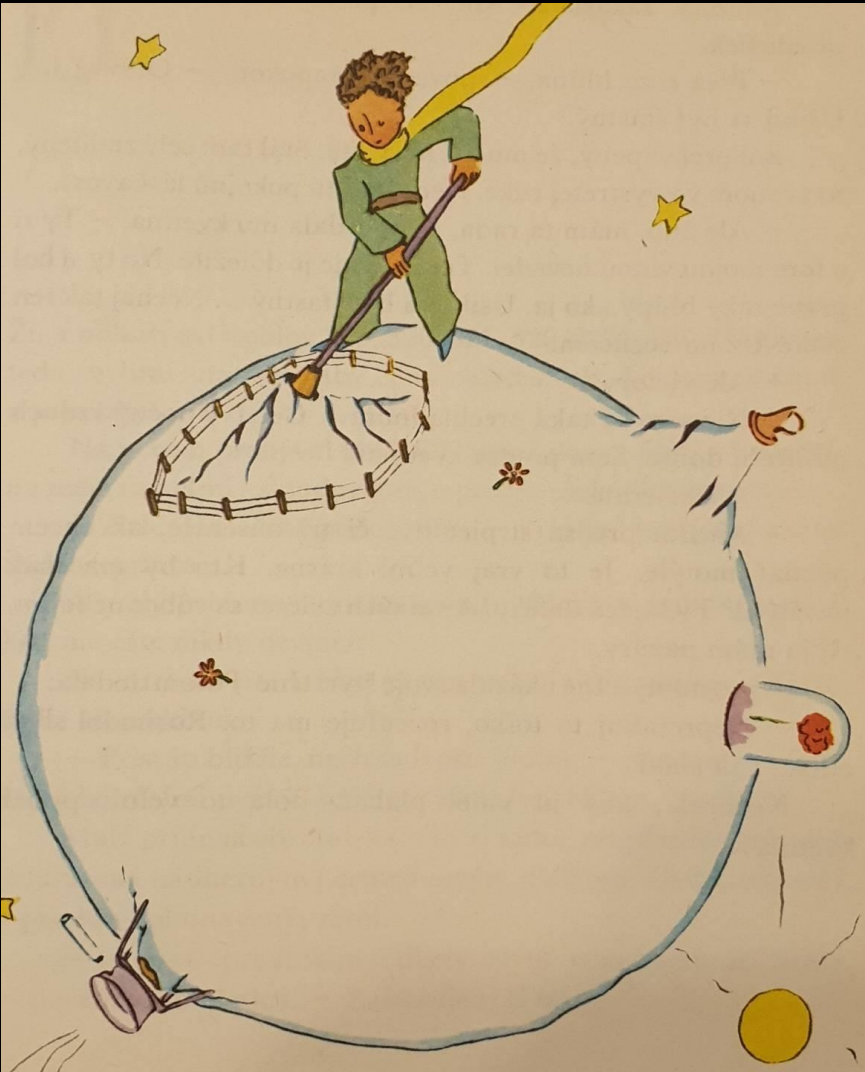


# Prečo môžu vulkanické erupcie ohroziť život človeka?

RNDr. Ladislav Šimon PhD.

