

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

Katedra environmentálního inženýrství a ochrany prostředí



Přehled teoretických základů vzniku geologických katastrof
(zemětřesení, sedání, povodně, bahnotoky atd.)

Overview of theoretical foundations of geological disasters

(earthquakes, subsidence, floods, mudflows, etc.)

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Pavel Šimek

Autor: Miloslav Frnoch DiS

2011

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci na téma: „Přehled teoretických základů vzniku geologických katastrof“ vypracoval samostatně za použití uvedených zdrojů a poznatků z konzultací s odborníky a vedoucím bakalářské práce.

V Sedlici dne 23. března 2011

.....

Miloslav Frnoch DiS

Poděkování

Na tomto místě bych rád poděkoval vedoucímu své bakalářské práce Ing. Pavlu Šimkovi, z Fakulty životního prostředí České zemědělské univerzity za vedení mé práce, přínosné podněty a rady.

Dále bych chtěl poděkovat také své rodině za podporu a trpělivost během celého studia.

Přehled teoretických základů vzniku geologických katastrof (zemětřesení, sedání, povodně, bahnotoky atd.)

Overview of theoretical foundations of geological disasters
(earthquakes, subsidence, floods, mudflows, etc.)

Abstrakt

Bakalářská práce je rozčleněna na tři části. První část, literární rešerše, je věnována základní otázce pojmu *katastrofa*, její definici a rozdělením. Ve druhé části práce je popsán přehled jednotlivých geo-ekologických událostí a základních teoretických poznatků vzniku, průběhu a projevu těchto dějů. Stěžejní třetí část je zaměřena na systematizaci jednotlivých přírodních katastrof podle jejich prostředí, původu a geologických vlivů ve formě tabulky.

Klíčová slova: přírodní katastrofa, zemětřesení, sopky, povodně, svahové pohyby.

Abstract

This thesis is divided into three parts. The first part, which is a literature search deals with basic question of the term disaster, its definition and types. The second part of the thesis consists of list of particular geo-environmental events as well as basic theoretical knowledge of their origins, development and manifestation. The pivotal third part of the thesis is focused on systematization of natural disasters according to their environment, origin and geological effects, which is presented a table.

Keywords: natural disaster, earthquake, volcanoes, floods, mass wasting

OBSAH

1. Úvod	5
1.1 Cíl práce.....	5
1.2 Metodika	5
1.3 Přírodní katastrofy	6
2. Systematizace a typizace jednotlivých geo-ekologických událostí.....	7
3. Přehled základních teoretických poznatků vzniku, průběhu a.....	8
projevu těchto událostí.....	8
3.1 Zemětřesení.....	9
3.1.1 Zóny zemětřesení.....	9
3.1.2 Vznik zemětřesení, klasifikace, základní pojmy	11
3.1.3 Jak zmírnit katastrofické následky zemětřesení	16
3.2 Tsunami	18
3.2.1 Jak zmírnit katastrofické následky tsunami.....	20
3.3 Sopečná činnost	22
3.3.1 Vznik sopky, klasifikace, základní pojmy	23
3.3.2 Sopky a postižené oblasti.....	27
3.3.3 Předpověď a ochrana	28
3.3.4 Sopečné katastrofy.....	29
3.4 Svahové pohyby.....	30
3.4.1 Druhy svahových pohybů a jejich klasifikace	31
3.4.2 Opatření proti svahovým pohybům	32
3.4.3 Sněhové laviny.....	33
3.4.4 Opatření proti lavinám.....	34
3.4.5 Bahenní laviny, bahnotoky	35
3.4.6 Opatření proti sesuvům bahna	36
3.5 Povodně	36
3.5.1 Jak snížit rizika povodní.....	38
3.6 Sedání a poklesy půdy	39
3.6.1 Závislost vývoje poklesu	39
3.7 Přehled ostatních environmentálních katastrof.....	40
4. Systematizace ve formě tabulky	41
5. Diskuse.....	43
6. Závěr	44
7. Použitá literatura	45
8. Seznam příloh	46
9. Přílohy.....	47

1. Úvod

Člověk byl vždy součástí přírody, a proto byl vždy vystaven působení přírodních procesů. Odnepaměti museli lidé čelit účinkům zemětřesení, povodní nebo lesních požárů, dlouho bez znalosti příčin těchto katastrof. Stejným rizikům čelí i dnešní společnost, a to i přes značné pokroky ve výzkumu zákonitostí přírodních procesů.

Je to totiž právě lidský faktor, který určuje míru rizika, je to konflikt lidské společnosti a přírodních procesů, který je základem našeho vnímání přírodních katastrof. Ačkoli přírodní katastrofy provází lidstvo po celou dobu jeho historie, v současnosti je možné zaznamenat jejich nárůst intenzity i frekvence. Tato skutečnost má několik příčin, které souvisí především s celkovým rozvojem lidské společnosti (Smith, K., 2002).

S rychlým rozvojem společnosti, zásahy do krajiny člověkem, zvyšováním globální teploty v důsledku skleníkového efektu a podobně, můžeme předpokládat zvýšení výskytu extrémních přírodních procesů, které mohou způsobovat přírodní katastrofy (tropické cyklóny, povodně apod.).

1.1 Cíl práce

Cílem této práce je zpracování přehledu základních typů geologických a jiných faktorů, které ovlivňují vznik rizikových (katastrofických) událostí, jak geo-ekologických jevů (katastrof) tak i jejich teoretických základů. Jednoduchými schémata pak dále zobrazit vznik vybraných událostí a základních teoretických poznatků, které umožňují předvídat jak vznik jednotlivých katastrof, tak i jejich průběh a hlavně ekonomické či ekologické důsledky.

1.2 Metodika

Práce je literární rešerší, v níž jsem popsal přehled základních typů geologických a jiných faktorů, které ovlivňují vznik rizikových (katastrofických) událostí.

V první části práce se zabývám otázkou pojmu *katastrofa*, její definicí a rozdělením.

V další části práce jsem zobrazil přehled jednotlivých geo-ekologických událostí a základních teoretických poznatků vzniku, průběhu a projevu těchto dějů. V práci jsem použil fotografie, grafy a schémata doplňující danou problematiku popisovaných témat.

1.3 Přírodní katastrofy

Slovo katastrofa je odvozeno z řeckého názvu „katastrofē" (zvrát, zřícení či konec). Přírodní jevy jako jsou hurikány, povodně apod. jsou přirozené události na naší zemi již od pradávna. Katastrofou se začaly nazývat až od dob, kdy začaly škodit hlavně lidem a jejich majetku. Od průmyslové revoluce a hlavně v období po druhé světové válce došlo k výrazným úspěchům v technice. Rychlý technický pokrok sice pomůže lépe monitorovat tyto jevy ale vedlejší produkty vyspělého průmyslu mají neblahý vliv na celý ekosystém.

