

# HISTORICKÁ ZOBRAZENÍ GEOFYZIKÁLNÍHO CHARAKTERU

**Jan Kozák, Geofyzikální ústav AV ČR, Boční II/1401, 141 31 Praha 4**

Při současném studiu hlavních dynamických projevů Země, jako jsou zemětřesení a vulkanické erupce, usilují dnešní geologové, geofyzici a ostatní přírodovědci zcela přirozeně o to, seznámit se podrobně především s nejposlednějšími poznatky a výsledky výzkumu v těchto oborech a na nich pak dál stavět. Ukazuje se však, že efektivnost tohoto všeobecně využívaného principu může být v některých případech zvýšena, je-li současný výzkum zasazen do kontextu dřívějších, někdy i „historických“ prací. Ne každý v minulosti dosažený výsledek je totiž zastaralý a hodný zapomenutí.

Pohledme kupříkladu na některé otázky seismologie. Jedním z důležitých současných úkolů je zde klasifikace možných seismických účinků pro danou oblast; které souvisí s její seismicitou. <sup>1</sup>

Pro konstrukci spolehlivých map seismicity je samozřejmě nutné mít k dispozici obsáhlý datový soubor registrovaných silných seismických dějů. Důležitá je zde pokud možno největší délka registračního období vzhledem k tomu, že právě nejsilnější zemětřesení přicházejí obvykle s nejdelším časovým odstupem. Tyto úvahy nutí seismology, aby kromě objektivních přístrojových údajů (které jsou kupř. pro naše území k dispozici pro posledních cca 75-80 let) brali v úvahu i starší, tzv. makroseismické (nepřístrojové) zprávy a hlášení i další psané i tištěné údaje o historických zemětřeseních. <sup>2</sup>

V posledních dvou desetiletích se však ukázalo, že nedostatečné soubory objektivních – psaných a tištěných – seismických dat mohou částečně doplnit i dobová zobrazení dané události, je-li ovšem zaručena jejich korektnost a objektivnost. Za tímto účelem byl postupně shromážděn a využit obsáhlý soubor 1440 předfotografických zobrazení (tj. rytin, náčrtků, skic atd.) účinků světových historických zemětřesení z období let 1210-1906 [1].

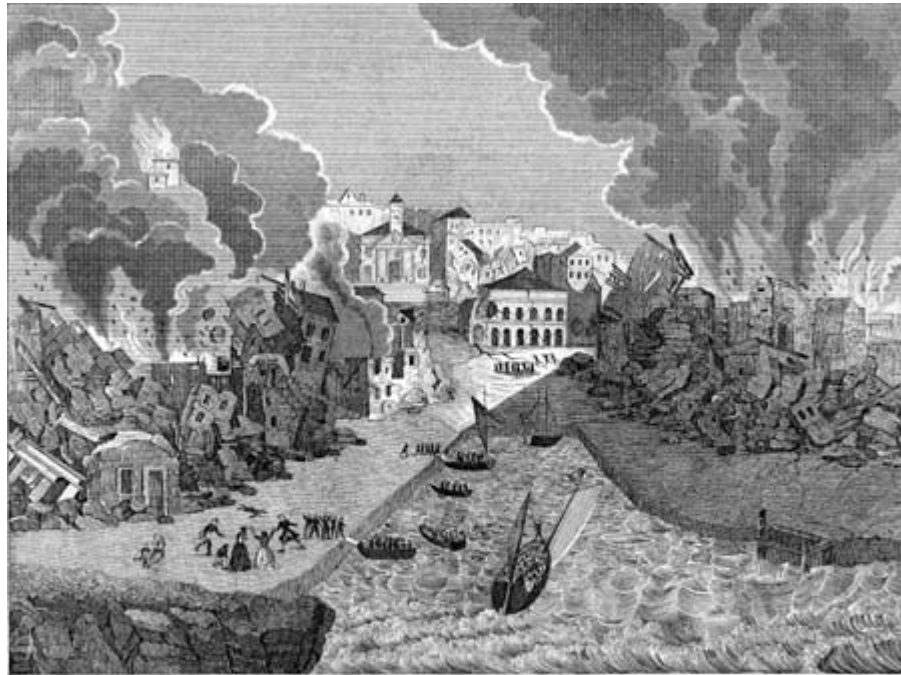
Uvedme příklad. Dne 7. června 1692 smetlo silné zemětřesení v Karibiku město Port- Royal na Jamaice z povrchu zemského. Přes rozsáhlost škod se o události dochovalo jen málo zpráv, zejména vzhledem k tehdejší nízké gramotnosti místního obyvatelstva. Naštěstí tehdejší místodržitel ostrova vypracoval o zemětřesení podrobnou zprávu, kterou doplnil názornou ilustrací zničeného města Port- Royal . Podle této ilustrované zprávy vydal v Londýně G. Smith ještě v témže roce letákový list s ilustrací, která je reprodukována na obr. 1 [2].

