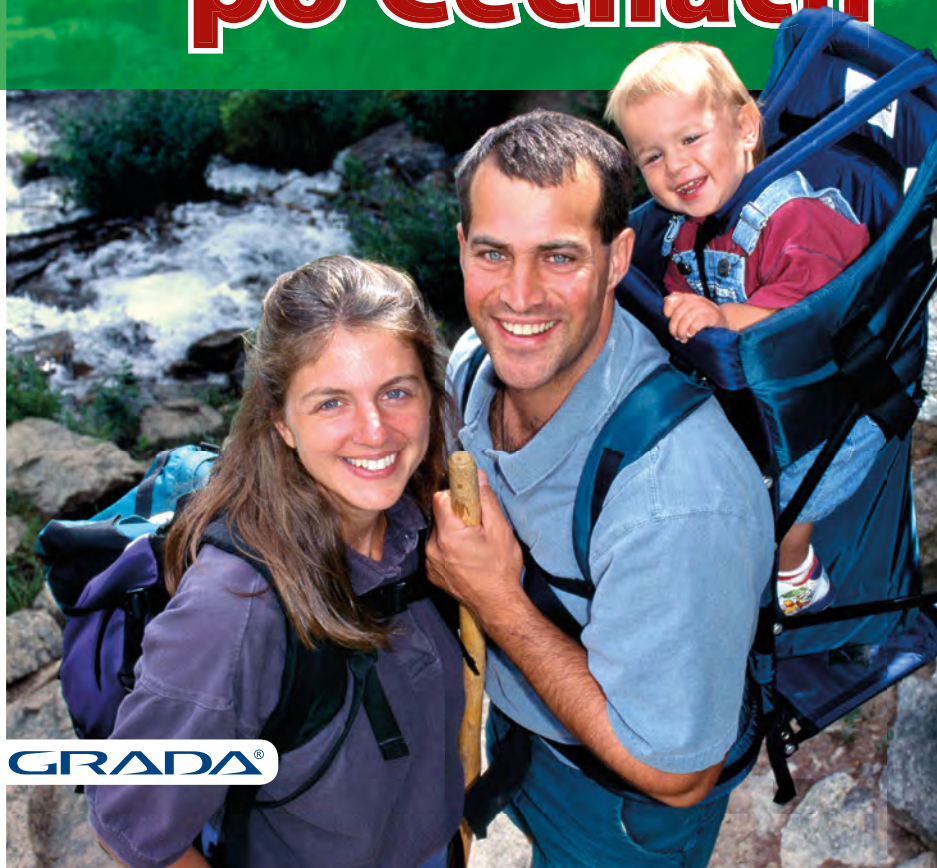




VLADISLAV RAPPRICH

ZA SOPKAMI po Čechách

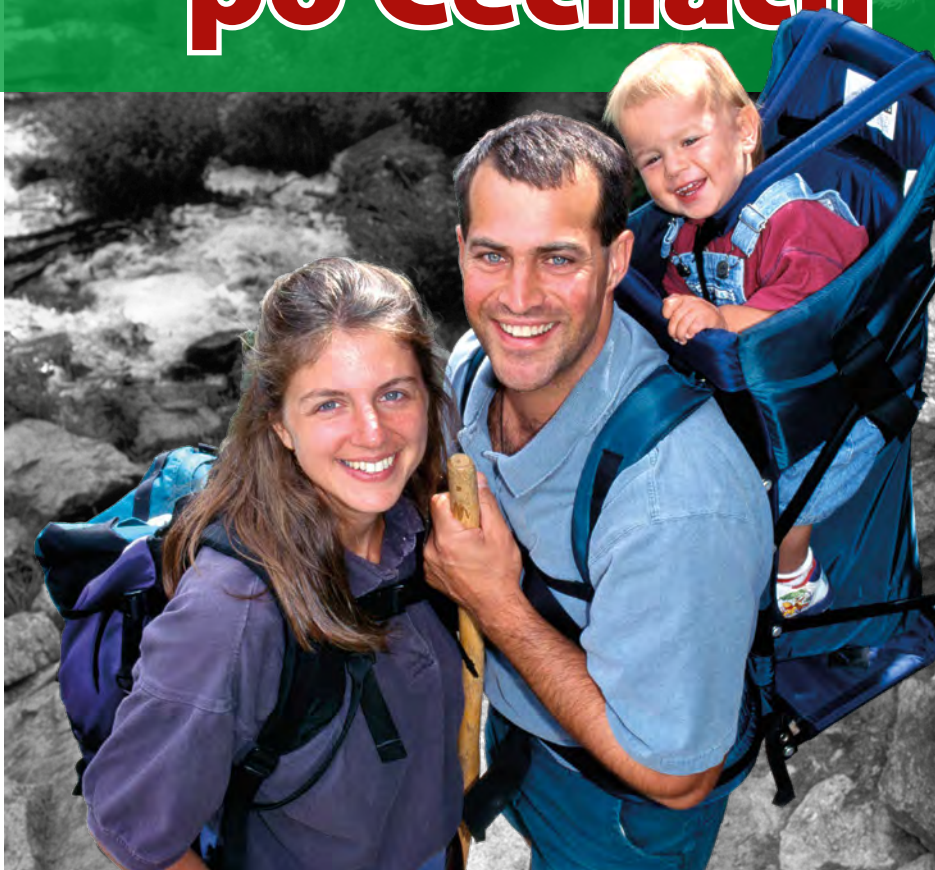


 GRADA®



VLADISLAV RAPPRICH

ZA SOPKAMI po Čechách



Upozornění pro čtenáře a uživatele této knihy

Všechna práva vyhrazena. Žádná část této tištěné či elektronické knihy nesmí být reprodukována ani šířena v papírové, elektronické či jiné podobě bez předchozího písemného souhlasu nakladatele. Neoprávněné užití této knihy bude trestně stíháno.

Mgr. Vladislav Rapprich, Ph.D.