Více než polovinu katastrof mají na svědomí přírodní živly: zemětřesení, větrné smrště, sopečné erupce a nečekané záplavy.

Pojmem katastrofa podle světových organizací (např. OSN, Světová banka, Evropská banka atd.) označujeme události, kdy musí být zpravidla počet obětí nejméně 25 a škod alespoň za 25 milionů dolarů. Pokud jsou následky menší, dávají tyto organizace přednost termínu „disaster" (pohroma), (Pošmourný, K., 2004).

Definice **přírodní katastrofy**: (Kukal,Z.,1983): "Přírodní katastrofa je rychlým přírodním procesem mimořádných rozměrů, který je způsoben účinkem gravitace, zemské rotace nebo rozdílů teplot. Katastrofy postihují pevnou zemi, vodstvo i atmosféru.

Katastrofy mohou nastat:

1. rychlým pohybem hmot (zemětřesení, svahové procesy).
2. uvolněním hlubinné zemské energie a jejím převedením na povrch (sopečná činnost, zemětřesení);
3. zvýšením vodní hladiny řek, jezer a moří (povodně, mořské zátopy, tsunami).
4. mimořádně silným větrem (orkány, tropické cyklóny).

Za velké přírodní katastrofy považujeme události, které silně ovlivňují lidské populace. Nesmíme zapomenout, že katastrofa může mít i dlouhodobé dopady (poničení krajiny, nemoci, ekonomické ztráty, atd.) (Smith, K., 2002).

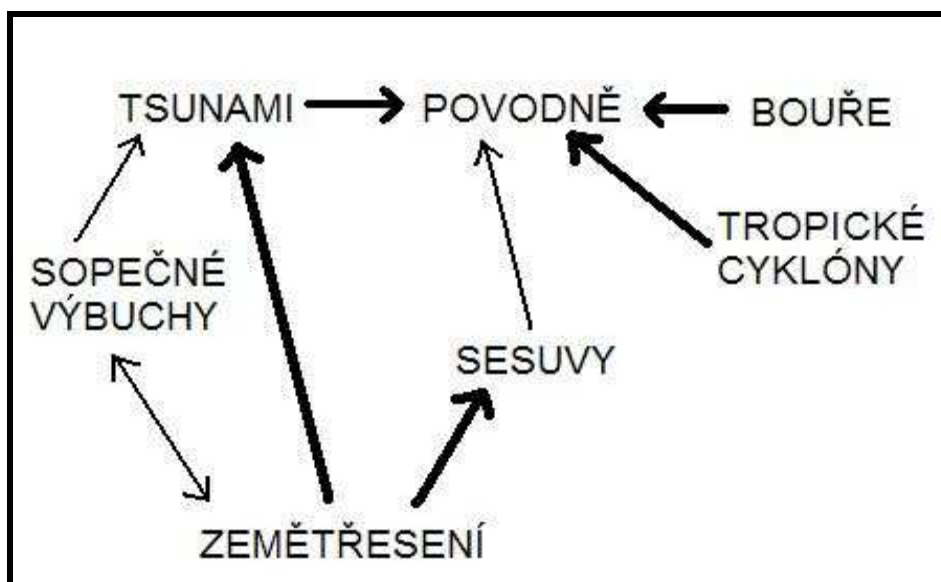
Velký vliv na průběh katastrofy má též rychlost extrémních událostí. Z. Kukul (1983) stejně jako K. Smith (2002) považuje za katastrofy události s rychlým průběhem. Pomalé změny jsou klasifikovány jako *environmentální problémy* - například vysychání jezer, desertifikaci nebo průmyslové znečištění.

2. Systematizace a typizace jednotlivých geo-ekologických událostí

Z *geologického hlediska* můžeme přírodní katastrofy rozdělit podle původu na *endogenní* - zemětřesení a sopečná činnost – a *exogenní* - ostatní katastrofy (Kukul, Z., 1983). Tyto dvě skupiny prolínají vzájemné vztahy. Zemětřesení může uvolnit lavinu nebo vyvolat vlnu tsunami – viz katastrofa v r. 2011 v Japonsku. Naopak tlak vody nebo protržení nádrže a náraz vody z výšky může vyvolat též zemětřesení. *Geologické klasifikace* rozděluje přírodní katastrofy podle místa jejich vzniku (Kukul, Z., 1983). Podle vztahu k zemskému povrchu můžeme určit tři skupiny katastrof:

1. Katastrofy vznikající *pod zemským povrchem* - zemětřesení, sopečná činnost;
2. Katastrofy vznikající *na zemském povrchu* - svahové pohyby, povodně, tsunami;
3. Katastrofy vznikající *nad zemským povrchem* - tropické cyklóny, tornáda- a v kosmickém prostoru - dopad meteoritů.

Jednotlivé druhy katastrof se ale vzájemně ovlivňují jedna katastrofa může zapříčinit druhou a naopak. Na obr.1 je po směru šipek zachycena souvislost jednotlivých událostí. Zemětřesení například způsobuje sesuvy půdy nebo vlnu tsunami, bouře nebo tropické cyklóny zase povodně . V Japonsku 2011 posun litosférických desek na mořském dně způsobil zemětřesení a následně 10 metrovou vlnu tsunami, která dorazila na pobřeží a způsobila nedozírnou škodu. Například výpadek elektrického proudu a zničení generátorů měl za následek přehřívání reaktoru v atomové elektrárně Fukušima. Vlivem velkých teplot na reaktoru došlo k explozím a úniku radiace do okolí.



Obr. 1: Souvislost mezi jednotlivými přírodními katastrofami (upraveno podle: Kukul, Z., 1983).

Velikost přírodních katastrof určujeme hlavně podle množství ztrát na lidských životech a podle velikosti škod na majetku. Pokud nastane silné zemětřesení v neobydlené části, nemusí se vždy považovat za katastrofu a naopak, když zemětřesení postihne hustě obydlené území i s daleko menší intenzitou, může způsobit obrovské škody na majetku lidí. Proto pojem „*velikost přírodních katastrof*“ je velice relativní.

3. Přehled základních teoretických poznatků vzniku, průběhu a projevu těchto událostí

Díky lidské činnosti např. osidlování a obhospodařování krajiny, rozvinutému průmyslu, mají přírodní katastrofy své tzv. druhotné účinky, které hlavně souvisí s obyvateli, ekonomikou, infrastrukturou, a životním prostředím.

