

Předmluva

Český překlad mezinárodního termínu neovulkanity je „mladé sopečné horniny“. Podle definice H. Rosenbusche, staré již téměř 120 let, jde o vyvřeliny pokřídového stáří. Ve smyslu angloamerické literatury má též jít o vyvřeliny třetihorní a mladší. V české literatuře se k třetihorním a čtvrtohorním vulkanitům připojují i svrchnokřídové horniny, neboť s nimi geneticky i prostorově souvisejí. Pokud se někdo chce přesně přizpůsobit požadované definici, může termín neovulkanity nahradit názvem „mladé vulkanity“, jak to ostatně činí ve své souborné práci SHRBNÝ (1995). V české geologické literatuře se předpona neo- užívá obecně k označení povariského platformního vývoje, podobně jako u neotektoniky. Jelikož česká křída již patří k typickým platformním formacím, má tato předpona i u svrchnokřídových vulkanitů své opodstatnění.

SHRBNÝ (1995) odhadl, že celkový objem mladých vulkanitů na území České republiky je 180 km³. Proti jiným horninám, ať již hlubinným vyvřelinám, horninám metamorfovaným a sedimentárním, je to množství nepatrné. Z hlediska petrologického, geotektonického i geomorfologického jsou však neovulkanity nesmírně zajímavé. Některé takové horniny z našeho území se staly světově proslulými a daly podnět k geotektonickým hypotézám. Je známo, že Johanna Wolfganga von Goetha upoutaly kuželové tvary sopek Českého středohoří, právě tak jako Alexandra von Humboldta. Komorní Hůrka u Františkových Lázní hrála určitou roli ve sporu mezi plutonisty a neptunisty.

Traduje se, a zřejmě oprávněně, že Goethe přesvědčil Kašpara hraběte Šternberka, aby nechal prokopat Komorní hůrku štolou, jen a jen proto, aby našli důkaz pro její sopečný původ. Památník u ústí štoly z roku 1837 připomíná, že by mohlo jít o první hornické dílo na našem území, jež bylo raženo čistě z vědeckých důvodů. Petrografický výzkum vulkanitů Českého středohoří a jejich srovnání s americkými Kordillerami vedly pražského rodáka, rakouského petrologa F. Beckeho, k definici dvou odlišných vulkanických provincií, atlantské a pacifické, přičemž České středohoří a ostatní vulkanity Česka samozřejmě patří do té první.

Význam neovulkanitů pro tvorbu reliéfu krajiny je srozumitelný, a to nejen pro geologa a geografa. Kolik kuželů, suků, kup, jehel, stěn, tvořených neovulkanity, vyčnívá jako dominanty nad své okolí? Desítky z nich hrály důležitou úlohu v českých dějinách, se svými více či méně zachovalými hrady a jejich ruinami. Mnoho z nich patří mezi chráněné lokality. Předložme jen několik příkladů za ty, které do zmíněných skupin patří:

- ▲ Pověstmi opředený Říp (459 m) s románskou rotundou
- ▲ Bezděz (604), z hlediska scenérie jeden z našich nejkrásnějších hradů
- ▲ Milešovka (837 m), nejvyšší hora Českého středohoří, největší hora široko daleko, se svou starou, avšak stále aktivní meteorologickou observatoří
- ▲ Hazmburk (418 m) se svou černou a bílou hradní věží, viditelný ze všech stran ze vzdálenosti mnoha desítek kilometrů
- ▲ Trosky (514 m), symbol Českého ráje

- ▲ Střekov (258 m) se svým hradem, jenž okouzluje Richarda Wagnera a mnohé jiné
- ▲ Radobýl nad Litoměřicemi (399 m), odkud údajně běžel Karel Hynek Mácha k požáru, což se mu stalo osudným
- ▲ Panská skála u Kamenického Šenova (597 m) se svými čedičovými sloupy, jedním z nejčastěji fotografovaných geologických fenoménů
- ▲ Ralsko (696 m), čnějící 400 m nad okolní krajinu s malým pískovcovým skalním městečkem u úpatí a hradem na temeni
- ▲ Bukovec (1005) v Jizerských horách, vypínající se nad Jizerskou loukou
- ▲ Kunětická hora (307 m) u Pardubic, nevysoký, ale tak výrazný vulkanický suk s husitským hradem na vrcholu
- ▲ na Moravě pak třeba Uhlířský vrch (672), slušně zachovaný vulkán s kostelíkem na vršku, a mnoho dalších.

