

Největší vymírání v dějinách Země

VLADIMÍR SOCHA,
HISTORIK

Hromadná vymírání, při nichž vzala za své velká část druhů žijících na naší planetě, měla pro vývoj života na Zemi zásadní význam. Bez nadsázky se dá říct, že bez nich bychom tu dnes my lidé nebyli

VÍTE ŽE?

Vymírání dnes považujeme za zcela běžnou součást vývoje života. Podle odhadů mohlo na Zemi v celé její historii existovat asi 5–50 miliard druhů organismů. Je tedy zřejmé, že více než 99 % druhů již v minulosti vyhynulo.

Za největšího dobře známého dinosaura je dnes považován sauropod *Argentinosaurus huinculensis*. Pažní kost o délce 181 cm a dále až 1,3 m dlouhý obratel svědčí o gigantovi, který mohl dosahovat hmotnosti i přes 100 tun.

Nejmenším obecně uznávaným neptačím dinosaurem byl zřejmě čínský *Microaptor zhaioianus*. Tento dinosauří trpaslík měřil na délku pouhých 55–77 cm a vážil kolem 2 kg. Ještě mnohem menší však mohl být *Scansoriopteryx heilmanni* s délkou pouhých 12 cm.

Znepokojující zjištění, že život na Zemi byl v minulosti zasažen několika vlnami enormně silných masových vymírání, není příliš staré. Po více než sto let platily předpoklady tzv. gradualistů, že život se vyvíjel postupným a pomalým tempem. Podle upřednostňovaného pohledu na evoluci bylo vymírání jen událostí na pozadí, které do skutečného evolučního procesu živého světa významně nezasahovalo. Všechny druhy se objevovaly, několik milionů let existovaly ve svém ekologickém prostředí a pak vymřely nebo se – zjednodušeně řečeno – proměnily v jiný druh.

DŮLEŽITÉ VYMÍRÁNÍ

V dřívější koncepci tedy vymírání fakticky existovalo, velký význam mu ale přisuzován nebyl. Teprve v posledním čtvrtstoletí došlo ve světle nových objevů a poznatků k přehodnocení zastaralých teorií, vzniklých již v době viktoriánských vědců Lyella a Darwina. Nový vědecký pohled s nimi přitom ostře kontrastuje.

Jev vymírání lze zjednodušeně klasifikovat jako ostrý pokles v počtu druhů (biodiverzité) během relativně krátkého časového intervalu. Prokazatelně v minulosti postihovala a stále postihuje většinu hlavních taxonomických skupin živočichů (savců, ptáků, plazů, obojživelníků, ryb i většinu bezobratlých). Na základě pečlivé interpretace fosilního záznamu bylo zjištěno, že běžně vymírají asi dvě až pět taxo-

nomických čeledí obratlovců (a zároveň také mořských bezobratlých) každý jeden milion let. Mezi těmito běžnými událostmi „na pozadí“ vývoje života vyčnívá pětice rozsáhlých masových vymírání, tzv. „Velká pětka“. Hromadná vymírání, spadající do této kategorie, promluvila výrazným způsobem také do směřování vývoje života na naší planetě a nepřímo spoluutvářela jeho dnešní podobu.

Vymírání č. 1: Přelom ordoviku a siluru (před 443 miliony let)

První velké hromadné vymírání v období Fanerozoika, tedy za posledních 542 milionů let. Během této ničivé události vyhynulo až 85 % druhů. Podle jiných údajů došlo k vymření 27 % čeledí a celých 57 % tehdy existujících rodů. V takovém případě by šlo o druhou největší událost tohoto druhu v historii. Postihla širokou škálu různých ekologických forem, jak u dna žijící nebo přisedlé trilobity, ostnokožce a ramenonožce, tak i volně plující či vznášející se nautiloidy a graptolity. Většina hlavních vývojových linií však nevymřela zcela, pouze byla ochuzena o část své druhové rozmanitosti. Živočišstva ordoviku a následující periody siluru se navzájem neliší tak dramaticky jako například u posledního velkého vymírání na přelomu křídly a třetihor. V současnosti se zdá být pravděpodobné, že tato krize byla časově

rozdělena do dvou období, oddělených zhruba jeden milion let dlouhou dobou ledovou. Ta je dobře geologicky doložená, ale není pokládána za hlavního „viníka“ této dávné katastrofické události. Tím byla zřejmě změna poměru některých prvků v oceánech i atmosféře v souvislosti se změnou polohy tehdejších kontinentů.