Souběh druhotných účinků může vypadat takto : **Zemětřesení** - požáry, výbuchy plynu, přerušení komunikací. **Zemětřesení** - sesuvy, protržení přehradních hrází, povodně. **Sesuvy** - přerušení komunikací, protržení nebo přelití přehradních hrází. **Sopečné výbuchy** - zničení sídlišť, úrody, otrávení studní, epidemie. **Povodně** - poškození infrastruktury, znehodnocení podzemních vod, otrávení studní, epidemie (Pošmourný, K.,2004).

3.1 Zemětřesení

Zemětřesení je přírodní jev, který vzniká třením litosférických desek tvořících zemskou kůru. Třením desek se uvolňuje obrovská energie, která se ve formě chvění a vibrací šíří horninou. Oblast tření sousedících litosférických desek se nazývá ohnisko zemětřesení, bod na povrchu přímo nad ním je jeho epicentrum. V těchto místech většinou dochází k největším škodám na majetku obyvatel popř. ztrátách na životech. Zemětřesení zpravidla přicházejí náhle bez předchozího varování. Dnešní technika sice umí daleko lépe předpovídat budoucí otřesy a seismickou aktivitu ale stále jen v dosti malém měřítku. (Kukal,Z., 2004)

Silné zemětřesení může uvolnit více ničivé energie, než je kombinovaná výbušná síla 10 000 atomových bomb. Takových to otřesů se naštěstí vyskytuje jen málo, asi tak jednou za dva roky. Silnějších zemětřeseních „běžných“ je do roka asi tak 30. Pokud používáme velmi citlivé přístroje můžeme ročně zaznamenat až 50 000 malých otřesů. (Groman, J., 2002)

3.1.1 Zóny zemětřesení

Zemětřesení je zpravidla vázáno na geologicky mladé, tektonicky neklidné oblasti, okraje světových litosferických desek, které tvoří zemskou kůru, nebo okolí velkých hlubinných zlomů. (na obr. 2 oranžová vyznačuje hlavní zóny otřesů). Když se dvě desky o sebe třou, dochází pod zemským povrchem k explozi energie. Dvě desky se stýkají podél západního pobřeží Severní Ameriky. Ostatní se stýkají podél západního **okraje** Tichomoří a podél okraje severní Afriky. (Groman, J., 2002)

Otřesy se však nemusí vyskytovat jen na okrajích litosférických desek. Mohou vzniknout i poměrně daleko od okraje. Například - v centru Severní Ameriky - a v roce 1990 vypuklo zemětřesení o síle 5,2 ve Velké Británii. Otřesy půdy však nemusejí vnikat vždy jen třením desek. Pravidelně je lze zaznamenat i v poddolovaných oblastech. Například únik plynů, velký tlak vody nebo samotné dolování často doprovází též silné vibrace. (Groman, J., 2002)



Obr. 2: oranžová vyznačuje hlavní zóny ořesů (upraveno podle: Groman, J., 2002).



Obr. 3: Japonsko datum: 11. 3. 2011, autor: Nexco East Japan via Kyodo News, (zdroj: ČTK/AP)

Velká zemětřesení

Rok	Místo	Velikost*	Počet obětí
1201	Severní Egypt	neznámá	1,1 milionu
1556	Střední Čína	neznámá	830 000
1737	Kalkata, Indie	neznámá	300 000
1908	Messina, Sicílie	7,5	120 000
1920	Kan-su, Čína	8,6	200 000
1927	Nan-šan, Čína	8,3	200 000
1948	Turkmenistán	7,3	100 000
1970	Peru	7,7	66 000
1976	Tchang-šan, Čína	8,1	240 000
1978	Severových. Írán	7,7	25 000
1988	Arménie	7,0	25 000
1990	Severozáp. Írán	7,5	40 000
1993	Jižní Indie	6,4	10 000
1995	Kóbe, Japonsko	7,2	5 000
1999	izmit Turecko	7,4	17 000
2001	Gudžarát Indie	6,9	25 000
2011	Japonsko	8,9	10 000

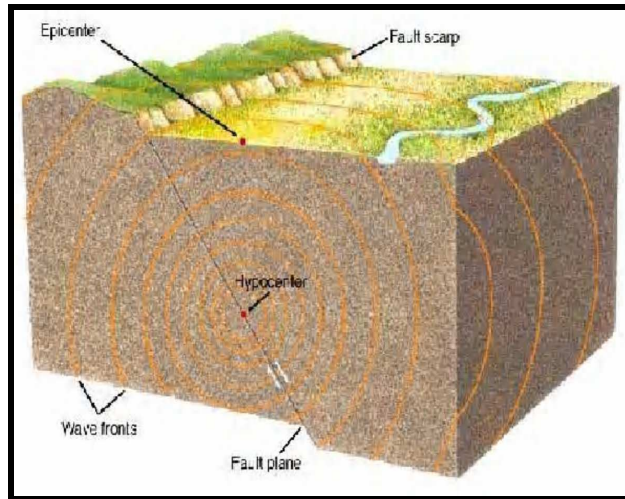
(Zdroj: wikipedia)



Obr. 4 Následky posledního a zároveň jednoho z největších zemětřesení v dějinách v Chile z února 2010 (zdroj: Jose Luis Saavedra , [Reuters](#)).

3.1.2 Vznik zemětřesení, klasifikace, základní pojmy

Souvrství hornin neboli zemská kůra, která obaluje planetu, není jednodušší, nýbrž se skládá z 30 oddělených desek, jejichž celková tloušťka se pohybuje od osmi kilometrů pod oceány a do 40 kilometrů pod pevninami. Tyto desky jsou neustále v pohybu. Dokáží se posunout až o 10 centimetrů za rok. Tímto pohybem dochází k velkému nahromadění energie za působení velkých tlaků. Při náhlém uvolnění energie vzniká zemětřesení. (Zedník, J., 2006)



Obr. 5: Základní pojmy studia zemětřesení - ohnisko, hypocentrum a epicentrum (zdroj: Jan Zedník 2006).

Základní používané termíny: (obr. 5).

Ohnisko zemětřesení:

- je místo v zemské kůře nebo plášti, kde vznikají otřesy. Tato oblast není nějak velikostně omezena – může zabírat pásmo i několika set kilometrů.

