

# Kosmické bombardovanie Zeme a Mesiaca

prednášal Martin Šolc

Táto prehľadová prednáška nás zľahka zoznámila s impaktmi a predovšetkým impaktnými krátermi na Zemi a na Mesiaci. Dozvedeli sme sa terminológiu týkajúcu sa impaktných kráterov, proces ich vzniku, ich postupné objavovanie na Zemi, ale aj historické spory, ktoré ich sprevádzali. Ukázali sme si mnohé príklady impaktných kráterov, často aj so zaujímavosťami, ktoré sa s nimi spájajú. Popísali sme si geologické procesy bezprostredne vyvolané impaktom na Zemi a ukázali sme si materiály a horniny, ktoré pri tom vznikajú.

Pre nás asi najdôležitejším, kedysi kontroverzným, ale dnes už uznaným impaktom, je zrážka Zeme s planétkou približne veľkosti Marsu (nazývanou Theia), ktorej dôsledkom bol vznik našej orbity, Mesiaca. Ešte do relatívne nedávnej doby súperilo viacero teórií vzniku Mesiaca:

1. Mesiac vznikol súčasne so Zemou.
2. Mesiac bol zachytený Zemou.
3. Mesiac vznikol pri impakte.

Žiadna z týchto teórií dlho neprinášala rozhodujúci dôkaz, ktorý by ju podporil. V 70. rokoch 20. storočia sa zistilo, že Mesiac je tvorený horninami rovnakého zloženia ako vrchný plášť Zeme. To výrazne podporilo impaktnú teóriu a väčšina odborníkov sa začala prikláňať práve k nej. Dnes už impaktnú teóriu vzniku Mesiaca podporuje dostatočné množstvo dôkazov, aby sme ju mohli prehlásiť za platnú.

Podobný historický spor sa spája s krátermi na Mesiaci. Ešte do roku 1950 v odborných kruhoch prevažovala teória o vulkanickom pôvode mesačných kráterov. Až neskôr, po bližšom spoznaní našej družice, sa zistilo, že všetky krátery na Mesiaci majú impaktný pôvod. S tým úzko súvisí meno geológa a astronóma Eugena Shoemakera, ktorý v roku 1963 poukázal na podobnosť mesačných kráterov a kráterov po explóziách jadrových bômb. Taktiež veľmi podrobne (a dnes vieme, že správne) popísal priebeh impaktu a vznik impaktného krátera.

Popíšme si podrobnejšie impaktné krátery a okolnosti ich vzniku. Impaktné krátery sú kruhové, sú ohraničené valom, respektíve lemom. Tie väčšie majú vo svojom strede centrálny pahorok. To dôležité sa pri impakte odohráva v časovom rozmedzí niekoľkých sekúnd. Tieto krátery vznikajú pri dopadoch telies, ktoré sa tesne pred nárazom pohybujú rýchlosťou rádovo niekoľko desiatok kilometrov za sekundu. Pri náraze sa celá kinetická energia telesa premení na teplo. Také obrovské teplo spôsobí, že sa celé teleso a časť podložia premenia na rovnako hustý žeravý plyn. Tento plyn má obrovskú teplotu ale malý objem, takže pôsobí obrovským tlakom a začne sa rozpínať, dôjde k ohromnej explózií. Pri tejto explózií sa šíri tlaková vlna nasledovaná plynom, ktorý všetko spáli. Zároveň sa z podložia vyvrhne do atmosféry materiál, nazývaný ejakta. Stopy tohto vyvrhnutého materiálu môžeme na Mesiaci vidieť vo forme lúčov vybiehajúcich od krátera. Pri explózií sa tiež po podloží presúvajú celé skalné bloky, ktoré neskôr vytvoria lem krátera. Zároveň podložím prejde rázová vlna, ktorá ho najprv stlačí, čím dôjde k pretvoreniu materiálu tohto podložia, a následne dôjde k relaxácii, keď sa podložie dvihne naspäť. Pri dostatočne veľkom projektele má dokonca po relaxácii podložie väčší objem a tak sa v strede dvihne do väčšej výšky ako pôvodne. To spolu s dopadajúcim materiálom, ktorý bol vyvrhnutý kolmo nahor, vytvorí centrálny pahorok krátera. Explózia zároveň vysvetľuje tvar krátera. Pri explózií sa plyn šíri všetkými smermi rovnakou rýchlosťou, preto má kráter vždy kruhový tvar nezávisle na smere dopadu projektilu.

