



Kdyby se podobná srážka odehrála dnes, lidská civilizace by jistě zanikla

SOUDNÝ DEN

dinosaurů

Jediný okamžik dokázal zhatit miliony let vývoje života na Zemi a ukončil éru obřích dinosaurů. Jediná planetka zcela změnila podmínky na planetě

Vladimír Socha

Píše se přibližně rok 66 038 000 před Kristem. Většinu světových kontinentů pokrývá bujná tropická vegetace. Panuje v průměru vyšší teplota než dnes, což vyhovuje hlavní složce megafauny – dinosaurům, krokodýlům a prakoještěrům. Savci jsou zatím jen malí tvorové, kteří ve dne nemohou pánům tvorstva konkurovat. Dinosauri dosud dominují a nic nenásvedčuje tomu, že by jejich vláda měla v brzké době skončit...

Smrtící kámen se blíží

Éra dinosaurů se však už po 150 milionech let chýlí k závěru – a na-

konec ji pohřbil vetřelec z kosmu.

Zbloudilý kamenný poutník se na cestu k Zemi vydal dávno předtím. Sám vznikl při jakémsi velkém impaktu a nejspíš patřil k členům rodiny **Flora**, tedy mezi kamenné planetky z vnitřní části hlavního pásu mezi **Marsem** a **Jupiterem**. Ze stejné skupiny pochází například proslulá **951 Gaspra**, kterou v roce 1991 navštívila sonda Galileo.

Planetka **Chicxulub**, nazvaná podle městečka ležícího dnes nedaleko místa dopadu, měřila v průměru asi deset kilometrů a vážila přes šest set miliard tun. A v uvedené době se nezadržitelně

blížila k planetě obývané našimi předky z řad savců... a posledními dinosaury. Nezbyval jim už ani jediný křídlový den – den, který vlivem rychlejší zemské rotace trval pouze 23 hodin a 36 minut, tedy o dvacet minut méně než dnes.

Pozorovatel na Zemi by zřejmě dlouho neviděl nic mimořádného. Na nočním nebi by se asi tři dny před dopadem, kdy se planetka nacházela přibližně ve vzdálenosti šesti milionů kilometrů, objevila jen další „hvězda“, malý bodový zdroj světla podobný okolním slabým stálicím. Postupně by však její jasnost sílila a ve vzdálenosti asi 1,5 milionu kilometrů, necelý den před srážkou, by se už vyrovnala například hvězdám současného Velkého vozu. Na úrovni Měsíce by pak těleso konkurovalo nejjasnějším hvězdám. A do dopadu by zbývalo pouhých pět hodin.

Necelých 100 000 km od Země, zhruba hodinu před kolizí, by

planetka představovala **třetí nejzářivější objekt na obloze** – hned po Slunci a případném Měsíci v úplňku. Ve vzdálenosti 30 000 km by její magnituda činila $-6,5$, tedy více než u jakékoliv planety. Tehdy by již byla na nočním nebi nepřehlédnutelná. Ve výšce 1 500 km nad Zemí by do srážky zbývalo 75 sekund a těleso by zářilo jasněji než Měsíc v úplňku. Místo a úhel dopadu už by určila jen rotace planety. Pokud byste se nacházeli ve vyšších zeměpisných šířkách, zmizela by vám

Mexického zálivu severní cíp poloostrova **Yucatán**. Za strašlivých vizuálních i akustických efektů se při srážce veškerá voda v oblasti budoucího zálivu vypařila.

Okamžitě po nárazu začalo žití v širokém okolí zabíjet intenzivní záření, které se vyrovnalo jasu milionu sluncí a bylo viditelné do vzdálenosti kolem 5 000 km. Termální a tlaková vlna šířila v řádu minut zkázu stovky kilometrů daleko. Gigantický kráter, jehož okraje dosahovaly výšky vrcholků Himálaje a plocha odpovídala rozloze Moravy

» fakta

SUPEREXPLOZE

Nic, co člověk ve své historii zaznamenal, se ani vzdáleně neblíží efektům, jež vyvolal dopad planety Chicxulub. I nejsilnější známá sopečná exploze v dějinách planety, která se odehrála v třetihorách, byla mnohem slabší. Tehdy supervulkán La Garita Caldera, nacházející se na území dnešního Colorada, vyvrhl na 5 000 km³ horniny a výbuch uvolnil energii 240 000 megatun TNT. Dopad planety na konci křídly byl však ještě 400× silnější.

Snad až sto miliard tun materiálu se v krátké době také vypařilo.

