

# OBSAH

## 1. VŠEDNÉ DNI ZEME

Miesto Zeme vo vesmíre – Zem v slnečnej sústave – Človeka zaujíma, čo sa deje na oblohe – Kult Slnka – Uctievanie Zeme – Slnko je motorom diania na našej planéte – Bude teplo či zima, sucho alebo vlhko? – Prečo sa vzduch pohybuje – Kolorit krajiny dokresľujú miestne vetry – Vetry v mýtoch a legendách – Sezónne monzúny – O sile vetra – Lesy rastú tam, kde je dostatok vlahy – Trávnaté spoločenstvá – Najsuchšie miesta na Zemi sú púšte – V kraji slabého slnečného svitu sa rozprestiera tundra – Morské prúdy a podnebie – Západný príhon – Skaza Titanicu – Ako je to s tvarom Zeme – Zemské vnútro v mýtoch – Prenikáme do vnútra Zeme – Čo prezradili hlboké vrty – Súčasná veda a vnútro Zeme – Stavebnica z litosférických platní – Zemský plášť – Zemské jadro, druhé Slnko vnútri Zeme – Pestrý sopečný svet – Horúce škvrny rodia sopky – Roztrasená Zem – Na Zemi vládne termokracia

❖ 11 ❖

## 2. KEĎ VYČÍŇAJÚ ŽIVLY

Od elementov k živlom – Čo odhalili staré zápisky – Prírodná katastrofa – Voda a vietor – spiritus agens prírodných katastrof – Povodne búrlivého prílivu – Od búrky k tropickej búrke – Tornádo vie aj zabíjať – Tropické búrky/cyklóny – Povodne tropických cyklónov – Desivé tropické cyklóny – Veľký hurikán roku 1780 – Ako to bolo pri tajfúne Haifong 1881 – Tajfún Nina 1975 – Riečne povodne Žltej rieky – Povodne centrálnej Číny v roku 1931 – Keď povodeň vyvolá strategické rozhodnutie – Hrozí Zemi rast púští? – Čo dokáže piesočná/prachová búrka – Ázijské prachové búrky – Požiare vegetácie

a ohnivé búrky – Kto nám trasie pôdu pod nohami? – Narodil sa seizmoskop – Kde sa trasú kontinenty najviac – Zemetrasenia starej Číny – Nešťastné horizontálne posuny – V doline rieky Wej-che – Zemetrasenie v Šen-si 1556 – Zabíjala sypká sprša – Čo priniesli ďalšie storočia – V domovine človeka pekinského – Najhoršie zemetrasenie 20. storočia – Cunami a staroveké Stredomorie – Korene skazy minojskej civilizácie – Minojská erupcia – Ako súvisí erupcia Santorinu so zánikom minojskej Kréty? – Kedy sa to stalo? – Priame a nepriame dôsledky minojskej erupcie – Sviatok Všetkých svätých v Lisabone v roku 1755 – Smrtonosné vlny cunami – Ľudské obete a materiálne škody – Obnova zničeného Lisabonu po katastrofe – Odozva lisabonskej katastrofy v Európe – Zemetrasenia, cunami a sopečné výbuchy, údel Indonézie – Takmer štyridsať metrov vysoké cunami – O 121 rokov neskôr – Cunami v Acehu, na Andamanoch a Nikobaroch – Na Srí Lanke a v Indii – Od Indie a Maldív po Thajsko a Mjanmarsko – Od fontán lávy k vulkanickej explozivite – Čo spôsobila erupcia sopky Eyjafjalljokull – Ako prichádza vulkanická zima – Výbuch Tambory zmenil chod sveta

❖ 97 ❖

### 3. ZÁHUBY A ZNOVUZRODENIA SVETOV

#### Pravek Zeme

Cesty k apokalypse – Čo je geologický čas – Začal sa pravek Zeme apokalypsou? – Najstarší život na Zemi – Príbeh kyslíka – Hľadáme najstaršie kontinenty Zeme – Veľká okysličovacia udalosť alebo kyslíková katastrofa – Posledné hodiny ľadového muža Ťtziho – Hurónske zaľadnenie – Prvý prejav viditeľného života – Fosílie vo vrstvách zemskej kôry – Potopa sveta a fosílie v histórii geológie – Zem, snehová guľa – Prekvapenie z Ediakarských pahorkov

❖ 225 ❖

#### Starovek Zeme

Na Zemi pulzuje viditeľný život – Začiatky staroveku Zeme na severe Kanady – Začiatky staroveku Zeme v stredných Čechách – Svet staroveku Zeme pred záhubou – Čo je hromadné vymieranie druhov – Prvá

