

Viktor Černocho

# Jak dlouho přežije lidstvo

Katastrofy, které jednou nastanou

**AL**  
press



Viktor Černoč

# Jak dlouho přežije lidstvo

Katastrofy, které jednou nastanou



COPYRIGHT © VIKTOR ČERNOCH, 2017  
COPYRIGHT © ALPRESS, S. R. O.

VŠECHNA PRÁVA VYHRAZENA.  
ŽÁDNOU ČÁST KNIHY NENÍ DOVOLENO UŽÍT  
NEBO JAKÝMKOLI ZPŮSOBEM REPRODUKOVAT BEZ PÍSEMNÉHO  
SOUHLASU DRŽITELE PRÁV, S VÝJIMKOU KRÁTKÝCH CITACÍ  
NEBO ODKAZŮ, KTERÉ TVOŘÍ SOUČÁST KRITICKÉHO HODNOCENÍ.

Copyright © Viktor Černoch, 2017

Redakční úprava Otilie Grezlová

Grafická úprava obálky Tomáš Řízek

Elektronické formáty Dagmar Wankowska, *LiamART*

Vydalo nakladatelství Alpress, s. r. o., Frýdek-Místek, 2017

shop@alpress.cz

Vydání první

ISBN 978-80-7543-475-3 (pdf)

# Obsah

---

Úvod	9
Erupce supervulkánu	15
Jaderná válka	29
Srážka s asteroidem	49
Smrtící epidemie	65
Vyčerpání zdrojů	79
Umělá inteligence	95
Přelidnění	113
Megazemětřesení	125
Nanotechnologie	133
Změna klimatu	137
Gama záblesk a další (neživé) hrozby z vesmíru	149

<b>Velké vymírání druhů</b>	165
<b>Invaze mimozemšťanů</b>	179
<b>Trochu vzdálenější budoucnost</b>	197
<b>Závěr: Co když přežijeme?</b>	213
<b>Doslov</b>	217
<b>Zdroje</b>	221

*Věnováno mému synovi Teodorovi ve víře,  
že nás o hodně let přežije,  
ale přesto se konce lidstva nedočká.*

# Úvod

„Lidstvo vyhyne do sta let,“ prohlásil uznávaný australský virolog Frank Fenner v červnu roku 2010.<sup>1</sup> Pravda, roku 2110 se nejspíše já ani vy nedožijeme, takže bude těžké tuto hypotézu vyvrátit. Ani samotný Fenner se rozluštění této otázky nedočká, zemřel totiž v listopadu téhož roku, kdy svou tezi o zániku lidstva pronesl.

Rovnou umlčím milovníky konspiračních teorií – ne, nebyl zavražděn tajným agentem placeným ropnými společnostmi, Fennerovi bylo bezmála 96 let. Tento významný vědec svou domněnku opřel o klimatologická fakta a dodal, že Aboriginci, původní obyvatelé Austrálie, by patrně vydrželi ještě nějakých padesát tisíc let. Ale západní civilizace prý vyhubí lidstvo mnohem dříve.

Jiný světově proslulý vědec Stephen Hawking tvrdí, že na kolonizaci vesmíru máme nejvýše tisíc let.<sup>2</sup> Pak už bude Země natolik vyčerpaná, že na ní lidé nepřežijí. Sice nám tak předpovídá desetkrát více času než Frank Fenner, ale mnoho to také není.

Nicméně ať už to bude za sto, tisíc či milion let, jednou se tak určitě stane. Je to nevyhnutelné a neodvratitelné. Lidský druh zcela jistě vyhyne. A právě o tom je tato kniha.

Svět, který začal velkým třeskem, skončí velkým tichem. Mimochodem pokud se ptáte, co bylo před velkým třeskem, fyzik Paul Davies z Arizona State University to vyjádřil jednoduše: „Odpověď je: Nic.“<sup>3</sup> Otázky typu „co bylo před naším vesmírem“ nebo „co bude po něm“ totiž patří spíše autorům



science-fiction než seriózním vědcům.\* I když i ti se kupříkladu možností existence paralelních vesmírů zabývají již bezmála šedesát let, konkrétně od doby, kdy s touto myšlenkou přišel Hugh Everett ve snaze vyřešit některé problémy kvantové mechaniky.

Představy, že se lidstvu podaří z planety Země, než se stane neobyvatelnou, přemístit někam jinam a že takto náš druh přežije co nejdéle a třeba kolonizuje i vzdálenější kouty vesmíru, se určitě mohou stát skutečností. To, že by lidstvo našlo způsob, jak se vyhnout zániku a ukrýt se v jiném vesmíru, podle současného stavu vědeckého poznání možné není. Na druhou stranu, pokud by lidstvo dokázalo přežít veškeré klacky, jež mu vesmír, Země, příroda či oni sami sobě před svým vlastním zánikem naházejí pod nohy (a že to jsou klacky vskutku obřích rozměrů, si ukážeme záhy), bude mít dost času vyzkoumat, jak to s těmi dalšími vesmíry vlastně je. Bude na to času mnoho miliard let. Tedy mnohem více, než kolik času mělo lidstvo na to vyvinout se z jednobuněčného organismu v komplexního jedince, který si každý rok kupuje nový mobilní telefon.

