

Vymieranie organizmov

Peter Holec

Úvod

Vývoj nových druhov organizmov má nevyhnutne aj protikladnú stránku, a to je vymieranie. V bioticky naplnenom prostredí je vymieranie ten činiteľ, ktorý uvoľňuje energiu pre ďalší vývoj. Problém pôvodu a vymierania druhov zaujíma paleontológov od vzniku paleontológie ako samostatnej vedeckej disciplíny. Spomeňme si na Cuvierov katastrofizmus, Lamarckov evolucionizmus, d'Orbignyho kreacionizmus a množstvo ďalších názorov, ktoré sa snažili objasniť, alebo aspoň prispieť k riešeniu tohto zložitého problému.

Už na začiatku zostavovania stratigrafických jednotiek sa zistilo, že pre vymedzovanie veľkých jednotiek, ako sú periódy, útvary a oddelenia, sú najvhodnejšie medze masového vymierania určitých skupín organizmov. Príčiny masového vymierania vyšších taxónov živočíchov alebo rastlín za pomerne krátku dobu (v geologickom ponímaní) sú jednou z najväčších záhad v histórii vývoja organizmov.

Po masovom vymieraní sa obyčajne pozoruje intenzívna adaptívna radiácia tých skupín, ktoré krízu prekonali. Vymieranie určitej skupiny organizmov uvoľňuje ekologické priestory, ktoré prv zaberali a to môže podmieniť urýchlený vznik nových druhov. Aby vznikajúca populácia bola úspešná, musí mať vhodné adaptívne tendencie čo sa týka jej genofondu a podmienok prostredia. Pritom rýchlosť vzniku druhov závisí od abiotických aj biotických faktorov prostredia, ako aj od reprodukčných a fylogenetických vlastností rozvíjajúcich sa populácií.

Druhy miznú dvojakým spôsobom:

1. fyletickým vymieraním - tým, že sa vývojom menia na iné druhy, alebo
2. tým, že vymierajú bez potomkov.

Aké sú príčiny vymierania organizmov?

Dohady o vymieraní možno rozdeliť do dvoch skupín. Prvá skupina dáva dôraz na zmeny v abiotických faktoroch zemského, alebo aj vesmírneho pôvodu.

Abiotické faktory ovplyvňujúce život na Zemi

Život na Zemi trvá takmer 4 miliardy rokov. To znamená, že takéto dlhé obdobie bola klíma na Zemi v rozpätí teplôt vhodných pre život. Klímu ovplyvňujú tieto faktory.

Slnčné žiarenie svojím teplom a svetlom umožňuje život na našej Zemi, ale pôsobí aj negatívne. Zem sa musela vysporiadať s rastom sl-

nečného žiarenia, ktoré je od vzniku Zeme asi o štvrtinu silnejšie. Sú zmeny aj v slnečnej aktivite.

Obsah skleníkových plynov najmä oxidu uhličitého, ako hlavného skleníkového plynu, ovplyvňoval priemernú teplotu na Zemi. Jeho obsah sa môže zvýšiť napr. intenzívnejšou sopečnou činnosťou.

Zmeny výšky morskej hladiny, ktoré súvisia aj so zaľadnením, ale i s pohybom kontinentov (kontinentálny drift). Pri veľkom poklese hladiny oceánov (regresii) dochádzalo ku vzniku pevninských mostov a k migrácii fauny z kontinentu na kontinent. To sa udialo napr. koncom treťohôr, keď sa vytvoril pevninský most medzi Severnou a Južnou Amerikou. Vo štvrtohorách bola niekoľkokrát spojená Ázia so Severnou Amerikou a pod. Naopak pri zvýšení hladiny oceánov (transgresia) boli zaplavené obrovské plochy príbrežných rovín v okolí oceánov.

Kyslík a ozónová vrstva na začiatku vývoja života chýbali. Až po vytvorení ozónovej vrstvy mohli vyššie rastliny a živočíchy opustiť morské a vodné prostredie a rozšíriť sa i na súši.

