

Říp: hora v jezeru, nebo jezero v hoře?

Říp není jen mytická hora propsaná do českých pověstí, ale i pozůstatek dávné sopky. Vznikl při explozivním výbuchu před zhruba 26 milionů let. Z původní sopky zbyla ale jen lávová výplň centrální části kráteru. Stál praotec Čech opravdu na Řípu? Nevíme. Ale víme, že tato významná hora představuje zbytek lávového jezera.

Hora, na kterou přišel praotec

Říp se tyčí jako osamělý zvon nad krajinou středních Čech, viditelný na desítky kilometrů daleko. Poloha této hory, která vévodí nížině v širokém okolí řek Labe, Vltavy a Ohře, ji předurčila k mytologickému významu. Pro dávné obyvatele byl Říp jistě víc než jen výrazný bod v krajině. Vnímán jako výjimečné místo, mohl představovat centrum rituálů, symbolických poutí, posvátného nebo nadpřirozeného vnímání okolního světa. Legendu o praotci Čechovi, který vystoupal na horu Říp a rozhodl, že se zde jeho lid usadí, zná u nás snad každý. Kdy přesně stanul praotec na vrcholu a je tato legenda pravdivá? Podle historiků se tak mohlo stát někdy v 6. až 7. století n. l., kdy na naše území přicházejí první Slované (obr. 1). Název Říp pravděpodobně pochází ze starogermánského slova označujícího

kopec nebo horu. Tento mýtus se po staletí tradoval ústně, než byl na počátku 12. století poprvé písemně zaznamenán a zřejmě i do jisté míry upraven kronikářem Kosmou v nejstarší Kronice české (Chronica Boemorum). Z archeologických nálezů vyplývá, že na samotném Řípu asi nikdy nikdo trvale nežil, nestálo zde ani žádné opevnění či hradiště. První dřevěný kostel tu byl vybudován pravděpodobně mezi 10. a 11. stoletím. Přestavby na současnou rotundu se dočkal ve 12. století (obr. 2). Ta byla znovu vysvěcena po bitvě u Chlumce v r. 1126, na počest vítězství knížete Soběslava I. nad římským císařem Lotharem III. Do obecného povědomí se hora Říp, jako symbol české národní identity, zapsala až v renesanci, a to především díky tehdejšími kronikářům, a dále pak v 19. století během národního obrození a vzniku novodobého českého