V souhlase s textem jamajské zprávy i Smithova listu byl v minulých letech vypracován odhad maximální intenzity zemětřesení  $I_0 = X$  o MMS (Modifikovaná Mercalioho Stupnice) [3]. Podrobnější prohlídka samotného Smithova zobrazení však umožňuje odhalit některé nesrovnalosti, které ve svých důsledcích vedou až k radikální revizi shora uvedené intenzitní klasifikace.



1/ Zemětřesení v Port-Royal na Jamajce dne 7. června 1692.  
 Mědirytina ilustruje letákový list o události vydaný téhož roku v  
 Londýně. ([1] č. kz545)

Tak kupř. městem samotným je možno vést ostrou linii, která odděluje navzájem zcela zničenou přístavní centrální část města od jeho okrajových čtvrtí, které jsou vykresleny jako nepoškozené. Zdá se tedy, že hlavní škody (podle kterých byly provedeny odhady intenzity) nevznikly městu následkem seismických otřesů, ale propadem/sesuvem přístavní části města do moře. Předpokládáme, že již dříve byly písčité podložní vrstvy této části města zvodněny (liquifaction), čímž byla oslabena jejich stabilita – seismické otřesy tedy jen spustily již připravený sesuv. I když se výše zmínění autoři intenzitního odhadu vyšetřovaného zemětřesení o sesuvu části Port Royal do moře zmiňují [3, 4], nedocenili zřejmě dopad tohoto jevu na velikost  $I_0$ . Podle nejnovější interpretace obrazového materiálu, jejíž základní předpoklady zde byly naznačeny, mohli tak autoři práce [5] radikálně snížit hodnotu  $I_0$  o celé tři intenzitní stupně na úroveň  $I_0 = VII$  a pozměnit tak seismicitní mapu oblasti.



*Zerstörung von Point-à-Pitre  
am 8<sup>ten</sup> Nov. 1843.*

2/ Zemětřesení v Point-à-Pitre na ostrově Guadeloupe v Karibiku dne 8. února 1843. Ocelorytina, téhož roku otištěna v Praze v nakladatelství C. W. Medau [11]. ([1] č. 545)

Podobně ilustrativní je i zobrazení na obr. 2, které ukazuje účinky zemětřesení ze dne 8. února 1843 ve městě Point à Pitre na ostrově Guadeloupe, také v Karibiku [6]. Na obrázku je dobře patrný vliv podloží na stupeň poškození jednotlivých částí města. Tak kupř. škody na budovách v centrální části města, která byla postavena na skalnatém podloží jsou výrazně nižší ve srovnání se škodami na budovách postavených na aluviálních sedimentech – viz části při levé i pravé straně obrázku.

I v tomto případě umožňuje podrobná prohlídka rytiny snížení dosavadního oficiálního intenzitního odhadu  $I_o = XI$  [3], či  $I_o = IX$  [4] (oba odhady stupnice MMS) na hodnotu

$I_o = VII-IX$  MMS [5].