Kolízie kontinentov. Povrchová vrstva Zeme je rozlámaná hlbokými zlomami na rôzne veľké platne, ktoré sa vzájomne posúvajú. Tam, kde sa platne vzdalujú, vzniká nové oceánske dno, kde sa približujú, je oceánske dno pohlcované. Pri tom sa môžu zraziť okraje kontinentov pričom sa vyvrásni pohorie. Keď sa indický kontinent zrazil s ázijským vo vrchnom paleocéne, teda v starších treťohorách a vyvrásnili sa Himaláje (orogenéza), vyhynulo mnoho skupín živočíchov, lebo nevydržali konkurenciu príbuzných druhov z druhého kontinentu.

Cirkulácia oceánov sa menila vplyvom pohybu kontinentov. Napríklad uzatvorenie spojenia medzi Tichým a Atlantickým oceánom na konci treťohôr vyvolalo zmenu prúdenia, ktoré mohlo byť príčinou začiatku ľadových dôb.

Dopady asteroidov a komét boli v prvej fáze vývoja Zeme veľmi časté. Pred 65 m. r. (m. r. = milióny rokov) na rozhraní kriedy a treťohôr sa udiala katastrofa, pravdepodobne vyvolaná dopadom planétky s priemerom asi desať km pri polostrove Yucatan v Mexiku. Materiál vymrštený pri dopade zatienil slnko, teplota klesla pod bod mrazu na niekoľko mesiacov a vznikli obrovské morské vlny – tsunami. Spôsobilo to vyhynutie mnohých druhov živočíchov a na západnej pologuli najmä v Severnej Amerike aj rastlín. Podobné katastrofy sa na Zemi opakovali približne raz za 100 miliónov rokov.

Intenzívna sopečná činnosť spôsobila pravdepodobne tiež vymieranie na konci prvohôr. K najväčším známym erupciám patrí zaplavenie západnej časti Sibíri lávou s rozlohou asi 2,5 milióna km². Vtedy zahynulo asi 95 % druhov organizmov na Zemi. Na konci druhohôr to bola zasa erupcia čadičov v Indii, ktorá zanechala za sebou 2 km hrubú vrstvu čadiča s rozlohou asi 500 tisíc km². Táto udalosť mohla súvisieť s dopadom asteroidu v Mexiku, ktorý vyvolal napätie na opačnej strane Zeme. Sopečné erupcie zasahovali i do histórie ľudstva. Pred 75 tisíc rokmi bola najmohutnejšia explózia počas štvrtohôr. Sopka

Tumbo na Sumatre vyvrhla asi 1 000 km³ popola a 2 000 km³ lávy. Erupcia zanechala kráter s priemerom 170 km. Znamenala výrazné klimatické zmeny a teplota klesla o 5 °C na tisíc rokov. Táto udalosť koinciduje s redukciou populácie človeka. 1600 rokov pred Kr. vybuchla sopka Thera v Egejskom mori, ktorá pravdepodobne spôsobila zánik minojskej civilizácie na Kréte. V roku 1783 sa odohrala trhlinová erupcia Laki na Islande, ktorá vytvorila najväčší lávový prúd na Zemi pozorovaný v historickom období. Táto udalosť pravdepodobne vyvolala kruté zimy a veľké neúrody vo Francúzsku, čo mohlo viesť k Francúzskej revolúcii. V roku 1815 vybuchla sopka Tambora v Indonézii, ktorá vyvrhla 50 km³ materiálu. Bola to najvýbušnejšia explózia za posledných 10 tisíc rokov. Na tri dni nastala úplná tma v okruhu 300 km. Nasledoval „rok bez leta“. Priemerná globálna teplota klesla o 1 °C, niekde až o 2,5 °C. V mnohých krajinách boli neprestávajúce dažde, sneh a mráz aj v letných mesiacoch. V spoločnosti ľudí nasledovali hladové búrky a nepokoje (Pivko, 2003).

Magnetické pole Zeme sa občas prepóluje a aj toto mohlo mať vplyv na žijúce organizmy. Aj keď poznáme viaceré prepólovania magnetického poľa Zeme, nevieme zistiť, či to malo skutočný vplyv na vyhynutie organizmov.