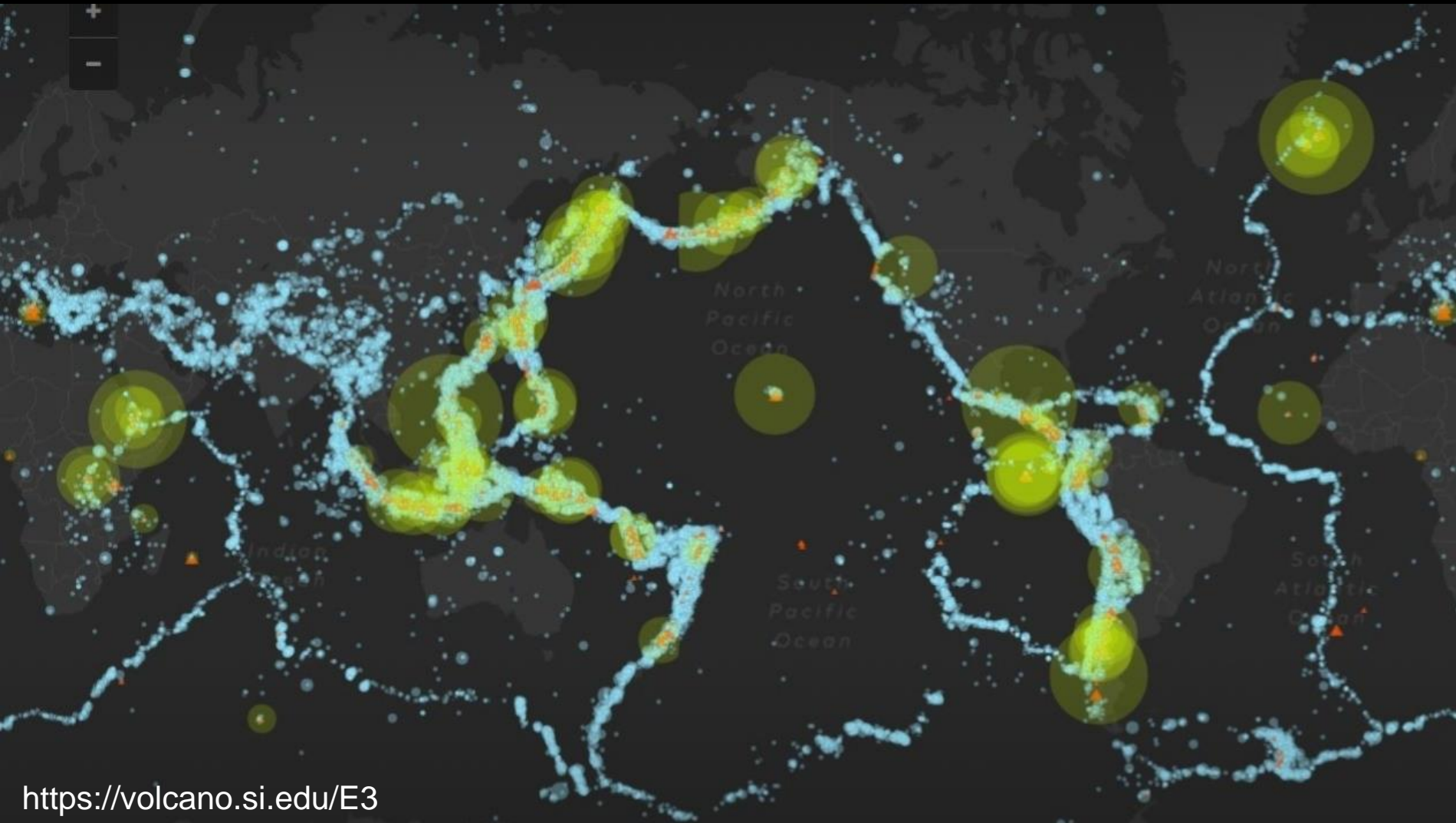
Štátny geologický ústav Dionýza Štúra



Antoine de Saint-Exupéry

# Vulkanický smog, vulkanizmus a zemetrasenie na Zemi za roky 1960-2017

Vysvetlivky: *zelená: vulkanický smog, orandžová: vulkanizmus, modrá: zemetrasenie*



# Vulkanický explozívny index 0 až 8

Vulkanický explozívny index (VEI) je relatívnou mierou explozivity vulkanických erupcií. V roku 1982 ho vytvorili Ch. Newhall z USGS a S. Self z Univerzity Hawaii.