Přítahovaly-li české vulkanity pozornost klasiků přírodních věd v minulých stoletích, není divu, že byly a jsou podrobně studovány i mladšími geology a petrology dvacátého století. Jeden z nich zaslouží podrobnější zmínku, a to Joseph Emanuel Hibsch, narozený v obci Homole v roce 1852. Od roku 1887 soustavně zkoumal geologicky a petrologicky horniny Českého středohoří a celou oblast podrobně zmapoval. Jeho význam ocenili všichni následovníci, ať již L. Kopecký, tak J. Ulrych, O. Shrbený, V. Cajz a mnozí další. Seznam důležitých starších i novějších geologických a petrologických prací o neovulkanitech Česka najdeme jednak v práci SHRBNÉHO (1995), tak i v četných pracích J. Ulrycha, buď samotného nebo se spoluautory, i v knížce CHLUPÁČE et al. (2002).

Z hlediska výskytů je možno neovulkanity rozdělit do několika větších oblastí. Podle SHRBNÉHO (1995) jsou to:

- a) západní Čechy, v trojúhelníku od Karlových Varů k Chebu a na jih až téměř k Plzni,
- b) Krušné hory,
- c) Doupovské hory,
- d) mostecká (severočeská) pánev,
- e) České středohoří,
- f) oblast české křídové pánve, což je velké území zasahující na S až ke státním hranicím, na JZ ke Kladnu a na JV k Pardubicím,
- g) západosudetská oblast, kam patří jednak širší okolí Liberce a jednak okolí Varndsdorfu,
- h) Nízký Jeseník i s Opavskem a Ostravskem.

Připojíme k nim i neovulkanity jihovýchodní Moravy v Bílých Karpatech, které však svým složením jsou již přechodným článkem k vulkanitům Karpat.

Výskyt neovulkanitů ve všech těchto oblastech, kromě poslední, je spjat s tzv. saxonskou tektonikou. Je to soubor tektonických procesů druhohorního, třetihorního, místy i čtvrtohorního stáří, jejichž výsledkem je porušení bloků kůry různými zlomy i zvrásnění hornin do širokých antiklinál a synklinál. Takové tektonické poruchy postihly Český masiv vlivem tlaků vyvíjených při alpínské orogenezi. Ani vliv saxonské tektoniky nelze však podceňovat, neboť mnoho starých poruchových zón se oživilo, některé hlubinné zlomy zasáhly až do svrchního pláště a vytvořily se tzv. riftové zóny. Ty měly pro neovulkanity obzvlášť velký význam. Jsou to v podstatě příkopové propadliny omezené systémy zlomů, a tvoří se tam, kde se mění hranice mezi

pláštěm a kůrou. Jsou pro ně typické zejména tendence k poklesu, vysoký tepelný tok, seizmicita a právě i vulkanická činnost.

Na oherském riftu (dříve zvaném též ohárecký), pojmenovaném podle řeky Ohře, jsou největší akumulace neovulkanitů, a to Doupovské hory a České středohoří, jeho vliv je však znatelný dále na severovýchod. Oherský rift se vytvořil zřejmě během křídý, největší aktivitu vykazoval během mladších třetihor, avšak postupně vyhasíná. Nevylísel se dále jako třeba východoafrický rift, natož pak jako rift Adenského zálivu, kde je dalším vývojovým článkem vznik oceánské kůry a vnik oceánu do prolomu.