Salinita oceánov (slanosť morskej vody) nebola vždy rovnaká a počas existencie Zeme sa jej hodnota zvyšuje. V dôsledku uzavretia nejakého mora, alebo časti oceána v dôsledku kontinentálneho driftu sa mohlo stať, že salinita takéhoto mora v priebehu relatívne krátkeho času poklesla a množstvo stenohalinných organizmov vyhynulo (pozri príklad pri treťohorách).

Stopové prvky sú v moriach veľmi dôležité pre existenciu fytoplanktónu (drobné riasy voľne sa vznášajúce vo vodnom stĺpci). Ak sa ich množstvo v krátkom čase zmenilo v dôsledku zastavenia prísunu stopových prvkov, mohlo prísť k ich masovému vymieraniu a následne na ňom závislom zooplanktónu. Na zooplanktón (drobné živočíšne organizmy vznášajúce sa vo vodnom stĺpci) sú potravne naviazané mnohé väčšie organizmy (napr. ryby, ale aj veľryby), ktoré môžu následne vyhynúť.

Orbitálne cykly – ako je zmena tvaru obežnej dráhy Zeme okolo Slnka, zmena sklonu zemskej osi a krúženie zemskej osi zapríčinili celoplanetárne klimatické zmeny. K nim patrí aj vznik ľadových dôb so všetkými následkami. Ovplyvnili nielen život v studenom a miernom pásme, ale nepriamo pri poklese hladiny svetového oceána aj v subtropickom a tropickom pásme. Celosvetové zaľadnenie vo vende (predkambrium, asi pred 700 mil. rokmi) spôsobilo vyhynutie veľkého množstva jednobunkovcov planktonických aj bentických. Mohlo ho ovplyvniť aj nedostatok stopových prvkov, ktoré sa počas tejto ľadovej doby nemohli dostať z kontinentu do oceánov.

Druhá skupina vidí príčinu vymierania vo vnútri samotnej živej hmoty.

Biotické faktory vymierania organizmov

Hovorí sa o fylogenetickom starnutí jednotlivých vývojových línií, so stratou ich vývojovej plasticity, s výskytom pandémie, prešpecializovaním druhov, so zánikom vhodnej potravy, so vzájomnými vzťahmi medzi organizmami a pod.

Vzťahy medzi organizmami sú:

Neutralizmus je vzťah populácií, ktoré sa vzájomne znášajú a neovplyvňujú sa, napr. veľké kopytníky v Afrike. Všetky sa živia rastlinnou potravou, no niektoré trávami, iné listami nízkych krov, alebo niektoré aj listami stromov, takže si príliš potravne nekonkurujú.

Kompetícia, alebo konkurencia medzi populáciami o teritórium, alebo o potravu. Populácie sa navzájom vytesňujú. Najväčšia konkurencia býva medzi jednotlivými druhmi jedného rodu, napr. medzi rôznymi druhmi drozdov. Kompetícia môže viesť až k eliminácii, vytesneniu slabšieho druhu.

Mutualizmus je vzťah, pri ktorom sa jednotlivé populácie navzájom podporujú tak, že jedna bez druhej nemôže prežiť. Riasa a huba – lišajník. Riasa by nemohla žiť bez huby, ktorá udržuje vlahu a huba bez riasy by nemala živiny.

Protokooperácia je vzťah, pri ktorom majú obe populácie zo vzájomného spolužitia prospech, ale nie sú na sebe závislé – pustovnícky rak so sasankou. Pustovnícky rak má nechránený zadoček (abdomen), a preto si dá na budúcu sasanku, ktorá ho chráni pred zvedavými rybami. Pre sasanku je zas výhodné, ak sa nesie na krabovi, lebo môže získať odrobinky z jeho potravy.

Komenzalizmus – ide o vzájomné spolužitie populácií, pri ktorom jedna (komezál) má zo spolužitia úžitok a druhá nie je nijako poškodzovaná (hostiteľ), napr. rôzne organizmy si vytvárajú schránku na inom organizme – červ Spirorbis na schránke lastúrníkov.