ZA SOPKAMI PO ČECHÁCH

TIRÁŽ TIŠTĚNÉ PUBLIKACE:

Vydala Grada Publishing, a.s.
U Průhonu 22, 170 00 Praha 7
tel.: +420 234 264 401, fax: +420 234 264 400
www.grada.cz
jako svou 4810. publikaci

Odpovědná redaktorka Jana J. Kubínová
Sazba a zlom Antonín Plicka
Návrh a zpracování obálky Antonín Plicka
Počet stran 240
Vydání 1., 2012

Výtiskla Tiskárna PROTISK, s.r.o.
České Budějovice

© Grada Publishing, a.s., 2012
Cover Photo © fotobanka Allphoto.cz
Cover Photo © Mgr. Vladislav Rapprich, Ph.D.

ISBN 978-80-247-3796-6

ELEKTRONICKÉ PUBLIKACE:

ISBN 978-80-247-8043-6 (ve formátu PDF)
ISBN 978-80-247-8044-3 (ve formátu EPUB)

Obsah

Úvod	9
Na začátek trocha teorie o sopkách	11
Příčiny třetihorní sopečné činnosti v Čechách	27
Historie třetihorní sopečné činnosti v Čechách	33
Konec éry dinosaurů	34
Období nejintenzivnější aktivity (oligocén)	34
<i>České středohoří</i>	35
<i>Doupovské hory</i>	38
<i>Ostatní oblasti</i>	41
Období drobných solitérních vulkánů (miocén)	42
Dozvuky sopečné činnosti (pliocén a čtvrtohory)	43
Kam v Čechách za sopkami na výlet	45
Sopky západních Čech	46
<i>Komorní hůrka</i>	47
<i>Přes Mýtinu na Železnou hůrku</i>	49
<i>Podhorní vrch</i>	52
<i>Homole</i>	56
<i>Vlčí hora u Černošína</i>	58
<i>Konstantinovy Lázně</i>	61
<i>Hůrka u Hlinek</i>	66
<i>Vladař</i>	68
<i>Příšovská homolka</i>	71
Doupovské hory	73
<i>Andělská hora</i>	74
<i>Skalky skřítků</i>	76
<i>Šumná</i>	78
<i>Mravenčák a Lestkov</i>	81
<i>Úhošť</i>	84
<i>Radechov – V Jámách</i>	87
<i>Dětaň</i>	91
<i>Javorná</i>	93

Centrální část Doupovských hor	95
<i>Flurbühl</i>	96
<i>Pustý zámek</i>	98
<i>Kamenný vrch</i>	100
<i>Heřmanov</i>	102
<i>Zlatý vrch</i>	104
Krušné hory	106
<i>Rotava</i>	107
<i>Božídarský Špičák a Hřebečná</i>	109
České středohoří	112
<i>Lovoš</i>	113
<i>Boreč</i>	115
<i>Hazmburk</i>	118
<i>Kamenná slunce u Hnojnic</i>	120
<i>Milá</i>	123
<i>Bořeň</i>	126
<i>Milešovka</i>	129
<i>Vrkoč</i>	132
<i>Divoká rokle</i>	135
<i>Vrabinec</i>	137
<i>Jedlka</i>	139
<i>Panská skála</i>	141
<i>Špičák u České Lípy</i>	144
<i>Kalich</i>	146
<i>Kočka</i>	149
<i>Radobýl</i>	151
<i>Holý vrch</i>	153
Lužické hory	155
<i>Zlatý vrch</i>	156
<i>Chřibský vrch</i>	158
<i>Jedlová hora a Tolštejn</i>	160
<i>Luž</i>	163
<i>Klíč</i>	166
Frýdlantsko	168
<i>Háj u Frýdlantu a Křížový vrch</i>	169
<i>Kodešova skála</i>	171
Mezi Středohořím a Jizerou	173
<i>Lysá skála</i>	174
<i>Korecký vrch</i>	175

<i>Vysoký vrch</i>	177
<i>Bezděz</i>	180
<i>Ralsko</i>	182
<i>Čertova zed'</i>	184
<i>Kamenický kopec</i>	187
Český ráj	189
<i>Zakopaná</i>	190
<i>Mušský</i>	192
<i>Vyskeř</i>	195
<i>Trosky</i>	198
<i>Zebín</i>	201
<i>Kumburk</i>	205
<i>Prackov</i>	207
<i>Kozákov</i>	210
Pardubicko	216
<i>Kunětická hora</i>	217
Sopky středních Čech	219
<i>Bába</i>	220
<i>Vinařická hora</i>	223
<i>Slánská hora</i>	227
<i>Říp</i>	231
Závěr	234
Slovník	235
Použitá a doporučená literatura	238

Úvod

Až do jara roku 2010 žila většina Středoevropanů v přesvědčení, že sopečná činnost je něco naprosto exotického, s čím se mohou setkat jedině na dovolené v dalekých krajích. Teprve aktivita sopky Eyjafjallajökull (někdy se uvádí kratší verze názvu Eyjafjöll) ukázala, že dopady sopečné činnosti nemusí být nijak vzdálené ani České republice. V konečném důsledku spadlo na území Čech jen zanedbatelné množství sopečného popela, ale přítomnost prachu ve vzduchu paralyzovala leteckou dopravu. Stamilionové ztráty v dopravě a chaos v cestovním ruchu vyvolaly silný zájem veřejnosti o sopečnou činnost, a především tu, která se týká naší republiky.

Ač se to možná na první pohled nezdá, ani v Čechách rozhodně není o sopky nouze. Všechny jsou již naštěstí dávno vyhaslé, ale dodnes představují zajímavé a přitažlivé krajinné dominanty. Práci vulkanologa v Čechách je na těchto starých a vyhaslých sopkách najít stopy a důkazy, které pomohou rekonstruovat charakter a průběh dávné sopečné činnosti. Každý typ sopečné činnosti totiž zanechává horniny s určitými charakteristickými znaky. Porovnáním současných procesů a hornin, které těmito procesy vznikly, s uloženinami dávno vyhaslých sopek je pak možné rekonstruovat dávnou vulkanickou činnost, právě na základě stop, jež po sobě zanechala. Tato detektivní práce není samoúčelná, protože procesy dokumentované na vyhaslých sopkách se dají srovnávat s procesy na sopkách činných a toto srovnání vede k lepšímu pochopení sopečných procesů. Některé procesy se totiž na stále aktivních sopkách studují velmi obtížně.