Doupovské hory vznikly na místě křížení oherského riftu s jáchymovským hlubinným zlomem. České středohoří je též uvnitř oherského riftu a je omezeno litoměřickým a krušnohorským zlomem. V oblasti české křídové pánve se nalézají mnoho skupin vulkanických těles v blízkosti lužického zlomu a tzv. labské linie sz.-jv. směru. Směry žil doprovázejících větší tělesa naznačují též směry větších či menších zlomů. Na severní Moravě jsou vulkanity vázány na poruchové pásmo šternbersko-hornobenešovského pruhu, hlavně na místa, kde se kříží s příčnými zlomy sz.-jv. směru. Objevy těles, jež nevystupují na povrch, jsou též důležité pro rekonstrukci tektonických podmínek a vzniku sítě zlomů. Životnost zlomů, tzn. pohybů podle nich, je různá. Malé poruchy, které již nejsou aktivní, mohly ovlivnit tvary žil a těles neovulkanitů pod povrchem. Hlubinné zlomy, zasahující do svrchního pláště, však ovlivnily vulkanickou činnost jako celek, od rozmístění vulkanických center až po petrografické složení vulkanických hornin. Podle určitých představ byly zdroje magmatu až v hloubkách kolem 80 km pod povrchem, přičemž hranice mezi zemskou kůrou a pláštěm je v Českém masivu v průměru v hloubce od 30 do 35 km.

Na stáří vulkanické činnosti usuzujeme podle geologických vztahů k okolním horninám, hlavně podle toho, jak starými sedimenty prorážejí, které kontaktně metamorfují a jak starými sedimenty jsou vulkanické akumulace překrývány. Dnes však máme též stovky radiometrických údajů, které nám dovolují rozčlenit neovulkanity do několika fází vzniku. Dříve se rozlišovaly buď tři nebo čtyři hlavní vulkanické fáze, přičemž nejstarší činnost spadá ještě do svrchní křídý, maximální intenzita do třetihor, hlavně oligocénu, a vyznívání až do čtvrtohor. ULRYCH et al. (1999) publikovali soubor radiometrických analýz metodou K/Ar v podobě histogramu, kde se projevují jasná maxima mezi 35 a 40 miliony let (Ma), 20 a 30 Ma a 0 až 5 Ma. Toto poslední maximum je však ovlivněno větším počtem analýz z nejmladších vulkanitů. Z hlediska vztahu k vývoji riftu rozdělili ULRYCH a PIVEC (1997) vulkanickou činnost na preriftové a riftové stadium. Obě stadia definují takto:

1. Preriftové stadium spadá do svrchní křídý až spodního eocénu (stáří 50–80 Ma). Patří sem podpovrchové horniny, žíly ultrabazických hornin, jako melilitů a polzenitů (nazvaných podle německého názvu řeky Ploučnice). Známé jsou z Podještědí a od České Lípy.

2. Riftové stadium, jež odpovídá hlavní fázi vulkanické činnosti, zhruba před 40 až 18 Ma (svrchní eocén, spodní miocén, s maximem v oligocénu). Tehdy začala hlavní aktivita oherského riftu a vznikly největší vulkanické aku-

mulace, Doupovské hory a České středohoří. Společně s oherským riftem se oživily i další zlomy, jež přiváděly na povrch a blízko pod povrch jiná vulkanická tělesa. Lávy byly doprovázeny vulkanoklastickými horninami, na povrchu rostly stratovulkány, pod povrchem se hromadily výplně přírodních kanálů, žíly a lakolity. Explosivní fáze střídaly fáze klidnějšího vytékání láv, vyplňování maarů a diatrem.

Po tomto maximu vulkanická činnost postupně vyznívala, přesunovala se ke krušnohorskému a lužickému zlomu, načež přešla do fáze závěrečné s produkty čtvrtohorního stáří. Nejmladší vulkány jsou při chebském zlomu. Je to Železná hůrka, s lávami starými 170–400 tisíc let a slavná Komorní hůrka u Františkových Lázní s žílou olivinického nefelinitu, prorážejícího vulkanoklastity, stará 450 000 let (ULRYCH et al. 1998), i když podle některých starších údajů to může být i 300 000 let. Do této fáze patří i moravské vulkány na Bruntálsku, s produkty starými kolem 2 Ma.

V Českém středohoří se CAJZ (2000) pokusil o rozčlenění vulkanických produktů do stratigrafických jednotek. Povrchové vulkanity s doprovodnými vulkanoklastickými horninami dělí na

– ústecké souvrství (36,1–25,5 Ma). Je tvořeno bazanitovými výlevy s vulkanoklastikami a sedimentárními vložkami a je výplní riftového prolomu;

– děčínské souvrství (30,8–24,7 Ma). Je tvořeno trachy-bazaltickými vulkanoklastickými uloženinami, hlavně přemístěnými, a doprovodnými lávami. Dnes je to pozůstatek složeného vulkánu;

– dobrnské souvrství (24,0–19,3 Ma). Sestává z bazanitových láv vylitých při aktivaci magmatického krbu;

– štrbské souvrství (13,9–9,0 Ma). Je tvořeno intruzivními horninami, zejména bazanity, jež prorážejí sedimenty mosteckého souvrství.