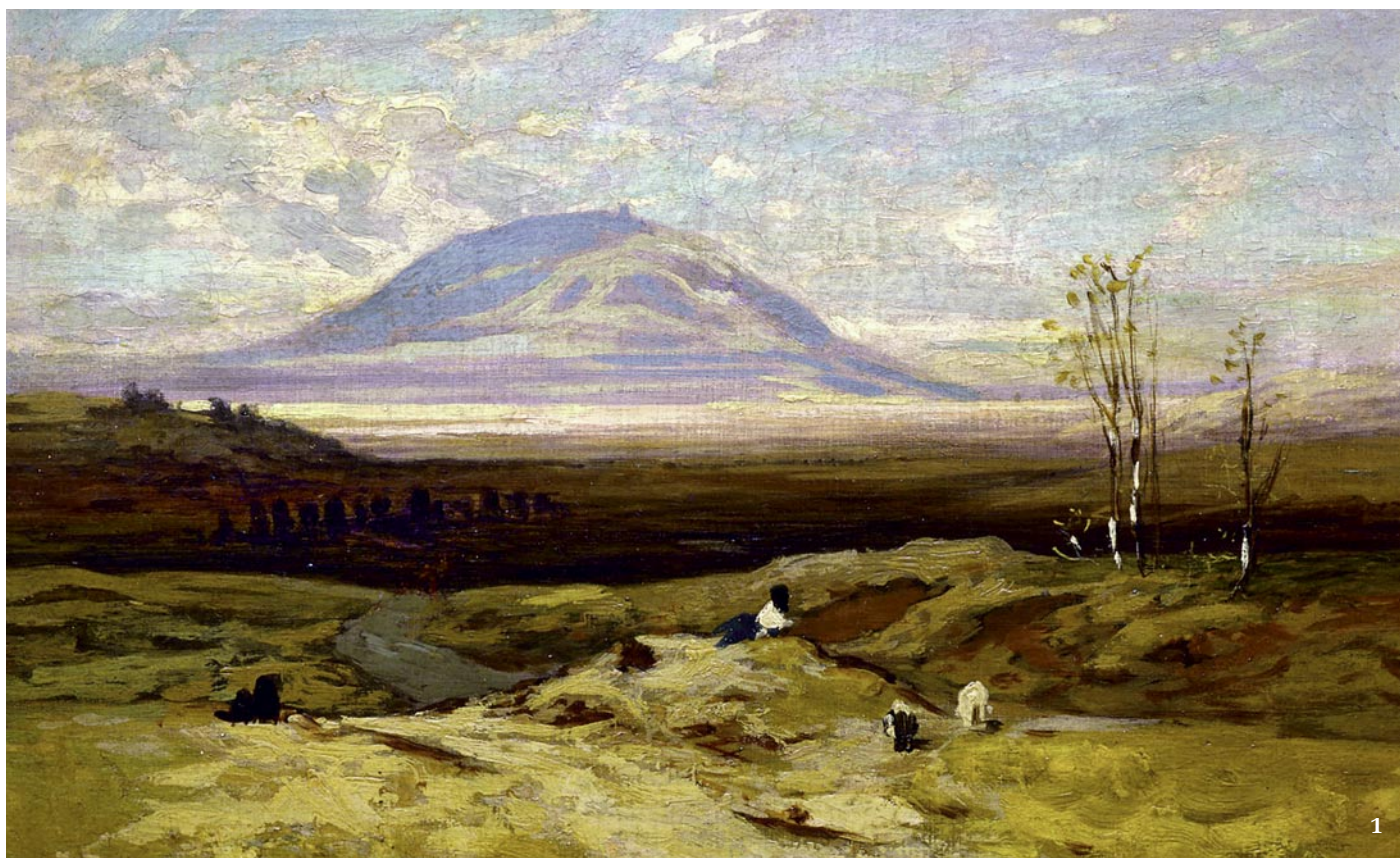
národa. Dodnes nese označení české národní hory, kde se podle tradice zrodil náš národ. Příběh hory ale začíná o mnoho dříve. Před asi 26 milionů let se na místě dnešního Řípu otevřela země, krajina se otřásala a z podzemí vytékala horká láva.

Sopečný původ Řípu

Říp vznikl v období třetihor, v době, kdy se v Evropě naplno rozvíjelo alpské vrásnění v důsledku kolize africké litosférické desky s eurasijskou. Horotvorný proces vedl ke vzniku rozsáhlého alpsko-karpatského orogenního pásu. Okolní zemská kůra, kterou dnes můžeme pozorovat od Iberského poloostrova přes Francii, Německo, Čechy až po Polsko, reagovala na tyto tlaky výraznou tektonickou aktivitou. V mnoha oblastech došlo k poklesům a vznikly příkopové propadliny – riftové zóny. V propadlinách (nebo prolomech) se usazovaly mocné vrstvy hornin. Navíc tehdejší klima bylo velmi teplé a vlhké, a tak byla sedimentace provázena i vznikem slojí hnědého uhlí, které se dodnes těží např. v lomu Bílina. Druhým významným procesem spojeným s tvorbou riftů byla sopečná činnost. Ta je vázána na ztenčení litosféry, tedy zemské kůry a nejsvrchnějšího pláště, následkem rozpínání příkopových zón. Snížení mocnosti litosféry vede ke snížení tlaku na svrchní plášť, čímž dochází k jeho částečnému natavení. Magma se pak dostává podél zlomů a puklin k povrchu a výsledkem jsou četná centra vulkanické aktivity.