Hypocentrum:

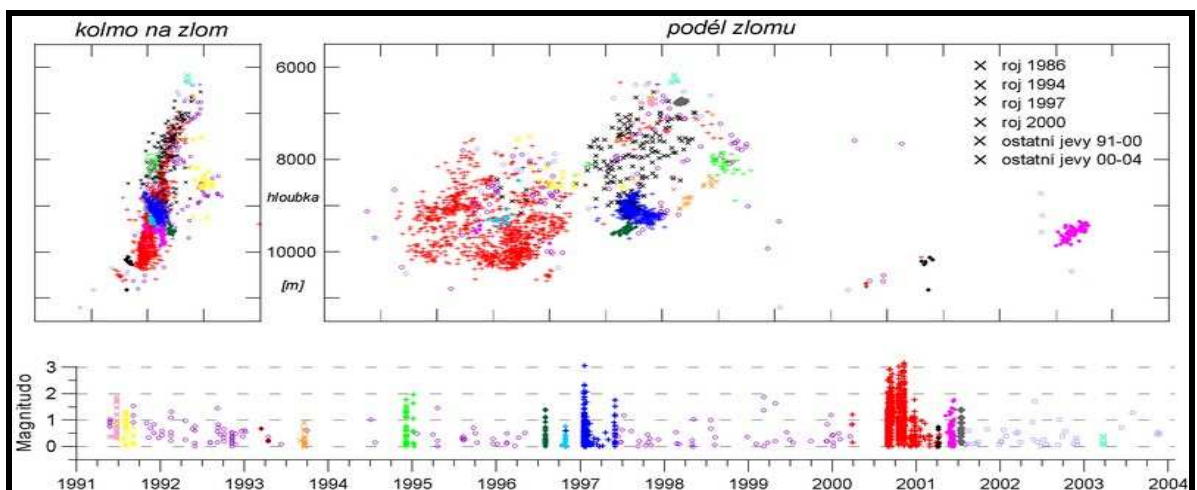
- je těžiště plochy ohniska a nahrazuje ohnisko jedním bodem.

Epicentrum:

- je bod na povrchu, který je nejbližší k oblasti vzniku otřesů a tvoří kolmý průmět hypocentra na zemský povrch.

Hloubku ohniska:

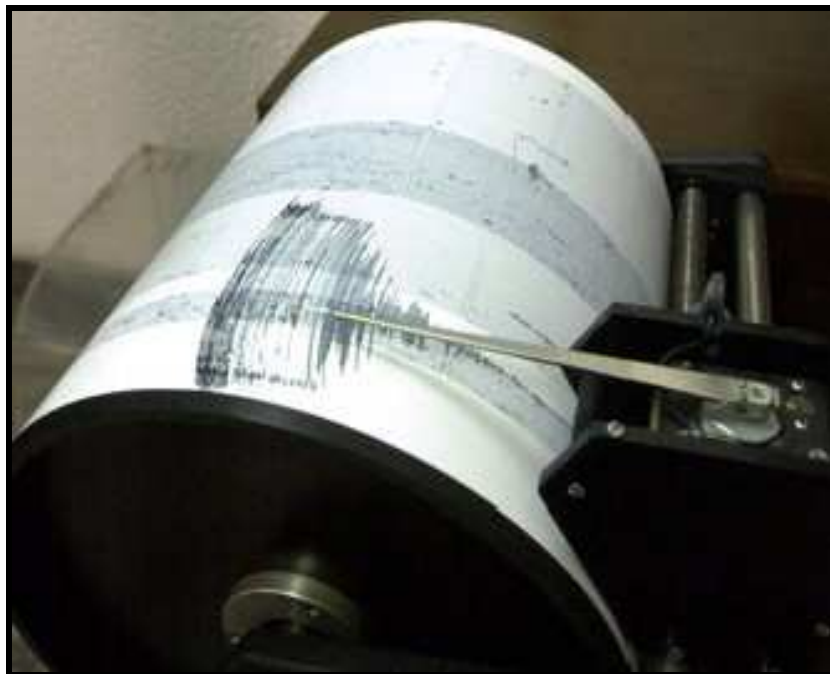
- je vzdálenost mezi epicentrem a hypocentrem (obr. 6).



Obr. 6: zdroj: (Jan Zedník 2006).

Mapa reliéfu na obr. 6 ukazuje zemětřesné oblasti západní Čechy/Vogtland s epicentry zemětřesení za období 1991–2000 (červená) a seismickými stanicemi sítě WEBNET (zelená). Z morfologie terénu je patrné křížení zlomových struktur Mariánskolázeňského zlomu (linie Planá – Mariánské Lázně – Kynžvart) a Oháreckého riftu (linie Cheb – Sokolov – Ostrov). Obdélník ohraničuje hlavní ohniskovou zónu Nový Kostel (NK). (Zedník, J., 2006).

Velikost a síla zemětřesení v ohnisku je vyjádřena veličinou magnitudo [*M*]. **Magnitudo** (navrhl Japonec Wadati) udává velikost zemětřesení podle Richterovi stupnice. Stupnice má logaritmický charakter. Zvýší-li se Magnitudo o jeden stupeň, křivka záznamu se vychýlí desetkrát více. Existuje několik magnitudových stupnic. Jedna z nejznámějších je od Charles Francis Richtera. (Pošmourný, K., 2004)



Obr. 7 Seizmograf je přístroj zaznamenávající seismické vlny vyvolané zemětřesením. Pracuje na principu setrvačnosti.

Tabulka 1: Richterova škála, vyjadřující sílu zemětřesení (M - magnitudo) (podle V. Kárníka)

M	Charakter
0	nejslabší zemětřesení, které lze zachytit na přístrojích
2,5 – 3,0	lze pocítit v blízkosti epicentra. Každý rok jsou statisíce takových zemětřesení
4,5	blízko epicentra může dojít k menším škodám
5	odpovídá přibližně energii výbuchu první atomové bomby
6	může způsobit dosti značné škody, každým rokem je jich zaznamenána přibližně stovka
7	nad touto hranicí jde o zemětřesení velká, ničivá
8	sanfranciské zemětřesení v Kalifornii v roce 1906
8,4	aljašské zemětřesení 1964, asámské v Indii 1950
8,6	uvolňuje energii třímilionkrát větší než měl výbuch první atomové bomby
8,9	lisabonské zemětřesení 1755 (?)
9,0	indonéské zemětřesení v Indickém oceánu, prosinec 2004

Pro určování velikosti zemětřesení se dříve v Evropě používala dvanáctistupňová Mercalliho stupnice, kterou později nahradila stupnice MSK-64. MSK jsou iniciály příjmení jejích autorů, Rusa Medvěděva, Němce Sponheuera a Čecha Kárníka. V tabulce 2. můžeme sledovat charakteristiku stupňů intenzity.

