

# Když vychladne láva

GEODIVERZITA I DÉJÀ VU  
NA ČEDIČOVÝCH SOPKÁCH

Vývoj a vzhled krajiny mnohde do značné míry určuje horninové prostředí. Osobitou tvářností se vyznačují třeba vápencová krasová území, pískovcová skalní města nebo žulové kopce „poseté“ oblými balvany. Specifické a v průběhu krátkého období proměnlivé jsou zejména oblasti s probíhající sopečnou činností. Na zemském povrchu existuje přes tisíc aktivních sopek, včetně nyní zdánlivě klidných, „spících“.

text a snímky **JAN VÍTEK**

**HLAVNÍ PRODUKT** sopek je láva, křemičitanová tavenina (magma), která zemskou kůrou proniká na povrch. Pokud se zároveň uvolní větší množství sopečných plynů nebo páry, nastává vulkanická exploze, tavenina se rozpadne do různě velkých částic, které se ukládají ve vrstvách pyroklastických uloženin (tufů). Vlastnosti lávy závisí hlavně na jejím chemickém složení, především na obsahu sloučenin křemíku. Křemité tavenina je viskózní (hustá) a k jejím typickým produktům patří ryolit, příkladem neutrální vyvřeliny je andezit, kdežto z lávy s nízkým obsahem křemíku vzniká především čedič (bazalt) a jemu „příbuzné“ horniny (bazaltoidy). Čedičová láva je nejtěžší a obvykle i nejteplejší (až 1200 °C).

## SOPEČNÉ KRAJINY

Díky rozličným horninovým produktům se vyznačují poměrně velkou rozmanitostí (geodiverzitou), zároveň však mnohde překvapí také vzájemnou uniformitou. I na místech od sebe značně vzdálených se nezdáloka může dostavit pocit jakéhosi děja vu. Do značné míry to platí pro čedičové sopky na Havajských ostrovech, Réunionu, Galapágách, Islandu i na dalších místech, kde se láva rozlévá do širokého prostoru. Výsledkem dlouhodobých erupcí jsou rozsáhlé

příkrovy a štítové sopky s pestrým souborem povrchových tvarů.

Čedičová láva vzniká v hlubinách zemského pláště a nejvíce ji produkují středooceánské hřbety, respektive výrazné zlomy – rifty a riftové zóny – procházející osovou částí hřbetů. Většina těchto zlomů představuje divergentní hranici mezi litosférickými deskami, kde se díky permanentnímu výstupu magmatu tvoří nová zemská kůra a rozpíná se oceánské dno. Jen výjimečně, např. na Islandu, oceánské rifty pokračují i na pevninu a také tam jsou příčinou vulkanismu. Asi nejznámějším příkladem pevninského „zlomového“ vulkanismu je 27 km dlouhá lineární soustava Lakagíkar v islandském vnitrozemí, která v roce 1783 během několika měsíců vyprodukovala 14 km<sup>3</sup> vyvřeliny (viz též [vesmir.cz/islandske-sopky](http://vesmir.cz/islandske-sopky), 2019).

Vydatnou produkci čedičové lávy se vyznačují rovněž štítové sopky, známé hlavně z některých oceánských ostrovů. Nezdáloka jde o rozložitá vulkány, připomínající položený štít starověkého válečníka. Vyznačují se širokou základnou, poměrně mírnými svahy a někde i značnou výškou (např. havajská sopka Mauna Kea má nadmořskou výšku 4205 m, ale dno Tichého oceánu převyšuje o více než 10 km). Zdrojem lávy většiny štítových sopek jsou tzv. horké skvrny (*hot spots*)



1

hluboko v zemském plášti, kde se v důsledku koncentrovaného tepelného toku taví hornina a vystupuje magma. Poloha těchto žhavých ohnisek je v podstatě neměnná, ale vulkanická aktivita nad nimi se vlivem pohybu litosférických desek postupně „stěhuje“. V prostoru oceánů se tím tvoří celé řetězce sopečných ostrovů. Nejmarkantnějším příkladem je téměř 3000 km dlouhé Havajské souostroví (Vesmír 98, 366, 2019/6). Podobná je situace u Maskarénských ostrovů v Indickém oceánu, u Kanárských a Kapverdských ostrovů v oceánu Atlantském ap.