V Českém masivu, tedy geologické jednotce, na které leží většina území České republiky, se tento proces projevil hlavně v tzv. oherském riftu. Zde najdeme pět hlavních sedimentárních pávní a čtyři

1 Julius Mařák (1832–1899). Hora Říp. Obraz z 19. století s vrcholem, který nebyl původně zalesněný. Detail plátna



vulkanická centra – nejmladší sopečné pole na Chebsku, Doupovské hory, České středohoří a Lužické hory. Kromě jmenovaných oblastí se u nás nacházejí i drobnější výskyty vulkanismu, např. jičínské sopečné pole nebo třetihorní a čtvrtohorní sopky na severní Moravě a ve Slezsku. Říp je však výjimečný. Představuje soliterní sopečnou strukturu, která leží mimo hlavní centra třetihorní sopečné aktivity. To, že je sopečného původu, potvrzují geologické práce už od začátku 20. století. Ale o skutečné povaze jeho vulkanismu se až donedávna mnoho nevědělo. Mezi hlavní hypotézy jeho vzniku patřila např. úvaha, že Říp je erozní zbytek mnohem většího stratovulkánu, který mohl dosahovat výšky až jednoho kilometru nad dnešní krajinu. Co dnes vidíme, by pak byl dlouhotrvající erozí odhalený kanál přivádějící magma skrz sopku – sopouch. Jiná teorie předpokládala, že čedičové těleso Řípu představuje mělce uloženou podzemní akumulaci magmatu, jež se nikdy nedostalo na povrch. Podle dalších představ měl Říp být vytlačenou kupou (lávovým dómem), která vznikne nahromaděním magmatu vysoké viskozity. Poslední hypotéza, která dnes získává největší podporu, pak uvazuje, že Říp je výplň diatrémy, výbušného hlubokého kráteru vytvořeného při freatomagmatické erupci (o tom více dále v textu).

Co naše oči nevidí

Horu Říp tvoří v současném erozním řezu asi 135 m mocné a přibližně 850 × 560 m velké těleso čedičové horniny označované jako nefelinit. Je obklopené osypem kamenů uvolněných erozí ze svahů a nánosy čtvrtohorních usazenin. Podložní hornina se skládá z druhohorních usazených hornin české křídové pánve a starších prvohorních uloženin. Nefelinit má vysokou hustotu, přibližně 3,2 g/cm³. Zároveň se vyznačuje silně magnetickými vlastnostmi díky vysokému podílu minerálu magnetitu (až 13 % horniny), který je přirozeně silně feromagnetický. Uvedené fyzikální vlastnosti se projevují výraznými gravitačními a magnetickými anomáliemi, kontrastujícími s okolními usazenými horninami s nižší hustotou a téměř nulovým magnetismem. To umožňuje využití geofyzikálních metod k výzkumu vnitřní stavby hory.

Gravitační (tíhové) pole pod Řípem a v jeho okolí vykazuje dvě úzké a protažené anomálie: pozitivní ve směru přibližně severozápad–jihovýchod, která je paralelní s labskou zlomovou linií, a v kosém úhlu na ní protaženou negativní anomálii ve směru zhruba severovýchod–jihozápad (obr. 3a). Pravděpodobně jde o křížení dvou starších zlomových struktur, podél nichž mohlo magma snadněji vystupovat směrem k povrchu. Magnetické anomálie se pak projevují jako dvě eliptické oblasti s vyšší magnetizací, orientované přibližně ve směru východ–západ (obr. 3b). S přihlédnutím k předpokládanému napětovému poli v době sopečné činnosti lze vznik těchto anomálií vysvětlit následovně. Nefelinitové magma o vysoké hustotě vystupovalo podél zlomu orientovaného severozápad–jihovýchod. Tento zlom se otevíral vlivem přetlaku stoupajícího magmatu a také díky lokálnímu roztahání zemské kůry ve směru sever–jih. Jak magma postupovalo k po-



vrchu, tlak nadložních hornin klesal. Tím se hlavní přírodní kanál v horní části větvil do dvou menších žil, orientovaných ve směru východ–západ, což se dnes projevuje v charakteru magnetických anomálií.