Světová vulkanologie zažila během posledních třiceti let velký a dynamický pokrok. Hlavním impulzem pro rozvoj této „pekelné“ vědy byl výbuch vulkánu St. Helens ve Spojených státech v březnu roku 1980. Vulkanologie v Čechách na svůj rozvoj ještě nějakou dobu čekala, ale posledních patnáct let znamenalo významný posun v pochopení vzniku a vývoje mnoha sopek u nás. Zájem veřejnosti o sopečnou činnost, vyvolaný událostmi na Islandu, mě přivedl na myšlenku přetlumočit široké veřejnosti výsledky několika vědeckých projektů, které přispěly k poznání českých sopek a svým dílem i sopečných procesů obecně. V první řadě jsou totiž výsledky vědeckých výzkumů předkládány prestižním mezinárodním časopisům, jež jsou laické veřejnosti špatně dostupné a ještě hůře srozumitelné. Odborné publikace jsou navíc psány anglicky a používají velké množství odborných termínů, jejichž znalost je u odborných čtenářů těchto textů předpokládána, a odkazují se na množství velmi specializovaných znalostí. Všechny tyto odborné výsledky bylo tedy nezbytné přeložit do českého jazyka a odborné termíny vysvětlit

nebo nahradit slovy užívanými v běžné řeči. Místy to byl úkol nelehký, protože pro spoustu sopečných fenoménů český jazyk nemá výraz (nebyl dosud potřeba), a tak přišel úkol na několika místech naši mateřštinu trochu obohatit.

Knih, kterou máte před sebou, vás provede po nejzajímavějších vulkánech českých třetihor a starších čtvrtohor. Toto vyprávění se tedy bude pohybovat v časovém rozpětí mezi 65 miliony a 100 tisíci lety. Na území Čech jsou pochopitelně i sopky starší, ale ty si podle mého názoru zaslouží svou vlastní knihu. Vznikaly totiž v jiné etapě vývoje Českého masivu, za dosti odlišných podmínek, a jsou tudíž součástí jiného příběhu. Vyprávění se omezuje pouze na oblast Čech, bez Moravy, což je dáno mými znalostmi z oblasti českých sopek a nulovou zkušeností se sopkami moravskými. Psát o sopkách od stolu bez osobních zkušeností prostě nedokážu.

V knize jsou prezentovány výsledky dlouholetých výzkumů financovaných z prostředků Ministerstva životního prostředí ČR, Grantové agentury České republiky a Grantové agentury Akademie věd České republiky. Kromě mých výsledků předkládám také závěry současných výzkumů celé řady dalších odborníků, ze kterých bych rád uvedl alespoň ty nejdůležitější. Na druhé straně zde není prostor pro vyjmenování všech vědců, kteří se v průběhu posledních dvou set let věnovali problematice třetihorních sopečných pohoří v Čechách.

K pochopení vývoje Českého středohoří přispěl v posledních dvaceti letech největší měrou Dr. Vladimír Cajz a k otázce chemického složení zdejších hornin doc. Jaromír Ulrych, oba z Geologického ústavu Akademie věd. Já sám ke studiu tohoto vulkanického pohoří přispívám teprve v posledních letech. Velký posun ve studiu Doupovských hor přinesl během posledních patnácti let Dr. Petr Hradecký z České geologické služby. Přestože jsem si mezitím dovolil některé interpretace upravit, je práce Petra Hradeckého v mnoha ohledech průkopnická. Pro úplnost ještě uvádím jména dalších spolupracovníků, jejichž výsledky významně posunuly znalosti o třetihorním vulkanismu v Čechách: Marie Adamová, Vojtěch Erban, Jakub Haloda, Bedřich Mlčoch, Michal Rajchl a Zuzana Skácelová z České geologické služby; František V. Holub a Jakub Sakala z Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze; Vladislav Babuška, Jan Mrlina a Prokop Závada z Geofyzikálního ústavu Akademie věd ČR; Jiří Málek a Jan Valenta z Ústavu struktury a mechaniky hornin Akademie věd ČR. V knize jsou také uváděna alespoň přibližná stáří většiny sopek, za těmito poznatky stojí Zoltán Pécskay a Kadosa Balogh, oba z Ústavu jaderného výzkumu maďarské akademie věd.

Výčet zásluh by nebyl úplný, pokud bych nevzpomenul podporu a inspiraci, kterou jsou pro mě žena Kateřina a dcery Anička a Kristýnka.

Autor

Na začátek trocha teorie o sopkách

Pro objasnění sopečné činnosti je nutné hned v počátku objasnit základní pojmy a procesy. Bez takového úvodu by totiž hrozilo, že následující stránky by byly čtenáři, který se s vědami o Zemi v životě nesetkal, špatně srozumitelné. Zároveň bude v této kapitole objasněno, že sopky rozhodně nejsou dílem tajemných duchů ani čertů, jež v útrobách Země příkládají pod pekelné kotle. Sopečná činnost patří k dynamickým projevům mocných sil naší rodné planety. Tyto mohutné síly odedávna lidstvo fascinovaly, ale teprve v posledních desetiletích jim začínáme rozumět. Proces poznávání zákonitostí fungování sopek ještě není ukončen, výzkum sopečných procesů pokračuje a stále poodhaluje nová a nová tajemství.

