



„GEOVEDY PRE KAŽDÉHO“

Univerzita Komenského v Bratislave, Prírodovedecká fakulta,
Katedra fyzickej geografie a geookológie

a spoluriešiteľské organizácie:

Gymnázium, Ul. Ladislava Sáru 1, Bratislava

Gymnázium na Hubeného ulici, Hubeného 23, Bratislava

Gymnázium Matky Alexie, Jesenského 4/A, Bratislava

POHROMY A KATASTROFY V HISTÓRII ŽIVOTA NA ZEMI -

Mal pravdu Lamarck, Cuvier alebo
Darwin?

Doc. RNDr. Jozef Michalík, DrSc.

2009



Na začiatku vedeckej klasifikácie živých organizmov stál postulát Karla Linného (1707-1770): "*Species tot sunt diversae, quot diversas formas ab initio creavit infinitum ens*". V tomto duchu boli revolúciou názory Jean Baptiste Lamarcka (1744-1829) o účelovosti prispôsobenia orgánov živočíchov a rastlín ich funkcií (zuby hlodavcov, pazúry dravcov). Myšlienku doviedol do dôsledkov George Cuvier (Georges Léopold Chrétien Frédéric Dagobert, Baron de Cuvier ([1769-1832](#)), otec porovnávacej anatómie. Na rozdiel od svojho predchodcu sa však nazdával, že dnešné druhy sú celkom iné, ako ich fosílni predchodcovia. Horninové sekvencie sú podľa neho výtvorom série katastrof, ktoré opätovne ničili celé tvorstvo. Nový svet musel byť znovu a znovu stvorený. Napriek tomu, že viacerí geovedci spochybňovali jeho závery (napr. Charles Lyell, tvorca aktualistického prístupu), alternatívne vysvetlenie vtedy ešte neexistovalo.

Presne pred 150 rokmi (24. novembra 1859) vydal Charles Darwin knihu „O pôvode druhov“, v ktorej zúročil prírodovedné poznatky z cesty na lodi Beagle (1831-1836). Triedil a formuloval ich priam s úzkostlivou precíznosťou temer štvrt' storočia, kým vytvoril svoju evolučnú teóriu. Zdôraznil v nej, že organizmy nie sú nemennými celkami, ale neustále sa menia a prispôsobujú zmenám prostredia. Z materského druhu postupne vznikajú dcérske formy, z ktorých sa rozrôzňujú ďalšie druhy, značne odlišné od svojich predkov. Lepšie prispôsobené organizmy osídľujú nové priestory, vytesňujú svojich predchodcov, majú viac schopnejších potomkov a v boji o prežitie víťazia.

Dnes vieme, že členenie geologických časových období sa zakladá na existencii „prelomových období“, ktoré zmenili tvár sveta a boli míľnikmi v rozvoji života. Ako to teda bolo s plynlosťou vývoja ? Existovali obrovské, celoplanetárne katastrofy, alebo bol rozvoj života plynulým, neprerušovaným procesom ? Mal pravdu Cuvier, a či skôr Darwin ?

Život na planéte Zem je ohromná sila, ktorá zmenila celý charakter tohto kozmického telesa. Dnes dýchame atmosféru, ktorá vytvorili fotosyntetizujúce organizmy, sme závislí na podnebí, ovplyvňovanom činnosťou morského planktónu a rastlinného pokryvu súší, zo štyroch pätín pozostávame z vody, prestupujúcej biosférou a sme súčasťou uhlíkového cyklu, recyklovaného živými organizmami a prenikajúceho temer celou litosférou.

Prvé dôkazy o osídľovaní našej planéty živými organizmami sú staré tri a pol miliardy rokov. Tieto najstaršie živé tvory boli deťmi oceánu. Pod jeho hladinou chrániacou pred prenikavými kozmickými lúčmi sa tvorili prvé živé častice, formujúce sa postupne do primitívnych zoskupení živej hmoty. Pretože povrch Zeme nechránenej ionosférou bol v týchto dobách bombardovaný prenikavým kozmickým žiarením, praveký život mohol pretrvávať len v miestach pod pokryvom kalu alebo stĺpca vody.

Prvé živé organizmy mali s rozvinutými formami života spoločné len základné vlastnosti: usporiadanosť, premenu látok (metabolizmus), schopnosť udržiavať stále vnútorné prostredie (homeostáza), rast, opakované odovzdávanie genetickej informácie potomkom, resp. schopnosť vytvárať kópie samých seba (reprodukcia). Predstavujeme si, že sa podobali baktériám alebo siniciam. Napriek tomu, že tieto organizmy sídlili sprvu len na niektorých miestach morského dna, čoskoro nastúpili víťaznú cestu k jeho ovládnutiu.