#### 4. NAJVÄČŠÍ NIČITELIA SVETOV A SÚČASNOSŤ

Výbuch sopky Samalas v roku 1257 – Erupcia Samalasu a stredoveký svet – Rozkolísaná morská hladina v novoveku Zeme – Kam vedú globálne otepľovanie a skleníkový efekt – Súčasné globálne otepľovanie dvíha

hladinu oceánov – Čo čaká svet, ak neprestane stúpať hladina morí? – Korene života a jeho skazy

záhuba starovekého sveta – Od obrovských štúrov do epochy rýb – Svet staroveku Zeme smeruje opäť do záhuby – Vo svete obrovitých stromov a čierneho uhlia – Pangea a rodiaci sa oceán Tethys – Ako vyzerala súš permskej Pangey – Cesta na druhý koniec sveta – Objavitelia plošiny Putorana – Spoznávame sibírske trapy – Čo majú spoločné sibírske trapy s Permskou guberniou? – Do centra trapových výlevov a gulagov – Predstavuje sa nikel – Výlevy bazaltov a apokalypsa Islandu – Rok 939: jeden z najväčších sopečných výbuchov v historickej dobe – Puklina Lakagígur v rokoch 1783/1784 – Fimbulová zima a jej korene – Severná pologuľa po explózií Laki – Sibírske trapy a veľké hromadné vymieranie – Obete veľkého hromadného vymierania

❖ 260 ❖

#### Stredovek Zeme

Ako sa rodil nový svet – Obrazy z počiatkov stredoveku Zeme – Pohyb litosférických platní, výlevy lávy a záhuba sveta – Začala sa jura, jaštery ovládli svet – V kriede začal novovek rastlín, no vymreli dinosaury – Moria ovládli mozasaury – Trojuholník Dekanskej plošiny – Vodné toky v hinduizme – Výlet do krajiny trapov – V doline rieky Waghora – Ku klenotom jaskynnej architektúry v Éllóre – Kailásky chrám zasvätený Šivovi a vrch Kailás – Z Indie na Réunion – Réunionská horúca škrvna – Dinosaury dekanských trapov – Mimoszemský ničiteľ a Alvarezova impaktná hypotéza – Chicxulubský kráter – Impakt očami skeptikov – Do hry vstupuje kráter Šiva

❖ 326 ❖

#### Novovek Zeme

Vstupujeme do novoveku Zeme – Výborne sa darí cicavcom – Evolúcia chobotnáčov – Na svete sa objavili šelmy – Takmer všade rastú palmy – Koralové útesy sa sťahujú k rovníku – Čo sa dialo na severe Odenwaldu – Pestrý život messelského náleziska – Predchodcovia ľudí žili v Afrike – Prví ľudia – Človek rozumný (Homo sapiens) – Ľadová doba – Na jazere Toba – Katastrofická teória Toby – Blížime sa k dnešku – Prečo sa zrútili múry Jericha – Padajúce hviezdy a geologická prítomnosť

❖ 372 ❖

## MIMOZEMSKÝ NIČITEĽ A ALVAREZOVA IMPAKTNÁ HYPOTÉZA

Najpustošivejšie hromadné vymieranie na hranici staroveku a stredoveku Zeme, koncom *permu* pred zhruba 250 miliónmi rokov, bolo úspešným útokom záplavových bazaltov a nimi do atmosféry vypudených plynov. Ak by sme boli vyznávačmi animizmu a domnievali sa, že aj bazalty majú dušu, hovorili by sme o zlovoľných bazaltoch alebo ich duchoch, ktoré zahubili svet. Lenže časy animizmu u nás dávno pominuli. O bazaltoch hovoríme vecne, bez najmenšieho náznaku zveličovania či dramatizovania situácií, ktoré ich výlevy privodili.

Gigantickým výlevom bazaltových láv, ale najmä atakom ich plynov na ovzdušie a oceány, sa v podobných situáciách darí. Keď im útroby Zeme – zemský plášť, jeho horúce škvŕny a plášťové chocholy – dajú šancu, tak sa jej chopia a bez váhania nemilosrdne zaútočia na okolitý svet. Sibírske trapy neboli iba druhoradými pomocníkmi nejakej inej sily. Za vzniknutú situáciu koncom *permu* niesli plnú zodpovednosť. Zvrátili chod života na Zemi koncom staroveku Zeme. Postarali sa o zničenie čo možno najviac živočíchov a rastlín vo vtedajšom svete.

Verejnosť, ktorá pozná situáciu spred 65 miliónov rokov sprostredkované z katastrofických filmov, spája hromadné vymieranie s vymiznutím dinosaurov z povrchu zemského. Ide o zjednodušený pohľad na udalosti na konci druhohôr. Okrem dinosaurov vyhynulo aj veľmi veľa ďalších suchozemských i morských živočíchov. Mali však oveľa menšie rozmery ako niektoré dinosaury, preto ľudí nezaujali až natoľko ako obrovité jaštery. Dodajme ešte, že nie všetky dinosaury boli také veľké ako viacpodlažný dom. Našli sa medzi nimi aj také, ktoré neboli väčšie ako pes alebo líška.