Sopečná neboli vulkanická činnost je projevem výstupu magmatu k zemskému povrchu a na něj. Termínem magma označujeme horniny v roztaveném, tedy tekutém stavu. Magma, které se dostane na zemský povrch, nazýváme lávou. Jak ale dostat horniny do roztaveného stavu, v němž se stávají kapalinou? Hlouběji do nitra Země teplota znatelně narůstá. Naše planeta funguje jako jeden velký jaderný reaktor¹. Přestože tedy Země produkuje radiogenní teplo², s výjimkou vnějšího jádra jsou horniny tvořící naši planetu v pevném stavu. Důvodem je fyzikální zákonitost, která říká, že s nárůstem tlaku stoupá i teplota tavení hornin. A protože s hloubkou do nitra Země tlak narůstá, zůstávají horniny většinou ve fyzikálních podmínkách, za nichž se netaví. Jak tedy v konečném důsledku dochází k roztavení hornin? Vytvořit další zdroj tepla, který by zvýšil teplotu až nad bod tavení, je v zemském nitru prakticky nemožné. Zbývají tedy dvě možnosti: nahřáté horniny se musí dostat do menších hloubek, do zón menšího tlaku, kde je jejich teplota dostatečná k zahájení procesu tavení, nebo se musí změnit fyzikální vlastnosti hornin a tím se sníží jejich teplota tavení. Druhé varianty je možné dosáhnout, pokud se k dostatečně nahřátým horninám dostane voda, která teplotu nutnou k tavení hornin snižuje.

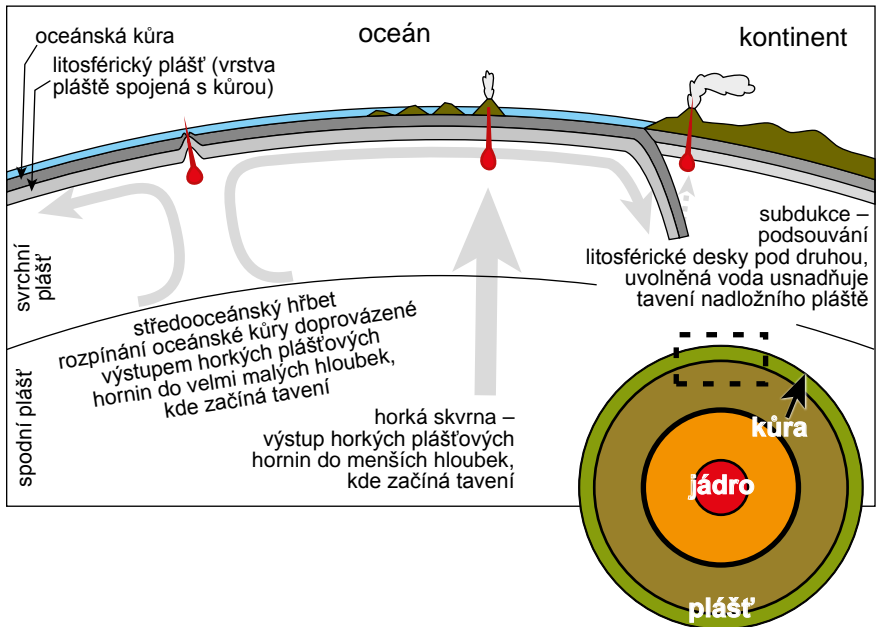
Uvedené podmínky nám tedy umožňují oblasti, v nichž může vznikat magma, značně zužují. Jsou to jednak oblasti, kde dochází k výstupu horkých mas hornin svrchního (výjimečně i spodního) pláště do menších hloubek, a zóny, kde jsou do oblasti zemského pláště zatahovány horniny zemské kůry s dostatečným obsahem

¹ I malé množství radioaktivních prvků U a Th a radioaktivního izotopu draslíku ⁴⁰K produkuje v zemském tělese významné množství tepla.

² Teplo vzniklé rozpadem radioaktivních nuklidů (atomy jednoho prvku mají stejný počet protonů, ale mohou se lišit počtem neutronů; atomy se stejným počtem protonů a neutronů se označují jako nuklidy).

vody. Zdálo by se, že jsou to podmínky skoro až šílené, ale zmíněné procesy velmi dobře korespondují s teorií deskové tektoniky, tedy s teorií o neustálém pohybu zemských (litosférických) desek. K první podmínce dochází v oblastech středooceánských hřbetů, kontinentálních riftů a horkých skvrn. K podmínce druhé dochází v subdukčních zónách. A opět se tu vyrojila řada cizích termínů, které je potřeba si stručně vysvětlit. Celou naši planetu tvoří asi třináct litosférických desek. Všechny tyto desky jsou v pohybu. Některé na sobě nesou jen kontinent, jiné pouze oceánské dno a další jak kontinent, tak i část oceánského dna. Každou litosférickou desku tvoří kůra (silná na kontinentech a tenká pod oceány) a tenká slupka zemského pláště (tzv. litosférický plášť). Litosférické desky se pohybují po vrstvě zemského pláště, která se nazývá astenosféra. Astenosférický plášť se chová vzhledem k rychlosti pohybů v řádu centimetrů za rok plasticky, není ale tekutý. Jak se desky pohybují, v některých místech na sebe narážejí a nasouvají se jedna přes druhou, jinde se od sebe vzdalují. Středooceánské hřbety jsou právě takové oblasti, kde se rodí nová oceánská kůra a litosférické desky se v těchto místech od sebe vzdalují, a to díky nabývání nové hmoty. Tyto hřbety jsou zónami, kde dochází k výstupu horkých plášťových hornin do menších hloubek, v nichž může začít tavení. Příkladem takového středooceánského hřbetu je středoatlantický hřbet, který se táhne Atlantským oceánem od severu k jihu jako obří jizva nebo hřbet ohromného draka spícího na oceánském dně. K rozevírání litosférických desek může za příhodných podmínek dojít i v prostředí kontinentu. Vznikající kontinentální rift začne rozdělovat původní větší kontinent na dva menší, mezi nimiž se začne vytvářet oceánská kůra, a po čase sem může proniknout moře, které se může rozpínat až do podoby oceánu. I pro tento proces máme na Zemi příklad. Je jím východoafrický prolom a opět se jedná o zónu s významným výstupem plášťových hornin, doprovázeným produkcí magmatu a tím pádem i vulkanickou aktivitou, jejímž příkladem je například sopka Kilimandžáro. Pokud dochází k výstupu horkého plášťového materiálu do menších hloubek v bodě (ten může mít průměr i desítky kilometrů), a ne v linii, hovoříme o horké skvrně. Vzhledem ke stálému pohybu litosférických desek přes takový bod v zemském plášti vytvářejí horké skvrny šňůry sopek, kdy aktivní a nejmladší sopky jsou přímo nad skvrnou. S narůstající vzdáleností od horké skvrny narůstá i věk vyhaslých sopek. Příkladem jsou havajské ostrovy. K sopečné aktivitě v současnosti dochází pouze na těch nejvýchodnějších – Hawaii a Maui. Severozápadní část souostroví je již vyhaslá. Pásmo vyhaslých sopek, dnes většinou skrytých pod hladinou oceánu, pokračuje přes ostrov Midway směrem na severozápad v délce asi 3 400 km až do místa, kde se pás láme a táhne v délce dalších 2 500 km směrem ke Kamčatce.