Z datování těchto jednotek vyplývá, že hlavní fáze magmatické činnosti patří do období od svrchního eocénu do spodního miocénu s maximem v oligocénu. Ze stratigrafického hlediska je však definice těchto jednotek neudržitelná, jednak proto, že se časově překrývají, ale i proto, že posledním členem jsou vlastně horniny intruzivní.

Z petrologického hlediska patří české neovulkanity do rodiny alkalických bazických a ultrabazických hornin. Při popisu těchto neovulkanitů bylo použito nejméně 30 petrologických termínů, i když dříve si geologové vystačili s čedičem a znělcem (dnes raději bazaltem a fonolitem), jimž se pak dávala přídavná jména podle příměsí olivínu nebo foidů (nefelinu, leucitu). Alkalické horniny jsou typické tím, že logicky mají zvýšené množství alkálií, poměr oxidů ($K_2O + Na_2O$) : Al_2O_3 : SiO_2 je větší než 1 : 1 : 6. Z horninotvorných minerálů mají foidy, alkalické amfiboly, alkalické pyroxeny a další součásti. Lze sledovat určitou časovou posloupnost v chemickém vývoji vulkanitů a jisté prostorové závislosti; např. v Českém středohoří se podle KOPECKÉHO (1978) kyselejší horniny (s větším množstvím SiO_2) vyskytují v centrální části, bazické horniny jsou spíše na okraji riftové zóny nebo mimo ni.

Podle SHRBENÉHO (1995) je procentuální složení neovulkanitů následující (celkové množství vulkanických a subvulkanických hornin je 100 %):

efuzivní a subefuzivní horniny – 63 %

nepřeměněné efuzivní a subefuzivní horniny – 46 %

alkalické bazaltické horniny – 34 %
trachyandezitické horniny – pod 0,1 %
trachybazaltické horniny – 2 %
trachytické horniny (patří sem i fonolity) – 10 %.

Množství přeměněných efuzivních a subefuzivních hornin odhaduje SHRBENÝ (1995) na 17 %, zahrnuje do nich ovšem jak horniny metamorfované, tak autometamorfované i fosilní zvětralinová rezidua.

Vulkanoklastických hornin (včetně vloček sedimentů) je mezi tělesy neovulkanitů 37 %.

Současné rozšíření těles neovulkanitů na povrchu a jejich složení a tvar neodpovídají ani zdaleka situaci během sopečné činnosti na konci křídý a hlavně během třetihor. Předpokládáme totiž, že zemský povrch v oblastech výskytu neovulkanitů byl od mladších třetihor dodnes erozí snížen až o 300–400 m. Je to hodnota průměrná, někde to bylo více, jinde méně. Znamená to, že většinou eroze odstranila původní povrchové tvary vulkanických těles nebo alespoň jejich větší část. Ať již to byly kužele stratovulkánů, nebo ploché kupy lávových příkrovů či nasypané homole vulkanoklastických uloženin. Na povrch se tak dostaly lávy, které utuhly nehluboko pod povrchem jako výplně přírodních kanálů sopek, žíly nebo větší tělesa lakolitů. Příkladem může být trachytický lakolit Bezdězu, lakolit podobného složení nejvyšší hory Českého středohoří Milešovky, dvě skalní věže Trosek, jež jsou nefelinitickou výplní sopouchu, Hazmburk tvořený obnaženou žílou bazanitu, Kunětická hora u Pardubic, vzniklá obnažením fonolitového tělesa. I slavný Říp je jen výplní přírodního kanálu třetihorní sopky, která zřejmě v třetihorách navršila na povrch nasypaný kužel vulkanoklastického materiálu.