0. Vulkanický pokoj

1. Stromboli 0,00001 km<sup>3</sup>, r. 2018

2. Putikov vrsok 0,001 km<sup>3</sup>, pred 102 000 r.

3. Vezuv výbuch 0,01 km<sup>3</sup>, r. 1631

4. Eyjafjallajokull 0,25 km<sup>3</sup>, r. 2010

5. Mount St. Helens 1 km<sup>3</sup>, r. 1980

6. Pinatubo 16 km<sup>3</sup>, r. 1991

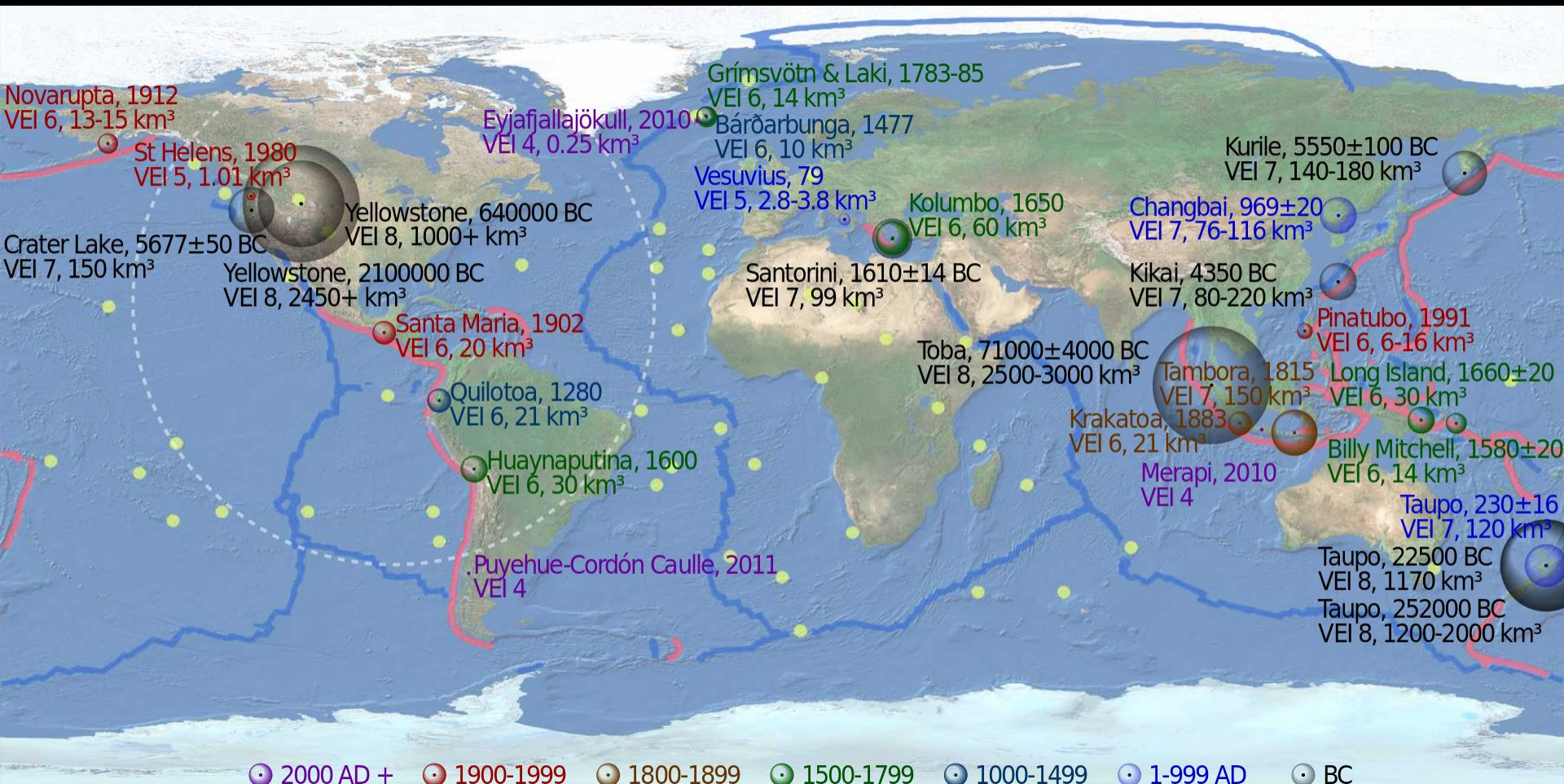
7. Tambora, r. 1815, 150 km<sup>3</sup>

7. Krakatau, r. 1883, 21 km<sup>3</sup>

8. Supervulkán Taupo, 1170 km<sup>3</sup>, pred 22 500 r.

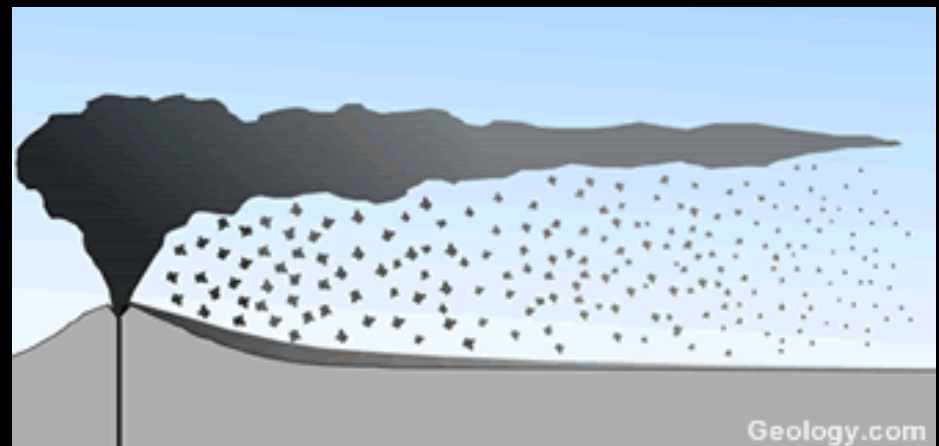
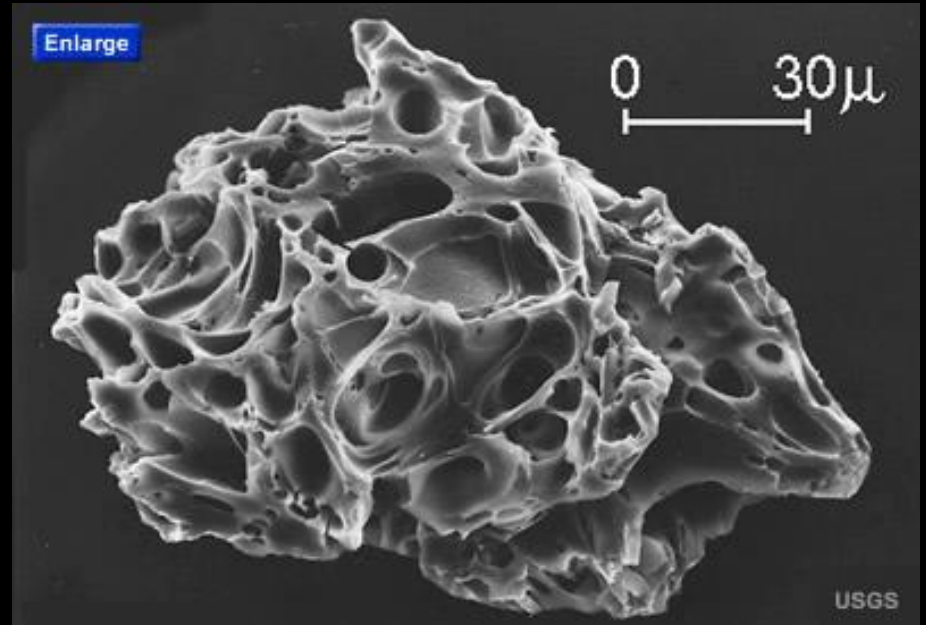