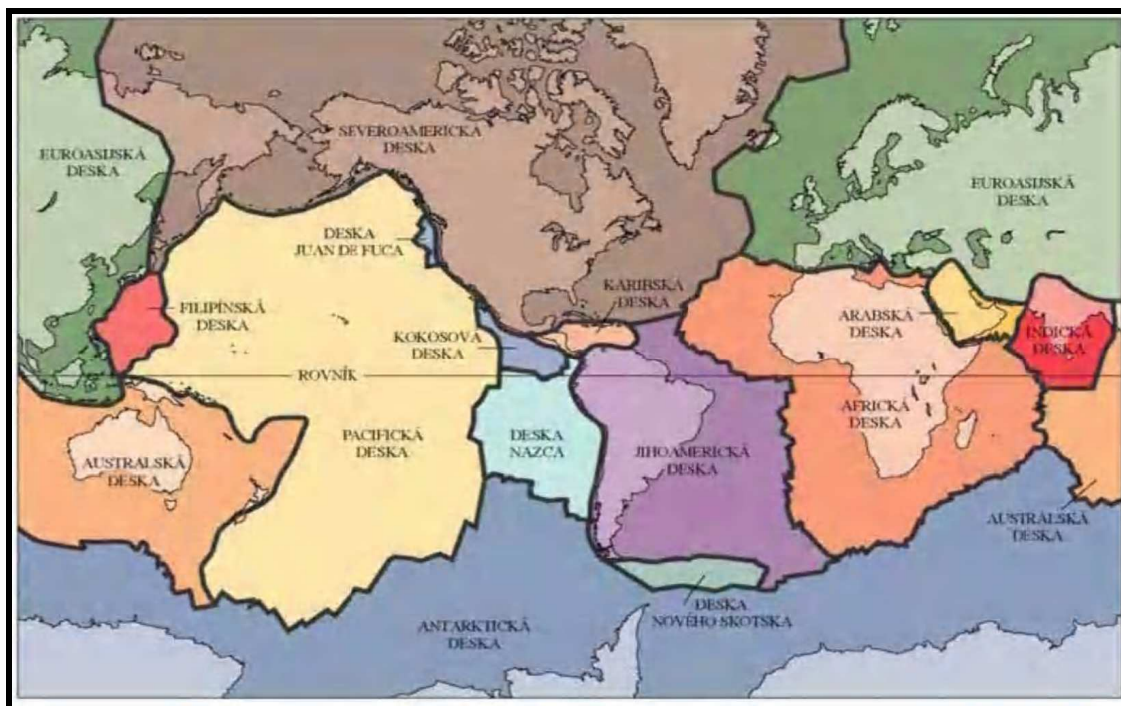
Tabulka 2: Zjednodušená charakteristika stupňů intenzity zemětřesení - Podle stupnice MSK-64 (podle V. Kárníka)

Stupeň	Stručná charakteristika
I	zaznamenají jen seizmografy
II	mohou pocítit jen některé osoby v naprostém klidu
III	pocítí část obyvatelstva
IV	velká část obyvatelstva pocítí; dojem je jako když kolem přejede těžký nákladní vůz
V	lidé se probouzejí, skřípe nábytek a veřeje
VI	pocítí všichni obyvatelé, tvoří se trhliny v omítce, mírné škody na budovách, může vzniknout mírná panika
VII	všeobecná panika, trhliny v omítce, ve stěnách a komínech
VIII	řítí se komíny, římsy, štíty, tvoří se velké trhliny ve zdech
IX	řítí se stěny a střechy budov
X	mnoho budov se řítí, objevují se trhliny v zemi
XI	velké trhliny v zemi, sesuvy na svazích

V dnešní době se účinky zemětřesení stanovují většinou podle Evropské makroseizmické stupnice EMS-98. Stupnice MSK-64 se ale též stále používá.

Podle příčin je možné rozlišit zemětřesení: řítivá, sopečná a tektonická.

- **Řítivá zemětřesení** - vznikají například propadem stropů v krasových oblastech nebo v poddolovaných územích, například těžba surovin nebo ražba podzemních tunelů. Lokálně může toto zemětřesení vyvolat katastrofické následky.
- **Sopečná zemětřesení** – před výbuchem sopky zpravidla dohází k otřesům půdy vlivem pohybů ker velkých tlaků lávy, par nebo plynů. Tento jev většinou předvídá vulkanickou činnost sopky.
- **Tektonická zemětřesení** - jsou to nejpočetnější a nejčastější zemětřesení na Zemi a způsobují tak celkem nejvíce škod. Třením litosférických desek se hromadí velké množství energie, která při náhlém uvolnění v tektonicky aktivních oblastech vyvolá zemětřesení. Oblast otřesů bývá rozsáhlá. (Šamalíková, M., 1992).



Obr. 5: Seismické oblasti světa –hlavní zóny otřesů . Ve většině oblastí vnikají otřesy v hloubkách do 70 km. Hlubší ohniska jsou vázána čistě na desková rozhraní, především subdukční zóny Tichého oceánu (zdroj: Jan Zedník 2006).

Tabulka 3: Rozdělení zemětřesení podle hloubky ohniska (podle V. Kárníka)

Hloubka ohniska (h)	Druh zemětřesení
1 – 4 km	mělké zemětřesení s ohniskem ve svrchní sedimentární vrstvě
5 – 50 km	zemětřesení s ohniskem v různých horninách zemské kůry
60 – 300 km	přechodné zemětřesení s ohniskem v nejsvrchnějším zemském plášti
více než 300 km	zemětřesení s hlubokými ohnisky ve svrchním plášti

Podle oblastí vzniku otřesy dělíme:

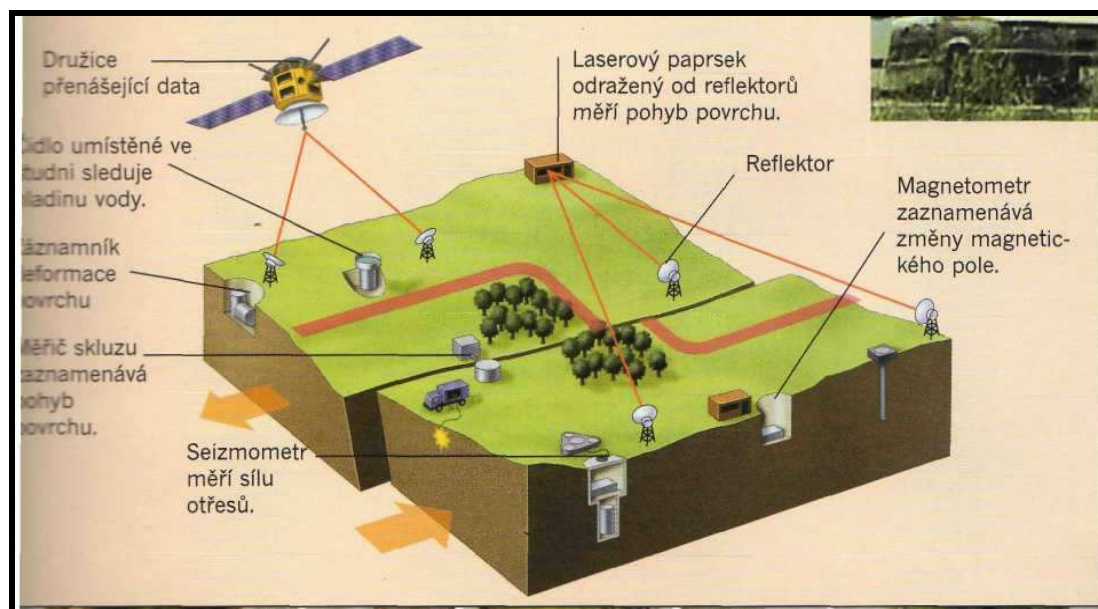
- *kontinentální* – způsobují většinou okamžité škody a ztráty na životech
- *podmořská* – způsobují vznik vln tsunami. b) a *člověkem podmíněné* okamžité škody a ztráty na životech, podmořská jsou naopak příčinou vzniku vln tsunami.