Nesmieme však zabúdať, že jestvoval ešte aj druhý úder, ktorý utŕžila Zem koncom svojho stredoveku a nepochádzal z hlbín Zeme. Prihrmel z vesmíru. Keď ho spoznáme bližšie, potom sa pokúsime zhodnotiť celkovú situáciu ku koncu stredoveku Zeme.

Americký geológ Walter Alvarez (1940) sa stal pôvodcom teórie o záhube dinosaurov dopadom asteroidu na Zem. Jeho profesionálna kariéra sa však začala celkom inak. Po skončení magisterského štúdia v Minnesote a nadobudnutí doktorátu z geológie na Princetonskej univer-



*Otec (s rukou v novoveku) a syn Alvarezovci (s rukou v stredoveku Zeme) pri hraničnej vrstve medzi druhohorami a tret'ohorami.*

zite v roku 1967 začal pracovať v službách American Overseas Petroleum Limited v Holandsku a Líbyi. Pretože sa živo zaujímal aj o archeologickú geológiu, opustil rady ropných geológov. Odišiel do Talianska, kde skúmal tamojšie mladé sopečné horniny z čias antického Ríma a ich vplyv na vtedajšie osídlenie. Napokon prešiel pracovať do Geologického observatória Lamontovcov a Dohertyovcov na Kolumbijskej univerzite, kde sa zaoberal geológiou Stredomoria vo svetle novej teórie litosférických platní.

Pri jednej z pochôdzok stredným Talianskom objavil v roku 1980 pri meste Gubbio v provincii Perugia v horninách odkrytých zárezom cesty zvláštnu vrstvu. Bola síce iba tenká, no napriek tomu ho upútala. Po dôkladnejšom prezretí všetkých hornín v skalnej stene dospel k názoru, že tenučká vrstva naozaj stála za povšimnutie. Táto tmavá vrstvička totiž bola medzníkom oddeľujúcim od seba dva diametrálne odlišné svety. V jej podloží, čo v reči geológov znamená pod ňou, teda v časoch predchádzajúcich vzniku vrstvy, sa to vo vápencoch len tak hemžilo rozličnými fosíliami kriedových morských živočíchov. V jej nadloží – v začínajúcom sa svete novoveku Zeme, teda tret'ohôr – bolo pusto a prázdno. Vo vápencoch novoveku Zeme sa nenašla ani len stopa po živote. Nebolo v nich jedinej fosilizovanej schránky hocakého živočícha. Bol to pravý opak životom prekypujúceho podložía. Nadložný vápenec bol jalový.

Čo sa tam prihodilo? O čom vypovedala vrstvička od mesta Gubbio? Prečo sa more po jej vzniku vyprázdnilo? Kam sa podeli všetci jeho obyvatelia? Čo sa stalo, že sa more, predtým hýriace pestrými formami života, zmenilo na vodnú „púšť“, na morskú panvu bez akýchkoľvek stôp po živote? Čo sa to udialo na konci stredoveku Zeme? Prečo niet života v najstarších usadeninách novoveku Zeme?

Znova sme sa ocitli pri dátume asi 65 miliónov rokov pred dneškom. Tentoraz však bez trapov a sopečných záplavových bazaltov. Walter Alvarez si nevedel rady s tým, čo vyčítal z vrstevného sledu v odkrytých vápencoch. Zaznamenali vrstvy azda katastrofu, ktorá spôsobila záhubu stredoveku a začiatok novoveku Zeme? Ťažil ho pocit neistoty. Cítil, že sa vtedy udialo čosi mimoriadne, nezvyčajné. Lenže odpoveď na to, čo sa prihodilo, nebola naporúdzi. Zostávala preňho záhadou. To ho znepokojovalo. Uvedomoval si, že treba pátrať ďalej. Alvarez sa stoj čo stoj chcel čím skôr dozvedieť, o čom vrstva ílu od Gubbia oddeľujúca „zaľudnené“ more od „ľudoprázdnej“ morskej panvy vypovedá. Dúfal, že mu veľa odhalí jej laboratórny rozbor.

Dostať sa do kvalitného laboratória bolo preňho hračkou. Nemusel sa nikomu prosiť ani vydávať ťažké peniaze za laboratórne analýzy. Jednoducho odobral vzorku červeného ílu, zabalil ju a bez zaváhania poslal do laboratória známeho experimentálneho fyzika a nositeľa Nobelovej ceny. Mohol si to dovoliť, lebo ním bol jeho otec Luis Alvarez.