Tam, kde se desky pohybují směrem k sobě a jedna se zasouvá pod druhou, mluvíme o subdukčních zónách (subdukce = podsouvání). V takovýchto oblastech



Geotektonická prostředí vzniku magmat a vulkanické činnosti

dochází k transportu vody k nahřátým horninám zemského pláště. Děje se to díky tomu, že podsouvající se desku tvoří množství čedičových láv, které ale vznikaly na oceánském dně a v průběhu času se nasýtily vodou. Mnoho minerálů v těchto podmořských lávách změnilo účinkem vody své složení a změnilo se na minerály obsahující vodu. Podsouvající se deska může také nést oceánské sedimenty, které obsahují nezanedbatelné množství vody. V hloubkách okolo 100 km se při začínajících metamorfních procesech z alterovaných (změněných) čedičových láv uvolňuje voda, která usnadňuje tavení horkých plášťových hornin. V podmínkách vyššího tlaku a teploty jsou minerály, které obsahují vodu, nestabilní a mění se na jiné, za daných podmínek stabilnější. Z hornin podsouvající se desky je tak voda doslova ždímnána. Jak se voda dostane k horkým horninám zemského pláště, který je v daném místě nad podsouvající se deskou, dojde k tavení a vzniku magmatu. Proto jsou subdukční zóny lemovány řetězci aktivních vulkánů, jako například v jihovýchodní a východní Asii nebo na pacifickém pobřeží obou amerických kontinentů.

A proč magma, tedy roztavená hornina, začne stoupat k povrchu? Je to proto, že horninová tavenina má za daných fyzikálních podmínek (především tlaku) téměř

vždy nižší hustotu než hornina v pevném stavu, a proto stoupá vzhůru (podobně jako bubliny vzduchu ve vodě). Většina přírodních materiálů se totiž chová opačně než voda. V případě vody je led lehčí než jeho tavenina (tedy voda), a proto ledové kry plavou po hladině. U ostatních přírodních látek je tomu naopak, tavenina je lehčí než ta samá hmota v pevném skupenství, a tudíž stoupá vzhůru.

Chování magmatu v blízkosti zemského povrchu a tedy i styl sopečné aktivity výrazně ovlivňuje obsah plynů rozpuštěných v magmatu. V tomto místě je dobré si připomenout, že pokud se bavíme o podmínkách, v nichž se může vyskytovat magma (tedy teploty okolo 1 000 °C a často mnohem více), řadíme mezi plyny i vodu. Při výstupu k povrchu se totiž magma dostává do podmínek menšího tlaku, což významně snižuje rozpustnost plynů v tavenině. Je to, jako když otevřete láhev se syčenou minerálkou. Dokud je láhev uzavřena, dostatečný tlak udržuje plyn rozpuštěný v kapalině (nejsou vidět téměř žádné bublinky). Jakmile ale láhev otevřete a tím v ní zmenšíte tlak, začnou se ve vodě vytvářet drobné bublinky plynu, který již za daných podmínek není v kapalině rozpustný. Jak se magma dostává blíže k povrchu, počet bublinek (kterým v případě sopek říkáme vesikuly) a jejich velikost narůstá. Snaha plynu uniknout ze zemského nitra do atmosféry se projevuje jako sopečná erupce. Vysokou rychlostí unikající plyn s sebou strhává drobné útržky hornin. Jedná se jednak o úlomky hornin lemujících sopečný jícen, ale především o drobné útržky magmatu roztrhané expandujícím plynem. Úlomky okolních hornin, které se dostanou do magmatu nebo které vyvrhne sopka při erupci, se nazývají xenolity. Pochopitelně čím více plynu je primárně rozpuštěno v magmatu, tím je erupce silnější a tím drobnější částice sopka vyvrhuje. Kromě plynu původně rozpuštěného v magmatu může k síle erupce přispět ještě plyn přidaný z vnějšku. Jde opět především o vodní páru, jež se vytváří ve zlomcích vteřiny v momentě, kdy se žhavé magma setká s vodou. Může se jednat o vodu či led na zemském povrchu nebo o podzemní vodní zásobárnu.

Různé obsahy plynů rozpuštěných v magmatu, případně přítomnost vody v blízkosti stoupajícího magmatu, tak ovlivňují chování, nebo chcete-li výbušnost sopky. Jednotlivé typy erupcí jsou pak pojmenovány podle typových oblastí či sopek.