Snížení stupně maximální intenzity nebo magnituda nejsilnějších zemětřesení v dané oblasti se obvykle neobejde bez korekcí v mapách seismicity těchto oblastí. Takové korekce však mohou mít důležité důsledky, nejen seismologické, ale i materiální a finanční, především při výstavbě velkých, seismicky ohrožených objektů, jako jsou vodní přehrady, průmyslové celky, jaderné elektrárny aj. Je kupř. známo, že zvýšení nákladů výstavby jaderné elektrárny odolné vůči seismickým účinkům vyšším o jeden stupeň magnituda může dosahovat až několik desítek procent původních nákladů stavby.



3/ Erupce Vesuvu v r. 1783. Ručně kolorované mědirytiny - ilustrace

ukazující lávové splazy na úbočí sopky při erupcích v r. 1783 (nahore) a zkázu města Torre del Greco (střední a spodní obrázek). Převzato z encyklopedie pro mládež z počátku 19. století [8].

Ve srovnání se silnými zemětřeseními jsou následky vulkanických erupcí (až na vzácné výjimky, jako kupř. výbuch Vesuvu v r. 62 n. l., erupce Krakatau v r. 1883, sopky Mont Pelé 1902 a vulkánu Mount St. Helens v r. 1980) podstatně mírnější a jejich plošný dosah zřídka přesahuje několik km<sup>2</sup>. Také dynamika erupčních jevů – nepočítáme-li samotné exploze v jádru sopky a jejím bezprostředním okolí – je nižší než dynamika jevů seismických, takže lávové proudy se vesměs pohybují rychlostmi, které lidem umožňují únik. <sup>3</sup>

Historické záznamy a nákresy vulkanických erupcí poskytují dnešním vulkanologům neocenitelné údaje o časovém vývoji a morfologii samotných vulkánů, umožňují mapovat stará lávová pole a nesou i údaje o jejich stratigrafii. Často jde o unikátní záznamy, protože mladší erupce obvykle překrývají starší lávová pole. Některá zobrazení následků erupcí umožňují učinit si představu i o škodách v sídlištích zasažených lávovými splazy.



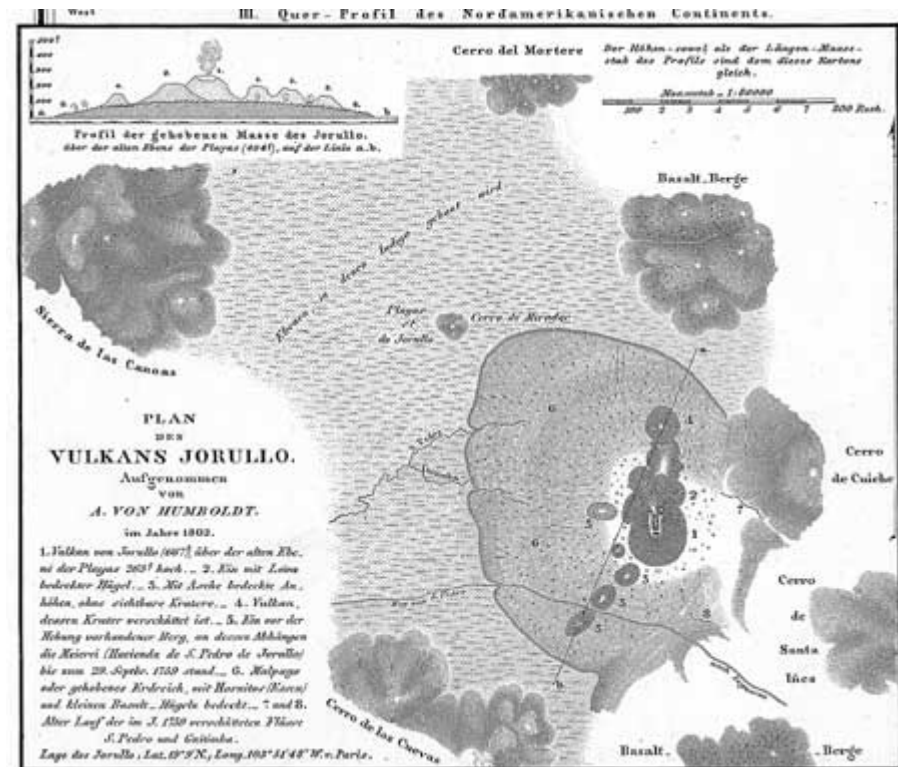
4/ Vznik a erupce sopky Jorullo v západním Mexiku v r. 1759. Barevná litografie - ilustrace odvozená od náčrtu A. von Humboldta (z přelomu 18./19. století), vydaná J. G. Bachem v Lipsku ve 30. letech 19. století. Soukromá sbírka.

