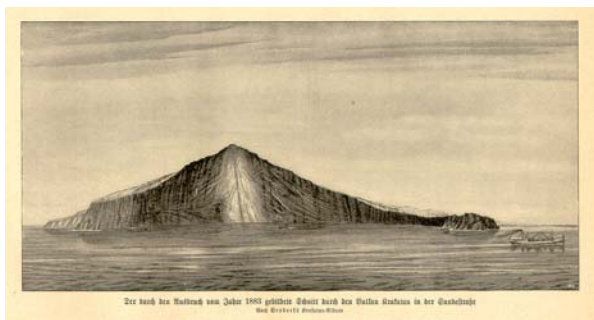


Rozložení zemětřesení jako indikátor výstupu magmatu pod aktivními vulkány

A. Špičák, J. Vaněk & V. Hanuš

Geofyzikální ústav AV ČR, Boční II/1401, 141 31 Praha 4 - Spořilov, als@ig.cas.cz

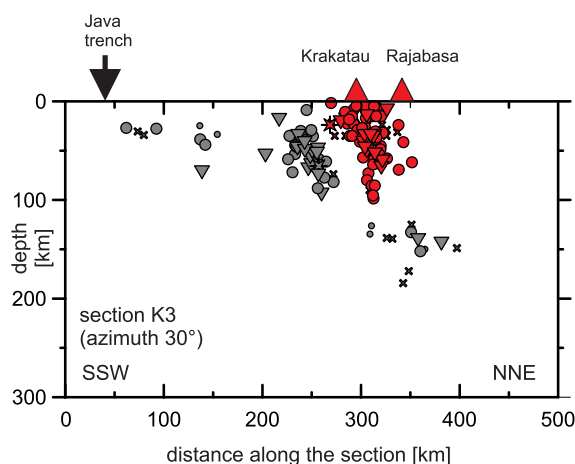
Vulkanická aktivita je zpravidla doprovázena výskytem zemětřesení; tato skutečnost je již dlouho všeobecně známa a je využívána k monitorování migrace magmatu pod zemským povrchem a předpovědi místa, času a síly sopečných explozí. Se sopečnou činností související zemětřesení bývají relativně slabá (nejčastěji o magnitudu 2-3, výjimečně > 4) a mělká (ohnisková hloubka zpravidla do 5 km, řidčeji do 10 km). K jejich identifikaci a lokalizaci (tj. určení času a místa vzniku zemětřesení) je nezbytné vybudovat v okolí příslušného vulkánu lokální síť seismických stanic; světová síť seismických stanic takto slabá zemětřesení není schopna s dostatečnou přesností zaznamenat. Typově jsou zemětřesení vyvolaná sopečnou činností velmi rozmanitá, což souvisí se složitostí procesu přípravy a vzniku sopečných erupcí; jejich analýzou se zabývá obor vulkanická seismologie (např. Chouet, 2003).



Obr. 1: Vulkán Krakatau po ničivé erupci v r. 1883. (Kraemer et al., 1902-1904 podle Verbeek, 1986).

Během systematického studia silných zemětřesení (tj. zemětřesení o magnitudu > 4.5 , která výše zmíněná světová síť seismických stanic celosvětově registruje), k nimž došlo v oblasti Indonésie v období uplynulých 40-ti let, jsme k našemu překvapení zjistili, že pod některými vulkány k silným zemětře-

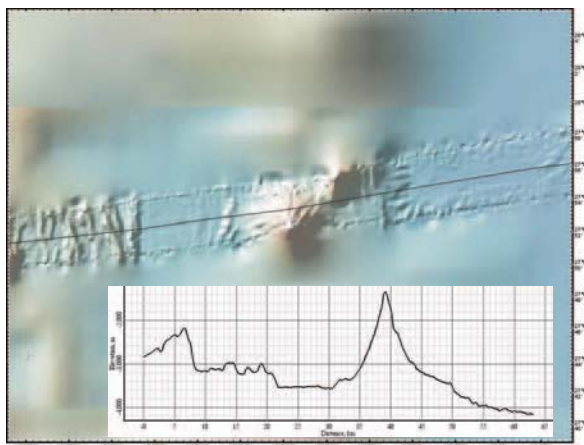
sením dochází, aniž by tato skutečnost byla v odborné literatuře popsána a interpretována. Přesné údaje o silných světových zemětřeseních přebíráme od mezinárodního seismologického centra ISC (katalog parametrů hypocenter zemětřesení za období 1964-2005, tzv. katalog EHB) a od seismologické skupiny Harvardské university (údaje o mechanismu nejsilnějších zemětřesení za období 1976-2005, tzv. databáze GCMTS).



Obr. 2: Svislý řez ohnisky zemětřesení v profilu přes Krakatau ve směru jz-z-ssv. Ohniska zemětřesení pod vulkánem Krakatau zvýrazněna červeně. Symboly vyjadřují magnitudu zemětřesení (malé kolečko < 4 , křížek 4.0-4.5, velké kolečko 4.5-5.0, trojúhelník 5.0-6.0, hvězdička > 6.0). Šipka označuje polohu javanského hlubokomořského příkopu.