# Lokalizácia významných vulkanických erupcií na planéte Zem



By USGS\_majplatecolor.png: United States Geological Survey derivative work: Cmglee - This file was derived from: USGS majplatecolor.png., CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=20242551>

# Nebezpečný vulkanický prach pod 30 $\mu$ (nanoprach)

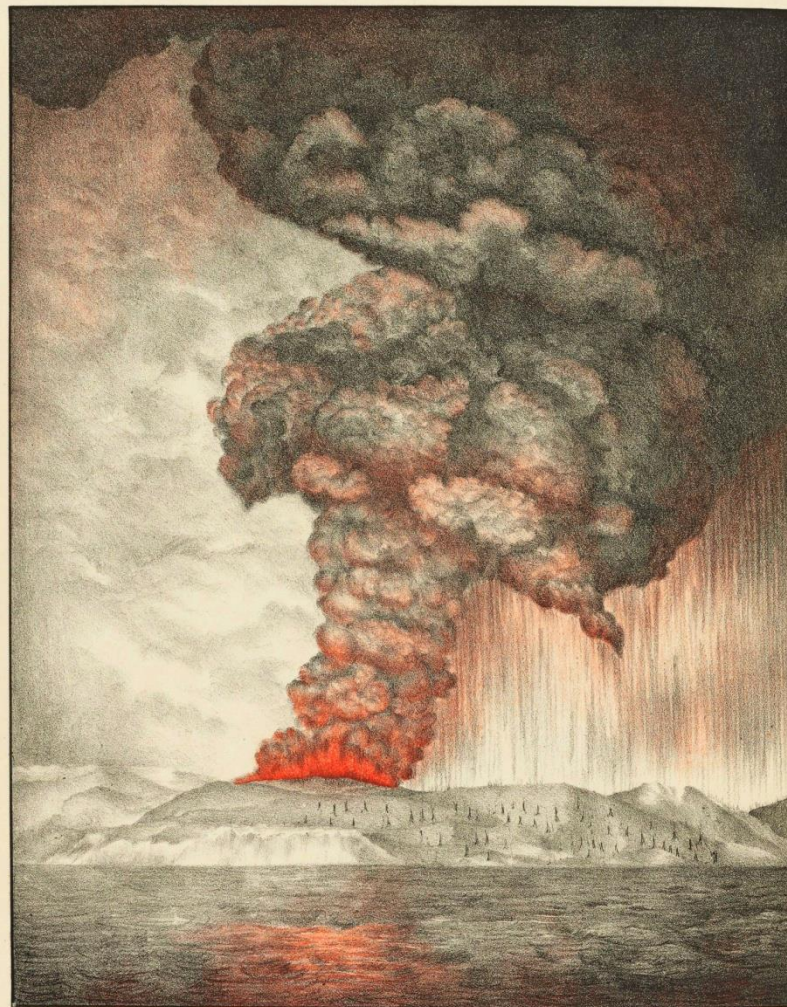


## KRAKATOA 1883

Explózia mala silu **200 megaton**. Na porovnanie najsilnejšia bomba čo vybuchla na Zemi bola sovietská vodíková bomba AN602 v roku 1961 mala silu **50 megaton a výbuch** vytvoril atomový hríb o výške 64 km. Ak by nikto chcel prekonať gravitačnú energiu Zeme, ktorá ju drží pokope a zničiť planétu Zem potreboval silu výbuchu **50 biliard megaton (=50 000 biliónov=50 000 000 000 000 000 megaton)**. Dnes vďaka jadrovému odzbrojeniu je na svete asi 24 000 jadrových hlavíc s celkovou energiou **7 000 megaton**. Najviac nahromadená energia na Zemi bola v čase studenej vojny v roku 1973, vtedy jadrové zbrane mali energiu **27 333 megaton!**

*Krakatoa. Rep. Roy. Soc. Com.*

*Plate 1.*



Parker & Coward, lith.

West, Newman & Co. imp.

*View of Krakatoa during the Earlier Stage of the Eruption.  
from a Photograph taken on Sunday the 27<sup>th</sup> of May, 1883.*

[https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Krakatoa\\_eruption\\_lithograph.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Krakatoa_eruption_lithograph.jpg)