Trojobrázek 3 z počátku 19. století [8] ukazuje mapku Vesuvu s vyznačením lávových polí (horní polovina) vzniklých při „nedávných“ erupcích Vesuvu v r. 1783, které zničily velkou část města Torre del Greco ležícího na úpatí vulkánu (střední polovina obrázku). Sám lávový proud je na své pouti k mořskému pobřeží dosti podrobně zmapován. Na spodním zobrazení je zachycen příval žhavého lávového splazu, tekoucího přes město Torre del Greco. <sup>4</sup>

Obrázek 4 ukazuje „nový“ vulkán Jorullo , který vznikl v září 1759 v centrálním Mexiku.

Naše zobrazení, které tvoří oceloryt ze 30. let 19. století, bylo vytvořeno jako kopie původní kompozice A. von Humboldta , který nový vulkán portrétoval v prvních letech 19. století během svých výzkumných cest v oblasti střední Ameriky. Obrázek je pozoruhodný tím, že představuje dobovou obrazovou dokumentaci situace, kdy zrod hlavního vulkánu byl doprovázen vznikem dočasných minivulkánů ( hornitos ) na pláni pod hlavním kuzelem sopky [9]. Tyto minivulkány , jejichž výška – podle zobrazených postav – nepřevyšovala cca 8-10 metrů, dnes již neexistují.

Alexander von Humboldt a po něm i další vulkanologové 19. století , kupříkladu Heinrich Berghaus , který působil ve 30.-50. letech v Postupimi, věnovali vzniku a časovým proměnám Jorulla značnou pozornost, protože daná situace jim umožnila sledovat a mapovat počáteční období života nového vulkánu od samotného jeho zrodu. Dokladem toho je i Humboldtův náčrt vulkánu Jorullo a jeho okolí z r. 1802, reprodukováný na obr. 5. Náčrt, přinášející zajímavé vulkanologické údaje, otiskl - i s autorovou legendou - H. Berghaus ve svém Fyzikálním atlase v r. 1850 [10].



5/ Aktuální stav vulkánu Jorullo a jeho okolí podle náčrtku A. von Humboldta z roku 1802; autorova legenda k plánku je uvedena v jeho levé spodní části. Zobrazení vytvořené technikou mědileptu bylo otištěno ve Fyzikálním atlase H. Berghause v r. 1850 [10].

Na závěr možno konstatovat, že historické materiály, a to i staré obrazové záznamy, mohou být nositeli geofyzikálních dat, která jsou oceňována a dále využitelná i při současných analýzách. To je celkem přirozený důsledek toho, že naše znalosti o planetě Země stále ještě

komplexnější než výsledky výzkumů minulých – mohou být proto v budoucnu hodnoceny z podobných pozic, z jakých my dnes hodnotíme výsledky práce vědců minulých generací.