Analýza vzorky z hraničnej vrstvy oddeľujúcej druhohorné vápence od treťohorných ukázala, že íl medzi stredovekom a novovekom Zeme obsahuje nezvyčajne veľa irídia. Na analýze sa podieľali aj chemici Frank Asaro a Helen Michel.

Iridium je na Zemi vzácnym prvkom. Vyskytuje sa zriedkavejšie ako zlato alebo platina. Často sa mu hovorí „vesmírny prvok“. Väčšie množstvá irídia ako v pozemských vzorkách sa našli v meteoritoch, ktoré dopadli na Zem. Vedeli to aj Alvarezovci. Pôvod irídia v tenkej vrstve ílu bolo treba hľadať v mimozemskom prostredí. Tak sme dospeli ku koreňom hypotézy o zániku dinosaurov pri impakte vesmírneho telesa.

Jej jadrom bolo tvrdenie, že vysoký obsah irídia v hraničnej vrstve ílu má pôvod v impakte obrovského asteroidu s priemerom asi desať kilometrov na Zem. Bol to, pochopiteľne, iba dohad. Nikto v tých časoch ani len nechyroval o tom, že takéto mimozemské teleso koncom stredoveku Zeme vôbec dopadlo na Zem. Alvarezovci si uvedomovali, že pri dopade musel asteroid vyhlíbiť obrovský kráter. Po kráteri však nebolo nikde ani najmenšej stopy. Bádanie sa zastavilo na mŕtvom bode. To, že tam nezostalo trčať, ale že sa opäť pohlo vpred, spôsobila viac-menej náhodná informácia a šťastná zhoda okolností.

Miesto dopadu sa podarilo odhaliť potom, čo si mladý geológ pracujúci na Haiti nevedel vysvetliť prítomnosť chaoticky, až katastro-

ficky pôsobiacej vrstvy sedimentov. Zdalo sa mu, že tieto sedimenty naplavili obrovské vlny nejakej megacunami. Takúto megacunami mohlo vyvolať iba silné zemetrasenie. Nikde v okolí sa však nenašli žiadne vrstvy kriedového veku porušené otrasmi. Ak chýbal dôkaz zemetrasenia, tak asi žiadne nebolo. Čo potom vyvolalo megacunami? Odpoveď nebolo nazvyš. Núkala sa vlastne iba jediná. Zemetrasenie mohol spôsobiť iba dopad meteoritu. Výskum sa však nepohol vpred. Zasekol sa. Dôvod bol jednoduchý – chýbal impaktný kráter.

## CHICXULUBSKÝ KRÁTER

V zdanlivo beznádejnej situácii pomohla náhoda. Reportér istého texaského denníka vedel o existencii akejsi čudnej štruktúry na dne Mexického zálivu. Skontaktoval mladého geológa pracujúceho na Haiti s geofyzikom, ktorý dôverne poznal podložie Mexického zálivu a Karibského mora. Prvý z nich kráter hľadal, druhý nevedel, čo si s kráterom pod dnom mora počať.

Dlho a túžobne hľadaný kráter bol konečne na svete. Aspoň vo vedomí bádateľov. Dovtedy sa skrýval pod morským dnom a mladými vápencami na severe Yucatánskeho polostrova.

O samotnom kráteri sa nevedelo takmer nič. Vedci z Arizonskej univerzity publikovali až v roku 1991 dôkazný materiál o gigantickom pochovanom impaktnom kráteri. Iní výskumníci našli dôkazy v podobe vyvrhnutín impaktu na Haiti aj v Mexiku. Ako to teda s impaktom bolo?

Pred asi 66 miliónmi rokov dopadol na miesta, kde dnes omývajú vody Mexického zálivu výbežok Yucatánskeho polostrova, asteroid. Vyhĺbil pri náraze obrovský kráter s priemerom 180 až 200 kilometrov. Dopadový kráter tohto asteroidu nazvali podľa najbližšieho ľudského sídla na Yucatáne. To sa volalo Chicxulub (čítaj šikšulúb).

Dôsledky dopadu asteroidu s priemerom asi desať kilometrov sa vymykajú aj najsmelším predstavám. Energia uvoľnená pri dopade Chicxulubského asteroidu sa odhaduje sto miliónov megaton TNT. Pre porovnanie, energia najsilnejšej vodíkovej bomby sovietskej výroby Čár bola 57 megaton TNT.