Fakta o prvním vymírání:

- mnohobuněčný život existoval ještě téměř výhradně pod mořskou hladinou
- vymřelo kolem 100 mořských živočišných čeledí a zhruba 49 až 57 % všech rodů (druhé nebo třetí nejintenzivnější vymírání v dějinách planety)
- vymírání postihlo mnohé čeledi bezobratlých včetně ramenonožců, mechovek, trilobitů, konodontů a graptolitů
- tato událost je dnes stále intenzivně zkoumána, za hlavní příčinu je považován pokles oxidu uhličitého a rozsáhlé zalednění, které postihlo tehdejší superkontinent Gondwana, přesouvající se právě přes jižní pól



FOTO: uterstock, Wikipedia

Vymírání č. 2: Pozdní devon (před 375 miliony let)

Jediné z velkých vymírání, které se neodehrálo přímo na hranici dvou geologických éř nebo period. Koncem období devonu již osídlují souš první hustší porosty rostlin a kromě hmyzu, který zde přebývá již asi 80 milionů let, se na pevniny propracováva-

Fakta o druhém vymírání:

- odehrálo se mezi dvěma fázemi pozdního devonu (frasn-famen), mohlo však jít také o celou sérii jednotlivých vymírání o celkové délce 500 tisíc až 15 milionů let; vymřelo 22 % čeledí mořských živočichů, 57 % rodů a 75 % druhů (s jistou mírou pochybnosti)
- je pravděpodobné, že koncem devonu se odehrálo asi 8–10 katastrofických událostí, z nichž 2 byly zvláště ničivé (Kelwasser a Hangenberg)
- příčin bylo bezpochyby více, jednou z hlavních byl zřejmě výrazný úbytek kyslíku v oceánech a časté kolísání jejich hladiny



- za možné spouštěcí mechanismy je dnes považován dopad meteoritu (který však není dostatečně podložen geologickým záznamem) nebo rapidní evoluce rostlin (které uvolňovaly z půdy organické látky a spotřebovávaly oxid uhličitý)
- nejvíce postiženými živočišnými taxony byly kromě již v ordoviku zmíněných skupin také drsnatí a deskatí koráli, amoniti a bezčelistnaté ryby s pancířnatci. Naopak první suchozemští čtvernožci příliš zasažení nebyli

jí také první suchozemští čtvernožci (tetrapodi). Vymírání na rozhraní geologických stupňů frasn a famen před zhruba 375 miliony let zasahuje především mořské ekosystémy. Během této katastrofické události vymřelo odhadem až 75 % druhů, 50 % rodů a 19 % existujících čeledí. Téměř zcela zanikly útesotvorné organismy (především koráli), těžce postiženi byli také ramenonožci, hlavonožci a trilobiti. Zasaženi však byli také „rybovití“ obratlovci, například primitivní pancířnatci a bezčelistnaté ryby. Již tehdy rozšíření žraloci kupodivu obstáli bez větších ztrát. Vymírání na konci devonu rozhodně nebylo nijak náhlé. Předpokládá se, že šlo o prodlouženou sérii pro tehdejší ekosystémy velmi ničivých jevů, které moh-

Pokud by při posledním velkém vymírání neuvolnili dinosauri pevninské ekosystémy, člověk by se téměř určitě na Zemi vůbec neobjevil

ly trvat celkově téměř 20 milionů let (zhruba v rozmezí 375–360 m. l.). Mezi příčinami byly často uváděny možné dopady mimozemských těles, ty však dosud nebyly dostatečně potvrzeny. Za hlavní příčiny série masových vymírání na konci devonu jsou dnes považovány časté výkyvy výšky oceánské hladiny a opakovaně se objevující fáze anoxie (absence kyslíku) v mořích.

Vymírání č. 3: Konec permu (před 251 miliony let)

Nejrozsáhlejší masové vymírání v historii planety se odehrálo před 251 miliony let, na rozhraní prvohorní a druhohorní éry. V mořských ekosystémech vyhnulo na 53 % čeledí, 84 % rodů a neuvěřitelných 96 % druhů. Na souši pak tuto zkázu nepřezilo asi 70 % druhů (včetně rostlin, hmyzu i obratlovců). Toto Velké vymírání („Great Dying“, jak je nazýváno v anglicky mluvících zemích) mělo nedozírný význam pro další vývoj života na Zemi. Fakticky ukončilo nadvládu tzv. savcovitých plazů a umožnilo vzestup archosaurů (a později dinosaurů) jako dominantních skupin suchozemských obratlovců. V mořích poklesla početnost

