

## Vulkanická rizika

Řada vulkanických produktů a procesů je zodpovědná za vznik geologických rizik (přehled viz. tabulka).

Type of Hazard	What is it?	Effects
<b>Pyroclastic Flows</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>High speed (160 to 240km/h) fluid masses of rock fragments, ash, water and gases.</li> <li>Extremely hot, temperatures higher than 1000°C. (USGS, 2004, p. 4)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Can extend hundreds of kilometres from their source.</li> <li>With such high speeds and heat, they knock down and burn everything in their paths.</li> <li>Release dangerous gases. (USGS, 2004, p.4)</li> </ul>
<b>Lahars (mudflows)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Similar to pyroclastic flows but contain more water (water from intense rainfall or melting snow and ice)</li> <li>Formed from debris avalanches that contain water, from pyroclastic flows which release water that mixes with debris, and from rainfall on loose material such as ash. (Riley, n.d.)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>One of deadliest volcanic hazards.</li> <li>Lahars are known to travel hundreds of kilometres from their source.</li> <li>Extremely dangerous to those living in valley areas near a volcano, as they can bury and destroy manmade structures, including houses, roads and bridges.</li> <li>Release dangerous gases. (Riley, n.d.)</li> </ul>
<b>Volcanic Earthquakes</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Produced by the injection or withdrawal of magma into solid rock.</li> <li>Produced by the unsteady transport of magma.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Can cause landslides and produce large ground cracks.</li> <li>Usually indicate that a volcano is about to erupt. (Riley, n.d)</li> </ul>
<b>Volcanic Gases</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>An erupting volcano releases volcanic gases and heat into the atmosphere.</li> <li>Most gas released is water vapour.</li> <li>Other gases include carbon dioxide, sulfur dioxide, hydrochloric acid, hydrogen sulphide, carbon monoxide, and methane.</li> <li>Volcanic gases are also produced when water is heated by magma. (USGS, 2004, p. 3)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Sulfur dioxide creates acid rain – causes corrosion, harms vegetation</li> <li>Sulfur dioxide enters Earth's stratosphere, limiting amount of sunlight reaching Earth, and reducing global temperatures.</li> <li>Other gases are toxic to humans and animals; can contaminate water; burn skin and hair; burn vegetation; and damage clothes and machinery. (Riley, n.d.)</li> </ul>
<b>Tephra and Ash</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>As a volcano erupts, material such as rock fragments (tephra) and ash is ejected into the atmosphere. (Riley, n.d.; USGS, 2004, p. 2; Oxlade, 2004, p. 24)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>When ejected into the atmosphere, tephra is electrically charged and can produce lightning.</li> <li>Large rock fragments can also crush homes, buildings, and people.</li> <li>Ash interferes with electronics, signals and communications, pollutes air, buries roads, buildings and farming lands, clogs rivers and drainage systems, and causes hazards to aviation.</li> <li>Ash in Earth's stratosphere can also lower global temperatures.</li> </ul>
<b>Lava Flows</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Expelled magma is known as lava. The lava slides from the crater, towards the ground, in a lava flow.</li> <li>Do not move very fast, but are extremely hot, and can reach temperatures of 1400°C.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Least hazardous of all processes in volcanic eruptions.</li> <li>Can melt snow and ice, creating floods.</li> <li>Release dangerous gases. (USGS, 2004, p. 3)</li> </ul>

**Vulkanické erupce** – typy, proměnlivý potenciál geohazardů. Především explozivní, paroxysmatické erupce. Klasifikace erupcí dle explosivity - VEI - rychlost erupce, objem produkce sopečného materiálu, výška vulkanického sloupce a doba trvání erupce. Hodnoty 0 – 8.

### Jednotlivé vulkanické procesy a produkty jako geohazardy:

#### 1. Vulkanická zemětřesení

Velký potenciál geohazardů. Kolem 7% všech zemětřesení na planetě. Typicky menší intenzity než tektonická zemětřesení (nejsilnější Kaskádovém pohoří - magnitude 5.5 - 1981, Mt. St. Helens).

Dva typy vulkanických zemětřesení: vulkanicko-tektonická (VTs) a zemětřesení s dlouhou periodou (LPs). Zemětřesná aktivita pod sopkou téměř vždy narůstá před erupcí – magma i vulkanické plyny otevírají cestu skrze mělce podpovrchové cesty (vznik deformací/pukliny, vibrace).

## 2. Vulkanické plyny

Rozpuštěné plyny v magmatu (vysoký tlak) – uvolňování do atmosféry před i během erupce, post-vulkanické procesy (**rychlost, množství, teplota, složení**, - změny v čase). Dlouhodobý a stálý únik do atmosféry (půda, krátery, trhliny, fumaroly, solfatary, hydrotermální systémy..).