Stromatolity - hubovité kolónie primitívnych rias, sú najčastejšie v predkambrických usadeninách, vtedy pravdepodobne vznikali po celom svete. Mikroorganizmy, ktoré sa podieľali na ich tvorbe, patrili medzi prvé fotosyntetizujúce organizmy a mali pravdepodobne veľkú zásluhu na nasýtení atmosféry kyslíkom. Ich zvyšky možno ich nájsť aj v staroprvohorných, prípadne triasových horninách. Najstaršie stromatolity sú známe z formácie Warrawoona v západnej Austrálii, zo súboru Bulawayo zo Zimbabwe, z Flowers Cow v Kanade.

Pred tri štvrté miliardou rokov postihlo našu planétu najväčšie a najdlhšie zo všetkých zaľadnení. Zem sa takmer úplne pokryla ľadovcom, od jedného pólu k druhému - preto sa toto zaľadnenie označuje ako "Snowball Earth" (Zem - snehová guľa). Predpokladá sa, že v jeho priebehu bola priemerná teplota v trópoch asi taká, ako je teraz v Antarktíde, t. j. cca 20 až -30°C . Život sa obmedzil na kolónie v okolí výronov horúcich vôd na morskom dne alebo na podmorské „oázy“ bez ľadu. Stopy po tomto zaľadnení boli dokázané v Severnej Amerike, Austrálii a Afrike. Dnes vieme dobre pochopiť, ako sa toto zaľadnenie šírilo a stabilizovalo. Nie je však jasné, čo priviedlo planétu naspäť do „normálneho“ stavu, priaznivého pre rozvoj života. Možno to bol náraz obrovského asteroidu, alebo skôr ním vyvolaná sopečná aktivita, ktorá naplnila atmosféru skleníkovými plynmi a sopečným popolom znížila svetelnú odrazivosť ohromných bielych ľadových planín.

V každom prípade, v oceánoch bez ľadového panciera, sa rozbehla evolúcia živých tvorov. Skameneliny z austrálskej Ediacary, ale i z oblasti Bieleho mora a Kanady sú dokladom života prvých zložitých spoločenstiev organizmov, pozostávajúcich z podivných tvorov, aké sa na našej Zemi nikdy viac neobjavili. Podobali sa medúzam, hubkám, článkonožcom, ale boli medzi nimi tvory, ktoré vieme len ťažko s niečím porovnávať...

Pohyb kontinentov a ich zoskupovanie, či oddeľovanie mali zásadný význam pre vznik sústav oceánskych i vzdušných prúdení, pre utváranie podnebia na celej Zemi. Ich pohyb a pohyb mäs v zemskom plášti, ktoré ich poháňajú, sa na zemskom povrchu prejavujú ako neustály boj mora a súše. Zoskupenie kontinentov na južnej pologuli a šírka oceánov medzi južnou pevninou a Baltikou, boli príčinou osobitostí kambrického paleoceanologického a paleoklimatického systému.

Po ukončení globálneho zaľadnenia koncom neoproterozoika sa počas kambria asi pred 540 miliónmi rokov objavilo množstvo nových živočíšnych aj rastlinných druhov. Tento jav sa označuje ako kambrická explózia života. Samotnej explózii predchádzalo vymieranie, ktoré postihlo predovšetkým zástupcov ediakarskej fauny. Tým sa uvoľnil priestor pre rozvoj nových skupín živočíchov so zložitejšou genetickou výbavou a zložitejšou stavbou tela. Súčasne sa objavili prví dravci, čo spustilo „závod v zbrojení“ - živočíchy začali vyvíjať rôzne obranné mechanizmy, napr. pevné schránky alebo oči, slúžiace na včasné spozorovanie nepriateľa.

„Oknami“ do dávneho kambrického sveta sú unikátne lokality Chengjiang (Čína), Sirius Passet (Grónsko) a najmä Burgess Pass v Kanade, ktoré poskytujú dôkazy o jedinečných spoločenstvách živočíchov, z ktorých mnohé svojím bizarným zjavom pripomínajú skôr tvory z inej planéty. V moriach sa na útesoch archeocyátov vytvorili prvé ekosystémy. Prvohorné najmä šelfové moria sa doslova „hemžili“ trilobitmi, machovkami, ramenonožcami, ostnatokožcami, ľaličkami a medúzami, graptolitami veľakrát čudných tvarov. Počas paleozoika pokročila evolúcia chordátov. Ryby sa objavili počas ordoviku, počas permu sa vyvinuli prvé plazy.