přisedlých forem ze 67 % na 50 %. Mnoho významných skupin vymírá zcela (trilobiti, graptoliti, poutenci, trnoploutvé ryby) nebo z více než 95 % (jednobuněční dírkonožci a mřížovci, korálnatci, ramenonožci, plži, amoniti a lilijice). Příčiny této události jsou dlouhodobě zkoumány a stále přibývají nové hypotézy. Nejpravděpodobnější je celý komplex událostí, který již od konce permské periody výrazně negativně ovlivňoval biosféru (byť k samotnému vymírání došlo v relativně krátkém časovém intervalu, dlouhém asi 1,2 milionu let). Mezi navrhovanými příčinami se objevují dopady meteoritů (v posledních letech byly údajně objeveny i impaktní krátery příslušného stáří), enormní vulkanická činnost v oblasti

VÍTE ŽE?

Mezi nejinteligentnější dinosaury se řadí draví teropodi z čeledi troodontidů a dromeosauridů. U rodu Bambiraptor bylo například zjištěno, že měl mozek až 14krát větší než stejně velký krokodýl. Naopak vysoká inteligence Velociraptorů, které známe z Jurského parku, je pouhou fikcí. Podle vědců tento rod dinosaurů vykazoval jen průměrnou úroveň intelektu.

dnešní Sibiře, změna poměru chemických prvků ve vodách i v atmosféře, úbytek mělkých šelfových moří vlivem zformování jednolitého superkontinentu Pangey apod.

Fakta o třetím vymírání:

- dosud největší vymírání v dějinách planety, tvořící přelom mezi prvohorní a druhohorní érou
- vymřelo až 96 % druhů mořských živočichů a 70 % druhů suchozemských obratlovců, jde také o jediné dosud známé hromadné vymírání, které postihlo hmyz
- jde o jedno z nejintenzivněji zkoumaných hromadných vymírání, teorie o jeho příčinách a následcích se stále výrazně různí, nové hypotézy přibývají každý rok
- nejčastěji je za příčinu této události pokládán mnohonásobný dopad meteoritů, výrazně zvýšená vulkanická činnost, nebo uvolnění hydrátu metanu z oceánské dna (a následné kolísání hladiny oceánů, úbytek kyslíku a aridizace rozsáhlých oblastí)
- první verzi by nasvědčoval objev impaktových zrn hornin i kovových prvků v Austrálii a Antarktidě; zvýšená sopečná činnost se projevila vznikem Sibiřských trapů – rozsáhlých vrstev vyvržené čedičové lávy o objemu 1–4 milionů km³



Gallimimus bullatus z Mongolska nebo také *Struthiomimus altus* z USA, patřící do skupiny Ornithomimosauria (tzv. pštrosí dinosauri), byli nejrychlejšími dinosauri; v běhu zřejmě dosahovali rychlosti kolem 70 km/h.

Také na území dnešní České republiky žili kdysi dinosauri. Jejich první prokazatelné pozůstatky však byly objeveny až v 90. letech minulého století (tříprstá stopa malého dravce z lomu u Červeného Kostelce) a především pak v roce 2003 (stehenní kost malého iguanodontida, objevená nedaleko Kutné Hory).

OD NEPLODNOSTI PO NOEMOVOU ARCHU

Mezi teoriemi o zániku dinosaurů se objevilo také množství těžko uvěřitelných až přímo směšných pokusů o podnětné myšlenky. Již v roce 1962 vypracoval americký paleontolog Glenn Jepsen jejich kuriózní seznam, který byl od té doby mnohokrát citován a doplňován. Je ukázkou toho, jak bujnou fantazií mohou oplývat různé kompetentní autoři, od amatérských nadšenců až po odborníky na slovo vzaté.

Mezi nejkurióznější „postřehy“ patří nejspíš dinosauri neplodnost nebo nechuf se rozmnožovat a unudění se k smrti. Stále oblíbená je také teorie o lovné sezóně zelených mužiků v létajících talířích, se kterou přišel již v roce 1940 sovětský

paleontolog a zároveň autor sci-fi literatury Ivan Jefremov. Nechyběl samozřejmě ani velmi případný náboženský argument – pro ohromné dinosaury s hmotností mnoha desítek tun se přece nemohlo najít místo v Noemově arše!