Čas je dobré vzít v úvahu i z jiného hlediska – pokud lidé přežijí opravdu *hooodně* dlouho, budou to už zcela jiní tvorové. Britský astrofyzik Martin Rees, bývalý prezident Královské společnosti, to vystihl slovy: „Slunce svítí čtyři a půl miliardy let a ještě šest miliard let svítit bude, než mu dojde palivo a všechen zbývající život na Zemi se vypaří. Máme bezmyšlenkovitou tendenci si představovat, že lidé budou u toho, že zažijí zánik Slunce, ale jakýkoliv život či inteligence, která bude v té chvíli existovat, se od nás bude lišit tolik, jako se my lišíme od bakterie.“<sup>4</sup> Na druhou stranu ne všichni biologové by s tím souhlasili, ale k tomu se dostaneme.

Jisté je, že lidé ani jiní pozemští či případní mimozemští tvorové svědky zániku vesmíru nebudou. Ve velmi vzdálené

---

\* Podle nejrozšířenějšího vědeckého názoru současnosti před velkým třeskem neexistoval čas, proto otázka „co bylo před ním“ nemá smysl.

budoucnosti bude totiž vše ve vesmíru natolik nařaděné (od sebe vzdálené) tím, jak se vesmír rozpíná, že vůbec nebude možná existence jakékoliv hmoty. Nebudou existovat ani jednoduché molekuly, natož ty složité, jako je třeba DNA. Lidé a ostatní živé organismy ale téměř jistě vyhynou už dávno předtím. Nakonec je velmi pravděpodobné, že lidstvo ani nebude muset řešit otázku, jak přesídlit na tisíce světelných let vzdálené planety, protože než přijde zánik Země, existovat už nebude.

Svět lidí může skončit každou vteřinou, rokem, stoletím, tisíciletím... Kdy a hlavně jak se tak stane, to je otázkou, na kterou jsem hledal odpovědi u expertů na nejrůznější oblasti vědeckého bádání. Koneckonců věda tu je od toho, aby odpovídala na nejrůznější otázky spojené s naší existencí. Tak proč by neuměla odpovědět na otázky spojené s naší neexistencí?

Pojďme tedy za pomoci nejnovějšího poznání vědy nahlédnout do budoucnosti. Zjistíme, co živé organismy na Zemi v nejbližších letech čeká. Jedině včasná identifikace rizik nás může ochránit před tím, co se na nás chystá. Ačkoliv naučit se předvídat katastrofu, připravit se na ni a pokračovat v existenci jen proto, aby nás mohla smést *až ta další* katastrofa, může být poněkud frustrující. Ale jednak to odpovídá vrozené přirozenosti živých tvorů, totiž pudu sebezáchovy, a jednak další lidské přirozenosti, kterou nejlépe vystihuje moudré klišé sportovců: „Tak my jdeme od zápasu k zápasu...“

Tato kniha je jakýmsi katalogem katastrof, které mohou smést lidstvo. Některé z nich také s téměř stoprocentní jistotou nastanou. Otázkou je pouze, kdy se tak stane. Naproti tomu u některých možných scénářů nejsme dnes s to odhadnout, *zda vůbec* nastanou. Murphyho zákony nám sice říkají, že pokud se něco může stát, také se to stane, ale pozorovaná skutečnost tomu neodpovídá. *Může* se stát, že se do vás zamiluje nejkrásnější modelka světa, ale pravděpodobně spíše vyhrajete ve sportce hlavní výhru a do roka vašeho úhlavního nepřítele zabije auto.

Vlastně, je to opravdu tak? Zkusme to ověřit. Na Zemi v okamžiku psaní těchto řádků žije 7 492 942 403 lidí.\* Zaokrouhleme to na 7,5 miliardy. Předpokládejme, že jste heterosexuální muž středního věku a modelku zajímá rovněž jen opačné pohlaví. Na světě se rodí o něco více mužů než žen, přibližně v poměru 1,06 : 1,00. Muži ovšem umírají mladší, takže ve vyspělém světě (pro účely této knihy za něj budeme nadále považovat jak USA, tak třeba Německo nebo... ehm... Českou republiku čili Czechii) je poměr 1,05 : 1,00 ve věkové skupině 15–65 let.\*\* Řekněme, že naše ideální modelka není tak vybíravá a tato věková skupina je pro ni přijatelná. V současné populaci je přibližně 66 % lidí v tomto věku, což představuje asi 2,5 miliardy mužů. Někde mezi nimi jste vy. Vynecháme demografické a jiné překážky, dá se předpokládat, že nejkrásnější modelka světa si může vybrat kteréhokoliv muže světa a má k tomu i dostatečné prostředky, kupříkladu finanční. Vaše šance na to, že se do vás zamiluje, je tedy 1 : 2 500 000 000. Nic moc. Naštěstí vaši šanci můžeme zvýšit. Statistiku, kolikrát za život se modelka zamiluje, sice nemáme, ale dle nejrůznějších průzkumů je průměrný počet sexuálních partnerů žen asi sedm.\*\*\* Předpokládejme, že ženy spí jen s muži, které milují – většinou to o sobě tvrdí –, což zvýší šanci, že se do vás zamiluje nejkrásnější modelka světa, na 1 : 357 000 000.