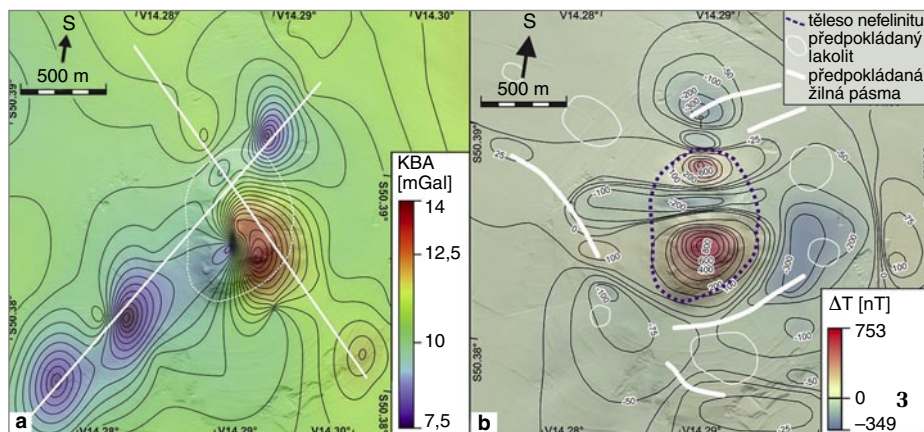
Podzemní erupce

Stoupající magma o teplotě až 1 200 °C se mělce pod povrchem dostalo do styku se zvodní, tedy podzemní vodou v propustných vrstvách usazených hornin české křídové tabule. V kontaktu s magmatem se voda okamžitě začíná měnit v páru. Ta však nemá kam unikat a tlak se pod povrchem rychle hromadí, podobně jako v tlakovém hrnci. Jakmile tlak překoná pevnost nadložních hornin, dojde k podzemní explozi – freatomagmatické erupci. Nad místem výbuchu se vytvoří směrem dolů se zužující trychtýřovitá struktura vyplněná chaotickou směsí úlomků sedimentárních hornin a magmatu, označovaná jako diatréma. Na jejím povrchu vzniká mělký, široký kráter – maar. Mluvíme tedy o maar-diatrémové sopce, resp. erupci. Pojem maar pochází z franského dialektu a znamená kruhové jezero. V německém pohoří Eifel jsou totiž tyto krátery často zatopené vodou. Mnohé maary bývají navíc obklopeny prstencem vyvržených hornin. V případě Řípu však tento prstenec za 26 milionů let zcela erodoval a na povrchu dnes pozorujeme pouze pouze pevnou lávu, která zvětvávání odolává mnohem lépe. Přesto máme několik nepřímých důkazů, že zde dříve takový

prstenec existoval. Nejvýznamnějším je samotná přítomnost zvodně v pískovcích české křídové tabule, tedy prostředí vhodného pro vznik freatomagmatických erupcí. Na území ČR existuje řada dalších lokalit, kde proběhly obdobné procesy a byly doloženy geofyzikálními měřeními, např. Hnojnice, Rychnov, Mýtina, Bažina nebo Ztracený rybník. U maaru Rájov se předpokládá i existence zatuhlého lávového jezírka. Další příklady lávou vyplněných maarových kráterů známe z lokalit, jako jsou Luž, Tlustec, Vinařická hora, Slánská hora, Kamenická hora a Radobýl. V případě hory Bořeň byla kráterová deprese vyplněna viskóznější fonolitovou lávou, která vytvořila lávový dóm. A v neposlední řadě detekujeme v širším okolí Řípu slabou negativní magnetickou anomálii, která naznačuje přítomnost hlubší kruhové struktury zřejmě tvořené sedimentární výplní diatrémy.