# Krakatoa 1883

Sopka je vysoká iba 813 metrov, nachádza sa v Indonézii a je známa nielen tým, že sa považuje za jednu z najničivejších sopiek vôbec, ale tiež tým, že má na svedomí najhlasnejší výbuch v histórii vďaka freatomagmatickej erupcii. Hlavný výbuch prišiel v roku 1883, kedy pri výbuchu vystúpil sopečný prach až do výšky 30 km. Najväčšie erupcie prišli 27. augusta, kedy 4 obrovské výbuchy vyvolali 4 veľké vlny tsunami, vysoké okolo 30 metrov. Zvuky týchto explózií boli údajne počuteľné až niekoľko tisíc kilometrov ďaleko. Pri erupcii došlo k zrúteniu magmatického krbu (je to v podstate zásobáreň magmy – teda miesto pod sopkou, kde je magma, môže byť hlboké až niekoľko desiatok kilometrov). Po tomto zrútení sa do „voľných priestorov“ nahrnula morská voda a táto masívna premena na páru znamenala túto najhlasnejšiu a najničivejšiu explóziu. Nasledujúci deň sopka utíchla a takmer (na malé výnimky) nastalo. V roku 1927 tu vznikol nový vulkán, ktorý sa nazýva Anak Krakatau Syn Krakatoa). Čo sa týka následkov, tak vplyvom týchto cunami a erupcií zahynulo vyše 36 000 ľudí. 165 miest, dedín bolo zničených, ďalšie desiatky vážne poškodené. Ročná teplota na Zemi sa znížila o 1,2 stupňa (až do roku 1888). Zvyšky sopečného popola a častíc sa rozptýlili v atmosfére a malo to za následok ďalších niekoľkých rokoch červeného sfarbenia slnka.



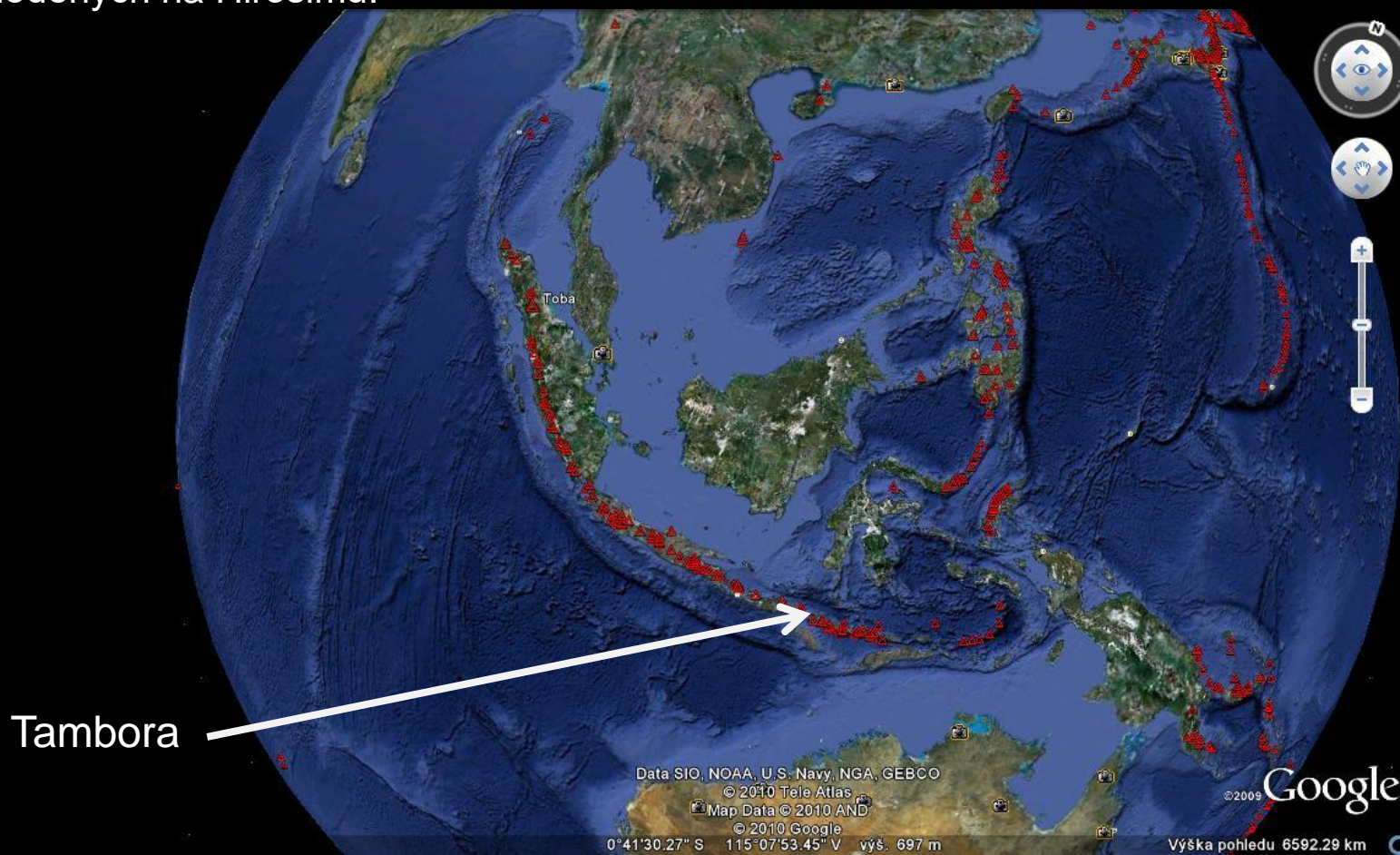


# Tambora



Satelitný snímok z raketoplánu Space Shuttle pre NASA v roku 1992. Kaldera stratovulkánu Tambora z erupcie 1815 je viditeľná z vesmíru.