Pri dopade mal asteroid zrejme tvar obrovskej ohňovej gule. Pre-nikol hlboko do zemskej kôry. Tlaková vlna explózie otriasla zemskou kôrou. Vyvolala zemetrasenia, pre ktorých silu v súčasnosti nenachádzame paralelu. Otrasy sa rozšírili celou Zemou. Rozlámali aj dno oceánov a vyvolali sériu vln zničujúcich megacunami. Tie zaplavovali celé kontinenty. Impakt vyvrhol nesmierne mnoho žeravých úlomkov a horiaceho prachu vysoko do atmosféry. V ovzduší zvýšil koncentráciu kyseliny sírovej, kyseliny dusičnej a zlúčenín fluóru. Horúčava z tlakovej vlny dopadu vzniečila veľké požiare, ktoré spálili všetko živé, čo im prišlo do cesty. Atmosférou sa šírili silné búrky sprevádzané buráčajúcimi víchricami. Prach, sadze a oblaky vodnej pary v ovzduší premenili deň na noc. Slniečne lúče prestali dopadať na Zem na viacero mesiacov (možno rokov). Trópy a subtrópy sa vytratil z povrchu zemskeho. Nahradila ich impaktová zima. Keď impaktová zima pominula, vystriedalo ju ako dôsledok atmosféry preplnenej skleníkovými plynmi skleníkové podnebie. Nebolo veľké hromadné vymierania na súši aj v oceánoch a moriach dôsledkom týchto apokalyptických úderov?

Tak vyzerá rodný list chicxulubského impaktu – najväčšieho konkurenta dekanských trapov pri veľkom hromadnom vymieraní na konci stredoveku Zeme zhruba pred 66 miliónmi rokov.

## IMPAKT OČAMI SKEPTIKOV

Koncom 20. storočia ovládala svet teória navrhnutá otcom a synom Alvarezovcami. Hlavným vinníkom veľkého hromadného vymierania a záhuby sveta stredoveku Zeme sa stal chicxulubský impakt. Dekanské trapy museli skromne ustúpiť do úzadia.

Vo vedeckom svete nič nebýva tabu. Vždy sa nájdu jednotlivci alebo skupinky neveriacich spochybňujúcich hodnovernosť uznávanej teórie. Módne teórie, zdanlivo sa vyhrievajúce na výslní, neúprosne skúmajú zo všetkých strán. Kladú nepríjemné otázky, vrtajú sa v detailoch, vždy im ešte dačo chýba. Usilovne a vytrvalo hľadajú „Achillovu päť“ teórie. Nebolo to inak ani v prípade Chicxulubského asteroidu.

Nik zo skeptikov sa nesnažil spochybniť, že koncom stredoveku

Zeme priletel z vesmíru na Zem asteroid. Že rozmetal všetko, čo sa dalo. Na zemskom povrchu, v ovzduší aj v oceánoch a moriach. To všetko bolo podľa pochybovačov v poriadku. Pýtali sa však, kedy sa tak stalo. Išlo im o synchronizáciu udalostí. Ako to bolo s časom? Dá sa presne určiť čas dopadu? Boli impakt a záhuba príčinou a dôsledkom? Bolo skutočne veľké hromadné vymieranie dôsledkom dopadu?

Podobné otázky sa rodili aj v hlave Gerty Keller z Princetonskej univerzity. Táto pozoruhodná dáma sa narodila v roku 1945 v veľkej obci Schaan v Lichtenštajnskom kniežatstve v chudobnej mnohohodetnej rodine. V škole, ktorú navštevovala, vychovávali dievčatá, aby sa stali dobrými gazdinami. Nezaťažovali ich matematikou ani poznatkami ďalších vedných odborov. Hlad po vedomostiach však priviedol malú Gertu k čítaniu učebníc starších súrodencov. Vyučila sa za krajčírku a ako sedemnásťročná začala pracovať ako šička. No pri tomto zamestnaní nevydržala dlho.

Túžila spoznať svet. V Anglicku sa naučila jazyk a potom sa cez severnú Afriku a Španielsko vydala do Austrálie. Napokon skončila



*Umelecká predstava dopadu chicxulubského asteroidu, autor Donald E. Davis.*

v Kalifornii, v San Franciscu. Tam nadobudla stredoškolské vzdelanie a začala študovať na Sanfranciskej univerzite. Darilo sa jej a v roku 1978 získala doktorát z geológie a paleontológie na Stanfordovej univerzite v Kalifornii. Špecializovala sa na štúdium morských dierkavcov – foraminifer.