## JEZERA ŽHAVÁ V KRÁTERECH STINNÝCH...

Erupce čedičové taveniny příliš dramatické nebývají a zbytnění štítových sopek do prostoru a výšky není výsledkem pouze aktivity hlavního kráteru. Láva na povrch vyvěrá také bočními (tzv. parazitickými) krátery a rozevřenými trhlinami na svazích a úbočích, mnohde i desítky kilometrů daleko od „mateřského“ vulkánu. Do poměrně plochých vrcholových partií většiny štítových sopek se zahlubují rozměrné krátery – kaldery – které se vyznačují strmými a mnohde též stupňovitými stěnami. Na vnější stranu se láva z kaldery většinou neprelévá, ale pokud zaplní dno kráteru, může vzniknout lávové jezero. Jeho žhavá hladina, částečně překryta tenkou a zjizvenou krustou,

**Doc. RNDr. JAN VÍTEK** viz *Vesmír* 102, 224, 2023/4.



2

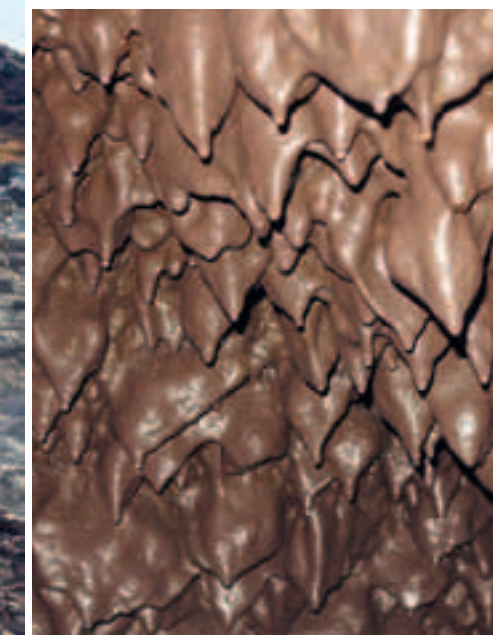
**1. ČERSTVÁ SPEČENÁ LÁVA** v geotermálním poli Leirhnjúkur v komplexu sopky Krafla na severu Islandu.

**2. VULKANICKÝ RELIÉF** na temeni štítové sopky Piton de la Fournaise na Réunionu. V popředí vystupují lávové útvary *hornita*, obklopené provazovitou lávou *pāhoehoe*.

pulzuje drobnými erupcemi i fascinujícími ohnivými fontánami.

Vulkánů s dlouhodobou přítomností lávových jezer ale na světě mnoho není. Zřejmě nejznámější i nejdostupnější je kráter Halemaumau na havajské sopce Kīlauea. Pozornosti se těší už po dvě staletí. I když

žár (a tedy i věhlas) tohoto unikátního jezírka občas „pohasne“ (po přerušení zdroje lávy či naopak kvůli obzvlášť vydatné erupci), žhavá tavenina se na dno kráteru pravidelně navrácí. To platí i pro ostatní lávová jezera, nyní uváděná ze sopek Erta Ale v Etiopii, Ambrym v tichomořském souostroví



**3. LÁVOVÉ STALAKTITY** (včetně tzv. žraločích zubů) v sopečné jeskyni Kaeleku na havajském ostrově Maui.

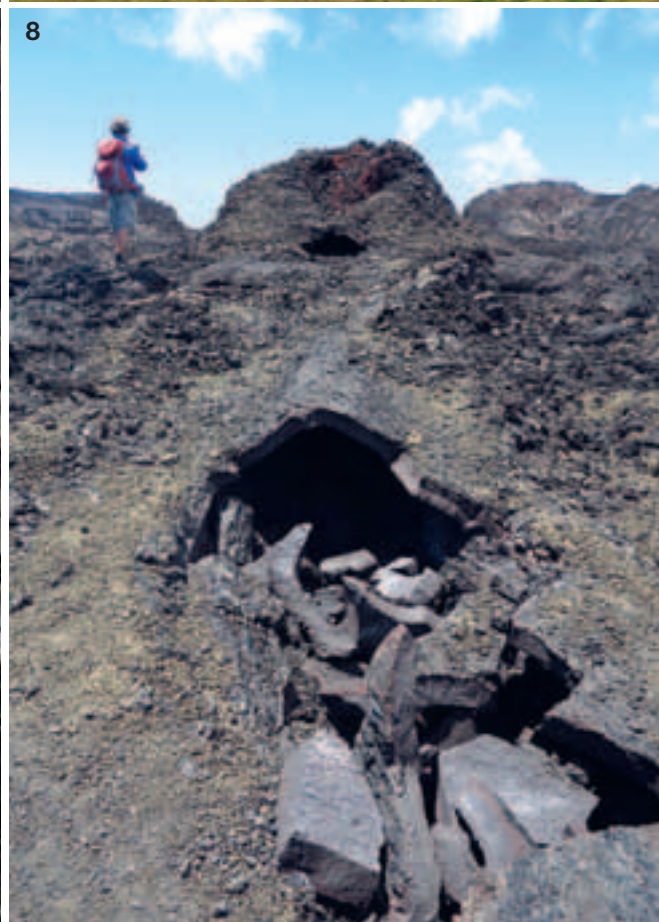
Vanuatu (zde se ale po vydatné erupci v roce 2018 láva do „jezera“ dosud nevrátila), Nyiragongo v Demokratické republice Kongo, Mount Erebus v Antarktidě a podle novějších satelitních snímků také na vulkánu Mount Michael v Jižních Sandwichevých ostrovech.