Podle původu:

- *přírodní* – například posun litosférických desek, sopky atd.
- *člověkem podmíněné* – odpal náloží, těžební průmysl.

3.1.3 Jak zmírnit katastrofické následky zemětřesení

V chudých čtvrtích v levně a ilegálně postavených obydlích (nepálené cihly apod.) v seismických oblastech jsou většinou tyto stavby hlavním důvodem vysokého počtu mrtvých. Naopak některé starší budovy, vystavěné z kvalitního materiálu, otřes zpravidla vydržely. Též moderní stavby postavené z levných cihel nebo v hustě osídlených oblastech vystavěných z nekvalitních panelových domů, zemětřesení napáchalo velké škody. Aby se v budoucnu zabránilo velkým katastrofám, je nutné stavět budovy se zabudovanými tlumiči otřesů. : (Groman, J., 2002)



Obr. 6: Metody měření zemětřesení (upraveno podle: Groman, J., 2002).

Podle (Smith, K.,2002) existují tři hlavní faktory, jenž ovlivňují bezpečnost staveb:

- 1. použitý materiál** – Železobetonové budovy nebo budovy , které obsahují např. ocelové jádro, jsou odolnější, neboť ocel dokáže absorbovat velké množství energie otřesů.
- 2. tvar staveb** - u výškových staveb a konstrukcí se energie rozkládá na větší ploše, proto jsou odolnější než jednopodlažní budovy.
Odolnější jsou též i symetrické tvary budov. Lépe totiž odolávají rotačním pohybům než budovy s asymetrickými rozměry. Menší odolnost též způsobuje střídání vrstev o různé pevnosti (např. velké zasedací síně nebo garáže v různých podlažích).
- 3. pozice stavby** – výběr umístění stavby má nemalý vliv na statiku objektu. Například na svahu může hrozit riziko sesuvu nebo na zlomové ploše může dojít k vertikálnímu pohybu povrchu. Při umístování důležitých staveb, jako jsou nemocnice, elektrárny, přehrady, vysoké věže a podobně, se důsledně musí posuzovat stabilita podloží.

Dalším důležitým faktorem, který souvisí s bezpečným provozem staveb je informovanost a připravenost obyvatelstva v krizových situacích v rizikových oblastech.

3.2 Tsunami

Slovo tsunami vzniklo spojením japonských slov *tsu* (přístav) a *nami* (vlna), a znamená tedy "velké vlny v přístavu." Zvláště v posledních letech je tento termín používán poměrně často. Tsunami je mořská vlna lokálního nebo vzdáleného původu vzniklá rozsáhlými pohyby mořského dna. Převážná většina z nich vzniká ve vodách Tichého oceánu. A právě Japonsko je jednou z nejvíce postižených zemí světa (obr. 7). (Smith, K., 2002)



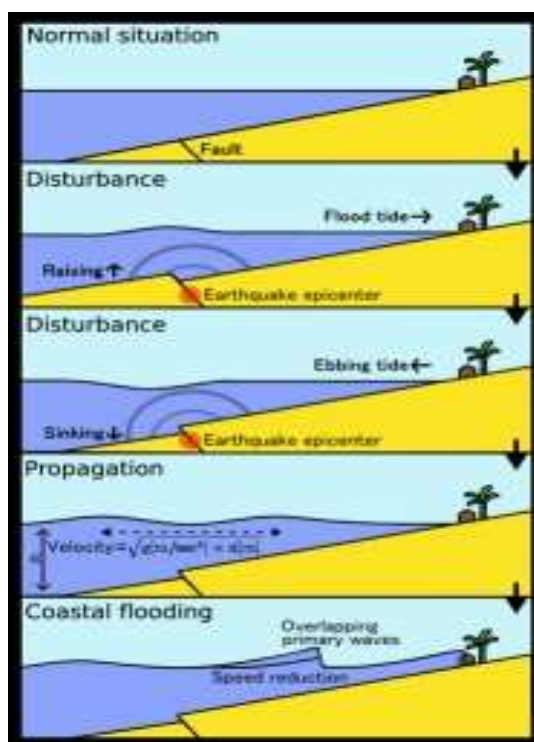
Obr. 7: Tsunami a Japonské ostrovy (zdroj: <http://www.wikipedia.org>).

Zjednodušeně řečeno tsunami má charakter náhlých záplav či povodní vnitrozemí.

Původem těchto pohybů jsou

- náhlý vertikální posun desek podél zlomu,
- velký turbiditní proud,
- podmořská exploze sopky,
- pád meteoritu.

Délka vlny tsunami může dosahovat 130 až 300 km a výška na volném moři jen několik decimetrů až 1 metr. Když přejde do šelfového moře, tak se výška vlny zvětšuje. Při pobřeží často dosahuje až několik desítek metrů, výjimečně i přes 100 m. Velký vliv na velikost vlny má též tvar pobřeží. V zálivech a při malých hloubkách má vzrůstající tendenci. Rychlost vln tsunami se zvyšuje s hloubkou oceánu; při střední hloubce kolem 4 000 m může dosáhnout až přes $700 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$, výjimečně až $1\,000 \text{ km} \cdot \text{h}^{-1}$. Tsunami často pronikají až 1 km do vnitrozemí (v extrémních případech i 30 km). (<http://www.zemepis.com/tsunami.php>)



Obr. 8: Zjednodušené schéma šíření tsunami (zdroj: <http://www.wikipedia.org>).