Erozní procesy, které vytvořily současný reliéf, měly selektivní charakter. Jelikož všechny druhy neovulkanitů jsou proti erozi odolné, vzdorovaly jí snáze než jejich obal z křídových a třetihorních sedimentů. Pokud nebyly kryty lávovými proudy, podléhaly erozi i sypké vulkanoklastity, tufy různé zrnitosti. K obnažení podpovrchových těles vulkanitů přispěly i tektonické pochody, mladotřetihorní a čtvrtohorní zdvihy bloků podél saxonských zlomů. Ty mohly dosáhnout i několika stovek metrů. Neznačená to ovšem, že se na povrch dostaly všechny podpovrchové produkty vulkanismu. Právě geofyzikální metody pomáhají rekonstruovat další výskyty, podpovrchové tvary, jejich případné propojení, tvary i hloubkový dosah. Pokud nebyl erozí odstraněn obal křídových a třetihorních sedimentů, můžeme na nich pozorovat teplotní působení magmatu. Kontaktní metamorfóza je častým jevem, je zřejmé, že docházelo i k proželeznění a prokřemenění.

To, že byla během třetihor na našem území, kde se vyskytují neovulkanity, mohutná sopečná činnost, dokazují i příměsi vulkanoklastického materiálu v sedimentech podkrušnohorských hnědouhelných pánví. Množství nesouvislých sopečných vyvrženin bylo původně daleko větší a v období sopečné činnosti zřejmě tufy různé zrnitosti pokrývaly na severu Čech a zřejmě i na severní Moravě velká území. Metrové sopečné pumy na Uhlířském vrchu u Bruntálu a hrubozrnný vulkanoklastický materiál v Doupovských horách i jinde svědčí o silné explozivní činnosti. Dnešní výskyty vulkanoklastitů jsou pouze relikty, z větší

části povrchu byly po zvětrání odneseny erozí. Bazický charakter urychlil jejich zvětrávání.

Nejmohutnější zbytky produktů povrchové sopečné činnosti jsou v Doupovských horách, jež byly v třetihorách velkým stratovulkánem. Jeho činnost začala explozivně a pokračovala výlevy lávových proudů. Vulkanických center v nich bylo několik a předpokládána kaldera v jejich středu je zřejmě až druhotným erozním fenoménem. Zajímavé jsou vločky oligocenních tufů a tufitů, ve kterých byla nalezena fauna obratlovců. V Českém středohoří jsou zbytky povrchového vulkanismu řidší, je tam však obnaženo tzv. roztocké vulkanické centrum, tvořené intruzivními essexity a monzodiority. Jak v Doupovských horách, tak v Českém středohoří dosahuje mocnost vulkanických produktů 500–600 m.

Nejvyšší nadmořské výšky dosahují neovulkanity vrcholem Špičáku (1115 m) v Jáchymovské hornatině nedaleko Božího Daru. Tato hora kupovitěho tvaru je erozním zbytkem lávového příkrovu nefelinitu. Je příkladem, jak vypreparovaný suk ovlivnila pozdější denudace, neboť ta zploštila jeho temeno. Výšku tisíce metrů převyšuje ještě Bukovec (1005 m) v Soušské hornatině Jizerských hor, jež je jedním z nejvýraznějších neovulkanických kuželů. Tyto dva příklady a desítky dalších dokazují, jak exogenní pochody ovlivnily tvary neovulkanického reliéfu. Symetrické kužely kruhového průřezu (např. Kletečná, 706 m, v Českém středohoří) se střídají s asymetrickými kužely a homolemi. Typický je i zvonovitý tvar Řípu. Jinde se vyskytují protáhlejší hřbety, nepravidelné skály, ba i jehly, velmi časté jsou ploché kupy, zvláště když jde o vypreparované lakolity. Vypreparované žíly vytvořily nápadné hřbety podobné zdím, jako např. Malou a Velkou Čertovu zeď v Podještědí. Mnohá neovulkanická tělesa jsou ještě členěna, hlavně ve vrcholových částech, na drobnější skaliky, svahy přecházejí do skalních stěn. Eroze a zvětrávání způsobily hromadění bloků a balvanů do suťových akumulací, jako balvanových hald, balvanových proudů i kamených moří. Takové akumulace najdeme ve větší či menší míře téměř u všech neovulkanických těles, která převyšují své okolí. Při zvětrávání a odnosu hrály důležitou roli i kryogenní pochody, jež se projevují i tvorbou mrazových srubů. Svahové pohyby jsou též časté a v nejintenzivnější podobě se projevily na svahu Hazmburku, kde se na křídových slínovcích vytvořil soliflukční plášť, jehož gravitační pohyb byl až katastrofického rázu.