Výstup magmatu – pokles tlaku – vznik bublin – snížení hmotnosti taveniny – pokračující/zrychlující výstup – blízko pod povrchem nárůst velikosti a množství bublin – množství plynů může převýšit množství taveniny („**magma foam**“) – fragmentace taveniny při explozivní aktivitě (vznik tefry).

Výstup plynů a tefry desítky km do atmosféry při velkých explozivních erupcích. Ovlivnění vzdušným prouděním. Šíří se primárně jako „acid aerosols“, přichycení k pevným částicím tefry a mikroskopické částice solí.

Nárůst objemu vulkanických plynů při erupci –  $1\text{ m}^3$   $900^\circ\text{C}$  ryolitového magmatu s 5 %  $\text{H}_2\text{O}$  při výbuchu expanze na  $670\text{ m}^3$  (Sparks et. al., 1997). Expanze vulkanických plynů – hlavní hnací síla pro exploze.

Nejčastější a nejtypičtější vulkanické plyny: vodní pára ( $\text{H}_2\text{O}$ ),  $\text{CO}_2$  a  $\text{SO}_2$ . Dále menší množství  $\text{H}_2\text{S}$ ,  $\text{H}_2$ ,  $\text{CO}$ ,  $\text{HCl}$ ,  $\text{HF}$ ,  $\text{He}$ ,... Rozdíly ve složení v konkrétních případech (teplota, chemismus,... Největší nebezpečí –  $\text{SO}_2$ ,  $\text{CO}_2$  a  $\text{HF}$ .

## 3. Sekundární emise plynů

Kontakt láva vs. těleso stojaté vody (především moře) – chemické reakce vznik bělavého sloupce plynů („lava haze or laze“) –  $\text{HCl}$  a koncentrované mořské vody – velmi kyselá reakce (salinita 2-3 krát vyšší než mořská voda, pH 1.5-2.0), krátká doba existence – přímé vystavení vlivu představuje riziko.

## 4. Lahary

Lahar (Indonésie) - chladná či horká směs vody a úlomků hornin (především pyroklastika) pohybující se jako relativně hustý proud po svahu sopky nebo v jejím okolí (např. říčním údolím). Transportován materiál široké zrnitostní škály – zrnitost od jílu po balvany (více než 10 m). Rozdíly ve velikosti (šířka, délka, mocnost) a rychlosti proudů – závislost na sklonu, podílu vody, morfologii terénu, čase.....

Konstantní změny velikosti, rychlosti poměru voda/klasty při pohybu. Iniciální lahar - eroze materiálu na svazích sopky a v údolních depresích. Vývoj v čase - změny velikosti a rychlosti (iniciální nárůsti vs. pokles díky sedimentaci). Zdroj vody – tání sněhu a ledu, vytlačení vody z kráterového jezera, dešťové srážky. Snadná

eroze nezpevněných a zvětralých (hydrotermální fluida) materiálů. Problematika podledovcových sopek (Island, Antarktida..) .

Klasifikace laharů – dle mechanismu vzniku, vazba k vulk.erupci, rychlost, délka,..

**Lahary vzniklé při vulkanické erupci (lávové proudy, pyroklastické proudy, pyroklastický spad)**

**Lahary vzniklé po erupci (role intenzivních srážek, role jezer)**

## 5. Pyroklastické proudy

Husté směsi žhavých úlomků hornin a plynů pohybující se vysokou rychlostí po svazích sopky. Vznik při explozivních erupcích nebo při neexplozivních erupcích láv ve vazbě na kolaps lávového dómu či proudu na prudkém svahu. Většina pyroklastických proudů je složena z bazální části transportující hrubé částice a turbulentního mračna s množstvím popela nad bazální částí.

Bazální partie se pohybují typicky rychlostí více než 80 km/h – mechanická destrukce materiálu v cestě. Teploty proudu 200°C - 700°C vede k hoření či tavení materiálů. Turbulentní mračno – vysoká rychlost horkých plynů a popela.

Výrazné rozdíly ve velikosti a rychlosti proudů – i malé proudy se dostávají více než 5 km od vulkánu. Dráha proudů většinou v rámci **depresí** terénu a **údolí** a mohou je zaplnit (zjištěno i více než 200 m). Vazba k laharům (viz. Mt. Pinatubo, Nevado del Ruiz,...)

## 6. Spadová pyroklastika

Materiál vyvržený do atmosféry a transportovaný ve vzdušné mase (nejrůznější velikost, původ, složení, hustota, dráha,..). Vulkanický popel – transport tisíce km, hazard potenciál, (problematika pohybu vzdušné masy, spékání částic,...). Díky malé velikosti prakticky všudypřítomnost, abrasivní materiál, snížení slunečního svitu, viditelnosti, kluzký materiál snížení průjezdnosti, zřícení konstrukcí, poruchy el. a dat. sítí, .....

## 7. Lávové proudy

Neexplosivní aktivita nebo explosivní lávové fontány. Vysoce ničivé ale relativně pomalé. Rychlost závisí na: 1) typ lávy, viskozita a teplota; 2) sklon svahu; 3) dráha toku a tvar tělesa lávy , 4) rychlost produkce lávy.