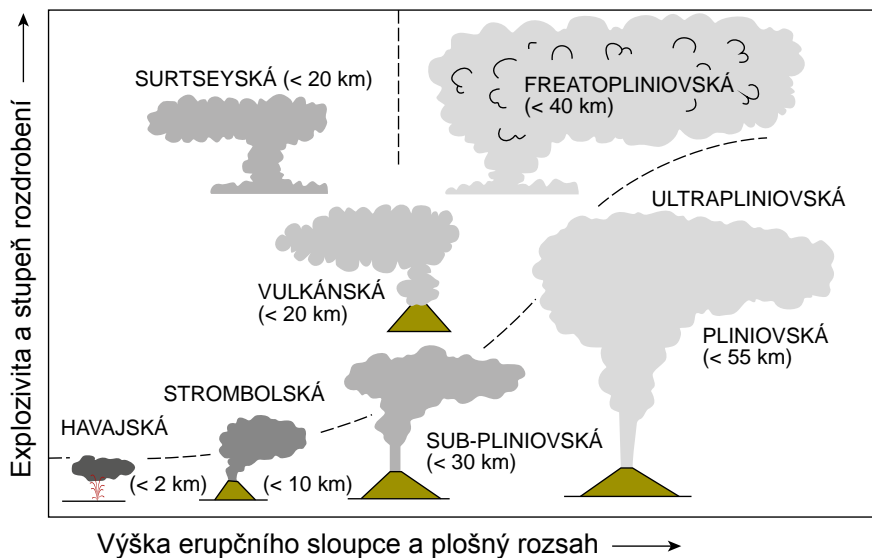
Nejklidnějším projevem explozivní sopečné činnosti jsou erupce havajského typu. Malé množství plynu rozpuštěného v magmatu nemá dostatečnou energii k roztrhání taveniny na příliš malé kousky. Ze sopečného jícnu proto vyletují nízko a na malou vzdálenost relativně velké útržky žhavé lávy. Ty jsou natolik velké, že si i při letu vzduchem udrží dostatečnou teplotu, aby nezačaly tuhnout. Kusy lávy jsou pak ještě při dopadu na zem plastické, takže se „rozplácnou“. Vysoká teplota vede k tomu, že jednotlivé „cákance“ se při dopadu na zem opět spékají a vytvářejí buď napečené kužely (tzv. *spatter cone*), nebo se původně roztrhané kusy lávy mohou opět slít do lávového proudu.

O něco málo dramatičtější průběh mají erupce strombolského typu. Mimochoodem s výjimkou oceánského dna se jedná o nejběžnější typ erupce na Zemi. Plynu je již dost na to, aby taveninu výrazněji rozdobil. Z jícnu sopky proto vyletují útržky strusky (napěněné sopečné sklo) o velikosti vlašského ořechu až jablka. Mezi útržky strusek dojde občas k vyvržení většího „cáru“ lávy. Ten je při letu vzduchem ještě plastický, takže ho odpor vzduchu tvaruje do formy kapky nebo větvena, ale při dopadu na zem jsou již tyto útvary ztuhlé, takže se nerozplácnou ani nedochází k jejich spékání. Sopečné bomby větvenovitého nebo kapkovitého tvaru je pak možné nacházet v nahromaděných struskách jako důkaz strombolského typu erupce. Nahromaděné vyvržené strusky vytvářejí nad jícnem struskový kužel. Oproti vyvrženinám havajského typu erupce je pro erupci strombolskou charakteristické, že vyvržené útržky jsou na sobě volně nasypané, jako když z uhelných kamen vysypete na hromádku škváru. Jak název napovídá, byl tento typ sopečné činnosti pojmenován podle vulkánu Stromboli v Liparském souostroví u břehů Itálie, ale stejným způsobem se projevuje řada jiných sopek včetně Etny.

Vysoký obsah plynů při pliniiovských erupcích způsobuje velmi efektivní fragmentaci magmatu na drobné částice. Většina má velikost zrn odpovídajících jemnému písku nebo prachu. Plyn unikající vysokou rychlostí z jícnu sopky vynáší tento jemný sopečný materiál vysoko do atmosféry. Účinek rychle proudícího plynu se navíc kombinuje s konvekčním prouděním³, neboť směs horkých sopečných plynů a popela je lehčí než studený vzduch. Vytváří se erupční sloupec. Jak erupční sloupec stoupá atmosférou, nasává stále více studeného vzduchu z okolí, až se jeho hustota vyrovná s okolním vzduchem. V tento okamžik, ke kterému může dojít ve výšce 10–55 km, se přestane sopečný materiál šířit vzhůru, ale začne se rozprostírat do stran – vytváří se erupční mrak. Šíření erupčního mraku je pak závislé na směru a rychlosti větru. Název tohoto typu erupce odkazuje na Plinia mladšího, který důkladně popsal erupci Vesuvu roku 79 našeho letopočtu. Byla to přesně ta katastrofická erupce, která pohřbila římská města Pompeje a Herculaneum.

Toto byly základní tři typy sopečných erupcí řízené výhradně obsahem plynů rozpuštěných přímo v magmatu. Kromě toho máme erupce, při nichž se síla magmatického plynu kombinuje s energií páry generované šokově na kontaktu magmatu s vodou. Takové erupce označujeme jako freatomagmatické a opět je můžeme podle síly exploze dělit na slabší surtseyské (podle ostrova Surtsey, který se vynořil nad hladinu Atlantského oceánu u jižních břehů Islandu při erupcích v letech 1961–1963) a vulkánské (podle sopky Vulcano v Liparském souostroví).

³ Proudění natavené horninové hmoty v rámci vnějšího jádra a pláště Země. Výstupné a sestupné proudy taveniny jsou určovány rozdíly teplot, hustoty a působením tíhové síly zemského tělesa.