Lávové jezero

To, co dnes tvoří horu Říp, je s největší pravděpodobností pozůstatek lávového jezera, které v minulosti vyplnilo kráter po freatomagmatické erupci. O vzniku kráteru jsme si již řekli. Nyní se zaměříme na to, proč se domníváme, že šlo o lávové jezero. Nefelinit patří mezi čedičové horniny a čedičové lávy mají velmi nízkou viskozitu. Viskozita lávy vyjadřuje její vnitřní odpor proti tečení. Obecně platí, že čím nižší viskozita, tím tekutější (řidší) láva, jež se snadno rozlévá do okolí. Taková láva může





2 Rotunda sv. Jiří a sv. Vojtěcha na vrcholu Řípu. Foto F. Tomek

3 Geofyzikální mapa kompletních Bouguerových anomálií (KBA, v miligalech, obr. a). Barevná škála ukazuje velikost tíhového pole. Modré barvy odpovídají horninám s nižší hustotou, červené naopak s vysokou hustotou. Bílé linie ukazují úzké lineární anomálie, bílá přerušovaná čára nefelinitové těleso Řípu. Mapa magnetických anomálií (v nanoteslách; b), získaných leteckým měřením. Lakolit – mělce podpovrchové magmatické těleso. Upraveno podle: F. Tomek a kol. (2025, obr. a) a K. Šalanský (2006, b)

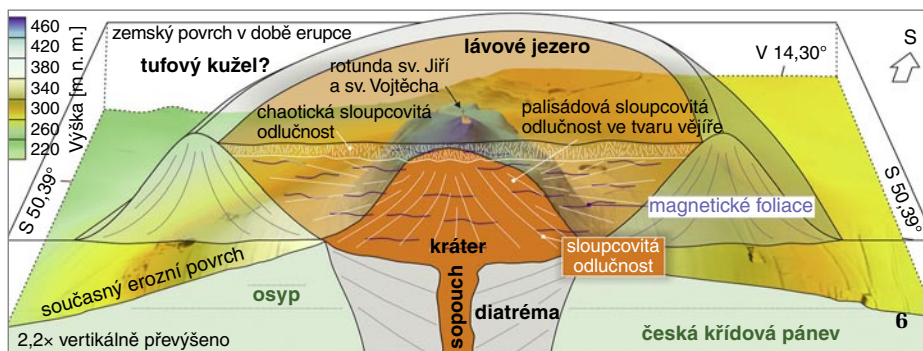
4 Strmě ukloněná sloupovitá odlučnost nedaleko od centra nefelinitového tělesa Řípu. Foto J. Černý

5 Chaoticky rozpraskaný nefelinit ve vrcholových partiích Řípu nasedající na sloupcovitou odlučnost ve spodní části skalního výchozu. Foto J. Černý

6 Povrchová část maar-diatrémové sopky Řípu. Schéma podle: F. Tomek a kol. (2025)

při erupci vytvořit dlouhé a tenké lávové proudy, které se po svazích rozlévají i desítky kilometrů daleko. Nejdelší lávové proudy na Zemi, známé třeba z Etiopie nebo na Havaji, dosahují délky až 300 km. Na planetě Mars byly zaznamenány dokonce proudy dlouhé více než 500 km. V případě Řípu však pozorujeme něco jiného. Jde o těleso relativně kompaktní, ale velmi mocné s výškou přes 130 m. Taková vulkanická tělesa jsou poměrně běžná, označujeme je jako lávové dómy. Dómy však bývají tvořeny mnohem viskóznějšími horninami, jako je ryolit nebo trachyt. Na našem území je známým příkladem domu již zmíněná hora Bořeň nedaleko Bíliny. Ale nízkoviskózní nefelinitová láva by takový dóm vytvořit nemohla. To tedy naznačuje, že láva zřejmě neodtékala do okolí. Zůstala na místě a pomalu tuhla do podoby mocného lávového jezera, uvnitř topografické deprese pravděpodobně tvořené prstencem vyvržených hornin v okolí maarového kráteru.

Jak ale víme, že jde skutečně o ztuhlou lávu na povrchu, a ne třeba o mělce podpovrchové magmatické těleso, které se nikdy nedostalo na povrch? Klíčovým důkazem je struktura horniny, kterou lze pozorovat přímo ve skalních výchozech na Řípu. Nejvýraznějším znakem je sloupovitá odlučnost. Tato struktura vzniká při pomalém chladnutí lávy. Jak láva tuhne, smršťuje se a v důsledku toho v ní vznikají kontrakční praskliny. Nejčastěji se formují do šestibo-



kých sloupců, kolmých na plochy ochlazování. Asi nejznámějším příkladem čedičové sloupcovité odlučnosti je u nás Panská skála u Kamenického Šenova. Světově známou lokalitou je pak např. Giant's Causeway v Irsku. K tomu se mimochodem pojí legenda, že „kamennou dlažbu“ postavil irský obr Finn McCool, aby se mohl utkat se svým skotským sokem Benandonnerem.

