

## Přírodní katastrofy v globálním světě

Tasková konference k zahájení Mezinárodního roku planety Země  
Akademie věd České republiky, 11. února 2008

Ohrožení lidstva přírodními katastrofami se stává stále významnější. Silná zemětřesení nebo velké sopečné erupce v blízkosti velkoměst mohou způsobit obrovské ekonomické škody a mít na následek tisíce obětí. Lidé se příliš nepoučili z historických pramenů. Stavíme domy v místech sesuvů a záplav. Nekontrolované rozrůstání měst do oblastí ohrožených zemětřeseními, vlnami tsunami a tropickými bouřemi přináší zvýšené riziko pro jejich obyvatele. Městské čtvrti rozložené na svazích jsou náchylné k rozsáhlým sesuvům způsobeným silnými dešti nebo otřesy půdy. Špatné využití půdy, rabování přírodních zdrojů a znečišťování životního prostředí jen zvyšují riziko budoucích katastrof. Odhaduje se, že polovina lidstva žije v oblastech ohrožených potenciální přírodní katastrofou.

Zemětřesení jsou jednou z nejničivějších přírodních sil na Zemi. Energie uvolněná během několika desítek vteřin při nejsilnějších zemětřeseních přesahuje roční spotřebu energie Spojených států. Ve 20. století zahynulo při zemětřeseních kolem 1,5 milionu lidí. Odhady možných ekonomických ztrát v zemětřesením zasaženém Los Angeles, San Francisku nebo Tokiu se pohybují v řádech stovek miliard dolarů. San Francisco bylo zničeno zemětřesením a požáry v r. 1906, Tokio v r. 1923 (140 000 obětí). Los Angeles na svoje „The Big One“ teprve čeká. Zemětřesení v r. 1994 o velikosti 6,7 stupně na Richterově škále v oblasti Northridge v severní části Los Angeles způsobilo škody za 12,5 miliardy dolarů a vyžádalo si 57 obětí. Vzniklo na dosud neznámém, skrytém zlomu, nikoli na nedalekém nechalvalně proslulém zlomu San Andreas. Stejně tak mělké zemětřesení v Kóbe v r. 1995 o síle 7,2 překvapilo japonské seizmology svými neočekávaně velkými ničivými účinky. Nejvíce postižené oblasti ležely na vysušených nezpevněných náplavech při pobřeží. Otřesy měly za následek 5 100 obětí. Škody odhadované na 200 miliard dolarů představovaly 2,5 % tehdejšího ročního japonského hrubého národního produktu. Křeh-



Kompletně zničená betonová budova při zemětřesení v Kóbe dne 17. ledna 1995. Trosky blokují ulici, hasiči mají špatný přístup k požáru. Jediná dostupná voda k hašení dalších 150 požárů ve městě byla v cisternách požárních vozů. Foto: R. Hutchison, U.S.G.S.

ká rovnováha světové ekonomiky by se po zasažení hospodářsky významných oblastí mohla povážlivě rozkývat nebo zhroutit.

Je ale mnoho dalších seizmicky aktivních oblastí, které může kdykoli poničit silné zemětřesení, způsobit obrovské škody a mít za následek vysoké počty obětí kvůli rostoucí hustotě populace a koncentraci hodnot. Pro příklady nemusíme chodit daleko. Zemětřesení v Messině a následná vlna tsunami v r. 1908 měly za následek 100 000 obětí. Istanbul byl poničen zemětřesením mnohokrát ve své historii.



Obraz zkázy po ničivém zemětřesení, následných požárech a vlnách tsunami v Messině v r. 1908. Dobová rytina ze sbírky historických vyobrazení Jana T. Kozáka, Geofyzikální ústav AV ČR, Praha

Seizmologové proto budují lokální, regionální i globální seizmické sítě pro rychlé určení místa a velikosti ničivých zemětřesení, aby bylo možné alespoň minimalizovat jejich dopady na postižené oblasti. Registrace elastických vln seizmickými stanicemi na celém povrchu Země umožňuje detailně studovat procesy v ohnisku zemětřesení a fyzikální vlastnosti prostředí, kterým se vlny šíří. Díky dlouhodobému pozorování zemětřesení tak mají současné geovědy mnoho poznatků o stavbě Země a procesech, které v ní probíhají.

Protože zemětřesení neumíme předvídat, nejúčinnější obranou je stavět bezpečné konstrukce, které odolají otřesům a nezhroutí se. Takové stavby jsou technicky možné, ale finančně značně náročné.