Tsunami vzniká nejčastěji vlivem *podmořského zemětřesení*, zejména vertikálním pohybem mořského dna, při němž dojde k vyvolání vln. Hlavně v oblasti Tichého oceánu mají tyto dlouhé vlny mají na svědomí 84,5% všech obětí za posledních 2000 let (tab. 4). (Kukal, Z., 1983)

Tab. 4: Příčiny vzniku tsunami v oblasti Tichého oceánu za posledních 2000 let (upraveno podle: BRYANT, E., 2005).

Příčina tsunami	Počet událostí	% všech událostí	Počet obětí	% všech obětí
<i>Svahové pohyby</i>	65	4,6	14 661	3,2
<i>Zemětřesení</i>	1171	82,3	390 929	84,5
<i>Sopečná činnost</i>	65	4,6	51 643	11,2
<i>Neznámo</i>	121	8,5	5364	1,2
<i>Celkem</i>	1422	100,0	462 597	100,0

Aby bylo možné vlnu tsunami zaregistrovat musí ji způsobit zemětřesení alespoň o síle 6,5 RichtEROVY stupnice. Otřesy o síle větší než $M = 7,3$ způsobí tsunami z pravidla vždy.

Sopečná činnost pod hladinou oceánů způsobuje asi 11,2% procesů generujících tsunami.

Podmořské svahové pohyby Vznikají při skluzech zejména v oblastech hlubokomořských příkopů, podmořských hor, atolů nebo kontinentálních svahů a šelfů. Mají na svědomí asi 4,6% z celkového počtu tichomořských tsunami.

Meteorit Za 3,5 mld. let bylo na mořském dně vytvořeno až 8 000 kráterů. Na mořském dně můžeme nalézt asi 7 velkých kráterů. Zhruba každých 100 až 300 tisíc let dopadne do moře meteorit o průměru 30 až 1 000 m. Takto velké meteority způsobují pak tzv. megatsunami, které jsou v pobřežních oblastech vysoké 30 až 100 m, a rozsáhlé turbiditní proudy. Pro porovnání meteorit o průměru 300 m může vytvořit vlnu vysokou 2 m. Tyto události jsou však velice ojedinělé. (Kukal, Z., 1983)

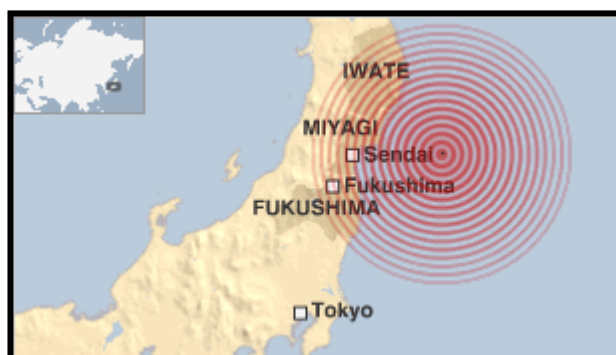
3.2.1 Jak zmírnit katastrofické následky tsunami

Typickým úkazem pro tsunami je mohutný odliv vody před příchodem vlastní vlny, která se přiblíží jako vodní stěna. Díky rychlému rozvoji společnosti a vynálezů nové techniky se daří stále lépe předvídat příchod tsunami. Jako téměř jediná ochrana před tsunami byla zřízena takzvaná varovná služba, jejíž centrum je v Honolulu na Havaji. Tyto stanice zde zpracovávají hlášení z 31 seizmologických stanic a údajů 50 mareografů. Při zachycení zemětřesení na seizmografech zbývá obyvatelům ohrožené oblasti dosti málo času – v průměru okolo 15-20 minut. Proto musí být okamžitě zahájena evakuace obyvatelstva. Pokud je centrum tsunami vzdálenější, bývá na evakuaci někdy až několik hodin času . (na opačné straně Pacifiku i 20 hodin). Při velkém Tzunami- viz. Letošní katastrofa v Japonsku, je někdy i včasné varování neúčinné. Rozsah zasaženého území byl tak obrovský, že nebylo v silách všechny obyvatele včas evakuovat. (Novák, J., A., 2011)



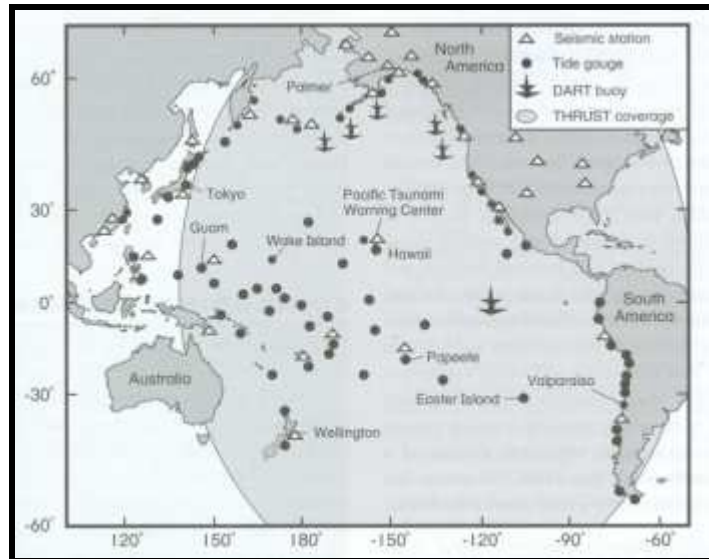
Obr. 8: 11. 3.2011, náraz vlny tsunami na japonské pobřeží (zdroj ČTK)

Ochrana před tsunami spočívá především v připravenosti a informovanosti obyvatel postižených území, v dostatečné předpovědi a varování a v dlouhodobém efektivním využití krajiny v pobřežních oblastech.



Obr. 9: 11. 3.2011, japonské pobřeží (Jan A. Novák, 2011)

Při poslední události v Japonsku se ohnisko otřesu se nacházelo v hloubce přibližně 35 kilometrů. Vlna břeh zasáhla jen pár minut poté, kdy seismografy zaznamenaly první otřesy. – Místní zdroje udávaly v přístavu Sendai výšku vlny 10 m a například pacifický systém ochrany vydal zprávu o výšce vlny 7,3m. Při rychlosti této vlny a vzdálenosti ohniska nebyl na nějaké opatření čas. Epicentrum otřesu s magnitudo 8,9 leželo ve vzdálenosti 400 kilometrů od Tokia - ale jen asi 130 kilometrů od pobřeží prefektur Myiagi a Fukušima. (Novák, J., A., 2011)



Obr. 10: Mapa umístění seismografů, mareografů a podmořských senzorů DART, které jsou součástí programu PTWC. Šedá oblast vymezuje dosah možného použití systému THRUST (převzato: Bryant, E., 2005).

Při síle zemětřesení nad 7,0 stupňů Richterovy škály vydává centrum varování ihned. Celý systém byl v nedávné době ještě doplněn o 6 podmořských senzorů, které sledují chování vodních mas (program *DART - Deep-Ocean Assessment and Reporting of Tsunami*).