Amenzalizmus alebo antibiôza je vzťah, pri ktorom jedna populácia vylučovanými ochrannými látkami obmedzuje inú, sama však nie je nijako dotknutá. Pri premnožení niektorých rias sa môže vytvoriť tzv. vodný kvet a výlučky takto premnožených rias môžu spôsobiť uhynutie iných vodných organizmov.

Parazitizmus – jedna populácia (parazity) napáda inú (hostiteľ), získavajúc z nej potravu spôsobom škodlivým pre hostiteľa. Nevedie hneď k jeho smrti. Parazity sú vonkajšie a vnútorné. Sú rozšírené u rastlín aj u živočíchov.

Predácia je vzťah dravca ku koristi, napr. lev a zebra. Nie je to vždy jednostranný výsledok v prospech dravca, pretože môže byť pri útoku poranený alebo aj zabitý brániacou sa korisťou.

Podľa potravy možno organizmy rozdeliť na autotrofné, samovýživné – rastliny so zeleným farbivom chlorofylom, alebo heterotrofné, ži-viace sa inými organizmami – živočíšne organizmy. Tieto môžu byť by-linožravé (herbivórne), mäsožravé (karnivórne), substrátožravé, sus-penziožravé a všežravé. Potravné vzťahy medzi organizmami sú veľmi

dôležité, pretože narušením jedného vzťahu, napr. rastlina - bylinožravec, môže byť narušený aj ďalší vzťah bylinožravec - mäsožravec.

Pandémia, teraz módné slovo pri rozširovaní vtáčej chrípky. Zistilo sa, že je prenosná aj na cicavce. V minulosti sa pandémie vyskytovali tiež.

Niektoré hypotézy počítajú s jednou príčinou, iné kombinujú väčší počet príčin.

Veľmi účinným spôsobom štúdia evolučných javov je ich štúdium v širokých súvislostiach, v rámci globálnych ekosystémov. Táto metóda je veľmi plodná aj pri štúdiu vymierania organizmov. Podobne ako vývoj nových druhov je i vymieranie spojené s posunom a stratou rovnováhy vo vnútri ekosystémov. Prírodný výber má vždy trend k dosiahnutiu vyváženého stavu medzi organizmom a prostredím. Tento vyvážený stav môže byť porušený ako zo strany organizmu, tak i prostredia. Zo strany organizmu sa tak deje mutáciami. Tieto zmeny však nemožno považovať za príčiny vymierania druhov, lebo za normálnych okolností sú účinne kontrolované prírodným výberom. Vymretie celého druhu môže byť spôsobené len takou zmenou vonkajšieho prostredia, ktorá prekračuje adaptívne možnosti organizmu. Príčina vymierania je vždy daná vzájomným vzťahom organizmu a prostredia. O rozhodujúcom vplyve vnútorných činiteľov organizmu možno hovoriť vtedy, ak máme na mysli šírku jeho adaptability, ktorá určuje či dôjde k vyváženému stavu k prostrediu, alebo nie.

Analógia s vývojom recentných ekosystémov dovoľuje usudzovať, že dôsledkom periodického omladzovania a dozrievania ekosystémov bola nerovnomerná rýchlosť a intenzita vymierania. Proces dozrievania je pomalý, zatiaľ čo omladzovanie, a to aj z geologického hľadiska, býva veľmi rýchle. Tá istá analógia dovoľuje tiež usudzovať, že pri vymieraní vo fáze omladzovania sa veľmi uplatňovala anorganická zložka ekosystémov, zatiaľ čo v dobe ich dozrievania postupne vzrastala úloha organickej zložky. Môžeme taktiež usudzovať, že charakteristickou črtou pokročilých štádií evolučnej sukcesie bolo fyletické vymieranie, zatiaľ čo charakteristickým znakom omladzovania, zostupného vývoja ekosystému, bolo vymieranie bez potomstva.

