

Obratlovci a létání – předmluva paleontologa

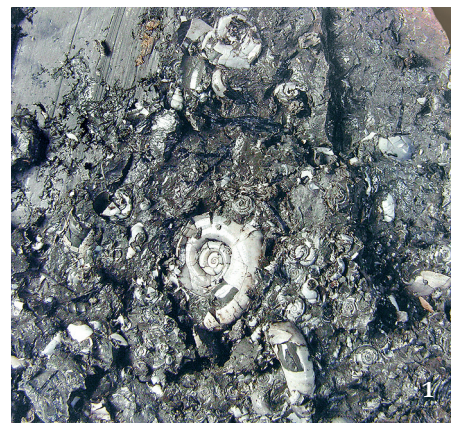
Žijeme v době, ve které se zdá být jedním z hlavních motivů a hnací silou vědy hon za impaktivními body a jen v povzdálí se objevuje snaha zpřístupnit veřejnosti nové, ale i starší objevy, ukázat krásu a dobrodružství vědeckého bádání – nesmíme ale samozřejmě zapomenout ani na těžkosti a nepochopení provádějící nové objevy. Naštěstí stále existují lidé, kteří jsou ochotni na chvíli opustit dynamický, ale poněkud uzavřený svět současné vědy a o své poznatky, nové informace a zajímavosti se rozdělit i se čtenáři populárně naučných článků, periodik a knih. Profesor RNDr. Oldřich Fejfar je jedním z nich. Před čtyřmi lety publikoval v Živé seriál *Nové doklady o vývoji ptáků* (2004, 1: 35–38, 2: 82–86, 3: 131–135, 4: 178–181). Od té doby se naše poznání posunulo, zejména díky novým nálezům ze spodní křídy Číny a genetickým studiím. Proto se redakce spolu s redakční radou *Živy* rozhodly připravit zvláštní monotematické číslo souhrnně přibližující vývoj aktivního letu u obratlovců.

Prof. Oldřich Fejfar je světově uznávaným odborníkem na fosilní savčí faunu, zejména na drobné hlodavce, dobře využitelné pro stratigrafii. Jeho rozhled a anatomické znalosti ale pokrývají téměř celé spektrum obratlovců. Proslavily ho intenzivní výzkumy třetihorních savců v Podkrušnohoří (uhelné pánve), ve vulkanických oblastech Doupovských hor, Tuchořic u Loun a také na Slovensku (Hajnáčka) a na mnoha dalších místech v zahraničí (Libye, Mongolsko, Německo, USA aj.). Po celé generace bylo velkým snem našich paleontologů nalézt na našem území zbytky dinosaurů. Před pěti lety držel O. Fejfar v ruce nález kosti přinesené soukromým sběratelem a jen stručně pronesl: „No, tak to je dinosaur.“ Byla to stehenní kost prvního českého dinosaura nalezená ve starém lůmku mezi Novou Lhotou a Miskovicemi na Kutnohorsku. Patří býložravému ptákovánvemu iguanodontidovi.

Prof. Fejfar je nejen špičkovým paleontologem, ale i vynikajícím popularizáto-

rem a nutno podotknout, že zejména generaci mladších paleontologů jeho dílo silně ovlivnilo. Knížky *Od trilobita k člověku*, *Zkamenělá minulost* či *Zaniklá sláva savců* se již staly kultovními. Tentokrát nás zve do druhohor, na konec jury. Pozdní jura je klíčové období pro vývoj pozdějšího světa. Rozpadá se superkontinent Pangaea i její jižní část, kontinent Gondwana, vznikají nové oceány, dochází k velkým migracím bioty a dinosaurů se učí létat. Je to doba vzniku, ale i počátku zániku mnoha vývojových linií organismů, počátek velkých změn v následném období spodní a svrchní křídy. A právě v tomto období začíná fantastický příběh evoluce ptáků.

„Tak mi řekněte něco o archeopteryxovi.“ Tuto otázku u zkoušky z vertebrální paleontologie slyšel ne jeden student. A pokud byl u O. Fejfara, vyslechl si jako bonus i příběh, který pan profesor rád vypráví. *Archaeopteryx lithographica* – Modrý Mauricius mezi paleontologickými nálezy. Nejen kvůli pouhým několika známým



1 Kolem r. 1960 se mezi Kadaní a Chomutovem prováděl rozsáhlý výzkum pro vymezení hnědouhelných slojí budoucí povrchové těžby. V celé řadě hlubinných vrtů byly těsně pod hlavní slojí zastíženy vápnité šedé slíny s bohatým výskytem kostí a zubů savců, ulit sladkovodních měkkýšů a rostlinných semen a plodů. Fosilní doklady třetihorních savců v severočeských hnědouhelných pánvích však byly známy již na sklonku 19. stol.; pocházely převážně z tehdejších hlubinných dolů či šachet, např. z Mariánské a Prokopské šachty u Skyřic v letech 1902–10. Povrchovou těžbou byla tato oblast obnažena až ve druhé polovině 80. let. Vrstvy vápnitých slínů (světlé pruhy na obr. 2) byly ve velkém nakládány bagrem a odváženy pro detailní výzkum proplavováním na jemných sítích. Staly se na dlouhou dobu bohatým zdrojem paleontologických nálezů třetihorní fauny a rostlinstva – stáří spadá do spodního miocénu, asi před 18 miliony let