Na Řípu mají sloupce vějířovitou orientaci. Uprostřed hory jsou téměř svislé a směrem k okrajům se uklánějí v úhlu kolem 40–50° (obr. 4). To odpovídá tuhnutí lávového tělesa, které se ochlazovalo ze všech stran směrem ke svému středu. V případě delších lávových proudů se většinou sloupcovitá odlučnost orientuje vertikálně, v jakémsi hustém stromořadí, podobně jako na Panské skále. U přírodní dráhy větší sopky bychom naopak pozorovali horizontální a možná jen mírně ukloněné sloupce, které se sbíhají uprostřed. Navíc je ve větších nadmořských výškách na Řípu, nad zhruba 390–400 m, sloupovitá odlučnost ostře nahrazena složitější a neuspořádanou sítí prasklin, označovanou jako entablatura (obr. 5). Entablatura vzniká v případech, kdy se dvě sloupová setkávají uprostřed jednoho lávového tělesa (část chladne zespoda, druhá seshora). Může se také vyvinout, když na rozpálený a již částečně rozpraskaný povrch lávy začne pršet. Voda proniká dovnitř lávového tělesa, čímž se mění směr a intenzita ochlazování. Taková struktura je typická právě pro horní části lávových jezer. Posledním klíčovým důkazem je vnitřní struktura horniny, která byla analyzována metodou anizotropie magnetické susceptibility. Metoda dokáže odhalit, jakým směrem se během tuhnutí lávy orientovaly magnetické minerály, v případě Řípu magnetit. Když magma nebo láva teče, minerály se v něm uspořádávají podobně jako sirky plovoucí ve vodním proudu, podél směru proudění. Po ztuhnutí si hornina tuto orien-

taci „pamatuje“ a to můžeme měřit. Vzorky ukazují, že se minerály orientovaly vodorovně, což odpovídá roztékání lávy v kráteru. Pokud by magma stoupalo nebo klesalo sopouchem sopky, byla by orientace minerálů výrazně šikmá až svislá.

Shrnutí na závěr

Hora Říp je vskutku výjimečnou geologickou lokalitou, která vypráví příběh dávné sopečné erupce. Říp a jeho skryté geologické podloží tvoří čedičová hornina nefelinit, která způsobuje výrazné gravitační a magnetické anomálie. Orientace zjištěných anomálií odhaluje složitý systém přírodních drah magmatu pod horou. Při explozivním výbuchu, kdy se magma setkalo s podzemní vodou, vznikla hluboká trychtýřová diatréma vyplněná magmatem a okolními horninami. Na povrchu se pak otevřel mělký maarový kráter obklopený prstencem vyvržených hornin. Centrální deprese se následně zaplnila čedičovou lávou a vytvořila mohutné lávové jezero. Struktura horniny a orientace magnetických minerálů potvrzují, že magma nevytvořilo proudy ani hlubší podpovrchové těleso, ale chladlo přímo v kráteru. Sloupovitá odlučnost s vějířovou geometrií a přechodem do chaotické entablatury v horních částech hory odpovídá tomuto typu výplně (obr. 6). Dlouhotrvající eroze odnesla okraje prstence a dodnes se zachovalo jen odolné jádro, tvořící ikonický zvonovitý tvar Řípu.

Podpořeno Akademií věd ČR v rámci projektu Strategie AV21 Dynamická planeta Země, Energie uvnitř Země a institucionální podpory Geologického ústavu (RVO-67985831). Výzkum byl dále financován Grantovou agenturou ČR (19-02177Y) a Univerzitou Karlovou (program Cooperatio, vědní oblast GEOL).

Použitá literatura uvedena na webu Živý.