Príčiny vymierania sú teda v teoretickej rovine prijateľne definované. Určenie konkrétnych činiteľov, prostredníctvom ktorých sú všeobecné zákonitosti vymierania uskutočňované, je jednou z najzložitejších úloh paleontológie. V paleontologickom zázname je možné viacej jasne sledovať pôsobenie len vonkajších činiteľov anorganického prostredia. Štúdium vzájomných vzťahov medzi organizmami je všeobecne obťažnejšie (príklad: trilobity - ich úbytok v ordoviku sa dáva do vzťahu s rozvojom hlavonožcov, ktoré sa nimi mohli živiť).

Úlohu procesov, ktoré sme všeobecne charakterizovali, možno ukázať na vývoji ekosystémov Paratethydy - sústavy mladotretihorných panví, ktoré existovali na sever od Stredozemného mora - Tethydy. Tá

to sústava začínala na západe rhónskou panvou, pokračovala predpólím Álp do predpólia Karpát a ďalej na východ do čiernomorsko-kaspickej oblasti. Patrili k nej tiež panvy vo vnútri alpsko-karpatského obľúka, ale aj viedenská a panónska panva, ktoré obe zasahujú na územie Slovenska. V strednom miocéne existovalo v strednej a východnej časti Paratethydy more s normálnou salinitou. Paleogeografickými zmenami došlo na rozhraní stredného a vrchného miocénu k prerušeniu spojenia s tethydným morom. V dôsledku toho došlo k pomerne rýchlemu poklesu salinity. Vzniklo veľké sarmatské more, v ktorom veľmi rýchlo vyhynuli všetky stenohalinné druhy živočíchov. Zostali len tie druhy, ktoré znášali zníženie salinity. Takto došlo k rozsiahlemu zmladeniu ekosystému. V prvom období sarmatského mora v ňom žil pomerne malý počet euryhalinných druhov, z ktorých boli najpočetnejšie ulitníky rodu *Cerithium* a lastúrniky rodu *Cardium*. Po ustálení salinity na novej hodnote nastúpili tieto rody cestu adaptívnej radiácie. Z jediného materského druhu sa oddelili populácie, ktoré osídlili rôzne biologicky nenasýtené ekologické zóny, kde z nich pomerne rýchle vznikali nové druhy a rody. Dochádzalo teda k početným prípadom fylogenetického vymierania. V najstarších obdobiach sarmatského mora však súčasne vymierali niektoré pôvodné druhy morskej fauny označované, ako stredomorské (mediteránne) relikty. K nim patrili napr. ustrice a niektoré mäsožravé ulitníky. Čiastočne sa tak dialo aj pod zvyšujúcim sa tlakom nových vývojových línií, ktoré sa rýchlo rozvíjali vplyvom adaptívnej radiácie (Pokorný, 1977).

Iný príklad, ako sa uplatnili paleogeografické zmeny na vývoji fauny, vidno na histórii vývoja vačkovcov a placentálnych cicavcov. Austrália je známa bohatou faunou vačkovcov. Ich mohutná adaptívna radiácia prebiehala vo veľmi podobných líniách ako u placentovcov (bylinožravce, mäsožravce, rôzne drobné vačkovce a pod.). Pretrvávajúce tohto spoločenstva vačkovcov v Austrálii bolo možné len vďaka dlhodobej izolácii tohto kontinentu od ostatného sveta, prinajmenšom od vrchnej kriedy. Tak isto sa rozvíjala fauna aj v Južnej Amerike. Jej izolácia trvala od konca kriedy do konca treťohôr. Vtedy sa vytvorila Panamská šija a spojili sa obe Ameriky. Pre faunu vačkovcov Južnej Ameriky to malo katastrofálne dôsledky, pretože v krátkom čase zanikla v dôsledku masovej migrácie severoamerických placentálnych cicavcov. Z vačkovcov sa udržali len vačice (Opossum), predstavujúce akýsi generalizovaný typ, z ktorého by sa dali odvodiť ostatné vývojové línie vačkovcov (Pokorný, 1977). Tieto dokonca prenikli na juh Severnej Ameriky. Môže to byť aj vďaka ich veľkej rozmnožovacej schopnosti.