A teď jak je to s tou sportkou. Z celkových 49 čísel vybíráme šest, to jest 13,984 milionu možností. Pokud vsadíme jen jeden sloupec jednou za rok, máme dopočítáno. Jenže do roka má srazit auto vašeho úhlavního nepřítele. Statistiky úmrtí na silnicích se v čase dost liší, vezmeme

---

\* Aktuální stav na [www.worldometers.info](http://www.worldometers.info).

\*\* Ve věkové skupině 65+ už je poměr výrazně ve prospěch žen, a to přibližně 0,7 : 1. Kde je sakra nějaká rovnoprávnost?

\*\*\* Některé průzkumy tvrdí, že čtyři, jiné deset, přijde na to, v které zemi a v kterém roce, přece jen se ty mravy uvolňují...

tedy kupříkladu celkem mírný rok 2011, kdy bylo v EU na silnicích usmrceno v průměru 60 osob na milion obyvatel (v ČR tohle číslo bývá vyšší, ale to pominme). Takže šance, že onen nešťastník během roku zemře při dopravní nehodě, je 1 : 16 666. To vynásobíme pravděpodobností výhry ve sportce a získáme poměr 1 : 233 000 000 000. Podle této – jistě nepříliš přesné\* – úvahy je tedy 653krát pravděpodobnější, že si nabalíte nejkrásnější modelku světa, než že vyhraje ve sportce hlavní výhru a do roka se stane obětí dopravní nehody váš nenáviděný soused (nebo kdo to je). Ačkoliv zrovna ve *vašem* případě...

To jsem se ale nechal poněkud unést. Vraťme se k původní myšlence. Ani nejlepší vědci světa nedokážou s *naprostou určitostí* předpovědět, co se s lidstvem v budoucnu odehraje a jak bude reagovat. Nicméně lze vcelku dobře odhadovat budoucí vývoj na základě dosavadních trendů. Dovolím si jednu analogii. Pomocí matematických modelů, fyzikálních měření, optických pozorování, systému družic a monitorovacích stanic dokážou za použití složitých výpočtů meteorologové předpovídat počasí, které nás čeká další den. S již celkem značnou mírou nepřesnosti i jaké nás čeká za týden. Nicméně neumíme předpovědět, jaké počasí bude panovat v Praze třeba 29. června 2023. Ve hře je prostě příliš mnoho náhodných faktorů. Nicméně jsme schopni téměř se stoprocentní jistotou říct, že v průměru bude v červnu 2023 v Praze tepleji než v lednu 2023.

---

\* Nezapočítal jsem například geografickou polohu. Pokud bude modelka třeba z Monaka a vy rovněž, asi budete mít větší šanci ji potkat a oslnit než jako chudý farmář ze subsaharské Afriky. Na druhou stranu zase můžete zvýšit své šance ve sportce. Dokonce pokud máte hodně peněz a vsadíte všech skoro 14 milionů kombinací, tak máte jistotu, že hlavní cena je vaše. A pravděpodobnost úmrtí nepřítele při automobilové nehodě také můžete zvýšit. Například tím, že se ji pokusíte zinscenovat sami. Výsledkem pak bude úplně jiná pravděpodobnost, než jsem vypočítal, ale vás čeká mnoho let ve vězení za vraždu.

Je snazší vypočítat, jak velký asteroid by vyhladil život na Zemi, než určit, jak bude vypadat politický systém po kolapsu kapitalismu v důsledku přelidnění a zda v jeho důsledku nastane třeba globální jaderná válka. Co odhadovat můžeme, je individuální chování jednotlivců – pud sebezáchovy je dán do vínku (skoro) všem. Naštěstí nám v této knize nejde o to, jak přesně bude vypadat postapokalyptická společnost, ale o to, jak dlouho přežije lidstvo jako takové. Nebo když to obrátíme, co, jak a kdy *celou* lidskou populaci vyhubí. Sice se tak musíme dívat do ještě vzdálenější budoucnosti, ale konstrukci závěrů to překvapivě ulehčuje.