Katastrofická erupcia stratovulkánu Tambora na ostrove Sumbawa v Indonézii bola 10. apríla 1815. Erupciu sopky Tambora 1815 bolo počuť do vzdialenosti 2 800 km. V Jakarte na Jave 1 300 km od sopky bol desivý hluk. 300 km od sopky bola tma až do 19.4. 1815 podľa svedectva vojnovej lode Bénéres britskej Východoindickej spoločnosti. Erupcia sopky Tambora 1815 mala priamych 71 000 obetí. Dediny Pekat a Tambora zmizli zo sveta, boli pokryté popolom o hrúbke 2 až 3 m. Extremná explózia vyvrhla 175 kubických kilometrov lávy, popola, plynov a stĺp dymu siahal až do výšky 40 km. Explózia Tambory 10. apríla 1815 uvoľnila energiu zodpovedajúcu asi 170 000 atomovým bombám zhodených na Hirošimu.



Rok 1816 bol na Zemi rok bez Slnka. Rieka Temža v Londýne zamrzla. Paríž postihli obrovské záplavy. V Bologni je masová hystéria kvôli aerosólovému závoju na oblohe. Erupcia sopky Tambora 10.4. 1815 spôsobila v globálnom meradle pokles priemerných teplôt o 1 až 2 stupne, v regionálnom meradle až o 5 až 10 stupňov celzia. V júni 1816 v Anglicku a Nemecku sneží a v auguste úrodu zničil mráz. Hladomor. Kvôli hladomoru v Európe ľudia utekajú do Ameriky, avšak odnášajú tam aj cholera, ktorá v Európe vypukla v roku 1830. V roku 1832 sa do Ameriky rozšírila cholera z anglických prístavov. Nový druh baktérie *Vibro cholerae* vznikol v Indii a odtiaľ sa rozšírila do celého sveta. Po erupcii Tambora 1815 sa v Bengalskom zálive voda ochladila a tým sa vytvorili podmienky na vznik nového, oveľa agresívnejšieho kmeňa baktérie cholery, ktorému ľudia nedokázali odolávať. Ochorenie rozsievalo smrť, v konečnom dôsledku však viedlo k premene a modernizácii miest. Po preukázaní súvislosti s nedostatočnými hygienickými podmienkami sa v rámci boja s epidémiou začalo o sanáciu slumov, budovaním vodovodov, väčší dôraz sa kládlo na lekársku starostlivosť. Výkazy netiekli po uliciach do riek, z ktorých sa používala voda na pitie. Mestá New York, Londýn, Hamburg a iné si vybudovali kanalizačnú sieť. Viliam I. (1797- 1888) z rodu Hohenzollern s manželkou nastúpili na stuttgartský trón v lete 1816 v roku bez slnka a ako reakciu na katastrofálnu situáciu vybudoval panovnícky pár základy systému sociálnej politiky. Na jar 1817 nechal zriadiť vývarovne pre chudobných, špitály a poľnohospodárske záložne, prichádza s programom vytvárania pracovných miest a pri ministerstve vnútra zriaďuje komisiu pre chudobných. Viliam I. vyvodil dôsledky aj z krízy v zásobovaní potravín. V roku 1818 zriaďuje poľnohospodársky ústav na výskum efektívnych metód chovu dobytky, ktorý pôsobí dodnes ako Univerzita Hohenzollern a stále je pojem v odbore vied o poľnohospodárstve. Každoročné výstavy majú pre roľníkom názorne predstaviť možnosti postupov. V súčasnosti je Stuttgarte v Nemecku jeden z najväčších festivalov na svete. Je to tiež dedičstvo Tambory 1815.





ISS020E006563

Stratovulkán Tambora je stále aktívny nepretržite už 200 rokov od 5. apríla 1815. Začal byť aktívny, podľa záznamov vojenských dôstojníkov anglických bojových lodí už od 5. apríla 1815, ale explodoval až 10. apríla. V súčasnosti na Tambore pozorovať intenzívnu fumarolovú aktivitu a slabé explózie pyroklastík v kaldere. Na svahu sopky sa tvoria parazitické pyroklastické kužele. Magmatický krb v hĺbke 8 km je vyprázdnený, z ktorého bol zdroj magmy pre erupciu 1815, ale akumuluje sa ďalšia magma z plášťa. Pred erupciou sa pôvodný magmatický krb Tambory naplňal 4 400 rokov.

Výbuch sopky Tambora 1815 motivoval Ferdinanda II. Borbone, kráľa Sicílie založiť prvú vulkanologickú monitorovaciu stanicu na svete. Založil ju v roku 1841 na sopke Vezuv pri Neapoli s názvom „Osservatorio Vesuviano“.