Tsunami představují další významné přírodní riziko, které může zasáhnout velké oblasti. Všichni ještě máme v živé paměti hrůzné obrázky následků tsunami po velkém zemětřesení o velikosti 9,1 u Sumatry 26. prosince 2004, která zasáhla celé pobřeží Indického oceánu. Počet obětí dosáhl 270 000 tisíc. Bylo mezi nimi také mnoho zahraničních turistů, kteří sem přijeli strávit vánoční svátky. Mezi oběťmi byli i občané České republiky. Je proto důležité seznamovat veřejnost s nebezpečími, která mohou ohrozit stále rostoucí klientelu cestovních kanceláří. Události na Sumatře ovšem zvedly také silnou vlnu solidarity, která do postižených oblastí přinesla pomoc a prostředky z celého světa. V Indickém oceánu se začal budovat varovný systém, který už od šedesátých let úspěšně funguje



Tsunami se valí na pobřeží Thajska po obrovském podmořském zemětřesení u Sumatry 26. prosince 2004.

v Tichém oceánu. Připravovaný systém by ale neměl být omezen jen na zemětřesení a sledování vln tsunami. Poslední srovnatelné vlny tsunami vznikly v Indickém oceánu v r. 1883 při výbuchu sopky Krakatau. Silné bouře a cyklony však tuto oblast ohrožují každoročně.

Budovaný varovný systém by proto měl být komplexní a zahrnout řadu dalších měření a sítí, mj. také GPS. Podle čerstvých výsledků Jet Propulsion Lab (JPL) při Kalifornském ústavu technologií v Pasadeně jsou GPS měření schopna během několika minut odhalit pohyby zemského povrchu v blízkosti epicentra a správně odhadnout rozsah možné vlny tsunami, která se řítí k pobřeží. Dosud zanedbávané horizontální posuny přitom hrají velkou roli, což úplně mění náhled na dosud přijímaný mechanismus vzniku tsunami.

Nebezpečí silných zemětřesení a tsunami hrozí také ve Středozeří, kam čeští turisté jezdí nejčastěji. Kromě již zmiňované Messiny je nejznámějším

příkladem výbuch sopky Santorini a následná vlna tsunami, která v r. 1635 př. n. l. zasáhla severní Krétu a celé východní Středozeří. Tsunami zasáhla a poničila také Lisabon v r. 1755, ale epicentrum patrně nejsilnějšího evropského zemětřesení leželo v Atlantickém oceánu.

Jestliže otřesy při silných zemětřeseních ohrožují oblast blízko epicentra a tsunami pobřeží přilehlého moře nebo oceánu, představují velké sopečné erupce doslova globální nebezpečí pro celé lidstvo. Zatímco bezprostřední okolí aktivní sopky je ohroženo lávovými proudy, padajícími kameny a popelem, otřesy půdy a žhavými mračny, které se řítí velkou rychlostí jako lavina ze svahu a spalují vše živé, vzdálenější oblasti mohou být zasaženy spadem sopečného popela a eventuálně také vlnou tsunami, pokud sopka leží blízko pobřeží. Rozsah spadu popela je závislý na směru větru a množství vyvrženého materiálu. Při největších sopečných erupcích dochází k dlouhodobým globálním účinkům a ke klimatickým změnám. Jako příklad může sloužit jezero Toba na Sumatře, které vyplňuje kalderu o rozměrech  $30 \times 100$  km, pozůstatek obrovské erupce před 75 000 lety. Do vzduchu bylo tehdy vyvrženo obrovské množství pyroklastického materiálu, který pokryl plochu  $200\,000$  km<sup>2</sup>. Množství vyvrženého materiálu při největší známé erupci v Yellowstone před 600 000 lety se odhaduje na  $1\,000$  km<sup>3</sup>. Výbuch sopky Mt. St. Helens ve státě Washington v květnu 1980 vyvrhl do vzduchu „jenom“  $1$  km<sup>3</sup> popela, který zasypal oblast v okruhu  $500$  km. Další  $3$  km<sup>3</sup> sopečného materiálu se ve formě obrovského sesuvu velkou rychlostí svezly do údolí a místy dosáhly mocnosti  $200$  m. Stromy v rozsáhlé oblasti byly erupcí vyvráceny směrem od výbuchu. Škody přesáhly miliardu dolarů a počet obětí se přes včasnou evakuaci okolí sopky vyšplhal na 57.



Erupce sopky Mount St. Helens ve státě Washington na západním pobřeží Spojených států dne 18. května 1980. Mount Adams je v pozadí vpravo. Foto pořídil Robert Kimmel, U.S.G.S./ Cascades Volcano Observatory

V Evropě je z vulkanologického hlediska nejohroženější oblastí jižní Itálie. V tzv. „červené zóně“ potenciální totální devastace na svazích Vesuvu sídlí kolem  $600\,000$  obyvatel. Nedaleká Neapol by při erupci podobné té v r. 79, která zasypala Pompeje, utrpěla ohromné škody a bylo by mnoho obětí. Před  $3\,780$  lety se ale odehrála ještě daleko silnější erupce. Následky obdobného jevu v dnešní době si lze jen těžko domýšlet.

**Jan Zedník**  
Geofyzikální ústav AV ČR, v. v. i.