Nezbývá než popřát si pěkný konec světa.

# Erupce supervulkánu

**E**vropa se právě zotavovala z následků napoleonských válek, když přišel nejhorší hladomor 19. století. Rok 1816 byl nejchladnější za posledních 400 let. Obilí se neurodilo téměř nikde na severní polokouli, navíc během zimy zemřelo mnoho domácího dobytka, neboť nebylo krmivo. Ceny potravin rapidně vzrostly. Takzvaný rok bez léta si na starém kontinentu vyžádal kolem čtvrt milionu lidských životů.

Nejinak tomu bylo v témže roce i na druhé straně Atlantiku. Obyvatele, zvyklé na jarní a letní teploty kolem 20 °C, zaskočil květnový mráz. V kanadském Quebecu napadlo 30 cm sněhu. Rychlé změny a extrémy teplot zničily většinu plodin.

Podivné počasí lidé popisovali jako „přetrvávající suchou mlhu“, která nemizela ani s deštěm či větrem. Celosvětový roční teplotní průměr byl 0,4–0,7 °C pod normálem. Zdá se to jako maličkost, ale pro zemědělství to byla citelná rána. Navíc tato přírodní anomálie způsobila epidemii tyfu (1816–1819), jakou Evropa nezažila. Přičítá se jí rovněž morová epidemie ve východním Středomoří, stejně jako zřejmě první pandemie cholery, která měla původ v Bengálsku (1816).<sup>5</sup>

Co způsobilo tak dramatické události? Stačila k tomu erupce sopky, konkrétně indonéskeho stratovulkánu Tambora.

Sopka se začala viditelně probouzet 5. dubna 1815 a během několika dní napáchala neuvěřitelné škody. Erupci pry

bylo slyšet skoro 3 000 km daleko.\* Vrchol, který se tyčil do výše 4 300 metrů, se smrškl na 2 850 metrů. Do okolí vulkán vymrštil sotva představitelných 150 km<sup>3</sup> materiálu. Kouř a prach vystoupal až do stratosféry a popel lidé zaznamenali i 1 300 km daleko.\*\* V okruhu 80 km údajně zahynulo vše živé včetně 10 tisíc lidí.

Nejjemnější prachové částice se držely ve výšce 10–30 km v atmosféře po několik let, přičemž se atmosférickým prouděním rozptýlily zejména na severní polokouli. A zabránily části slunečních paprsků dostat se až k zemi.

Erupce stratovulkánu Tambora je největší, o níž máme písemné záznamy. Důsledky byly globální. Podobně jako při erupci na Islandu roku 1783, která způsobila smrt asi 10 tisíc lidí a více než poloviny dobytka na ostrově, jenž zemřel povětšinou na otravu fluorem, neboť výbuch vyvrhl do ovzduší osm milionů tun fluorovodíku. Až 25 tisíc lidí tehdy zemřelo ve Velké Británii na respirační onemocnění spojené se spadem popela z Islandu.

## Hrozí nám smrtící erupce supervulkánu?

Uvádí se, že lidstvo zažilo nejsilnější erupci přibližně před 74 000 lety.\*\*\* Supervulkán Toba na Sumatře tehdy uvolnil asi 800 km<sup>3</sup> prachu, kouře a aerosolů do atmosféry, přičemž spadl pokrýl velkou část jihovýchodní Asie více než deseti centimetry prachu a popela a zničil většinu vegetace. Částice ve vyšších patrech atmosféry na několik let snížily teploty mírného pásma o 5–15 °C.

---

\* To je vzdálenost větší než z Hamburku do Athén. Těžko říct, zda tomu lze věřit.

\*\* Vzdálenost jako z Prahy do Dubrovníku. To už je věrohodnější.

\*\*\* Plus minus 3 000 let.

Kdyby se tato událost odehrála dnes, okamžitě by přinesla smrt desítkám milionů lidí a způsobila smrt hlady dalším dvěma miliardám.<sup>6</sup> Zemědělství by mělo problémy celosvětově. Zničena by navíc byla spousta strojů, provozů, továren a letecká doprava by zcela ustala na dlouhá léta.

Ani tobská katastrofa ale nebyla tou největší erupcí v dějinách Země. Naše planeta má za sebou podstatně bouřlivější období. Před 27,8 milionu let vyvrhl vulkán v oblasti La Caldera Garita na území dnešního Colorada v USA asi 5 000 km<sup>3</sup> horniny. Tato erupce znamenala globální katastrofu, která způsobila výraznou změnu klimatu po statisíce let a hromadné vymírání fauny i flóry.

V současnosti hrozí lidem erupce dvou supervulkánů. Jednak je to opět Toba a jednak (též nikoliv poprvé) Yellowstone. Ten chrlí roztavené horniny poměrně pravidelně a někteří lidé s oblibou tvrdí, že už má 40 000 let zpoždění, takže jeho erupci můžeme čekat každou chvíli. Vulkanologové jsou ale zpravidla jiného názoru.