Paleogeografické zmeny mali dôležitú úlohu vo vymieraní organizmov. Menili rozloženie súší a morí, vytvárali bariéry, ale aj priechody pre šírenie fauny aj flóry, menili klimatické podmienky, a tým aj charakter a rozšírenie biotopov. Ovplyvňovali rovnováhu ekosystémov počas geologických dôb a menili aj intenzitu a smer prírodného výberu. Súčasne sa stávali hybnou silou evolúcie nových druhov.

Geologické obdobia najmasovejšieho vymierania

Najväčšiu pozornosť paleontológov, ale aj teoretických biológov a filozofov priťahujú obdobia rýchleho vymierania druhov, ale i celých skupín a spoločenstiev organizmov a obdobia rejuvenácií ekosystémov vo svetovom meradle. Ich najvýraznejšie prejavy sú na hraniciach prvohôr a druhohôr, druhohôr a tretohôr, ale vyskytujú sa i v iných úsekoch geologickej histórie. Boli definované hlavne v plytkovodných epikontinentálnych oblastiach západnej Európy, v sedimentácii ktorej boli početné hiáty (prerušená vrstevného sledu), ktoré poukazujú na ústup mora. Fauny oboch strán týchto hiátov sú často veľmi odlišné, takže to viedlo vo filozofickej klíme vtedajšej doby (1. polovica 19. storočia) ku Cuvierovmu učeniu o katastrofách, potopách, kde jedna fauna bola nahradená novostvorenou alebo novopristáňovanou faunou. V modernizovanej podobe prežíva katastrofizmus dodnes (zasiahnutie Zeme kométou, veľkým asteroidom, sopečné výbuchy, reverzie magnetického póla Zeme či pandémie).

Menej nápadné masové vymieranie živočíchov sa odohrало vo vende, ešte pred kambriom, najnápadnejšie medzi permom a triasom, koncom druhohôr a koncom štvrtohôr. Avšak aj na konci jednotlivých periód dochádzalo k masovému vymieraniu najmä niektorých morských organizmov.

V období pred kambriom v **rifei** asi pred 1,8 až 1,7 miliardami rokov došlo k silnému ochladeniu na celej Zemi. Po ňom asi pred 1,5 až 1,4 miliardami rokov sa vyvinuli eukaryotické bunky (dovtedy boli len prokaryotické). Ďalšie zaľadnenie bolo vo **vende** (asi pred 700 m. r.). Na celom zemskom povrchu sa silne ochladilo. Dokonca sa hovorí v súvislosti so Zemou, že bola ako snehová guľa („snowball earth“). V tomto čase bol život sústredený v oceáne a žili iba rôzne druhy morských jednobunkovcov. Vyše polovica z nich vyhynula.

Koniec ordovíku (asi pred 420 m. r.) – trilobity dosiahli vrchol svojho rozvoja a nastáva ich ústup (rad Agnostida, Ptychopariida a Lichida). Podobne i niektoré ramenonožce (trieda Paterinata) a machovky (rad Trepostomata).

V **devóne** (asi pred 370 m. r.) vyhynuli graptolity a trilobity radu Ptychopariida a Phacopida, brachiopódy radu Pentamerida a Spiriferida a ostatnokožce triedy Rhombifera a Diploporita.

Najväčšie vymieranie sa odohrало na **konci permu** (asi pred 245 m. r.), keď vyhynuli mnohé jednobunkovce, ale aj tabulátne a štvorlúčové koralý, viacero druhov ramenonožcov a machoviek, trilobity, množstvo druhov ľalioviek, mnohé krytolebkovce a pelykosauiry. Suchozemské stavovce medzi permom a triasom stratili pomerne málo vyšších taxónov. Pestrosť krytolebkovcov ustúpila vo vrchnom permu na úkor plazov, kedy sa začal ich rozkvet a pokračoval počas celého trvania druhohôr. Zistilo sa, že redukcia organizmov na rozhraní prvohôr a druhohôr nebola až taká náhla a týkala sa predovšetkým mor-

ských organizmov. Vyhnuli všetky štvorlúčové koraly, trilobity, mnohé druhy machoviek a ramenonožcov.

