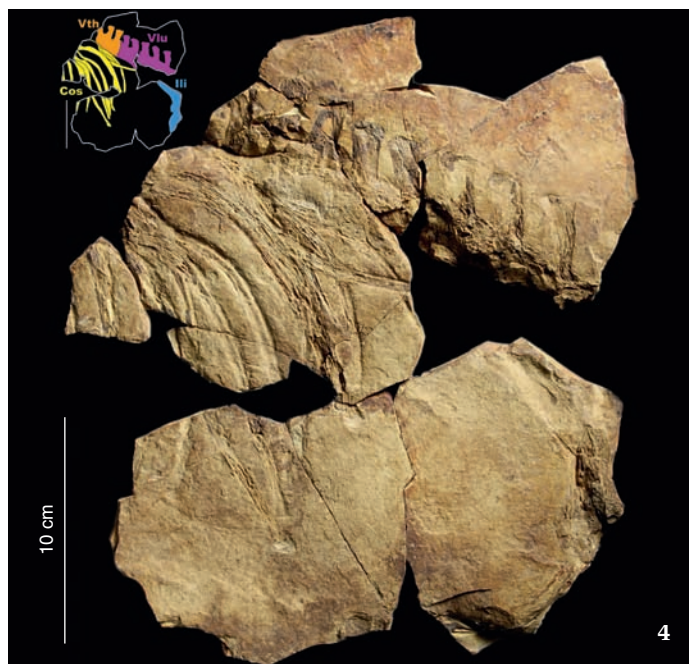
Na přechodu eocénu a oligocénu se změny v savcích společenstvech projevují odlišně na jednotlivých kontinentech. V Severní Americe toto zlomové období probíhá relativně nenápadně (vymírá asi jen 25 % savců), a přestože dochází k imigraci některých asijských zástupců nosorožců, hmyzožravců, králíků, hlodavců a šelem, tak spolu s místními přeživšími oreodonty (sudokopytníky) a koni (lichokopytníky) v oligocénu vytvářejí stabilní společenstva až do miocénu. Můžeme sledovat změny např. i u nesavců skupin – krokodýlů, želv, obojživelníků, jejichž druhová diverzita se snižuje. Ještě poklidnější přechod mezi eocénem a oligocénem pozorujeme v Africe, která díky poloze byla nadále dostatečně temperována proudy uzavírající se Tethydy, takže zde přetrvávají teplomilná společenstva. V Jižní Americe máme z tohoto krizového období relativně málo nálezů, ale na přelomu eocén/oligocén můžeme sledovat na zdejší specifické kopytníkové fauně (různí zástupci nadřádu Meridiungulata) přechod od listožravých k trávožravým formám. Mizejí i někteří vačnatci (Marsupialia) podobní hlodavcům a také primitivní chudozubí (Xenarthra). V Austrálii máme jen sporé předmiocenní savčí fosilní nálezy, ale na základě znalostí typu vegetace je zde vývoj velmi podobný Africe, pouze se svými endemickými specifiky (vačnatci a letouny). Antarktida zůstává ze zřejmých důvodů také chudá na dostupné fosilie, ale z periferních částí, jako je Antarktický poloostrov, máme dnes doklady (hlavně botanického charakteru) o přítomnosti chladných deštých lesů podobných dnešní Tasmánii. Nejvýraznější změny probíhají v Eurasii,

3 Velmi přesná umělecko-vědecká rekonstrukce lokality Kučlín vznikla na základě spolupráce několika odborníků různých specializací. V popředí krokodýli rodu *Diplocynodon* (vlevo) a kopytníci rodu *Propalaeotherium* (vpravo). Kučlín je věnováno speciální číslo Sborníku Národního muzea (2011). Orig. J. Svoboda

4 Hrudní část malého kopytníka rodu *Propalaeotherium* (vzorek Pa 24, Národní muzeum Praha). Zachovány jsou poslední tři hrudní obratle, pět bederních, kyčelní kost a několik žeber. Foto B. Ekrť

5 Zastoupení chladnomilnější flóry ze spodnooligocenní lokality Bechlejovice, reprezentující klimatické změny na hranici eocén/oligocén. *Acer* – javor *A. palaeosaccharinum*, *Alnus* – olše *A. gaudinii* a *A. kefersteinii*, *Ampelopsis* – loubinec *A. hibschi*, *Carpinus* – habry *C. grandis* a *C. mediomontana*, *Carya* – ořešovec pilolistý (*C. cf. serrifolia*), *Cercidiphyllum* – zmarličník *C. crenatum*, *Craigia* – slézovitě *C. bronnii* a *Dombeyopsis lobata* (*Malvaceae*), *Crataegus* – hloh *C. pirskenbergensis*, *Haemanthophyllum* – vymřelý rod jednoděložných, *Laurophyllum* sp. – z čeledi vavřínovitých (*Lauraceae*), *Monocotyledonae* – jednoděložné, různé rody, *Ostrya* – habrovec *O. atlantidis*, *Pinaceae* – borovicovitě, *Platanus* – platan *P. schimperii*, *Polypodium* – osladič *P. radonii*, *Pyracantha* – cf. hlohyně *P. kraeuselii*, *Rosa* – růže *R. lignitum* a *R. milosii*, *Rumohra* – kapradovitá *R. recentior* (*Dryopteridaceae*), *Tilia* – lípy *T. gigantea* a *T. brassicoides*, *Typha* – orobinec *T. latissima*, *Ulmus* – jilm *U. fischeri*. Upraveno podle: Z. Kvaček a H. Walther (2004)