2 Práce paleontologa (O. Fejfar) na dně povrchového hnědouhelného dolu. Pro poznání vývoje života na Zemi mají usazené horniny – usazeniny či sedimenty – prvořadou důležitost, lze říci, že to jsou pravé přírodní archivy. Doklady fosilních pozůstatků života různých geologických období nejsou ovšem příliš hojné – většina usazených hornin je na fosilie poměrně chudá. Proto jsou bohatá paleontologická naleziště pro svou výjimečnost významným a neopakovatelným zdrojem informací o dávném zmizelém světě. Na našem území je z tohoto hlediska zajímavá oblast severočeských třetihorních hnědouhelných pánví na jižním úpatí Krušných hor. Zhruba před 15–40 miliony let se tu počala vytvářet tzv. podélná příkopová propadlina, stále se prohlubující prolom v zemské kůře, v němž se postupně usazovaly vrstvy třetihorního stáří. K tomu, abychom se k takovým šťastným nalezištím dostali, potřebujeme přirozené nebo umělé odkryvy hornin. Těch přirozených je v našich zeměpisných šířkách velmi málo, častěji se vyskytují v oblastech pouští a polopouští, kde geologická stavba není pokryta vegetací či lidskou činností. V mírných pásech však musíme spoléhat na odkryvy vzniklé lidskou činností: zářezy silnic a tratí, základy staveb, povrchové doly apod. Všechny snímky v tomto čísle z archivu O. Fejfara, pokud není uvedeno jinak



exemplářům – vzácnost a význam archeopteryxe spočívá také v evolučním a historickém kontextu. V evolučním jasně ukazuje na přímé příbuzenské vztahy dinosaurů a ptáků (již 150 let a nezávisle na nových genetických studiích) a v historickém s ohledem na dobu, kdy byly první nálezy učiněny. Píše se r. 1861 a od vydání Darwinova díla O původu druhů uplynuly dva roky.

Archeopteryx je ale tvrdým evolučním oříškem i pro současné paleontology a evoluční biology. Dokonce i některé odborné učebnice pro vysoké školy ho uvádějí jako ukázkový model tzv. mozaikové evoluce – tedy jakýsi propletenec plazích a ptáčích

znaků. Nutno přiznat, že pokud by se nezachovaly zkamenělé otisky peří, archeopteryx by se patrně nikdy tak nejmenoval a nebyl by ptákem, ale jen jedním z mnoha jurských dinosaurů.

Odborná a zároveň popularizující studie nás provede od objevu malého otisku pírka přes nálezy prvních úplných koster archeopteryxe až po moderní anatomické studie. Objasní také současný pohled na problematiku vzniku peří, letu, anatomie a evoluce dinosaurů a ptáků. Vznikl tak ucelený obraz, navíc doplněný o unikátní autorovy fotografie.

Vydávat v současnosti přírodovědné texty je nesmírně obtížné. Zvláštní číslo

Živy věnované vzniku letu u obratlovců je proto mimořádnou událostí. Nemohlo vzniknout bez výrazné finanční podpory a už vůbec ne bez pečlivé práce redakce. O to příjemnější je zjištění, že mecenášství – tedy podpora vědy, tak jak ji známe z našich zemí 19. stol., nezmizelo jako dinosaurů na konci křídly. Poděkování na tomto místě patří jak nakladatelství Academia, Středisko společných činností AV ČR, v. v. i., tak Severočeským dolům, a. s., za finanční podporu.

Doufáme, že mimořádné číslo zaujme nejen pravidelné čtenáře Živy, ale osloví i širší veřejnost se zájmem o paleontologii a přírodní vědy obecně.

Ivan Horáček

Obratlovcí a létání – předmluva zoologa

Toto číslo Živy věnované létání obratlovců je jedno z mála monotematických sešitů ve 155leté historii časopisu. Na první pohled, ve spektru všech specifík a zajímavostí provázejících nejrůznější jevové formy života, představuje téma záležitost spíše okrajovou, speciální a omezenou – týká se pouze tří skupin, z nichž jedna se navíc našich časů vůbec nedožila. Přesto existují dosti silné důvody, proč pokládat létání obratlovců za předmět zasluhující obecné pozornosti. Možná lépe než kde jinde lze právě zde ukázat dynamiku evoluce, potenciál vývojových přestaveb i to, jak obtížně a nesamozřejmě se k poznávání těchto skutečností dospívá, a na pozadí těchto zkušeností i to, jak neúplné jsou asi naše znalosti podobných jevů i dnes.

V mnoha ohledech představuje schopnost aktivního letu jeden z vrcholů organické evoluce. Ovládnutí vzdušného prostoru radikálně mění pro nositele tohoto přízvisobení výměr evolučního hřiště i pravidla hry. Z ní se vytrácí většina predátorů, pozemní překážky, znesnadňující přístup k rozptýleným zdrojům, či omezující vlivy pozemních kompetitorů. K dosažení nejrůznějších cílů se tu otevírá spousta nových možností a obzorů, které pro jiné prostě nejsou dostupné.