„V blízké době nám nehrozí výbuch žádného supervulkánu,“ uklidňoval emoce Jean-Philippe Perrillat z francouzského Národního centra pro vědecký výzkum, když se v médiích objevila v roce 2014 zpráva z jeho vlastního výzkumu.<sup>7</sup> Ten totiž vyvrátil předpoklad, že k erupci supervulkánu je potřeba nějaký vnější impulz, třeba zemětřesení, který poruší zemskou kůru a vypustí tak rezervoár magmatu na povrch. Ve skutečnosti se magma hromadí těsně pod povrchem třeba deset let předtím, než erupce propukne. Mnozí geologové se domnívají, že přinejmenším pro příštích 10 000 let nehrozí světu žádná větší erupce se skutečně vážným globálním dopadem.

Ti, kteří jsou přesvědčeni, že se tak naopak stane každou chvíli, uvádějí jako žhavého\* kandidáta již zmíněný Yellowstone (USA). Yellowstonská kaldera naposledy ukázala, co dokáže, před 640 000 lety, kdy vyvrhla do prostoru asi 1 000 km<sup>3</sup> materiálu. Erupce a její následky prakticky zdevastovaly faunu

---

\* A to doslova.



i flóru Severní Ameriky. Dopady byly globální, včetně značného ochlazení.

Na šíření Yellowstone hrozby se značně podílejí média. Koncem roku 2013 prezentovala zprávu o výsledcích výzkumu vědců z University of Utah, které ukázaly, že objem magmatu pod Yellowstone je mnohem větší, než se dosud soudilo.<sup>8</sup>

„To ale nutně neznamená, že by i výbuch musel být přesně dva a půlkrát větší. Málokdy dochází k úplnému vyprázdnění krbu během erupce. Záleží na množství krystalů a na množství plynu, který se dokáže z magmatu uvolnit,“ vysvětloval tehdy české veřejnosti vulkanolog Vladislav Rappich s tím, že to zase nemusí být tak horké.<sup>9</sup>

Táž vědecká skupina z University of Utah pod vedením Jamie Farrella v roce 2015 navíc zjistila, že pod samotným magmatickým krbem dřímá zásobník horké, částečně natevené horniny, který je více než čtyřikrát větší než samotný magmatický krb blíže povrchu. Farrell ale hned dodal, že to není důvod ke znepokojení. „Magmatický krb a rezervoár se nezvětšují, nejsou větší, než byly, jen je nyní dokážeme lépe zmapovat pomocí nových technologií,“ uvedl.<sup>10</sup>

Někteří vědci zcela mírní emoce spojené s predikcí katastrofy, kterou má Yellowstone brzy způsobit. Ilya Bindeman z University of Oregon dokonce tvrdí, že „naš výzkum (...) umožňuje hypotézu, že Yellowstone je spíše ve fázi uhasínání než vzrůstu“.<sup>11</sup>

Pojďme k dalším faktům. Z historického pohledu se na Zemi odehraje velká erupce s globálními důsledky průměrně jednou za 100 000 let (což potvrzují i vědci jako Stephen Sparks z Bristol University či Ben Mason z University of Cambridge). Poslední velkou erupcí byla již zmíněná Toba před 74 000 lety. To ale neznamená, že na dalších 26 000 roků máme klid.\* K takové události může dojít kdykoliv. Wim

---

\* Když nastane erupce třeba dva roky po sobě a dalších 198 000 let žádná, také bude průměr 1x za 100 000 let. Nejrůznější průměrování bohužel značně zkresluje představu reality, ale lidé ho mají rádi.

---

Malfait z Institute for Geochemistry and Petrology v Curychu to potvrzuje slovy: „Tohle je něco, čemu jako živočišný druh budeme jednou muset čelit. V budoucnu to prostě nastane.“<sup>12</sup>

## Jak bude erupce probíhat a co se bude dít s lidmi?

Současná věda nedokáže předpovídat načasování erupce. Seismickou aktivitu v Yellowstone ale monitoruje mnoho přístrojů, takže pokud by proces erupce již započal a magma rychle stoupalo k povrchu a výbuch by už byl takřikajíc na spadnutí, vědci by to věděli s předstihem. Otázka je, s jak velkým. Na tom se sami až tak úplně neshodnou.

Většina expertů souhlasí s názorem, že nejprve bychom zaznamenali silné seismické proudění a povrchové deformace, které by předcházely samotnému výbuchu o několik dnů či týdnů. Ale možná bychom mohli erupci vytušit s daleko větším předstihem. Podle studie z července 2015, uveřejněné v odborném časopise *Geology*, by vědci blížící se erupci poznali z pohybu magmatu pod povrchem dokonce s desetiměsíčním předstihem.<sup>13</sup> Na druhou stranu se nabízí otázka, zda by to k něčemu bylo.