Prvé suchozemské rastliny (rhynie) sa objavili počas silúru, no počas devónu ich postupne nahradili dokonalejšie výtrusné rastliny. Počas karbónu už rástli stromovité plavúne, prasličky a paprade, ktoré vytvorili skutočné pralesy. Z nich vznikali uhoľné ložiská (vďaka nim dostala perióda svoje meno).

V histórii Zeme sa podnebie menilo v intervaloch 100-120 miliónov rokov od extrémne chladného, tzv. „chladničkového“ na extrémne teplý „skleníkový“ typ. Tieto neustále zmeny sú jednými z hlavných faktorov, ktoré ovplyvňujú životné prostredie a vývoj organizmov na Zemi a spolupodieľajú sa na vzniku biotických kríz a vymieraní dodnes.

Počas permu vyvrcholil vývoj viacerých skupín organizmov. Plytké tropické moria obývalo množstvo rastlín a živočíchov, ktoré dorastali do podivuhodných tvarov a veľkostí. V močaristých lesoch stromovitých prasličiek, papradí a dávnych nahosemenných rastlín sa skrývala fauna hmyzu, obojživelníkov a praplazov: ich výzor spájal znaky plazov, dinosaurov a cicavcov. Obrovská pevnina Pangea, ktorá vznikla stmelením pevninských blokov cez rovník až takmer k obom pólom, bránila cirkulácii morských a vzdušných prúdení.

Na konci prvohôr postihlo planétu Zem najväčšie vymieranie v histórii života. Jeho príčinu je neľahké interpretovať. Sú domnienky, že to bola impaktová katastrofa (stopu dopadu indikujú geovedci do južnej časti Indického oceánu medzi Antarktídou, Austráliou a Indiou, do značnej miery ju však zahladil neskorší rozpad kontinentu Gondwana). Určite sa však sa

na ňom podieľal klimatický zvrät, vyvolaný ohromným bazaltovým (trapovým) vulkanizmom. Mohutné, niekoľko kilometrov hrubé pokryvy čadičových láv, nazývané „sibírske trappy“ sa nakopili na Sibíri, v severnej Číne a v západnej časti Severnej Ameriky. K nebu stúpala dym nespočetných vulkánov. Zatiaľ čo atmosféra, plná oxidov sýry a uhlíka a metánu viedla ku prehriatiu a vzniku skleníkových podmienok na Zemi. Množstvo vody z oceánov ostávalo v atmosfére, čo spôsobilo významný pokles hladiny svetových morí a obnaženie dna plytčín. Povrch pevnín sa zmenil na púšte. Pri tejto katastrofe bola zničená väčšina živých tvorov na Zemi...

Mezozoikum (alebo druhohory, stredovek Zeme) začalo pred 251 mil. rokov. Podnebie počas druhohôr bolo prevažne teplé, až tropické, v šelfových moriach sa tvorili karbonátové platformy. Toto obdobie býva nazývané aj „vekom dinosaurov“, ktoré boli najúspešnejšími stavovcami, aké kedy žili na Zemi. Objavili sa pred 230 mil. rokov a dalo sa im tu 40-krát dlhšie, než to zatiaľ dokázal náš druh. Boli medzi nimi štvornohé obludy, vyššie ako päťposchodový dom, ťažké ako šesť slonov a dlhšie ako malý vlak, aj tvory obrnené ako tank, aj dvojnohé dravé príšery. Nie všetky však boli len veľké – boli aj také, ktoré neboli väčšie ako moriak či kurča.

S čím boli príbuzné tieto zvery? Napriek tomu, že mali aj znaky spájajúce ich s dávnymi plazmi predkami, ich končatiny stáli pod telom, a nie vedľa neho ako plazie. Ich mozog bol väčší a výkonnejší, kosti mali štruktúru podobnú cicavcom a šupiny pokrývajúce telo boli často premenené na perie, dokazujúce, že ich majiteľ si udržiaval stálu teplotu organizmu. Mnohé dinosaury žili v stádach s pevnou hierarchiou a starali sa o mláďatá. Je zrejmé, že vtáky, ktoré z nich vznikli, sú len jednou vývojovou vetvou dinosaurov. Dinosaury teda ešte nevyhynuli.