Neudivuje, že skupiny, jimž se do vzdušného prostředí podařilo vstoupit, předčí jiné skupiny počtem druhů, rozšířením, rozmanitostí adaptací či počtem unikátních specifík, které u jejich příslušníků nacházíme. Aktivně létající živočichy lze bez nadsázky označit za neúspěšnější větve příslušných mateřských taxonů. Hmyz vzlétnuvší do vzdušných sfér koncem devonu (asi před 360 miliony let) převyšuje dnes počtem druhů všechny zbylé skupiny mnohobuněčných organismů, ptáci, s prvními výskyty na přelomu jury a křídly (asi před 130 miliony let), jsou dnes nejpočetnější skupinou čtyřnohých (kvadrupedních) obratlovců a netopyři se od spodního eocénu (před 55 miliony let), kdy se poprvé objevili, stačili stát druhým

nejpočetnějším řádem savců. S vyhynulými ptakoještěry – pterosaury lze podobná srovnání podnikat dosti obtížně – o jejich skutečném druhovém bohatství víme jen velmi málo, relevantní informace o diverzitě společenstev existují jen z několika lokalit, která je jejich mateřská skupina a s kterou linií diapsidních plazů jsou bezprostředně příbuzní, není dosud vůbec jasné. Nicméně i ze stávajícího fragmentárního záznamu je více než zřejmé, že šlo o skupinu velmi diverzifikovanou a vývojově bezpochyby velmi úspěšnou.

Nemalé výhody a fenomenální přednosti nezískali však všichni tito živočichové zadarmo. Nejen v naší společnosti je vstupenka do klubu vzdušných letců mimořádně drahá. Konstruktivní úpravy a další technické předpoklady létání nelze dosáhnout jinak než kompletní přestavbou tělesné organizace a radikální změnou vývojových plánů zohledňujících konstrukční invarianty, které vývojová regulace nelétavých předků vůbec nezná. Navíc samotný aktivní let je záležitostí nutně předpokládající neobyčejně komplexní a složité mechanismy neuromotorické a smyslové integrace, o nichž se nelétavým příbuzným ani nesní, stejně jako o energetických výdajích, které aktivní let vyžá-

duje. Pro ilustraci: jednotkový energetický výdej při aktivním letu netopyra je více než 25× vyšší než výdej tvrdě pracujícího horníka. Dokázat průběžně aktivizovat takto obrovské objemy metabolické energie předpokládá extrémně výkonné a efektivní mechanismy látkové výměny (včetně dýchání, krevního oběhu a vylučování) a podobně dokonalé mechanismy zajišťující odpovídající energetický příjem, dlouhodobé hospodaření s energií a omezující neefektivní energetické ztráty. Poslední faktor je u aktivních letců zvláště závažný – díky fyzikálním omezením vztakové účinnosti křídla (plocha křídla vs. hmotnost těla atd.) jsou létající obratlovci vesměs drobní živočichové (největší ptakoještěři, jako *Quetzalcoatlus* s rozpětím až 12 m, vážili jen kolem 40 kg, největší létající ptáci – labuť, drop, albatros – váží asi 20 kg), povrch jejich těla je však díky křídům mimořádně velký – při extrémně vysoké úrovni metabolismu, nutné k aktivnímu letu, by bez velmi účinných obranných mechanismů mohly ztráty tepla a vody výrazně převýšit energetické možnosti organismu. I tento dosti nelehký úkol létající obratlovci zvládli – každá skupina po svém – neúčinněji však jistě ptáci, jejichž péřový šat, specificky stavěné (parabronchiální) plíce se vzdušnými vaky a urikotelní ledvina (produkující kyselinu močovou) představují v uvedeném směru jasný vrchol evolučního vývoje.

Aniž bychom rozebírali detaily, shrňme, že možnost aktivního letu nenápadně posouvá rozvrh evoluční hry do velmi vypjatých poloh a nutí své účastníky hrát vabank: do možnosti aktivního letu, sli- bujícího exkluzivní přístup k nejrůznějším zdrojům, je nutné investovat všechny prostředky, které má adaptivní potenciál účastníka hry k dispozici. Nicméně, jak každý řemeslný hráč potvrdí, riskovat se sice musí, ale spolehat na náhodu se ne vždy vyplatí. Tento zkušenostní algoritmus si musíme důkladně připomenout i v hledání odpovědí na otázku, co vedlo ke vzniku létání u obratlovců, jak vypadaly jeho počátky a co víme o tomto předmětu bezpečně.

Právě uvedeným otázkám je věnováno toto číslo. Prof. Oldřich Fejfar, vůdčí osobnost naší vertebrální paleontologie, podává velmi plastický a do detailů propracovaný přehled nejstarších fosilních dokladů jednotlivých skupin létajících obratlovců, včetně peripetie strhující historie příslušných objevů. Přehled, který současně ná-