V místě nárazu na okamžik stoupla teplota na 10 000–20 000 °C, což odpovídá zhruba trojnásobku teploty na povrchu Slunce. Uvolněná energie započala své dílo zkázy: **100 milionů megatun TNT více než dvumilionkrát předčilo i tu nejsilnější atomovou bombu v dějinách**. Gigantický hřib prachu a úlomků horniny stoupal vysoko do atmosféry a bylo jej vidět stovky kilometrů daleko. Teplota v jeho okolí dosáhla 8 500 °C. Zemětřesení na jihu severoamerického subkontinentu odpovídalo 11.–13. stupni Richterovy škály, tedy zhruba stonásobku hodnoty zaznamenané kdy



Obrovská planetka dopadla do míst dnešního Mexického zálivu

planetka ještě před srážkou daleko za horizontem. Přibližně u 20° zeměpisné šířky, v oblasti dnešního Karibiku, byste se však stali svědky děsivé podívané.

Ničivý dopad

Kdyby byla planetka podstatně menší, vrstvy vzduchu by ji zpomalily a nakonec by explodovala v bezpečné výšce nad Zemí. Podobný scénář se nejspíš odehrál i v letech 1908 nad říčkou Tunguskou a v roce 2013 nad Čeljabinskem. Téměř bilion tun těžkou kamennou horu však nemohlo nic zadržet. Poslední možnou ochrannou hradbu představoval Měsíc, jenže planetka jej v dostatečné vzdálenosti minula.

Při průletu atmosférou rychlostí kolem 20 km/s se rozzhavía a doslova provrtala do vrstvy plynů tunel. Do povrchu planety narazila na otevřeném moři, v mělkých vodách jižně od pevniny **Laramidie**. Pod ostrým úhlem 30° dopadla tam, kde dnes vybíhá do

Planetka Chicxulub měřila v průměru asi deset kilometrů a vážila přes šest set miliard tun

a Slezska, **kompletně vznikl za pouhých 300–600 sekund, tedy maximálně deset minut.**

Život v nenávratnu

Následky dopadu byly děsivé. Celá Země rezonovala a nárazové vlny se šířily jejím nitrem. Brzy vyvolaly nepředstavitelně silná zemětřesení a probudily k životu spící sopky. Samotná planetka už v tu chvíli neexistovala, doslova se odpařila. Vysoko do atmosféry se dostalo ohromné množství hornin ze svrchní zemské kůry.

člověkem. Do vzdálenosti 800 km od dopadu se teplota zvýšila na 300 °C. Oblak prachu a žhavého vzduchu se hnál od místa nárazu závratnou rychlostí.

Žádný větší organismus, který se neskryl dostatečně hluboko pod zem, nepřežil kataklyzma, jež se rozpoutalo v okruhu 1 800 km od epicentra dopadu. **Až do vzdálenosti 4 000 km začala téměř okamžitě hořet veškerá vegetace.** Vlna horka a tlaku postupovala rychlostí přes 1 000 km/h, vítr mnohde přesáhl 250 km/h. Stovky kilometrů od místa sráž-

Živočichové v blízkosti impaktu neměli naprosto žádnou šanci

ky začaly na zem dopadat kusy vyvržených hornin – stotunové balvany o velikosti domů svištěly z nebe nadzvukovou rychlostí. V tu chvíli už obloha výrazně potměněla a rozptýlený prach zakryl Slunce. Daleko od epicentra doslova přšely rozžhavené kusy horniny a impaktní tektity a zapalovaly vše, co ještě dosud nevzplálo. Některé se dostaly do vzdálenosti přes 6 500 km, což odpovídá trase New York – Praha.

Teplota ve vyšších vrstvách atmosféry stoupla krátkodobě až na 1 500 °C. Jedinou ochranu živočichům nabízela dosta-



Za strašlivých vizuálních i akustických efektů se při dopadu veškerá voda v oblasti budoucího Mexického zálivu vypařila

tečně hluboká voda, jeskyně či podzemní úkryty. Vzdálenost 13 000 km do současného Mongolska překonal rozžhavený prachový oblak za necelou hodinu, téměř dvacetkrát rychleji než běžné letadlo. Asi za dvě hodiny již celá planeta spočinula ve smrtící náruči prachového mračna. Fotosyntéza se přerušila, nastal kolaps koloběhu prvků a organických živin.

Slunce mizí za mračny

Zhruba po pěti hodinách se konečně začalo prachové mračno rozplývat, ovšem

v atmosféře se pohybovaly miliardy tun prachových částic, které nadále zastiňovaly Slunce. Nejdramatičtější události pomalu doznávaly, ovšem devastační účinky dlouhodobého charakteru teprve nastupovaly.