## PO LÁVĚ BOSÝMA NOHAMA

Povrch čedičových lávových polí, masivních příkrovů nebo protáhlých proudů většinou připomíná nehostinnou měsíční krajinu, vyznačuje se však pozoruhodným a tvarově pestrým reliéfem. Takřka všudypřítomné jsou dva hlavní typy lávy s poněkud neobvyklým pojmenováním *pāhoehoe* [*pahoe hoe*] a *‘a‘a* [*au-au*]. První typ, zvaný též provazovitá láva, vzniká z řídké a rychle proudící taveniny, která se při ochlazování formuje do tvaru protáhlých či různě propletených provazů nebo se koncentricky zvlí do zřasených oválek. Odlišný vzhled má láva *‘a‘a*. Tvoří se z viskóznější, případně chladnější, a proto pomaleji proudící taveniny. Ta se během tuhnutí postupně krabatí, láme a všelijak vrství, takže výsledkem je hrubý a chaotický povrch se struskovitou, škvárovitou, brekciovitou nebo blokovitou lávou.

Oba výše uvedené názvy základních typů láv pocházejí z nářečí domorodých obyvatel Havajských ostrovů, kteří jimi označovali odlišná místa na lávových polích. Hladký povrch, po kterém se dalo dobře přejít bosýma nohama, nazývali *pāhoehoe*, naopak citoslovce „au au“ srozumitelně vystihují pocity z chůze naboso po hrubé a ostré lávě *‘a‘a*. Tato lidová pojmenování se americkému geologovi C. E. Duttonovi zalíbila natolik,





- 4. **LÁVOVÉ JEZERO** s dílčími erupcemi v kráteru Halemaumau na havajské sopce Kilauea.
- 5. **BIZARNÍ LÁVOVÉ ÚTVARY** ve skalním městě Dimmuborgir (Temné hrady) na severovýchodě Islandu.
- 6. **DETAIL** polštářové lávy v údolí Angustias na kanárském ostrově La Palma.
- 7. **LÁVOVÝ HROT** (Hraundrangi) je zřejmě „nejšpicatější“ horou na Islandu. V islandské krajině zcela neobvyklý, 80 m vysoký útvar je součástí čedičového hřebenu na severu ostrova a na jeho modelaci se uplatnilo zejména mrazové zvětrávání a skalní řícení.
- 8. **MALÉ**, ale typické *hornito* s troskou lávové trubice na havajské sopce Mauna Loa.

že je v roce 1883 ve své studii o havajském vulkanismu zavedl do odborné literatury.

#### V ROLI ARCHITEKTA I TUNELÁŘE

Ani řídká a „tvárnější“ *pāhoehoe* však není zcela homogenní a její proud se při pohybu a během pomalého tuhnutí formuje do charakteristických povrchových i podzemních tvarů. Lávový povrch většiny mladých čedičových sopek např. člení rozličné skalní kužele, věžičky, hřebeny ap. Pro většinu těchto tvarů naše mateřština pojmenování nemá, v mezinárodní terminologii jsou sdružovány pod pojmy *spatter cone*, *hornito* nebo *tumulus*. Vznik prvních dvou je podobný. Část proudící taveniny prorazí pod tlakem povrchovou krustu a na povrchu se spéká a vrství do bizarních tvarů. Výraz *spatter cone* se používá pro kužel „nastříkaný“ z řídké

lávy a rovněž termín *hornito* pro homolovitý a nezřídka dutý útvar je docela přílehlavý - ve španělsky mluvících zemích se používá pro výheň nebo malou pec. Vznik *tumulu*, což je oblé a většinou „puklý“ lávový hřbítek nebo val, zase souvisí s překotným nahromaděním