Proč? Pojďme si popsat, jak by taková erupce supervulkánu probíhala. Jeden z nejlépe zmapovaných historických záznamů sopečné činnosti poskytuje oblast ve východní Kalifornii, kde před 760 000 lety došlo k erupci, která vyvrhla na povrch asi 750 km<sup>3</sup> horniny. Dnes se na místě zvaném Bishop Tuff nachází vrstva tufu\*, sahající desítky až stovky metrů pod povrch. Geologové po mnoha pozorováních a průzkumech došli k závěru, že všechn zdejší materiál se dostal na

---

\* Hornina ze sopečného popela, která se postupem času stala jednolitou hmotou.

povrch během pouhých 10–100 hodin. Vědci také na základě měření v Bishop Tuff poopravili své představy o tom, jak erupce supervulkánu vůbec probíhá. V případě takto velkých událostí se totiž láva nevalí poklidně po svahu dolů, jak to známe z dokumentárních filmů, ale dochází k něčemu mnohem dramatictějšímu.

Začátek erupce provází nadzvukové výbuchy přehřátého plynu obsahujícího prach, resp. popel. Takové vlny materiálu se dostanou až 50 km vysoko do stratosféry. Místo lávy stékající poklidně z vrcholu sopky se z porušené země valí tzv. pyroklastické proudy, což je něco na pomezí lávy a popela, a šíří se závratnou rychlostí až 500 km/h. Ani v nejrychlejších autě byste jim tedy neujeli. Kromě vysoké rychlosti mají pyroklastické proudy další zbraň, a to teplotu až 700 °C. Stovky kilometrů od epicentra padá po mnoho dnů až týdnů jemný, světle šedý prach a sluneční paprsky se prakticky nedostanou k zemi, takže i v pravé poledne byste si připadali jako za soumraku. Ještě 300 km daleko by napadla až půlmetrová vrstva popela. Už milimetrová vrstva prachu přitom dokáže nadělat zemědělské produkci obrovské problémy. A ta by spadla skoro na polovině planety.

Erupce běžně provází také uvolnění plynů do ovzduší. Z nich je patrně nejhorší oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ), jenž s vodní párou a kyslíkem, které se samozřejmě nacházejí zcela přirozeně v atmosféře, reaguje za vzniku kyseliny sírové ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), jejíž jemné kapičky kromě očekávaných následků (kyselé deště) v atmosféře významně blokuje sluneční záření.

Dříve se soudilo, že následky velké erupce provázejí vulkanické zimy trvající mnoho desetiletí či spíše staletí. Novější výpočty tyto časy naštěstí předpovídají podstatně kratší. Oxid siřičitý, z něhož vznikne kyselina sírová, se dostává do vodního koloběhu. Ve formě ledu a sněhu se tak dostane i do Grónska a Antarktidy. Průzkum tamních ledovců ukázal, že například po tobské erupci před 74 000 lety bylo zvýšené množství kyseliny sírové přítomné ve sněhu po dobu šesti let, nikoliv tedy desítek či stovek let.

To zní zcela jistě jako dobrá zpráva. Ovšem jak to tak bývá, spolu s ní jde ruku v ruce ta špatná. Molekuly oxidu siřičitého a kyseliny sírové sice obsahují jeden atom síry, ale v jiném oxidačním stavu. Možná si ještě vzpomenete na „-ný, -natý, -itý, -ičitý...“ A zde je právě zakopaný pes.\* Aby se z oxidu siřičitého (oxidační číslo síry je v této molekule +4) stala kyselina sírová (oxidační číslo síry +6), musí molekula  $\text{SO}_2$  nejen přijmout po dvou atomech vodíku a kyslíku, ale síra se také musí zbavit dvou elektronů. Tento proces se nazývá oxidace.

Aby atom síry mohl dva elektrony odevzdat, musí se najít nějaký příjemce (atom či molekula), který je schopný jeden nebo oba elektrony přijmout. Jakkoliv to možná zní složitě, přejdeme k jádru pudla.\*\* Oxidačním činidlem pro tento proces, tedy pro  $\text{SO}_2$  vyvržený do vyšších pater atmosféry sopečnou erupcí, je – fanfáry prosím – ozon. Molekula ozonu ( $\text{O}_3$ ), ve které má kyslík oxidační číslo 0, s radostí přijme od síry její elektrony, protože kyslíku nejvíce vyhovuje oxidační číslo -2, ve kterém si, s nadsázkou řečeno, lebedí.\*\*\*

Z výše uvedených „chemických“ odstavců vyplývá, že taková erupce, která vrhne do ovzduší velké množství oxidu siřičitého, zákonitě spotřebuje mnoho ozonu při přeměně  $\text{SO}_2$  na  $\text{H}_2\text{SO}_4$  a vezme si jej pochopitelně z ozonové vrstvy atmosféry. Ta přitom chrání povrch planety před životu nebezpečným ultrafialovým zářením. V případě jejího masivního porušení by nastala opravdová katastrofa. Ozonová vrstva se totiž tak rychle neobnovuje.