Bilance zkázy v živé přírodě byla strašlivá. Již první den po dopadu zřejmě zahynulo až 99 % větších živočichů a prakticky zmizela rostlinstva na velkých plochách kontinentů. Některé skupiny zanikly zcela, většinou však ztráty druhové rozmanitosti nepřesáhly přibližně 50 %.

Sluneční světlo k Zemi nepronikalo

zhruba šest měsíců, fotosyntéza téměř ustala možná až na rok. Silné poškození utrpěla také ozónová vrstva, zejména v důsledku vyvržení velkého množství chloru a bromu vysoko do atmosféry.

Ještě větší problém ovšem představovaly skleníkové plyny, které se při dopadu rovněž uvolnily v ohromném množství. Oxid uhličitý, vodní páry a metan přispěly ke skleníkovému efektu, jenž na dlouhá desetiletí ohřál celý povrch planety o několik stupňů. Krátce po srážce se naopak prudce ochladilo v rámci efektu tzv. nukleární zimy. Teploty oceánů poklesly v průměru asi o 2 °C, místy dokonce až o 7 °C. **Období snížených teplot trvalo zřejmě několik málo měsíců až let, ale stačilo vyhladit teplomilná společenstva organismů.**

Gigantický kráter

Intenzivní narušení struktury oceánského dna vedlo k sesuvům a podmořským

Největší vymírání v dějinách

Před 450 miliony let

První velké hromadné vymírání nastalo v dávném období starších prvohor (ordovik – silur). Příčinou bylo zřejmě rozsáhlé zalednění superkontinentu Gondwana. Vyhynuly četné skupiny bezobratlých živočichů, včetně známých trilobitů.

Před 370 miliony let

Druhé velké hromadné vymírání, k němuž došlo na konci prvohorního devonu, způsobily změny v zastoupení oxidu uhličitého

v atmosféře. Jistou roli možná sehrál i dopad velkého meteoritu.

Před 252 miliony let

Největší vymírání v dějinách Země se odehrálo na přelomu prvohorní a druhohorní éry a za obět mu padlo až 90 % tehdejších druhů. Příčinou se stala extrémně silná sopečná činnost na území Sibiře, změny v zastoupení některých prvků v oceánech a snad i další, dosud neznámé aspekty.

Před 201 miliony let

Vymírání na rozhraní triasu a jury

vedlo k vyhynutí velkých plazů, například therapsidů, a paradoxně pomohlo dinosaurům k dominantnímu postavení. Příčiny neznáme, souvisejí však nejspíš s vulkanismem a klimatickými změnami.

Před 66 miliony let

Poslední vymírání tzv. Velké pětky se odehrálo na rozhraní křídý a třetihor (či paleogénu), a označuje se proto také jako K-T nebo K-Pg událost. Jako jediné jej můžeme bezpečně spojit s impaktní událostí velkého rozsahu (Chicxulub).

zemětřesením a následně i k megatsunami, jež zlikvidovaly pobřeží v délce desítek tisíc kilometrů. Obří vlny vyvolané dopadem dosahovaly výšky 100–300 m a rozrušily dno až do hloubky 500 m. Drtivou silou udeřily na pobřeží dnešního Texasu a okolních států asi 5–10 hodin po impaktu, tedy dříve, než oblast zasypaly tektity. V pórech zemské kůry se na mnoha místech nahromadilo obrovské množství plynu.

V okolí dopadu vznikl ohromný kruhový val připomínající pohoří. Gigantická prohlubeň o průměru 200 km a hloubce 20 km se týčila jako němý památník jedné z největších katastrof

Ochránce Jupiter

Za to, že se v posledních 66 milionech let podobně velká kolize neopakovala, vdčíme zejména svému tichému ochránci **Jupiteru**. Tento plynný obr totiž nevědomky působí jako strážce vnitřních kamenných planet Sluneční soustavy a svou gravitační silou zachytává či vychyluje většinu těles, která by se se Zemí mohla srazit.

Paradoxně bychom však měli být vděční i samotné planetce. **Kdyby se totiž s naší planetou nesrazila a nezpůsobila tak vyhynutí dinosaurů, pak by se celá evoluce savců včetně člověka výrazně opozdila.** Na scénu bychom vstoupili až o mnoho milionů let pozdě-

Vzestup a pád dinosaurů

Před 235 miliony let – Dinosauri vznikají v druhohorním období trias jako malí tvorové o velikosti králíka až psa.

Před 200 miliony let – Při velkém vymírání na konci triasu mizí většina plazích konkurentů tehdy ještě mladých dinosaurů, kteří poté ovládnou souše celé planety v následující juře a křídě.