V druhej polovici permu vymrelo množstvo výtrusných rastlín, ustupujú aj papradosemenné. Vysvetľuje sa to kolísaním morskej hladiny, zmenou salinity vplyvom aridizácie podnebia v perme, redukciou morského fytoplanktónu a pod.

Prvé masové vymieranie suchozemských, ale aj morských stavovcov nastalo **koncom triasu** (asi pred 204 m. r.). Z devätnástich radov a podradov plazov na konci triasu vyhynulo osem.

Z bezstavovcov vymierajú ceratitidné hlavonožce, hojné v celom triase.

Koniec kriedy (asi pred 65 m. r.) znamená novú krízu v živočíšnej ríši, ktorá svojimi rozmermi dosahuje permo-triasové vymieranie. Vymieranie na hranici druhohôr a treťohôr má trochu iný charakter ako vymieranie na hranici prvohôr a druhohôr, lebo sa týka morských, obojživelných aj suchozemských organizmov. Vymrela veľká časť rodov a druhov morského planktónu, všetky amonity aj pravé belemnity, veľa rodov iných morských bezstavovcov ako sú lastúrniky, ramenonožce, ježovky a niekoľko skupín veľkých plazov, či už suchozemských (dinosaury), morských (ichtyosaury a pleziosaury), ale aj lietajúcich (pterosaury). Detailný výzkum vrtných jadier zo dna oceánov ukazuje, že vyhynutie planktónu – lepšie povedané jeho redukcia bola aj z geologického hľadiska veľmi rýchla. Vymieranie morských plazov trvalo viac miliónov rokov. Amonity vymreli v priebehu niekoľkých desiatok miliónov rokov. Zaujímavé je, že nie sú dôkazy redukcie suchozemských rastlín. Len v Severnej Amerike sú stopy po obrovských požiaroch vtedajších lesov. Zo štúdií posledných rokov vyplýva, že príčinou redukcie ekosystému na hranici druhohôr a treťohôr bolo pravdepodobne zníženie teploty (dopad meteoritu, asteroidu). Vzápätí po vyhynutí veľkého množstva suchozemských plazov, najmä dinosaurov nastáva rýchla adaptívna radiácia cicavcov na začiatku treťohôr.

V treťohorách došlo k veľkému vymieraniu **koncom pliocénu** (asi pred dvoma miliónmi rokov) a v **pleistocéne** (pred viac ako 10 000 rokmi). Vtedy vymreli mnohé suchozemské cicavce, ale nepostihlo to iné ekologické skupiny, ako napr. plytkovodné bezstavovce, prípadne suchozemskú flóru.

Vymieranie najmä veľkých cicavcov sa odohralo aj v štvrtohorách **na hranici pleistocénu a holocénu**. Pre toto vymieranie existujú dve skupiny hypotéz. Prvá počíta s primárnou úlohou človeka a jeho predchodcov. Štúdiom pomerov v Amerike pred príchodom belochov však ukazujú, že človek-lovec žil s prírodou v rovnováhe a nemohol byť hlavnou príčinou vymierania lovných druhov. Druhá skupina názorov vysvetľuje vymretie veľkých kvartérnych cicavcov zánikom biotopov, na ktorých tieto zvieratá žili. Veľké cicavce potrebujú na svoju existenciu oveľa väčšie územie, než drobné živočích, a preto sú oveľa citlivejšie a zraniteľnejšie ak sa ich biotop zmenší. Tak napríklad vymretie mamu-

tov a srstnatých nosorožcov zapríčinil zánik zvláštneho vrchno pleistocénneho biotopu označovaného ako stepná tundra. Chýbali jej dlhé polárne noci aj veľké snehové zrážky, ktorými sa vyznačuje dnešná severská tundra, aj vysoké sezónne teploty, ktoré sú v dnešných južných stepiach. Oteplenie v poľadovej dobe viedlo k zalesneniu obrovských plôch, ktoré predtým zaberala stepná tundra. Takto vlastne zmizol biotop, na ktorý boli potravne viazané mamut aj srstnatý nosorožec a s ním vymizli aj tieto dva druhy. Mnohostrannosť príčin vymierania odráža zložité a mnohostranné väzby medzi jednotlivými zložkami ekosystémov (Ložek, 1992).