Tekuté proudy basaltů – rozsah desítky km, rychlost pohybu na okraji kolem 10 km/h, i na prudkých svazích, na mírných svazích typicky pod 1 km/h. Pohyb těchto láv v rámci koryt nebo lávového kanálu na strmém sklonu – hlavní těleso proudu až přes **>30 km/h**.

Viskózní andesitové proudy - vzácně rychlost přes 8 km/h při pohybu z kráteru. Viskózní dacitové a ryolitové proudy většinou vytlačovány jako lávové dómy. Lávové dómy často složené z řady proudů, výška >30 m během několika měsíců, rychlost několik m/h.

Tělesa v dráze pohybu proudu vystaveny destrukci (zřícení, tavení, pohřbení,..). Tvorba laharů, kontakty lávy a těles vody – explozivní fontány páry, spatter cones, produkce metanu při pohřbení vegetace (migrace, hoření, ). Kolaps pyroklastických dómů a tvorba pyroklastických proudů.

## 8. Vulkanické sesuvy

Vulkanické sesuvy mají velikost od méně než 1 km<sup>3</sup> k více než 100 km<sup>3</sup>. Vysoká rychlost (>100 km/h), hustota a moment setrvačnosti – pohyb do protisvahu až několik set m vysoko. Sesuv na Mt. St. Helens (18.5. 1980) objem 2.5 km<sup>3</sup>, rychlost 50-80 m/s (180-288 km/h) překonal 400 m vysoký hřbet ve vzdálenosti 5 km od sopky. Sesuvy vedle přímé destrukce mohou vyvolávat množství dalších aktivit (vyvolání explozivní erupce, pohřbení údolí a depresí, vznik laharů, vyvolání tsunami, přehrazení jezer, vznik velkých podkovovitých kráterů..).

**Monotoring vulkanické činnosti** - seismický monitoring, plynné emise, terénní průzkum, GPS a dálkový průzkum, studium sklonu (tilting), chemismus a teplota vod.

## Katastrofické vlny - tsunami

**Tsunami** – Japonsko - "harbor wave" – zaplavení pobřeží. Obrovská vlna či spíše série velkých vln – odraz vertikální deformace vodní masy – horizontální šíření - „normální“ pozice. Iniciální velikost tsunami – odráží míru vertikální deformace oceánského dna (WACTC).

Vznik – podmořská zemětřesení, sesuvy, vulkanické erupce, impakty,...

Efekt katastrofické vlny + efekt zaplavení (rozdílná role při materiální destrukci a ztrátách na životech)

**Vlna trunami** – několik fází vývoje: a) Iniclace, b) šíření – do hlubokého oceánu (*distant tsunami*) směrem k blízkému pobřeží (*local tsunami*), c) zesílení - local tsunami (amplituda, vlnová délka, výška), d) ústup vs. náběh/“runup - bore“, e) návrat vody – „coastal trapped wave - edge wave“).

Problematika mořského vlnění a jeho transformace (důvody vzniku, vlnová délka, výška vlny, perioda, hloubka vlnění – vlny otevřeného a mělkého oceánu, šíření energie, kinetická energie vlnění).

### **Tsunami v geologickém záznamu - tsunamiites**

Varovné systémy tsunami, **problematická lokalizace stavebních konstrukcí** (vzdálenost, nadmořská výška) , geologický či historický záznam událostí, pozice uvnitř a mimo konstrukce z hlediska stability a odolnosti, informace o potencionálním spouštěcím mechanismu

### **Prachové bouře**

Oblak prachu unášený turbulentním prouděním vzduchu; vertikální rozsah prachového oblaku až stovky m (aridní, semiaridní i humidní oblasti - půdy devastované nadměrným zemědělským využíváním). V 1 km<sup>3</sup> vzduchu může být rozptýleno při prachové bouři až 1000 t prachu

Efekty „globální“ – snížení sluneční radiace, ochlazení atmosféry, ochlazení povrchových vod oceánu, změny v rozložení vrstev atmosféry – ovlivnění větrné činnosti, srážek, tropických bouří (redukce)

Za rizikové z hlediska působení větru je možno pokládat oblasti, kde často rychlost překračuje 5. stupeň Beaufortovy stupnice, tj. 8 m/s.

**Česká republika** - Polabí, moravské úvaly a brány. Eolická eroze – deflace a korase. V Čechách je 26 % povrchu ohroženo eolickou erozí půd, na Moravě 45 %.

Největšími riziky a hrozbami pro zemědělskou půdu v důsledku klimatické změny je větrná a vodní eroze, acidifikace a salinizace, dezertifikace, ztráta organické hmoty (dehumifikace), zhoršení půdní struktury a s tím související utužení půdy, záplavy a sesuvy půdy či zástavba.