Tento proces prebieha za takých fyzikálnych podmienok, aké sa inokedy na Zemi nevyskytujú. Predovšetkým tlak, ktorý pôsobí na podložie, dosahuje hodnoty niekoľko rádov vyššie ako pri bežných endogénnych procesoch. Podobne teplota často prevyšuje hodnoty dosahované za normálnych podmienok. Nie je teda prekvapivé, že dochádza k takým geologickým procesom, ktoré by inak

na Zemi nikdy neprebehli. Takto dochádza k jedinečnému pretvoreniu minerálov a hornín. Tie sa zároveň stávajú charakteristickými svedkami veľkého impaktu.

Príkladom takto vytvorených minerálov sú vltavíny, ktoré vznikli pri impakte v oblasti Nördlinger Ries v Nemecku. Im podobné sú indočinity a australity, pomenované podľa miesta ich nálezu. Z hornín sú to najmä pestré brekcie (šokovo rozlámané a navzájom premiešané horniny) a suevit (šokovo premenená žula, najvyšší stupeň premeny pri impakte, ďalšie štádium je už len vyparenie). Suevit využili v Nemecku aj na stavbu gotického kostola napriek tomu, že je to veľmi drobivý materiál. Kúsok suevitu koloval aj počas prednášky a skutočne sa na okrajoch drobil priamo pod rukami. Charakteristická a jedinečná pre impaktné krátery je prítomnosť vysokotlakových druhov kremeňa – stišovitu a koesitu. Pri vhodných podmienkach dokonca pri niektorých impaktoch vznikli mikroskopické diamanty, ktoré sa potom často ťažili.

Práve tieto jedinečné horniny, mikroskopické diamanty a mikroskopické znaky šokovej premeny minerálov, pomáhajú pri nachádzaní ďalších impaktných kráterov u nás na Zemi. Ide o takzvané makroskopické a mikroskopické dôkazy prítomnosti impaktných kráterov. Treťou metódou hľadanie týchto kráterov je takzvané veľkorozmerné zobrazovanie. Jedná sa o štúdium snímok z družíc a lietadiel, štúdium geologických máp a magnetických a gravitačných anomálií.

Keďže mnohé z týchto metód boli dostupné až v relatívne nedávnej dobe, mnohé krátery ostávali dlho neodhalené. Ešte v roku 1968 bolo známych asi len 20 impaktných kráterov. Dnes je to už viac ako 200. Napríklad známy kráter Chicxulub pod polostrovom Yucatán v Mexiku bol objavený až v roku 1978 práve vďaka gravitačnej mape polostrava a neskôr potvrdený prítomnosťou šokovo premenených hornín. Tento kráter bol datovaný do doby pred asi 66 miliónov rokov. Toto datovanie sa zhoduje s masovým vyhynutím druhov na konci druhohôr a dnes sa vedci zhodujú, že impakt, ktorý stál za vznikom kráteru Chicxulub, odštartoval tento proces masového vyhynutia.

Veľkých masové vyhynutia druhov sa v dejinách Zeme zopakovali viackrát. Aj keď o veľkom impakte máme dôkaz iba z už spomínaného prelomu druhohôr a tret'ohôr, dá sa predpokladať, že aj ďalšie z nich mohli mať pôvod v kozmickej katastrofe. Hoci tieto udalosti viedli k vyhynutiu veľkého množstva druhov živočíchov, po nich vždy začal život bujniť s novou silou a ich miesto zastúpili nové druhy. Dôsledkom toho sme aj my sami, druh Homo sapiens.

Martin Blichá