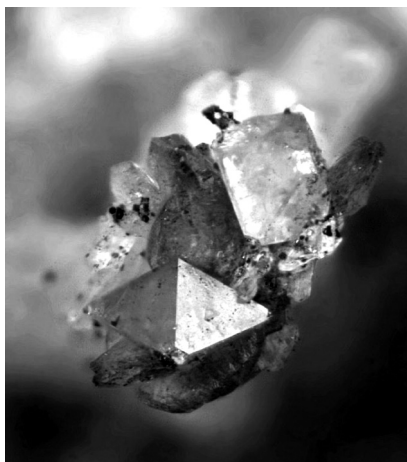
V polovici osemdesiatych rokov prešla pracovať na Princetonskú univerzitu. Čoskoro sa začala zaoberať veľkým hromadným vymieraním na hranici stredoveku a novoveku Zeme. Onedlho dospela k záveru, že dopad Chicxulubského asteroidu, ktorý sa pokladal za hlavnú príčinu záhuby sveta stredoveku Zeme, nemohol byť jej jedinou príčinou. Jej výskum ukázal, že impakt podstatne predchádzal apokalyptické udalosti záhuby. Nazdávala sa tiež, že sa výrazne precenili škody na životnom prostredí a živote konca stredoveku Zeme spôsobené impaktom Chicxulubského asteroidu.

Do sveta opantaného chicxulubským impaktom začali prenikať hlasy hľadajúce opäť miesto pre účinky dekanských trapov. V roku 2014 sa v časopise Science objavili nové údaje o veku dekanských trapov. Bádateľia odobrali z trapov východne od mesta Mumbai vzorky s cieľom určiť absolútny vek bazaltov z počiatočných aj záverečných fáz výlevov. Minerálom, o datovanie ktorého sa chceli oprieť, sa mal stať kremičitan zirkónia – zirkón. Tento nerast býva „znečistený“ rôznymi prímiesami ovplyvňujúcimi aj jeho farbu. Niektoré z prímies obsahujú urán a sú rádioaktívne. Preto sa zirkón tvoriaci sa v magme krátko po erupcii môže stať presným nositeľom času.

Dosiahnuté výsledky naznačili, že erupcia dekanských trapov sa začala 250-tisíc rokov pred impaktom Chicxulubského asteroidu (66 miliónov rokov) a pokračovala ešte päťstotisíc rokov po jeho dopade. Otázne je, či sa láva vylievala po celý čas, alebo v rámci týchto 750-tisíc rokov jestvovali pulzy prerušované prestávkami vo výlevoch.

Sopečná činnosť vyprodukovala okrem lávy aj obrovské množstvo prchavých látok – plynov a pár. Dostali sa do ovzdušia, kde otrávil atmosféru a potom aj oceány. Oxid uhličitý viedol v oceánoch k prekysleniu vody a usmrtil veľké množstvo planktónu – základňu potravinového reťazca. Následná reťazová reakcia viedla k hromadnému vymieraniu v oceánoch. V skratke iba toľko.

Z uvedeného vyplýva, že popri impakte Chicxulubského asteroidu zohrali pri zániku stredovekého (druhhorného) sveta nezastupi-



*Slamovo žlté kryštály zirkónu, Kanada.*

teľnú úlohu aj mamutie výlevy bazaltov – trapov Dekanskej plošiny. Ich zhubné účinky mali pri ukončovaní druhohorného života k dispozícii časový priestor 750-tisíc rokov. Pred impaktom, počas neho aj po ňom.

## DO HRY VSTUPUJE KRÁTER ŠIVA

V roku 2009 sa objavil v časopise Americkej geologickej spoločnosti článok, ktorého titulok znel: *Nie Mexiko, ale gigantický impakt pri Indii, zahubil dinosaury*. Jeho autorom bol Sankar Chatterjee, profesor vied o Zemi na Texas Tech University. Dovtedy bol skôr známy ako paleontológ zaoberajúci sa pôvodom, evolúciou a systematikou plazov, dinosaurov a vtákov.

Začiatkom 21. storočia upútala jeho pozornosť geologická štruktúra v Khambátskom zálive. Nachádzala sa vo výbežku Arabského mora, severne od mesta Mumbai. Štruktúra pozostávala z Mumbajskej vyvýšeniny, ktorá je roponosnou štruktúrou, a Suratskej zníženeiny. Podľa Chatterjeeho bola táto štruktúra obrovským impaktným kráterom v podloží kontinentálneho šelfu Arabského mora. Impaktný kráter mal priemer asi 500 kilometrov (dĺžka 600 – šírka 400 km). Vyhlbil ho údajne náraz/dopad asteroidu alebo kométy s priemerom

asi štyridsať kilometrov. Hypotetický kráter dostal meno Šiva, podľa hlavného tvorivého a ničivého božstva hinduistického panteónu.

Chatterjee sa domnieval, že kráter vznikol pravdepodobne pred 65 miliónmi rokov. Súčasne s vesmírnym telesom, ktoré vytvorilo tento kráter, dopadlo na Zem aj viacero ďalších meteoritov. Bolo to v čase veľkého hromadného vymierania, na hranici stredoveku a novoveku Zeme. Budúci Indický subkontinent sa v čase veľkého hromadného vymierania nachádzal nad Réunionskou horúcou škvrnou.