Když v roce 1991 vybuchl vulkán Pinatubo na Filipínách, porušil ozonovou vrstvu o 3–8 %. Oxid siřičitý v atmosféře navíc blokuje sluneční záření. Po erupci na 15 měsíců

---

\* Nikoliv doslova.

\*\* Zase pes.

\*\*\* Schází mu k tomu jen pivo, brambůrky a fotbal v televizi.

klesla globální teplota asi o 0,5 °C.<sup>14</sup> A to Pinatubo vyvrhl do ovzduší jen asi 10 km<sup>3</sup> materiálu. Dá se tedy odhadnout, co by se dělo při erupci tisícinásobně větší? „Jednoduchá aritmetika tento problém neřeší, protože detaily oxidačních reakcí v atmosféře jsou extrémně komplexní a ne zcela jim rozumíme. (...) Nehledě na to, jak rychle vývoj vědy postupuje, stále nedokážeme předpovídat vulkanické erupce. A závěry, které dokážeme činit o následcích těch nejdramatičtějších erupcí, jsou přinejlepším spekulativní,“ zdůrazňuje Ilya Bindeman, geochemik z University of Oregon.<sup>15</sup>

Pokud by došlo k erupci yellowstonského supervulkánu, přinesla by okamžitou smrt statisícům, spíše však milionům lidí. Další desítky milionů by musely být evakuovány (nebo by se o to lidé alespoň pokusili). Erupce by zformovala mrak prachu a popela, přičemž ekologické důsledky by záležely na jeho tvaru. Právě to zkoumala agentura USGS (United States Geological Survey). Pokud by erupce trvala dlouho a oblak by tak získal tvar deštníku, popel by se pak dostal 1 500 km daleko.

Ve svém výzkumu USGS uvádí, že v tom nejhorším scénáři, který prověřovali, by města vzdálená 500 km byla po třech dnech zavalena desítkami centimetrů až více než metrovou vrstvou popela. V Kalifornii by ho spadly milimetry až centimetry a dokonce i severozápad USA (např. Seattle) by také mohla pokrýt až několikacentimetrová vrstva.<sup>16</sup>

Přitom už několik milimetrů stačí ke zničení veškeré úrody. To ale bohužel není celé – pár milimetrů jemného popela významně sníží trakci na silnicích, vyřadí z provozu elektrické transformátory a způsobí respirační potíže. Větší nánosy samozřejmě dokážou zatočit se statikou budov či zcela zanést kanalizaci. Leteckou dopravu ohrožuje už velmi malé množství sopečného prachu, takže by nad celou Severní Amerikou zcela ustala. Vítr by z prachu také utvořil migrující duny, které by zasypávaly silnice, domy a omezovaly průtok řek, tudíž by přišly povodně. Nehledě na to, že do vody by se tak dostalo množství toxických látek.

Extrémní erupce supervulkánu má potenciál zahubit většinu životních forem. V nejbližším okolí přímými důsledky erupce (láva, prach), v širším okolí spadem popela a v ještě vzdálenější oblasti postupnou destrukcí vegetace jemnou vrstvou popela. V návaznosti na to přinese smrt organismům závisícím na vegetaci v rámci potravních řetězců. Supererupce navíc globálně zatemní atmosféru, čímž výrazně ochladí planetu. Důsledkem erupce také mohou být masivní požáry, které uvolní do ovzduší velké množství skleníkového plynu oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ), takže po vymizení prachu ze stratosféry vystřídá globální nízké teploty na dlouhá léta naopak extrémní zvýšení teplot.

Dá se předpokládat, že všichni obratlovci by měli velké problémy se zajištěním potravy. Čím větší organismy, tím hůře by se jim vedlo. Mikrobiologický svět by ale erupce nezasáhla tak destruktivně. Například mnohé bakterie jsou extrémně odolné. Ke kompletnímu vymazání života z naší planety vulkány sílu nemají. Nejlepším důkazem je celá existující příroda kolem nás.