V současné době se ve tvarech neovulkanického reliéfu projevují zásahy člověka. Lomy nejružnějších rozměrů zcela mění reliéf, místo pravidelné bazanitové kupy Tlustce u Luhova ve Cvikovské pahorkatině vidíme z několika úhlů kopec useknutý velkolomem, podobně jako v případě fonolitového Maršovického vrchu (515 m) v Polomených horách. To jsou dva velmi známé případy, kdy se střetávají ekonomické zájmy s environmentálními. Příklady by se našlo více a lomů, ve kterých se těžilo a těží drcené kamennivo nebo též náhražky sklářských surovin, jsou v neovulkanitech stovky.

Z fenoménů menších morfologických tvarů, typických pro neovulkanity, si všimněme alespoň sloupcovité odlučnosti a kamenných sluncí. Sloupcovitá odlučnost je oddělování horniny do šestibokých a pětibokých sloupců až ně-

kolik desítek centimetrů širokých a někdy i několik metrů dlouhých. Sloupce mohou být rovné nebo zakřivené, mohou i vytvářet vějíře. Záleží na tom, jak rychle láva chladla a podle kolika chladnoucích povrchů. V případě Panské skály u obce Prácheň nedaleko Kamenického Šenova je vypreparován suk olivinického bazaltu a navíc obnažen lomem. Jde o výplň sopouchu, u kterého se kolmo na chladnoucí plochu vytvářely smršťováním lávy polygony omezené trhlinami, které se při pokračujícím chladnutí rozšiřovaly a prohlubovaly do nitra lávy. Příkladem vějířového uspořádání sloupců je lokalita Vrkoč v labském údolí nedaleko od Ústí nad Labem, obnažená zářezem silnice i železnice. Je to žíla olivinického bazaltu, která tuhla a ochlazovala se kolmo na tři plochy chladnutí. Při pohybu lávy docházelo ještě k ohýbání sloupců. Obě tyto lokality jsou velmi známé a jejich fotografie najdeme nejen v geologických učebnicích, nýbrž i v turistických průvodcích a přírodovědeckých příručkách. Připojíme k nim ještě jednu, která názorně ukazuje, jak se sloupcovitá odlučnost kombinovala s horizontálními puklinami a vytvořila se tak bochníkovitá odlučnost v lávovém proudu analcimického tefritu. Tato lokalita je též v Českém středohoří, u Konojed, a nazývá se Dubí hora. Různě vyvinutý sloupcovitý rozpad neovulkanitů nalezneme na desítkách dalších lokalit, od krušnohorského Špičáku přes Malý a Velký Bezděz až ke Slánské hoře nedaleko Prahy.

Z mechanického hlediska můžeme vznik sloupcovité odlučnosti s trochou nadsázky přirovnat k tvorbě bahenních prasklin v rychle schnoucím sedimentu, kdy se výsušné trhliny omezují polygony a mohou se rozvírat až do metrových hloubek.

Na lokalitě zvané Kamenná slunce jsou stejnojmenné útvary. Jsou to bazaltové útržky, v nichž jsou paprscitě vybíhající kontrakční trhliny. Předpokládáme, že jde o výplň diatremy, přírodního kanálu magmatu do povrchového maaru. Jelikož čedičové magma proráželo křídové slínovce, na styku s vodou docházelo k explozím, vlhčí xenolity ochlazovaly čedičovou brekcií a v jejich blocích se při rychlém ochlazení tvořily zmíněné trhliny.

V Českém středohoří, v okolí Ralska i jinde se často vyskytují diatremy. Jsou to výbuchová hrdla, jež se vytvořila explozí plynů jako menší krátery. Zužují se do hloubky, rozevírají se na povrch do maaru. Bývají vyplněny xenolity, útržky hornin dopravených k povrchu výbuchem. V Českém středohoří jsou na výplně diatrem vázány i výskyty českých granátů, pyropů, a to na Granátovém vrchu u Měrunic a na Linhorce u Třebívlic. Granáty se vyskytovaly jako krystaly v granátických serpentinitech (hadcích), dnes jsou však získávány z druhotných nalezišť, z kvartérních štěrků, kam se dostaly zvětráním.

Zdeněk Kukaľ