Vymírání č. 4: Konec triasu (před 200 miliony let)

Hromadné vymírání katastrofické povahy bývá většinou spojováno s koncem dinosaurů; méně známá je však skutečnost, že jedno vymírání naopak dinosaurům

Fakta o čtvrtém vymírání:

- další velké vymírání, tvořící předěl mezi dvěma periodami druhohorní éry (triasem a jurou)
- trvalo méně než 10 000 let a odehrálo se bezprostředně před počátkem rozpadu superkontinentu Pangey
- vymřelo asi 20 % všech čeledí mořských i suchozemských živočichů, prakticky všichni velcí plazi (krurotarzani, poslední terapsidi) s výjimkou dinosaurů; nepřežili také velcí obojživelníci a celkově více než 50 % všech taxonomických druhů
- za pravděpodobné příčiny jsou pokládány: a) postupná změna klimatu nebo změna směru oceánských proudů; b) dopad mimozemského tělesa (zatím však nebyl objeven kráter odpovídajícího stáří); c) masivní sopečné erupce, způsobující oteplení klimatu zvýšením obsahu CO₂ v atmosféře
- toto vymírání bylo dříve poněkud přehlíženo, neboť se chronologicky řadí mezi dvě největší a nejnámější události tohoto druhu (konec permu a konec křídly).



S pokračujícím výzkumem se však zdá být jisté, že šlo o nesmírně významnou událost i z hlediska dalších stovek milionů let vývoje života na Zemi

usnadnilo nástup k dominanci nad juruskými a křídovými pevninami. Zhruba před 200 miliony let dochází na konci triasové periody druhohorní éry k vyhnutí 20 % čeledí a 55 % rodů mořských živočichů, většiny starobylých plazích linií archosaurů a therapsidů a drtivě většiny velkých obojživelníků. Na souši nepřežilo na 23 % čele-

dí a zhruba 48 % rodů. Celá událost měla jednoznačně katastrofickou povahu, neboť se ve srovnání s většinou jiných velkých extinkcí odehrála z geologického hlediska velmi rychle – za méně než 10 000 let. Podle obecně sdíleného názoru se v tomto případě jednalo spíše o výrazný pokles speciace (vzniku nových druhů) než samotné extinkce (vymírání druhů). Příčiny této události jsou stejně jako u všech masových vymírání ne zcela uspokojivě vysvětleny. Superkontinent Pangea se začal rozpadat až krátce po tomto vymírání, takže přímá souvislost zřejmě neexistuje. Mezi stále favorizovanými příčinami se objevuje zvýšená sopečná činnost v kombinaci s rostoucí koncentrací oxidu uhličitého v atmosféře, dopad kosmických objektů (opět však chybí přesně datovaný impaktní kráter), změna směru oceánských proudů apod.

Vymírání č. 5: Konec křídly (před 65 miliony let)

O vymírání na konci druhohorní éry (jinak také katastrofa K-T, příp. K-Pg) detailně pojednává článek ve Světě 9/2008 na straně 29. Nebylo sice nejhorší katastrofou mezi vymíráními Velké pětky, většinou je však řazeno hned za vedoucí permskou katastrofou. Pro člověka i většinu našich příbuzných ze třídy savců mělo totiž nedozírný význam. Dosavadní vládci planety po dobu 135 milionů let, tedy neptačí dinosauri, vyhnuli. Pokud by tímto způsobem nebyly uvolněny pevninské ekosystémy, savci větších rozměrů by vznikli až mnohem později, možná by dokonce nevznikli vůbec. Je téměř jisté, že člověk by se na Zemi neobjevil. Náš druh tedy obrazně řečeno vděčí za svoji existenci jedné strašlivé katastrofě. Přestože stále napanuje shoda o příčinách této katastrofy na konci křídly (ústřední role dopadu meteoritu je ale nezpochybnitelná), tato dávná událost je bezpochyby nejlépe prozkoumaným masovým vymíráním. Nešlo o poslední událost svého druhu, v rozsahu odpovídajícím Velké pěťce však tuto kategorii uzavírá.

VLTAVINY Z KATASTROFY ZROZENÉ

V průběhu „novověku Země“, tedy v období kenozoika (posledních 65 milionů let) se setkáváme s mnoha vymíráními menšího rozsahu. Například na přelomu třetihorních epoch eocénu a oligocénu před 33,9 milionu let došlo k vyhnutí velkého množství především mořských nebo na vodu vázaných forem živočichů. Příčina je dosud nejistá, také v tomto případě však mohl sehrát roli dopad mimozemských těles (například do oblasti dnešní Chesapeake Bay a na Sibíři).