protože hlavní rozdělovník – Turgajská úžina – se v tomto období uzavírá a zároveň klesají hladiny oceánu. Velká migrace oběma směry, ale přece jen výraznější z Asie do Evropy, se projevila významným skokem ve složení savčích společenstev, který již zmíněný H. G. Stehlin nazval Grande Coupure (Velký přerýv). Po dlouhou dobu byla tato událost řazena na konec eocénu, ale po nových datech je dnes přiřazována nejranějšímu oligocénu. V Evropě vymíra-



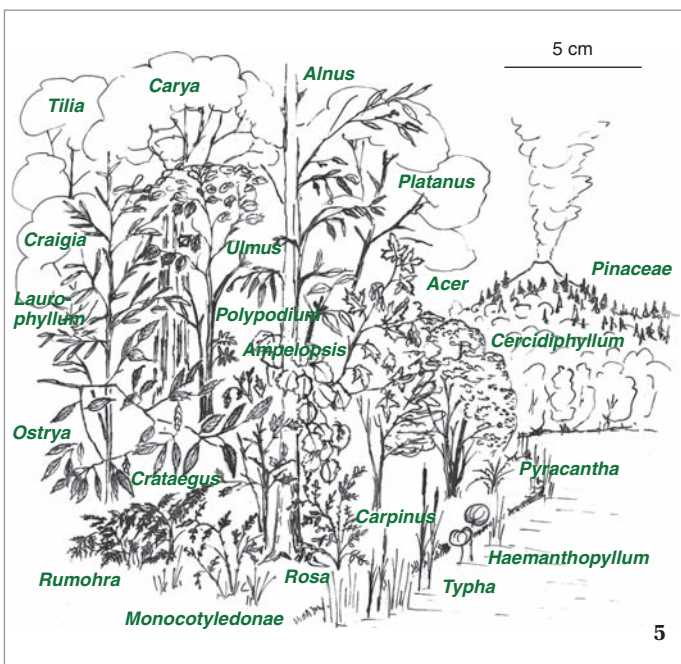
jí různé skupiny hlavně stromových savců a jsou nahrazovány pozemními, převážně asijskými migranty. K hlavním mizejícím skupinám patří lichokopytníci (nahrazení čeledí Palaeotheriidae), archaické formy primátů, apatemydi (malí savci řádu Cimolestes) a hmyzožravci. Do Evropy se naopak dostávají zajícovci, nosorožci, moderní pravé šelmy a sudokopytníci. Zajímavostí je, že jednou z úspěšných skupin, která se prosazuje v Asii a pochází z Evropy, jsou vačnatci (rod vačice – *Didelphis*).

Uzavřením Turgajské úžiny a celkovým ochlazením dochází k migraci ze střední Asie směrem do Evropy a tím zvýšenému podílu opadavých chladnomilnějších tzv. moderních arktoterciálních stromovitých elementů – např. habrovců (*Ostrya*), olší (*Alnus*), zelkov (*Zelkova*), jilmů (*Ulmus*), habrů (*Carpinus*), ořeškovců (*Carya*) nebo javorů (*Acer*). Některé typy hranici nepřecházejí, třeba vymřelý jehličnan rodu *Doliosstrobos*. Globálně se zvětšuje sezonalita v rámci vegetačních pásem a utváří se jejich výrazné rozlišení na říše s ohledem na klima, ale i v důsledku oddálení kontinentů – máme tak nově říši holarktickou (s oblastmi arktoterciální neboli turgajskou, madreanskou, tethysovou neboli poltavskou a kazachstánskou), paleotropickou, neotropickou a notální. V našich podmínkách to znamená, že pro pozdní eocén typický nothofylní vždyzelený listnatý les (BLEF) je v raném oligocénu většinou nahrazen smíšeným mezofytním lesem (MMF). BLEF charakterizují čeledi bukovitých (*Fagaceae*), vavřínovitých a čajovníkovitých (*Theaceae*) a převážně střední velikost listů, zhruba v 40–60 % jsou listy celokrajné, zbývající zubaté. Pro tento typ lesa jsou typické průměrné roční teploty 13–20 °C a je charakteristický pro subtropy. Oproti tomu MMF představuje přechodný typ (ekoton) mezi předešlým typem a opadavým listnatým lesem. Bývá dvoupatrový a označení „smíšený“ zde ukazuje na kombinaci opadavých a stálezelených prvků – vyšší patro tvoří především opadavé typy, nižší pak stálezelené, doplňkové zde rostou jehličnany (např. postaru „tisovcovité“). Podíl celokrajných listů je už jen 28–38 %

a průměrné roční teploty 10–13 °C. Tento typ je na našem území hlavní lesní formací, „červenou nití“, vinoucí se celým oligocémem přes miocén až do pliocénu.