## Lze katastrofě předejít?

„Když k tomu dojde, není síla, která by erupci jakkoliv ovlivnila,“ říká přední český vulkanolog Vladislav Rappich.<sup>9</sup> Navíc supervulkány k probuzení nepotřebují ani žádný vnější vliv jako například zemětřesení.<sup>17</sup>

Zastavme se na chvíli u vnějších vlivů. Není to tak dávno, co médií proběhla zpráva, že vojenský expert a první viceprezident ruské Akademie geopolitických záležitostí Konstantin Sivkov navrhl způsob vojenského útoku na USA pomocí odpálení jaderných zbraní na území Yellowstonu. „Stačí, aby se na daném místě inicioval výbuch relativně malou silou. Například munice o síle jedné megatuny by stačila k vyvolání erupce. Její důsledky by však byly pro Spojené státy katastro-

fální – jednoduše by zmizely,“ uvedl Sivkov pro ruský server VPK News.<sup>18</sup>

Americká televizní stanice KPVI v návaznosti na tuto zprávu požádala o rozhovor profesorku geologie Shannon Kobs-Nawotniak z Idaho State University. Lakonicky odpověděla, že v souvislosti s takovým scénářem si mohou Američané lámat hlavu tak akorát s výbuchem jaderné hlavice jako takové. „Myslím, že by z toho byl skvělý film, protože to nemá žádný základ ve vědě,“ řekla.

Při výbuchu jaderné hlavice se mnoho energie uvolní směrem vzhůru a další část se šíří horizontálně, tedy po povrchu země. Jen zlomek energie směřuje kolmo dolů. Magma v Yellowstone se nachází asi pět až deset kilometrů pod povrchem, jaderná nálož nemá šanci ji jakkoliv ovlivnit. „Trochu nadějnější by snad bylo, kdybyste měli možnost vyhloubit co nejhlubší jámu a do ní uložit co nejvíce jaderných hlavíc, jámu zasypat a teprve pak zbraně odpálit,“ uvedla Kobs-Nawotniak.<sup>19</sup> Představa, jak ruští špioni nikým nepovšimnuti zakopávají jaderné hlavice hluboko uvnitř území USA, je ale poněkud úsměvná.

Podle údajů FAS (Federation of American Scientists) se konvenční jaderné hlavice k ničení cílů pod zemí nehodí. Při testu jaderné hlavice B61 na Aljašce dokázala nálož zničit zemi jen do hloubky šesti metrů. Pentagon má přitom k dispozici speciální zbraně (nejaderné) pro ničení cílů pod zemí. Při testech zničily bunkry ukryté až 15 metrů pod zemí.<sup>20</sup>

Podle Union of Concerned Scientists dokáže nejvýkonnější jaderná hlavice v arzenálu armády USA (B83) zničit podzemní cíle do hloubky 300 metrů.<sup>21</sup> To je ale pořád patnáctkrát méně, než je potřeba.

Jaderným útokem výbuch Yellowstonu zkrátka spustit nelze, navíc by to nedávalo smysl. Důsledky erupce by negativně ovlivnily celý svět, přičemž na Spojené státy by dopadla smrtelná rána o něco dříve.

Otázkou této podkapitoly nicméně bylo, zda se dá erupci předejít, nikoliv ji vyvolat. To ovšem není až tak zajímavé,

protože odpověď je trapně jednoznačná a nudná: nedá! Neexistuje nic, co by lidstvo dokázalo udělat pro to, aby erupci vulkánu zabránilo. Erupci nelze ani zastavit, ani zmírnit.\*

## Lze katastrofu přežít?

Zdá se, že zůstat na Zemi a přežít (dlouhodobě) extrémní erupci možné v podstatě není. Ani při největších dosavadních erupcích ale nevyhynuly všechny živočišné druhy. Pokud nás nečeká větší erupce, než která kdy Zemi postihla, lidstvo by mělo mít teoretickou šanci přežít. I při největším vymírání druhů na Zemi před asi 252 miliony let přežili například mnozí zástupci podtřídy Diapsida.\*\*

Lidstvo tedy má teoretickou naději. Pokud by se to povedlo, byl by to ovšem malý zázrak. Možná by stálo za to začít intenzivně vyvíjet technologie pěstování potravy při malém slunečním svitu a nedostatku kyslíku. Mimo jiné. Bez super-technologií budoucnosti lidstvo šanci mít nebude. Erupce supervulkánu totiž bezesporu uvrhne civilizaci do doby temna nejen obrazně, ale doslova. Ti, kteří přežijí první dny, týden a měsíce, se budou muset vypořádat s nedostatkem potravin. Ty, kteří přežijí první fázi hladomoru (nejspíše na úkor ostatních), bude čekat tma, chlad, toxické látky ve vodě i ovzduší, silné UV záření a další nedostatek potravy.

Oproti ostatním živočichům člověk již ztratil srst, citlivější smyslové vnímání a další výhody pro přežití. Proto bude muset spoléhat na technologie a vynalézavost. Jelikož nebude v tu chvíli fungovat prakticky nic z toho, co známe (elektrárny, komunikační zařízení apod.), bude přežití spíše záležitostí

---

\* Jedinou šancí je včas zmizet na jinou planetu.

\*\* Takoví plazí předchůdci – ovšem hodně vzdálení – dnešních krokodýlů, hadů i ptáků.