Na rozdiel od známych typických impaktných štruktúr má kráter Šiva tvar slzy. Je nezvyčajne obdĺžnikový. Chatterjee pripisuje jeho netypický tvar veľmi nízkemu uhlu dopadu a malej stabilite hornín, na ktoré teleso dopadlo. Na vek kráteru usudzuje podľa veku dekan-ských trapov, ktoré čiastočne ležia v jeho nadloží.

Kráter Šiva, ktorým argumentuje Sankar Chatterjee, však nemá doposiaľ pevné miesto medzi impaktnými krátermi. V roku 2019 bol iba čakaťom. Nachádzal sa iba v databáze pravdepodobných impaktných kráterov. Sú to také štruktúry, ktoré nemajú doteraz dostatočne dokázané všetky prvky svojich účinkov na Zem. V jestvujúcej trojstupňovej stupnici spoľahlivosti (1. pravdepodobné, 2. potenciálne, 3. pochybné a ešte nižšie zaradené štruktúry) síce kráter Šiva stojí na najvyššom stupni, no zostáva stále iba pravdepodobným impaktným kráterom. Jeho účinky na život a životné prostredie konca stredoveku Zeme sú preto nanajvýš tiež iba pravdepodobné.

Čo povedať na záver k záhube sveta stredoveku Zeme? Bádanie a diskusia o apokalyptickom konci sveta stredoveku Zeme pokračujú. Že na katastrofe majú leví podiel výbuchy a výlevy dekan-ských trapov, o tom niet pochyb. A bez viny celkom iste nie je ani impakt Chicxulubského asteroidu. Na rozuzlenie sa stále čaká. Nachádza sa možno veľmi blízko, ale nie je vylúčené, že leží kdesi v nedohľadne.

# NOVOVEK ZEME

---

## VSTUPUJEME DO NOVOVEKU ZEME

Na úpäť severotalianskych Álp ležia na pevných vápencoch takmer sypké, iba málo spevnené horniny. Otec talianskej geológie, prírodovedec a banský špecialista Giovanni Arduino (1714 – 1795) ich v roku 1760 nazval *Montes tertiarii* – treťohory. Tak sa po prvom a druhohorách (staroveku a stredoveku Zeme) v geologickom rátaní času objavili aj najmladšie treťohory, novovek Zeme. Arduino konal správne, keď odhadol, že takmer sypké horniny sú mladšie ako spevnené vápence.

V prvej tretine 19. storočia rozdelil britský geológ Charles Lyell približne 66 miliónov rokov trvajúcim novoveku Zeme na kratšie obdobia.

Pri delení bolo preňho smerodajné, koľko vyhynutých a koľko dnes žijúcich druhov sa vo vrstve vyskytuje. Jeho delenie naznačovalo smerovanie vývoja života. Život v treťohorách sa míľovými krokmi blížil k súčasnosti.

Podľa Lyella žilo v počiatkoch novoveku Zeme, pred 55 miliónmi rokov, okolo dvoch percent recentných mäkkýšov (recentný = nedávny, nový, v geológii označenie pre poľadovú dobu/*holocén*, ktorá zahŕňa asi ostatných desaťtisíc rokov). Pred asi štyridsiatimi miliónmi rokov bolo recentných foriem približne päť percent. Pred asi tridsiatimi miliónmi rokov pätnásť percent, pred asi dvadsiatimi miliónmi rokov asi štyridsať percent a pred asi tromi miliónmi rokov už deväťdesiat percent. V štvrtohorách, ktoré plynuli ostatných vyše 2,5 milióna rokov, sa podiel recentných foriem zvýšil na 95 percent.

Podľa podielu recentných mäkkýšov sa zvolili aj názvy jednotlivých kratších období treťohôr. Všetky majú koncovku *cén* (z gréčtiny *coenos* = spoločenstvo). Preto sa najstarší odsek treťohôr vola *pale-*

*océn* (palaios = starý), teda staré spoločenstvo, staršie štvrtohory *pleistocén* (pleiston = najviac) a recent alebo poľadová doba *holocén* (holos = celý).

Novovek Zeme síce jednoznačne naznačoval smerovanie k dnešku, no predsa len trval 66 miliónov rokov. V jeho začiatkoch – starších treťohorách – sa preto rozmiestnenie morí a kontinentov na Zemi ešte líšilo od súčasného. Litosférické platne nesúce Afriku, Arabský polostrov a Indiu ešte oddeľovalo od Eurázijskej platne široké more Tethys. V poslednej tretine novoveku Zeme – približne pred 24 miliónmi rokov – sa more Tethys podstatne zúžilo a vo východnej časti zaniklo. Vtedy sa India pripojila k Ázii a Africko-arabská platňa sa spojila s Eurázijskou. K pohybu pevnín smerom na sever sa pridala aj Austrália a celkom sa oddelila od Antarktídy.