Velká koncentrace silných zemětřesení ve velmi omezeném prostoru bezprostředně pod vulkány, zasahující do překvapivě velkých hloubek (až 100 km), byla námi poprvé zjištěna pod vulkánem Krakatau v Sundské úžině, oddělující Javu od Sumatry (Špičák et al., 2002; 2009a). Výskyt těchto zemětřesení je v čase rovnoměrný, tj. nedochází zde ke krátkodobé intenzivní seismické aktivitě typu země-

třesného roje. Ohnisková hloubka zemětřesení se v uplynulých 40-ti letech měnila systematicky – od nehlubokých zemětřesení v polovině 60-tých let hloubka postupně narůstala do maximálních hodnot 100 km v letech 1982-83; poté opět klesala, takže v současné době se pod vulkánem Krakatu vyskytují pouze mělká zemětřesení. V našich pozdějších pracích byly obdobné zemětřesné shluky zjištěny i pod několika dalšími vulkány v Indonésii, na Aleutách a ve Střední Americe (Špičák et al., 2004). Zcela jiný charakter měl výskyt silných zemětřesení pod podmořskými vulkány v oblasti Izu-Bonin.

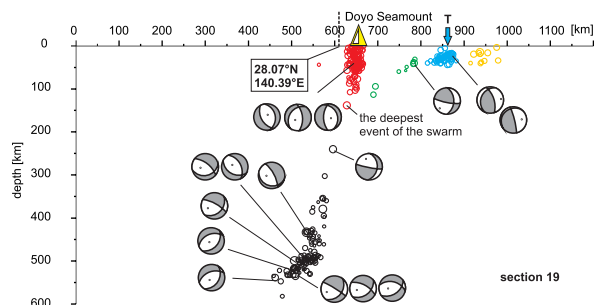


Obr. 3: Bathymetrická mapa podmořského vulkánu Doyo v oblasti Izu-Bonin (27.8°N, 140.75°E). Vložený výškový profil přes vulkán dokládá jeho převýšení 3.000 m nad mořským dnem

Veškerá seismická energie se uvolnila během mimořádně silného zemětřesného roje od března 1985 do září 1986. Také zde ohnisková hloubka

zemětřesení dosahovala až 100 km pod zemským povrchem (Špičák et al., 2009b).

Intenzivní seismicita pod aktivními vulkány je překvapivá zejména z toho důvodu, že odporuje představě natavení velkého objemu svrchního pláště v nadloží subdukce; rozsáhlejší natavení existenci silných zemětřesení totiž vylučuje, neboť vznik silných zemětřesení je podmíněn křehkým prostředím. Identifikace četných silných zemětřesení pod vulkány je tedy v rozporu s běžně přijímaným názorem, že magma, zásobující vulkány ostrovních oblouků nad subdukující oceánickou litosférou, se tvoří nad subdukčními zónami natavením pláště pevninské litosféry. Z námi zjištěné středně hluboké seismicity pod některými vulkány však vyplývá, že zemětřesení mohou vznikat v celé mocnosti nadložní kontinentální desky, což představu masivního natavení horninového prostředí zpochybňuje.



Obr. 4: Svislý řez ohnisky zemětřesení v profilu přes podmořský vulkán Doyo v oblasti Izu-Bonin ve směru zjz-vsv. Ohniska zemětřesení pod vulkánem Doyo zvýrazněna červeně. Velikost symbolů (prázdná kolečka) úměrná magnitudu příslušných zemětřesení v rozpětí 4.0 – 6.2

Literatúra:

- Chouet, B., 2003, Volcano Seismology: Pure appl. geophys, v. 160, p. 739-788.
- Global Centroid Moment Tensor Solution Program, Harvard University and Lamont-Doherty Earth Observatory (LDEO) of Columbia Univ., <http://www.globalcmt.org/>
- International Seismological Centre, EHB Bulletin, <http://www.isc.ac.uk>, Internatl. Seis. Cent., Thatcham, United Kingdom, 2009.
- Kraemer H. (ed.), 1902-04. Weltall und Menschheit. Geschichte der Erforschung der Natur und der Verwendung der Naturkräfte im Dienste der Völker. 1er Band, Berlin.
- Špičák, A., Hanuš, V., and Vaněk, J., 2002, Seismic activity around and under Krakatau volcano, Sunda Arc: constraints to the source region of island arc volcanics: *Studia Geophysica et Geodaetica*, v. 46, p. 545-565.
- Špičák, A., Hanuš, V., and Vaněk, J., 2004, Seismicity pattern: an indicator of source region of volcanism at convergent plate margins: *Physics of the Earth and Planetary Interior*, v. 141, p. 303-326.
- Špičák, A., Hanuš, V., and Vaněk, J., 2009a, Recent plumbing system of the Krakatau volcano revealed by teleseismic earthquake distribution: submitted to *Geosphere*.
- Špičák, A., Hanuš, V., and Vaněk, J., 2009b, Seismically active column and volcanic plumbing system beneath the island arc of the Izu-Bonin subduction zone: *Geophysical Journal International*, accepted, in print.