## Etna 2003

Foto Ladislav Šimon

Erupcie Etny sú väčšinou pokojné, efuzívne vulkanická činnosť, ale občas sa vyskytnú aj explozívne erupcie s katastrofickými následkami. Posledná katastrofická erupcia sa udiala v marci roku 1669. Predchádzali jej silné zemetrasenia s epicentrami na južných svahoch sopky. 11. marca 1669 sa otvorila veľká trhlina, lávové prúdy zničili mestečko Nicolosi, neskôr ešte ďalšie dve mestá a viacero dedín. V apríli 1669 prenikli až do hlavného mesta Sicílie Catania. Hradby mesta ochránili mesto a odklonili lávu do prístavu. Avšak pokračujúca vulkanická aktivita prenikla cez hradby dňa 30. apríla 1669 a lávové prúdy zničili celú západnú časť mesta Catania. Celkový objem vyvrhutej lávy bol približne 830 km<sup>3</sup>. Ďalšia erupcia s pomerne veľkým lávovým prúdom sa odohrala v roku 1928, zničila mesto Mascali. V roku 1992-1993 boli prevedené úspešné záchranné práce na odklonení lávy, smerujúcej na mestečko Zafferana Etnea. V rokoch 2002-2003 sopka vyprodukovala veľké mračná popola a prachu, ktoré boli viditeľné až z Líbye na druhej strane.

Tretohorné a štvrtohorné sopečné horniny Slovenska sú súčasťou rozsiahlej sopečnej oblasti karpatského oblúka a panónskeho bazénu. Vznik vulkanizmu je spojený s procesmi subdukcie a zaoblúkovej extenzie vývoja karpatského oblúka. Výsledkom sopečnej aktivity je vznik rôznorodých litologických a genetických typov hornín a sopečných foriem. Vulkanizmus v tretohorách vyformoval aj najväčšiu sopku v Európe Štiavnický supervulkán s výškou až 4 km, ktorá následne prešiel kalderovým vývojom a deštrukciou. Štvrtohorný vulkanizmus vytvoril aj najmladšiu sopku v strednej Európe monogenetický vulkán Putikov vršok pri Novej Bani 102 000 rokov.



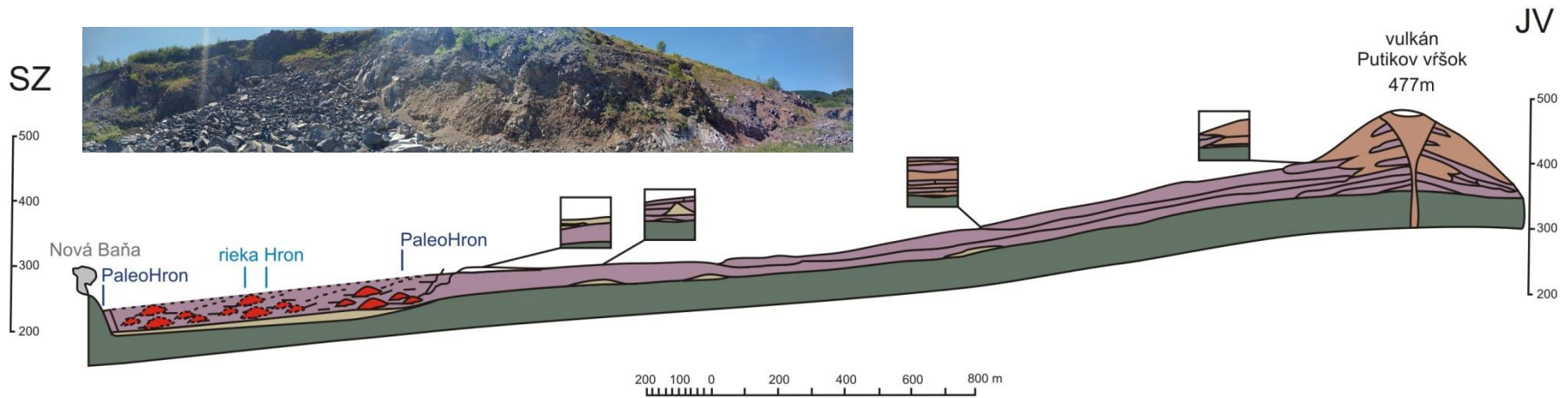
vulkán Putikov vršok

Štiavnický  
stratovulkán

# Paleovulkanická rekonštrukcia vulkánu Putikov vršok

Geologické hranice, rozmiestnenie, rozsah a charakter sopečných produktov vulkánu Putikov vršok.