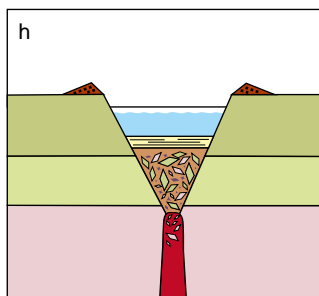
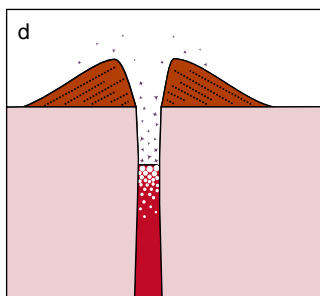
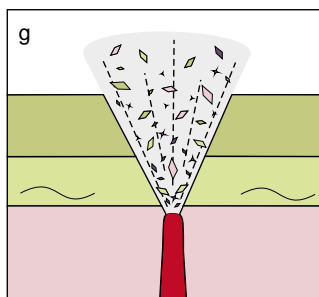
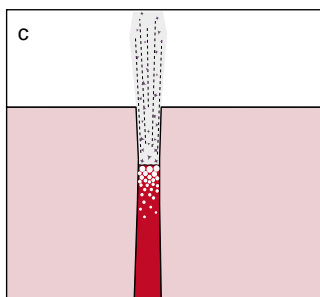
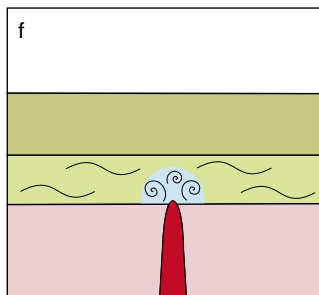
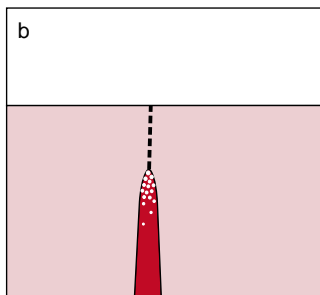
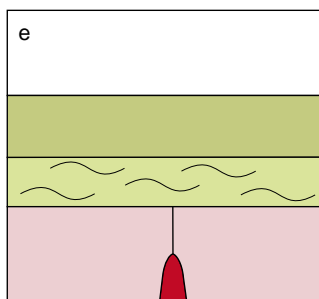
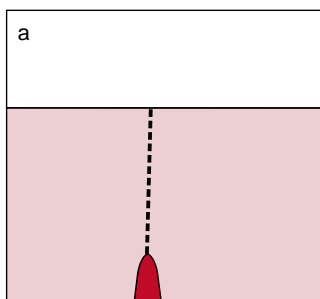


Klasifikace sopečných erupcí podle Walkera (1973)

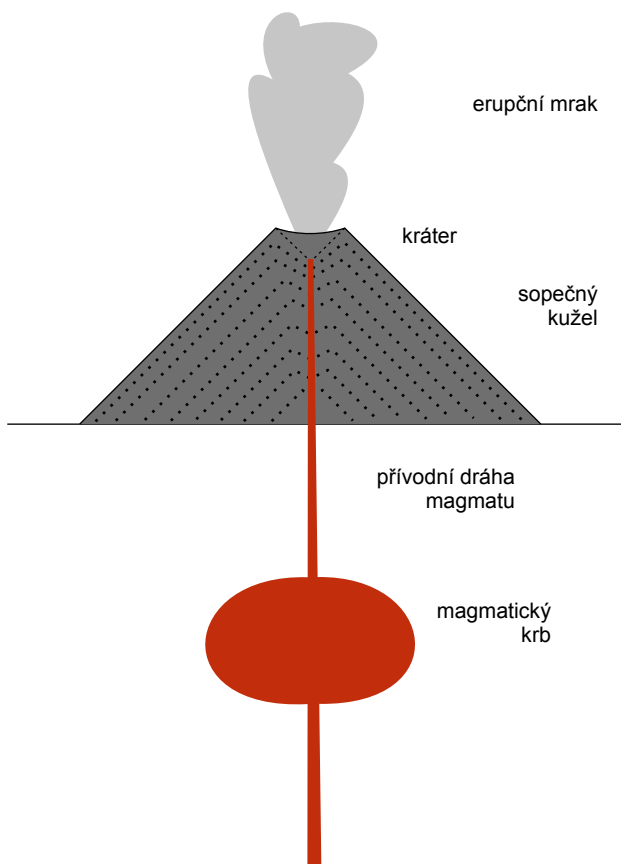
Průběh erupce: ►

I. Exploze magmatických plynů: a) magma stoupá k povrchu; b) s poklesem tlaku se v magmatu tvoří bublinky; c) růst velikosti a počtu bublinek vede k jejich propojování, čímž se magma trhá na drobné fragmenty; d) unikající plyn vynáší sopečné úlomky ven z jícnu a vyhazuje je na sopečný kužel.

II. Exploze vnějšího plynu: e) stoupající magma se setkává s rezervoárem podzemní vody; f) voda se ve zlomku okamžitě mění v páru, změna objemu vyvolává explozi; g) šokové vlny z exploze trhají okolní horniny a vzniká hluboký explozivní kráter; h) část roztrhaných hornin padá zpět do kráteru a vytváří brekcii (směs různě velkých ostrohranných úlomků různých hornin), část padá vně kráteru na tufový prstenec (sopečný materiál zde nevytváří vysoký kužel, ale nízký prstenec).



Opakující se erupce, při kterých se mohou střídát jednotlivé erupční styly, často vytvářejí mohutné kužely, jež se označují termínem stratovulkán. Není snad nikdo, kdo by na fotografii neviděl dokonale symetrický kužel stratovulkánů Merapi nebo Fuji. Při velmi silných erupcích dochází k částečnému vyprázdnění magmatického krbu. Nadloží tohoto krbu se pak vlastní vahou propadne a vznikají kaldery (protože příroda v dosahu gravitačního pole Země nemá ráda vakuum, dochází k tomuto propadu souběžně s erupcí). Tyto obří sopečné krátery mívají průměr i několik desítek kilometrů. Velmi známou je kaldera Yellowstone, dalšími jsou například Campi Flegrei nebo Santorini. Pokud se na jednom místě skládá jeden vulkán přes druhý, označuje se výsledný masiv za vulkanický komplex.