Pohyb litosférických platin na sever nezužoval a nezatváral iba more Tethys. Vyvolal aj zrážky kontinentov, pri ktorých sa vrásnili vrstvy zemskej kôry. Pokračovalo alpínske vrásnenie. Vrásnili sa hrubé sedimenty z dna mora Tethys. Začali sa rysovať nové pohoria. V severnej Afrike sa dvíhala horská sústava Atlasu, v Európe Pyreneje, Apeniny, Alpy a Karpaty. V Ázii vyrastali pohoria Malej Ázie, Kaukaz, pohoria Iránu a Afganistanu a Himaláje. V Amerike, najmä Južnej, sa dotvárali severojužne prebiehajúce horské reťaze.

Novovek Zeme oprávnene nesie svoje meno. Oproti stredoveku Zeme sa veľmi silno rozmohla sopečná aktivita. Roznietilo ju rozpínanie oceánskeho dna, rýchly presun kontinentov a s ním súvisiace zatváranie mora Tethys. Presun kontinentov zmenil aj svetovú sústavu morských prúdov.

Začiatkom novoveku Zeme bolo na celom svete oveľa teplejšie ako dnes. Priemerné teploty prekračovali 20 °C. Polárne oblasti neboli zaľadnené a subtropické podnebné pásmo siahalo na severnej pologuli o 10 – 15° severnejšie a na južnej o 5 – 10° južnejšie ako dnes. Mierne pásmo sa posunulo oveľa bližšie k pólom. Teplotné rozdiely medzi pólmi a rovníkom boli menšie.

S plynúcim časom treťohôr sa na celej Zemi začal šíriť chlad. Svoju úlohu pri jeho šírení zohralo aj oddelenie mora Tethys od svetového oceánu. Zmenil sa pritom aj priebeh morských prúdov, ktoré predtým na celom svete prenášali teplo od rovníka k pólom. Chladu pribudlo napokon toľko, že sa objavil na južnej pologuli aj ľad.

Počiatky východoantarktického zaľadnenia boli asi dôsledkom oddelenia Austrálie od Antarktídy a jej púte na sever. Medzi oba kontinenty preniklo more a jeho vody začali poháňať silné vetry. Tak vznikol Cirkumantarktický prúd (Západný príhon), ktorý zablokoval prísun teplých morských vôd od rovníka k Antarktíde.

## VÝBORNE SA DARÍ CICAVCOM

Vyhynutie prevládajúcich živočíšnych skupín na konci stredoveku Zeme, koncom *kriedy*, privodilo koniec jednej epochy. Za týmto koncom sa však črtal aj nový začiatok.

Uvoľnené životné priestory po vymretých organizmoch v moriach aj na súši umožnili iným živočíchom, aby ich zaujali. Vytvorili sa tak priaznivé podmienky pre vznik početných nových živočíšnych druhov s odlišným spôsobom života. Tie sa húfne sťahovali na opustené územia, kde bolo menej konkurenčných druhov a predátorov.

Najvýraznejším príkladom týchto dejov bolo úplné vyhynutie dinosaurov, lietajúcich plazov a rybojašterov. Ich záhuba uvoľnila dostatok miesta pre nevídaný rozkvet cicavcov. Rozvoj cicavcov sa však začal už skôr. Pripravovali ho viacerí rôznorodí predchodcovia koncom stredoveku Zeme.

Vznikajúcemu veľhorskému prostrediu sa živočíchy museli prispôbiť. Najviac ťažkosť s prispôsobovaním mali teplokrvné živočíchy, vtáky a cicavce. Súčasné ostro rezané povrchové tvary nemali veľhory od počiatkových fáz svojho vývoja. Vyrastať začali ako hladko modelované vrásové stredohoria. Keď sa však vyzdvihli nad snežnú hranicu, začal sa ich obraz meniť. Nad snežnou hranicou za rok napadalo viac snehu, ako sa ho roztopilo. Sneh postupne prekryštalizoval na firn, ten sa zmenil na firnový ľad a napokon vznikol ľadovcový ľad. Tak sa objavili vo veľhorách novoveku Zeme aj prvé ľadovce. Tvary povrchu začalo stvárňovať striedavé zamrzanie a rozmŕzanie povrchu, mrazové zvetrávanie a pohyb ľadovcov.

V nížinovej strednej Európe a v Ázii na Sibíri a v Mongolsku sa tvorili rašeliniská. V nich sa hromadili organické zvyšky, z ktorých neskôr vzniklo hnedé uhlie. Tvorba hnedého uhlia vyžadovala dl-