Počas druhohôr vznikla nová ekologická skupina jednobunkových organizmov, ktoré sa vznášajú vo vodnom stĺpci – planktón. Môžu byť príslušníkmi rastlinnej (fytoplanktón) alebo živočíšnej ríše (zooplanktón). V rámci zooplanktónu sú to nielen typické jednobunkové planktonické organizmy (prvky), ale aj vývinové štádiá mnohých mnohobunkových živočíchov, napríklad prhlivcov, larválne štádiá ostnatokožcov a kôrovcov a larvy rôznych červov, aj larvy rýb. Niektoré z planktonických organizmov si tvoria schránku, ktorá sa napriek miniatúrnym rozmerom môže v hornine dobre zachovať. Ide najmä o jednobunkové živočíchov s vápnitou schránkou – dierkavce – a s kremitou schránkou – mrežovce. Nahromadením týchto drobných schránok planktónu vznikli za milióny rokov celé pohoria.

V kriede boli priemerné teploty na Zemi približne rovnaké (bez väčšej zonálnosti smerom k pólom) a asi o 10 °C vyššie ako dnešné. Uprostred kriedového obdobia teplota v rovníkových oblastiach stúpala. Voda v oceánoch prestala cirkulovať vertikálne, čo malo za

následok zníženie obsahu kyslíka vo väčších hĺbkach a depozíciu organických kalov. Z nich vznikla väčšina dnešných ložísk uhľovodíkov.

V závere druhohôr sa udialo viacero prevratných environmentálnych zmien, ktoré mali za následok vyhynutie celej typickej mezozoickej fauny – obrovských dinosaurov, morských a lietajúcich plazov, amonitov, belemnitov, lastúrnikov (inoceramov, rudistov a ďalších), celých skupín ramenonožcov, ostnatokožcov, koralov a mnohých iných. Tento zvrät sa vysvetľuje ako účinok rastúcej aktivity sopečnej činnosti a ňou vyvolaných zmien podnebia. Na konci kriedového obdobia dopadlo na povrch Zeme niekoľko (?) kozmických telies s priemerom väčším ako desať kilometrov, ktoré definitívne ukončili éru obrovských dinosaurov. Najznámejším impaktovým kráterom je Chicxulub pri pobreží mexického poloostrova Yucatan s priemerom 200 kilometrov, o niečo mladší a väčší (priemer okolo 500 km) je kráter Šiva pri západnom pobreží Indie.

Počas paleogénu bolo omnoho teplejšie a vlhkejšie podnebie ako v súčasnosti. Eocénne podnebie bolo relatívne teplé a vlhké, postupne sa však začalo ochladzovať. Na konci stredného eocénu (okolo 40-41 Ma), diverzita živočíchov a rastlín prudko poklesla. Počas stredného oligocénu celú Antarktídu pokryli ľadovce. Hoci organizmy boli už prispôsobené na chladnejšie pomery, viaceré druhy vymreli.

Na začiatku neogénu pokračovalo ochladzovanie, ktorého pravdepodobná príčina tkvie vo výzdvihu Himalájí, uzavretí Panamskej šije a Moluckého prielivu a naopak, otvorení Drakeovej úžiny. Počas pleistocénu nastalo niekoľko ľadových dôb (glaciálov), prerušených teplejšími periódami, ktoré postihli aj severnú pologuľu. Trvanie jednotlivých glaciálov bolo 40 tisíc rokov.

Doba v ktorej dnes žijeme, je zatiaľ poslednou z medziľadových dôb. Trvá už zhruba 18 tisíc rokov.

A ako je to s otázkou, nastolenou na začiatku ? V histórii Zeme sa opakovane vyskytujú kritické stavy prírodných systémov, aj katastrofy, z ktorých mnohé postihujú planétu ako celok. Ekosystémy organizmov sú nimi oplyvňované do rozličnej miery. Vo vývoji organizmov sa striedajú štádiá ranej diferenciácie, ústiace do pokojnej evolúcie, ktorá sa pri konflikte s environmentálnymi krízami môže zmeniť na obdobie vymierania. Rozsah vymierania je závislý nielen na veľkosti katastrofy, ale predovšetkým na štádiu vývoja organického sveta – zrelé, stabilizované ekosystémy sú citlivejšie na environmentálne zmeny...