A jak bylo u nás „doma“

I na našem území nacházíme sedimenty a fosilie z tohoto období. Velmi významnou lokalitou z pozdního eocénu je Kučlín u Bíliny, diatomitové vrstvy na přilehlém vrcholu Trupelník (obr. 3). Radiometricky zde bylo určováno stáří nadložních bazaltů na $38,3 \pm 0,9$ milionu let, což by je řadilo do svrchního eocénu na hranici stupňů barton/priabon. Lokalita je pozůstatkem jezera, v kterém převládala vodní fauna jako hmyz, žáby, ryby, ale i želvy a krokodýli. Unikátním nálezem je trupová část skeletu malého kopytníka uváděného jako rod *Propalaeotherium* (obr. 4). Významné jsou zde i botanické nálezy. Stromy zastupují dva jehličnany – již zmíněný vymřelý rod *Doliosstrobos*, což je azonální až uhlotvorný element, a současný cypřišovitý rod sandarakovník (*Tetraclinis*, *Cupressaceae*) coby mezofytní subtropický prvek. Z listnáčů převažují vavřínovité s dominantním skořicovníkem *Daphnogene cinnamomifolia*, platan *Platanus neptuni*, šácholan *Magnolia longipetiolata* a hojné (dnes již vymřelé) jilmovité *Cedrelospermum* (*Ulmaceae*). Z dalších spíše doplňkových elementů lze jmenovat ořešákovité *Engelhardia* a *Hooleyia* (*Juglandaceae*), problematickou slézovitou rostlinu známou jako „*Acer*“ *sotzkianum* a lejnice (*Sterculia*, *Malvaceae*), řešetlákovité cicimek (*Ziziphus*, *Rhamnaceae*) či problematické *Pungiphyllum*. Zbytky plodů rovněž dokládají rody *Sloanea* z mastnoplodovitých (*Elaeocarpaceae*) a pajasan (*Ailanthus*). Z teplomilných lián je doložen smldinec (*Dioscorea*) a vymřelá *Palaeohosiea*, na zavodněných březích rostly palmy typu *Sabal* a subtropická árónovitá bylina *Nitophyllites* (*Araceae*). Ve vodě se vedle rozsivek dařilo leknínovitým (*Nymphaeaceae*), jak svědčí spousty semen, ale i listy a oddenky. Relativně nedávno se podařilo zjistit i lužní element typický pro starosedelské flóry, vymřelou bukovitou rostlinu rodu *Eotrigonobalanus*.



Jako protipól teplomilné lokality Kučlín můžeme jmenovat lokalitu Bechlejovice, známou především nálezy žab rodu *Palaeobatrachus*, která spadá do raně oligocenního ochlazení. Hlavní část nálezů rostlin odpovídá vyvýšeným stanovištím kolem jezera, jejichž bohaté vulkanogenní půdy byly pokryty smíšeným mezofytním lesem s malým podílem vysloveně teplomilných prvků (vavřínovité, *Platanus neptuni*) a dobře vyvinutým keřovým a bylinným podrostem, pouze s úzkým pruhem vodních rostlin směrem do jezera. Detailní systematické zpracování umožnilo i relativně přesnou rekonstrukci vegetace, kde jsou vydělena jednotlivá stromová patra a pásy kolem jezera (obr. 5).

Zajímavou lokalitu přechodného typu představují Roudníky u Ústí nad Labem. Floristicky a vegetačně jsou sice bližší chladnomilnějším spodně oligocenním lokalitám, jako jsou Bechlejovice, podle radiometrického datování však spadají ještě k pozdnímu eocénu. Na základě nálezů fosilní flóry lze sledovat v rámci Českého masivu trend ochlazení již před koncem eocénu (Teodoridis a Kvaček 2015).

Shrnutí

Události na hranici eocén/oligocén jsou stále mnohdy chápány jako jedno z nejrozsáhlejších vymírání. S novými poznatky dnes zjišťujeme, že jde pravděpodobně spíše o sérii drobnějších extinkcí v reakci na výrazné změny abiotických faktorů, které spolu v jednotlivých časových uzlech interferují. Hlavním problémem zůstává především datování, které není dosud plně vyřešeno. Kvůli nemožnosti přesné korelace některé události často splývají nebo není zcela jasná časová posloupnost. Nejde ani tak o absolutní datování, ale panují zde dodnes rozpory i v relativním škálování. Se zlepšující se metodikou a instrumentálními možnostmi snad nebudeme muset čekat na objasnění dlouho.

Článek byl vytvořen za podpory projektu Univerzity Karlovy Progres Q17.

Použitá literatura uvedena na webu Živý.