V období středního miocénu (asi před 14,8–14,5 m. l.) dochází opět k velkému vymírání, zasaženo je až 30 % tehdejších savčích rodů. I toto vymírání mohlo mít mimozemskou příčinu, jak nasvědčují objevy impaktních kráterů u našich zá-

padních sousedů. Ve stejné době totiž dopadly na území dnešního Německa dva velké meteority (krátery Nördlinger Ries o průměru 24 km a menší Steinheim s průměrem 3,8 km). Předpokládá se, že při dopadu těchto meteoritů vznikly za extrémních tlaků také na našem území proslulé vltaviny (dopadové sklovité horniny, zvané tektity). Ty sem byly vymrštny na vzdálenost kolem 450 km.

ČÍSLO ŠEST SOUČASNÉHO SVĚTA

Poslední velkou událostí svého druhu bylo bezpochyby pleistocenní vymírání. Odehrálo se přibližně před 50 000–10 000 lety a postihlo téměř výlučně velké savce (zhruba nad 40 kg hmotnosti). Za hlavní příčinu je nejčastěji považováno výrazné oteplení po skončení poslední doby ledové nebo nadměrný odlov pravěkým člověkem (případně kombinace obou těchto faktorů). Působení člověka za posledních několik století je dnes již většinou považováno za další vlnu masového vymírání. Výjimečně se objevují tvrzení, že jde dokonce o šestou událost, doplňující Velkou pětku. Tak vysokých čísel v hubení druhů našetřít naše civilizace ještě nedosahuje, přesto bychom se měli vážně zamyslet. Člověk za pouhých několik desítek let dokázal ohrozit světovou biosféru takovým způsobem, jaký se ve formě mimozemských těles objeví prakticky jen jednou za celou geologickou éru.

Fakta o pátém vymírání:

- poslední z pěti uznávaných masových vymírání v dějinách planety, nejnámější a stále nejintenzivněji zkoumané
- na mnoha místech světa byla objevena tenká vrstva sedimentace z hranice K-T, obsahující mj. také vzácné kovové prvky jako iridium nebo platina, jež se v zemské kůře příliš nevyskytují; o katastrofě svědčí také několik impaktních kráterů, rozsáhlý záznam o pylech a výtrusech fosilních rostlin nebo masy výlevných hornin v Indii
- zcela vymřeli neptačí dinosauri, pterosauri, vodní plazi (plesiosauri a mosasauri), amoniti, belemniti, z mlžů inoceramidé a rudisté; značně zdecimovány však byly také mnohé vývojové linie krokodýlů, ještěřů, ptáků, savců a mořských bezobratlých. Výrazně postižena byla i společenství suchozemských rostlin
- vymřelo kolem 50 % všech rodů a zhruba 75 % druhů živočichů



NOVÉ TEORIE O VYMŘENÍ DINOSAURŮ

V září roku 2007 byla zveřejněna studie, na které se podíleli také dva čeští astronomové David Vokrouhlický a David Nesvorný. Podle této vědecké práce byl identifikován pás asteroidů, pojmenovaný Baptistina 298, ze kterého asi před 160 miliony let vylétl směrem k Zemi vražedný projektil (budoucí meteorit Chicxulub). Dalším zajímavým zjištěním z posledních let je objev několika kráterů přibližně stejného stáří, které by mohly potvrdit teorii o mnohonásobném dopadu na konci křídly. Kráter Silverpit v Severním moři, Boltyš na Ukrajině nebo Šiva v Indickém oceánu by mohly být němými svědky dosud utajené skutečnosti dopadu celého roje kosmických těles na naši planetu v době před 65 miliony let. S touto verzí však většina odborníků zatím nesouhlasí a nenásvědčuje jí ani poslední sedimentární analýza geologa Kena MacLeoda z roku 2006.

Již od 80. let minulého století se čas od času objevuje také myšlenka možného přežití neptačích dinosaurů do třetihor. Některé nálezy skutečně nasvědčují tomu, že alespoň menší populace dinosaurů dokázaly přežít ještě nejméně milion let do nejstaršího období třetihor (paleocénu) a vymřeli až zhruba před 64 miliony let. Takové důkazy v podobě izolovaných zubů nebo kostí byly hlášeny z mnoha míst světa (Montana a Nové Mexiko v USA, Čína, Francie, Argentina), většinou jsou však zavrhovány jako nepřesvědčivé. V podstatě ve všech známých případech se totiž při pečlivém zkoumání dospělo k závěru, že se jedná o špatně datovaný nálezy nebo o fosilii druhotně usazenou v mladších vrstvách.