Geologický profil (medzi kótou 477 m Putikov vršok až Nová Baňa)





# Paleovulkanická rekonštrukcia vulkánu Putikov vršok

**Erupcia: Havajská až Strombolská**

**Vulkanický explozívny index : VEI 1 až 2**

**Sopečný mrak do výšky: 50 m – 1 km**

**Objem tufov kužeľa: 10 000 m<sup>3</sup>**

**Erupt. lavové „plato“: 100 m<sup>3</sup> - 0,5 km<sup>3</sup>**

**Dĺžka vyliatia lávy: 3,5 km**

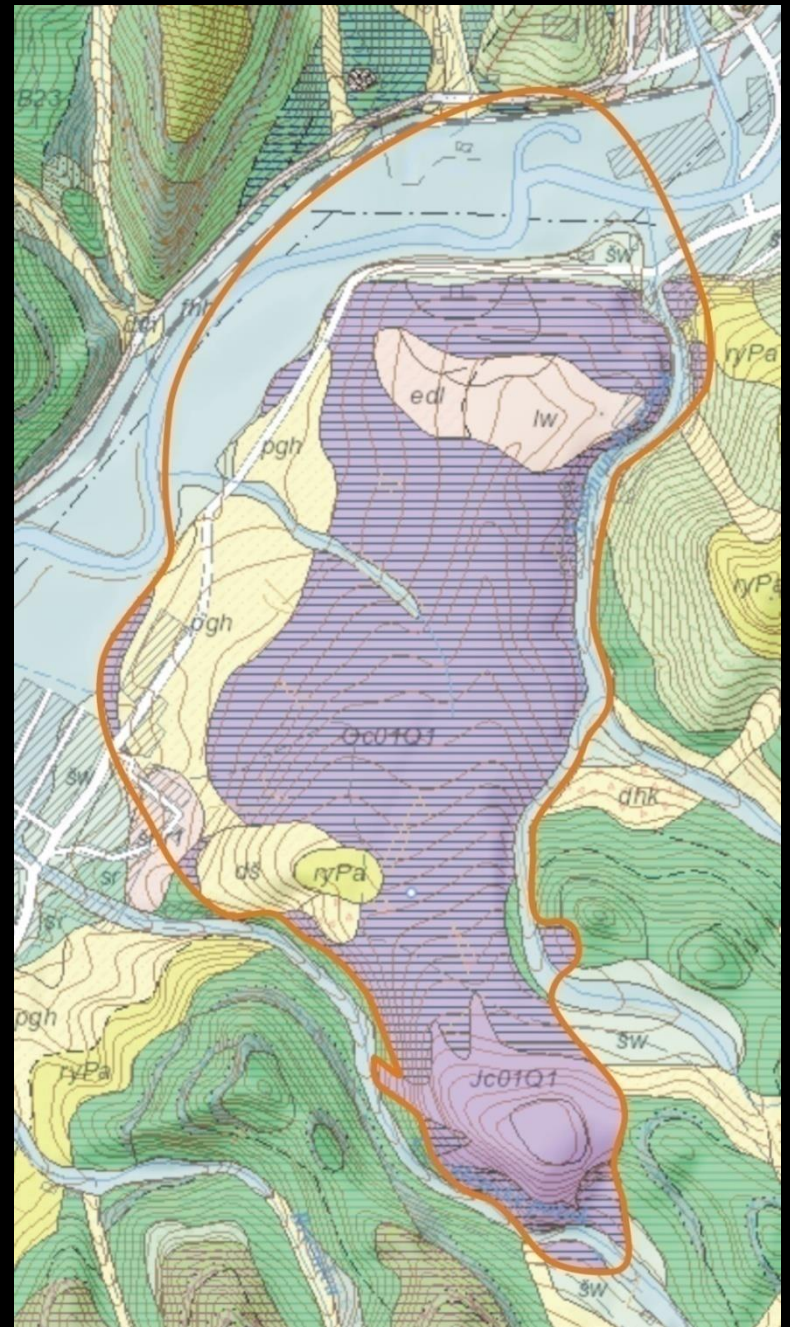
**Vulkanický smog : SO<sub>2</sub> až 20 t /deň**

**Trvanie: 52 až 3297 dní**

**Hydrovulkanická erupcia: VEI 3 až 4**

**Tvorba pseudokráterov v čele lavového  
platá na kontakte s riekou paleoHron:**

**Pseudokráteri Brehy – Nová Baňa 16 ks**



V roku 1883 vybuchla Krakatoa, pričom vychýlila len  $19 \text{ km}^3$  magmy. Informácia o erupcii obehla svet v priebehu pár hodín. Bolo to vďaka káblu pre telegraf, ktorý bol práve natiahnutý cez oceán. Satelitný snímok urobený raketoplánom Space Shuttle pre NASA v roku 1992 odhalil kalderu Tambory viditeľnú z vesmíru. Vulkanológovia štúdiom Tambory za posledných 25 rokov zistili, že jej výbuch 1815 vychýlil až  $175 \text{ km}^3$  magmy a spôsobil obrovskú katastrofu pre ľudí. Viliam I. (1797- 1888) nastúpil na štuttgarský trón v lete 1816 v roku bez slnka a ako reakciu na katastrofálnu situáciu vybudoval základy systému sociálnej politiky v Európe. Nechal zriadiť vývarovne pre chudobných, špitály, prichádza s programom vytvárania pracovných miest a vyvodil dôsledky aj z krízy v zásobovaní potravin. Otázka pre nás: „Ak príde opäť taký výbuch na Zemi, budeme v dnešnom modernom digitálnom svete schopný čeliť vzniknutej situácii tak ako Villiam I. v 18. storočí po výbuchu Tambory?“



Foto Ladislav Šimon

Vulkanická vrása vo vigľašskom lávovom prúde andezitu, Vigľaš.