#### K dalšímu čtení...

Dutton C. E.: Recent exploration of the volcanic phenomena of the Hawaiian Islands. Amer. Journ. Sci. 25, 219–226, 1883.  
 Green J., Short N. M. (eds.): Volcanic landforms and surface features. Springer, 1971, 520 s.  
 Jakeš P.: Vlny hrůzy. Lidové noviny, Praha 2005, 221 s.  
 Krmiček L.: Vulkanismus: vnitřní energie Země. Academia, Praha 2022, 24 s.  
 Moore J. G.: Mechanism of Formation of Pillow Lava. Amer. Journ. Sci. 63, 269–277, 1975.  
 Rappich V.: Za sopkami po Čechách. Grada, Praha 2012, 240 s.  
 Schmincke H. U.: Volcanism. Springer, 2004, 324 s.

tuhnoucí taveniny - obvykle při okraji nebo ohybu lávového proudu, na terénní nerovnosti ap., kde přetrvávající tlak taveniny vyklene a prolomí povrchovou krustu.

Na svazích čedičových vulkánů se však proudící láva uplatňuje i v roli jakéhosi „přírodního tuneláře“ - tvoří lávové tunely a jeskyně (Vesmír 92, 676, 2013/12). Pod tuhnoucí krustou i nadále teče žhavá tavenina, a pokud stačí odtéct úplně, zůstane po ní vyprázdněná rourovitá jeskyně. Odkapáváním taveniny z jejího stropu se tvoří lávové krápníky, především stalaktity, většinou asymetricky protáhlé a zašpicatělé do tzv. „žraločích zubů“. Lávové tunely se místy proploují do celých soustav a mohou být i několik kilometrů dlouhé. Nejvíce se jich proplétá úbočím štítových vulkánů na ostrově Havaj, včetně rekordní 65,5 km dlouhé a 1,1 km hluboké jeskyně Kazumura pod sopkou Kilauea. V řadě sopečných oblastí byly lávové jeskyně zpřístupněny pro veřejnost, a jsou proto významné i z hlediska cestovního ruchu.

#### KDYŽ SE LÁVA POTKÁ S VODOU

Jiný průběh a mnohem rychlejší spád má utváření lávového reliéfu, dostane-li se žhavá tavenina do kontaktu s vodou. Taková fatální událost nastala například asi před dvěma tisíci lety na severovýchodě Islandu. Tehdy se vydatný proud čedičové lávy přelil přes močál či mělké jezero a účinek páry z překotně vroucí vody byl natolik devastující, že se desítky metrů silný lávový příkrov proměnil na chaotickou směs bizarních skalních pilířů a bloků, perforovaných spoustou křivolakých oken, mostů, komínů a uliček. Vzniklo tak neobvyklé skalní město Dimmuborgir (Temné hrady), které patří k nejmysterióznějším, ale i nejvyhledávanějším místům na Islandu.

Čedičová láva se dostává do kontaktu s vodou především na mořském dně a je takřka výhradním „stavebním materiálem“ oceánské zemské kůry. Tavenina vnikne do vodního prostředí, rychle tuhne a pod tenkou sklovitou skořápkou se formuje do drobných oválných útvarů, připomínajících bochánky nebo polštářky. Polštářová láva (*lava pillows*) takřka neustále vzniká zejména podél středooceánských riftů. Přímé pozorování jejího vzniku v hlubinách oceánů samozřejmě možné není, v sedmdesátých letech minulého století se však podařilo na jihovýchodním pobřeží ostrova Havaj, kde proud taveniny ze sopky Kilauea čas od času vtéká přímo do moře.

Výskyt polštářových láv daleko od pobřeží je považován za jeden z důkazů, že příslušná oblast kdysi byla součástí mořského dna. Platí to i pro některá místa na území naší vlasti, kde se polštářkovité struktury zachovaly např. v horninách Barrandienu (na Čertově skále na Křivoklátsku aj.), na Kozákově, v Nížkém Jeseníku, Podbeskydí ap. Zde však k jejich vzniku přispěla sopečná činnost už v dávné geologické minulosti. ●