Dnešné vymieranie živočíchov a rastlín spôsobované človekom má úplne iný charakter. Vyhubené druhy sa už neobnovujú a príroda sa nezadržateľne ochudobňuje. Keďže medzi mnohými druhmi sú veľmi jemné a očiam človeka často skryté vzťahy, vyhynutím jedného druhu môžu byť ohrozené ďalšie (nezmyselný lov veľrýb, delfínov, tuleňov a iných zvierat, hynutie množstva ohrozených druhov stavovcov aj bezstavovcov v dôsledku otravy vôd, pôdy aj vzduchu najrozmanitejšími jedovatými odpadmi a exhalátmi). Takéto koristnícke počínanie človeka iste nebolo v prvotnom Božom pláne. Človeku bola príroda zverená ako správcovi, teda nielen, aby ho živila, ale aby sa o ňu aj primerane staral a ako správca bude musieť i predložiť účet za starostlivosť o ňu.

Záver

Je ťažké vysvetliť masové vymieranie pôsobením jediného faktora. Rôzne vymierania mohli mať rôzne príčiny, mohli naraz pôsobiť viaceré nepriaznivé faktory aj biologického rázu, ako je závislosť na potrave, symbióza, substrát (koralové útesy), objavenie sa nebezpečných nepriateľov (infekcie, choroby, pandémie, predátori), alebo jedna taxonomická skupina mohla svojou vyššou adaptabilitou alebo rýchlosťou rozmnožovania sa vytesniť inú (lastúrniky vytesnili ramenonožce do hlbších oblastí mora). Závislosť organizmov na prostredí objasňuje aj teória, podľa ktorej veľké vymierania súvisia s peneplenizáciou pevnín, kedy sa zamedzil prísun výživných látok z pevniny do oceána, čo vyvolalo masový úhyn planktónu a následne naň odkázané organizmy, ale aj organizmy viazané na obsah kyslíka v atmosfére. Vymierania väčšinou postihujú nie ekologické, ale taxonomické skupiny. Dinosaury boli široko ekologicky adaptované, a predsa vymreli ako taxóny. Vedie to k úvahám o tom, že faktory spôsobujúce masové vymieranie zasahovali základné genetické a fyziologické znaky a nie menej podstatné ekologické adaptácie vo vnútri taxónov, hoci nie všetky populácie silne rozšíreného druhu vymierajú súčasne. Treba si teda uvedomiť, že k vymieraniu dochádza postupne počas mnoho stotisíc až niekoľko miliónov rokov. Len z geologického ponímania času je to rýchle.

Literatúra

- [1] ŠVAGROVSKÝ, J., 1980: K problému vymierania organizmov v geologických dobách. Scripta Fac. Sci. Univ. Purk. Brun., vol. 10, no. 7, s. 327 - 330.
- [2] POKORNÝ, V., 1977: Úvod do paleontologie, SPN, Praha, 325 s.
- [3] LOŽEK, V., 1992: Vymírání velkých savců. Vesmír, 71, 343.
- [4] PIVKO, D., 2003: Zem - vynikajúce miesto pre život. Záhady vesmíru, života a človeka. Zborník prednášok z konferencií a seminárov o vede a viere. Bratislava, 43 - 49.

Doc. RNDr. Peter Holec, PhD. pôsobí na Katedre geológie a paleontológie Prírodovedeckej fakulty UK. Špecializuje sa na fosílnu stavovce (najmä cicavce, žraloky a ryby). Zaoberá sa otázkami vedy a viery a venuje sa kresťanskej filozofii.