## PODĚKOVÁNÍ

Autor tímto vyjadřuje své díky J. Vaňkovi z Geofyzikálního ústavu AV ČR v Praze za podnětné připomínky k textu i za zapůjčení a umožnění reprodukce původní litografie přetištěné na obr. 4.

- 
- <sup>1</sup> Seismicita vypovídá o zemětřesné aktivitě dané oblasti v prostoru a čase, tj., zahrnuje v sobě všechny důležité parametry jednotlivých zemětřesení, která se již v oblasti vyskytla. Na základě znalosti seismicity lze pak konstruovat mapy seismického ohrožení (seismického hazardu), které umožňují odhad výskytu zemětřesení maximální intenzity či největšího magnituda v této oblasti.
  - <sup>2</sup> Zde ovšem snahy o získání objektivních informací o daném historickém zemětřesení narážejí na obtíž: historické zprávy jsou velmi často neobjektivní a nadsazené - byly totiž sestavovány jako základ žádostí o kompenzaci seismických škod a to podle známé zásady „čím větší škody jsou nahlášeny, tím větší kompenzaci lze očekávat“.
  - <sup>3</sup> Výjimku zde tvoří erupce velkých vysokohorských vulkánů, při nichž tají velká ledová a sněhová pole při vrcholech sopek, což dává vzniknout rozsáhlým sesuvům půdy, bahna, kamení, sněhu a ledu řítících se do (často obydlených) údolí rychlostmi převyšujícími i 100km/hod. V těchto případech se však jedná o kombinované vulkanicko-sesuvné jevy.
  - <sup>4</sup> Mezi nákrasy světových aktivních vulkánů je na prvním místě Vesuv. Důvodem jsou jednak jeho četné erupce v průběhu posledních třech staletí (zejména ve druhé půli 18. stol. a ve století 19.) a také to, že tento vulkán, jehož vulkanické projevy skýtaly tak atraktivní a dramatický pohled přes mořský záliv z nedaleké Neapole leží v hustě osídlené kulturní oblasti (viz horní mapka na obr. 3). Aktivita vulkánů byla vždy místním obyvatelstvem pečlivě sledována a monitorována .
- 

## LITERATURA

- [1] J. Kozák (1998), [nisee.berkeley.edu/kozak](http://nisee.berkeley.edu/kozak)
- [2] F. Cundall , The Governors of Jamaica in the Seventeenth Century , The West India Commitee , London 1936.
- [3] E. R. Engdahl , W. A. Rinehart , Seismicity of North America Project , Neotectonics of North America , Geol . Soc. of Am . , Decede Map Volume 1 (1991), s. 21.
- [4] S. Taber , Jamaica Earthquake and the Bartlett Trough , Bull. Seismol . Am . **10** , 55 (1920).

- [5] J. Kozák, J. E. Ebel , Macro seismic Information from Historic Pictorial Sources , PAGEOPH, Vol. 146, No. 1. (1996), s. 103.
- [6] A. C. Reinold , Hyllos , National Journal for Youth ( in Czech ), Prague (1818-1821).
- [7] P. K. Dunbar , P. A. Lockridge , L. S. Whiteside , World Data Centre A for Solid Earth Geophysics , National Oceanic and Atmospheric Administration , Rep . Se-49, (1902), s. 320.
- [8] F. J. Bertuch , Bilderbuch fur Kinder anthaltendeine angenehme Sammlung von Thieren , Pflanzen , Fruchten , Insecten , Trachten ...., Weimar und Gotha (1790-1840s), (pozdější vydání pod názvem Bilderbuch zum Nutzen und Vergnugen der Jugend , Wien 1801)
- [9] v. A. Humboldt , Des Volcanes de Jorullo , Journ . d . Phys ., LXIX, Paris (1809).
- [10] H. Berghaus , Physikalischer Atlas , 2. vydání, J. Perthes , Gotha (1850).
- [11] C. W. Medau ( ed .),Errinerungen an merkwurdige Gegenstande und Begebenheiten, Prag ( 1843).