Schematický průřez sopkou

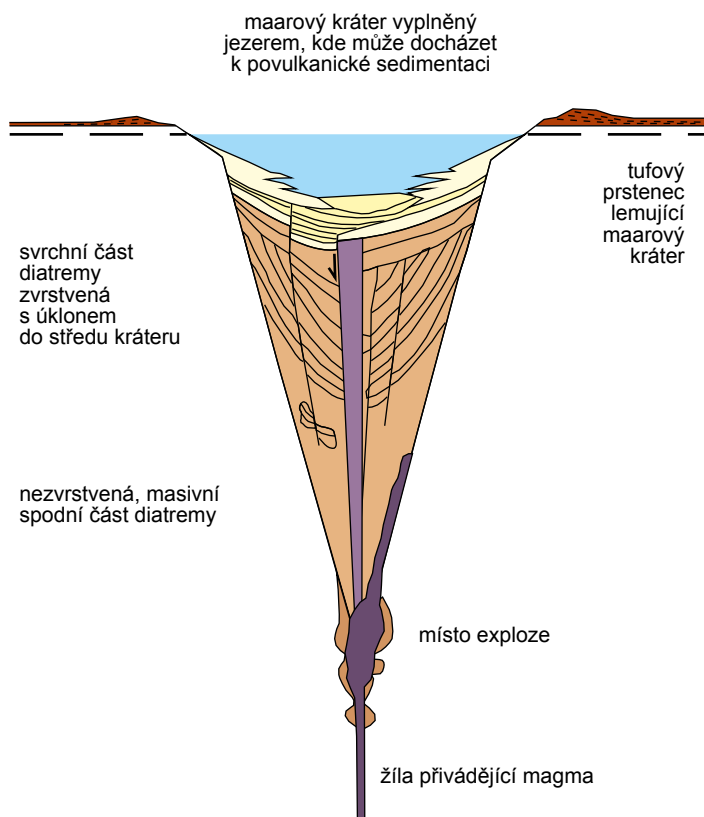
Ke kontaktu magmatu s vodou, respektive s porézními horninami nasycenými vodou, může dojít ještě pod zemským povrchem nebo až na povrchu. Pokud dojde ke kontaktu magmatu s vodou pod povrchem, tlak nadložních hornin drží uvolňovanou energii exploze až do kritického momentu, kdy je tlak uvolňovanou energií překonán. Mohutné exploze proto vytvářejí v zemi trychtýřovitý kráter o průměru 200 m až 1 nebo 2 km. Takový kráter je označován jako maar. Maar je ve spodní části vyplněn brekcií z okolních hornin rozdrobených ničivým účinkem tlakových vln, které jsou vyvolávány freatomagmatickými explozemi. Brekcií vyplněná spodní část maarového kráteru se nazývá diatrema. Diatrema má dvě části: ve spodní části je brekcie chaotická, nezvrstvená a masivní, ve svrchní části je brekcie zvrstvená, s úklonem do středu kráteru. Svrchní část kráteru bývá vyplněná jezerem, kde dochází k ukládání sedimentů, většinou bohatých na schránky rozsivek. Pyroklastický materiál se od maarů nedostává daleko, ale v nejbližším okolí mají tyto sopky naprosto destruktivní účinky srovnatelné s výbuchem atomové bomby. Skutečnost, že v případě maarových erupcí dochází k explozi pod povrchem v prostředí podložních hornin, má za následek, že uloženiny takových erupcí jsou velmi bohaté na xenolity, tedy na úlomky hornin, které tvořily předvulkanický podklad. Většina pyroklastického materiálu se ukládá v podobě tufového prstence, jenž lemuje maarový kráter.

Pokud se vystupující magma setká s vodou povrchovou (může se jednat o jezero nebo mělké moře), je šoková energie vznikající páry uvolňována průběžně. Dochází sice k velmi efektivní fragmentaci magmatu, ale erupce nepůsobí tak destruktivně jako v případě maaru. Nevytváří se proto hluboký kráter, ale dojde k navržení tufového kužele. Ten je svou velikostí a částečně i tvarem srovnatelný s kuzelem struskovým, je však tvořen jemnozrnějším materiálem, který navíc není vesikulovaný. To znamená, že v jednotlivých úlomcích sopečné horniny nejsou žádné bublinky.

Pyroklastický materiál, tedy úlomkovitý sopečný materiál vyvržený erupcí, se šíří a ukládá třemi způsoby. Velká část pyroklastického materiálu na zem spadne. Velké úlomky po vystřelení ze sopečného jícnu letí v balistické trajektorii, jako když hodíte kámen rukou nebo vystřelíte z praku. Jemnější materiál se dostává výše a letí dále od sopky. K zemi se pak snáší ze sopečného mraku jako těžký sníh. Často ale pyroklastický materiál nevytvoří sopečný mrak, protože je příliš těžký. V tom případě se po svahu vulkánu řítí horká lavina popela, kamení a sopečných plynů, které se říká pyroklastický proud. Speciálním případem jsou potom pyroklastické přívaly, při nichž je pyroklastický materiál silnou energií unášen při zemi velkým objemem plynů a páry. Tyto pyroklastické přívaly jsou typické pro erupce maarových vulkánů.

Pokud je obsah plynů v magmatu zanedbatelný, dojde k relativně poklidnému (zdůrazňuji slovo „relativně“, ve srovnání s jinými projevy vulkanismu) výlevu

lávy. I zde však můžeme říci, že není láva jako láva, a opět záleží na chemickém složení té které lávy a okolních podmínkách. Pro fyzikální vlastnosti lávy je důležitý obsah křemíku. Čím více křemíku, tím je láva viskóznější – tím hůře teče. V praxi to znamená, že lávy s nižším obsahem křemíku se více rozlévají do šířky, naproti tomu lávy s vyšším obsahem křemíku vytvářejí spíše bochníkovitá tělesa, kterým se říká lávové dómy. Čím více křemíku láva obsahuje, tím je dóm vyšší a méně roztažený do šíře. V extrémním případě láva tak špatně teče, že z jícnu vystupuje kolmo vzhůru vulkanická jehla. Pokud sopka produkuje pouze málo viskózních láv, které se rozlévají do šířky, získává tvar štítu. Taková sopka se označuje termínem štítový vulkán a pro získání představy o jejím vzhledu poslouží opět jedna turistická exotičtější destinace – sopka Kilauea na Havaji.



Schematický průřez maarovým vulkánem podle Lorenze (2007)