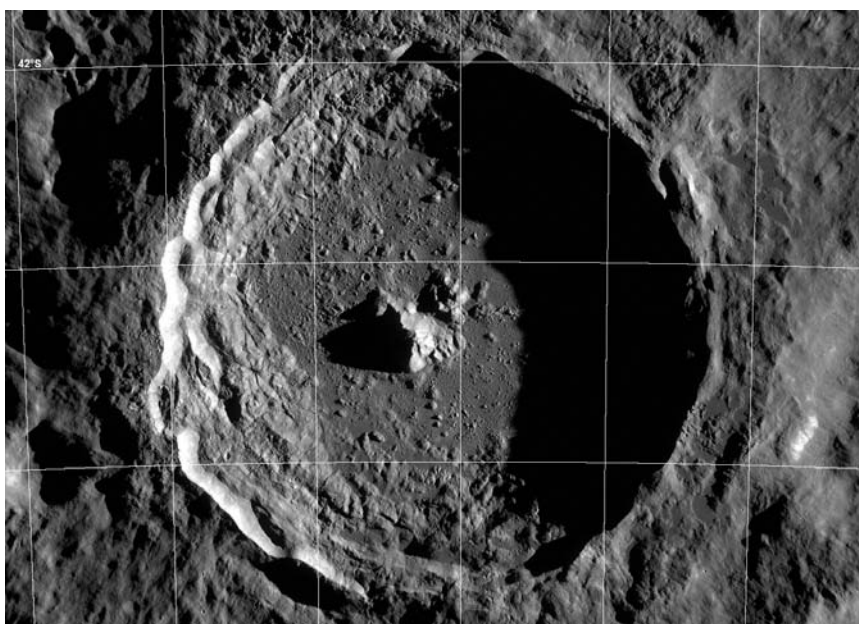
Před 180 miliony let – Na počátku jurského období se ve stínu již vládnoucích dinosaurů objevují první primitivní savci.

Před 160 miliony let – Z opeřených dinosaurů se vyvíjejí první ptáci.

Před 150 miliony let – Objevují se největší suchozemští tvorové všech dob – gigantičtí sauropodi dosahující délky přes 40 m a hmotnosti více než 80 t.

Před 95 miliony let – Největší rozkvět dinosaurů. V této době žije menší býložravý druh také na území Čech.

Před 66 miliony let – Do současného Mexického zálivu dopadá 10km planetka, několik menších jich ve stejné době zřejmě rozrývá zemský povrch i jinde. Dinosauri vymírají.



Měsíční kráter Tycho je zhruba o polovinu menší než kráter, jenž vznikl po dopadu planetky na Zemi před 66 miliony let

v historii pozemského života. Vrstva vyvrženého materiálu u jícnu měřila až 800 m – jako byste postavili dvě Eiffelovy věže na sebe... **Čerstvý kráter by tak byl dobře viditelný i z vesmíru,** přičemž ještě dnes dosahuje průměru 180 km a hloubky 900 m. Také z povrchu Měsíce mohla srážka skýtat úžasnou podívanou – pokud by se na ni snad nějaký pozorovatel mohl tehdy zaměřit.

Zemská atmosféra, činnost organismů a koloběh vody však veškeré impaktní struktury postupně zarovnávají a ničí. Z ohromného kráteru se tudíž přibližně za milion let stal mořský záliv, opět zarostl bujnou vegetací a klesl na úroveň mořské hladiny. Dnes spočívá pod více než kilometrovou vrstvou mladších sedimentů.

Zemětřesení dosáhlo 11.–13. stupně Richterovy škály – bylo zhruba stokrát silnější než největší otřesy zaznamenané člověkem

ji, a možná dokonce nikdy. Nevytvořili bychom civilizaci a kulturu v užším smyslu slova. Nesestavili bychom první kalendáře, nepochopili ani ta nejzákladnější tajemství okolního vesmíru. Na Zemi by nespíš neexistovala žádná forma života schopná o těchto věcech přemýšlet. Neobjevili bychom obří kráter hluboko pod vodami Mexického zálivu. A nikdo by neměl tušení o nebezpečí,

kteří nám z kosmu přibližně jednou za sto milionů let hrozí... ↻

Mgr. Vladimír Socha vystudoval paleontologii na Univerzitě v Hradci Králové. V současné době je doktorandem Univerzity Karlovy a působí také jako lektor a pedagog. Je autorem řady popularizačních článků a zatím také šesti knižních titulů, především s tematikou druhohorních dinosaurů