3.3 Sopečná činnost

Jako sopečná činnost (vulkanismus) se označují všechny povrchové projevy magmatické aktivity jako například vlastní pronikání magmatu (horninová tavenina obsahují plyny a páry) na zemský povrch, kde se pak označuje jako láva, ale také různé exploze plynů a par. S vulkanickou činností jsou také spjaty výrony horkých par a plynů, prameny termálních vod a vulkanickou činností také často doprovázejí menší zemětřesení (způsobené pohyby magmatu). pouze menší část z nich představuje akutní ohrožení lidských životů. (Bokr, P., 2004)

Většina sopek mívá sopečný kužel tvořený utuhlou lávou nebo sopečnými vyvrženinami neboli viz pyroklastickými horninami, které obklopují kráter. Kráterem neboli sopečným jícnem rozumíme kotlovité nebo nálevkovité stí sopouchu (sopečného komínu), tj. přírodní cesty, kterou magma stoupá k povrchu. (Petránek, J., 1993)

Chladnoucí a tuhnoucí lávový často přidává další vrstvu hmoty na svazích mnoha sopek. Láva však není jediný materiál vychrlený při erupci. Vzhůru se vzdouvají mraky páry a prachu, zatímco dolů po svahu sopky stékají i proudy bahna tvořeného popelem a vodou. Popel může pokrýt krajinu v rozsahu mnoha čtverečních kilometrů. (Groman, J., 2002)



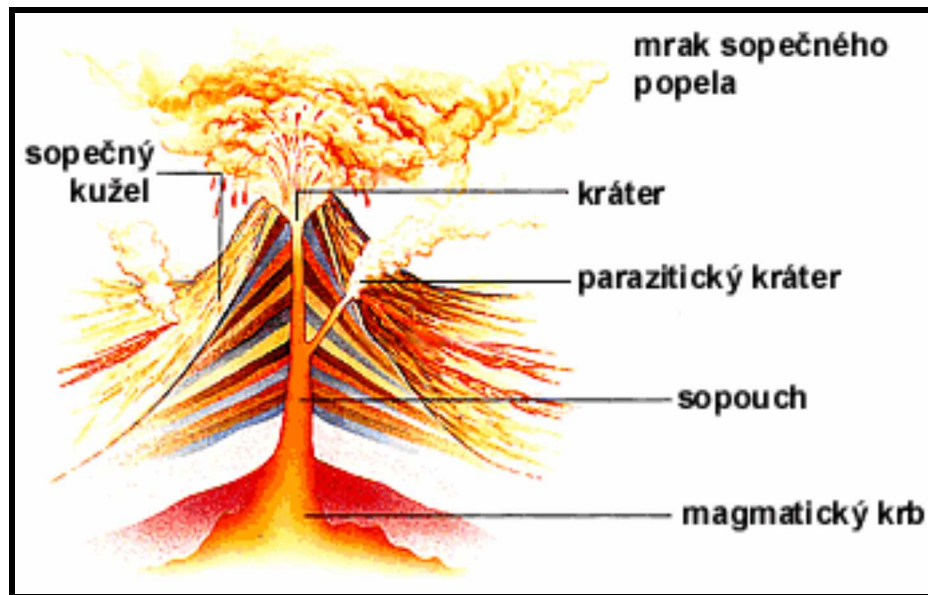
Obr. 11: Struskový kužel havajský Pu'u O'o (Groman, J., 2002)

3.3.1 Vznik sopky, klasifikace, základní pojmy

Obecně lze říci, že za sopku považujeme vyvýšeninu v krajině, která je tvořena sopečným materiálem a dochází u ní k vyvěrání magmatu na zemský povrch. (Kukal, Z., 1983).

Sopku můžeme rozdělit na několik částí :

- **sopečný kužel** (obr. 11) je vytvořený vulkanickými horninami.
- **kráter** rourovitý útvar viditelný z vrcholu sopečného kuželu - místo erupční činnosti .
- **sopouch** přívodní kanál do hlavního kráteru.
- **Magmatický krb**, pomocí přívodního kanálu je propojen se sopkou. Představuje zdroj energie i materiálu pro sopečnou činnost. Magmatický krb je zpravidla umístěn v hloubce 30 - 100 km .(Kukal, Z., 1983).



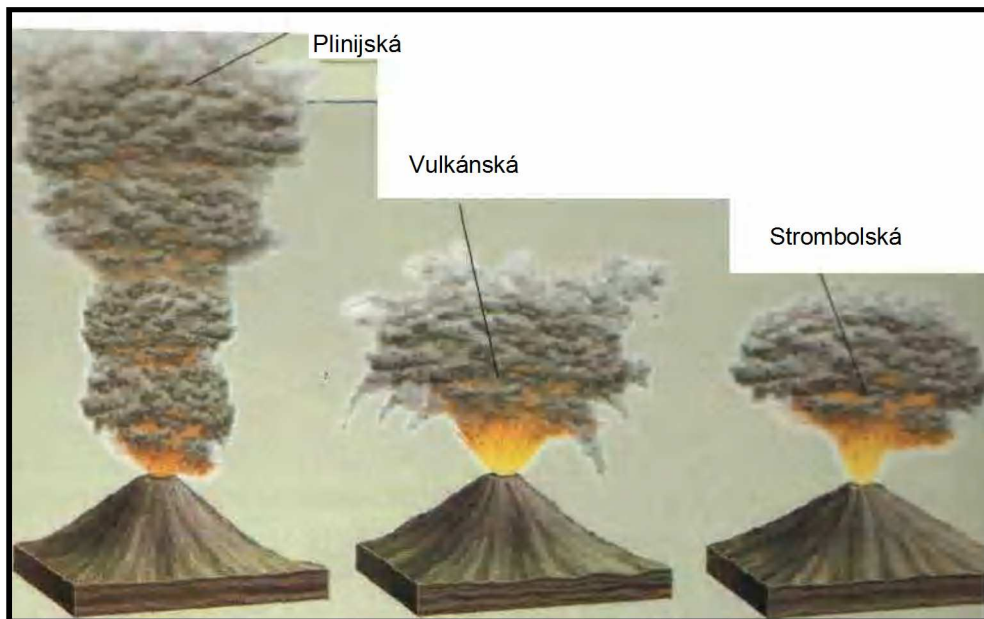
Obr. 12: Znázornění ideálního řezu sopkou s uvedením základních morfologických prvků sopky (www.rocks-and-minerals.com, GeoWebPavel Bokr, 2004).

Sopečnou činnost je dosti složité oproti zemětřesení vůbec nějak klasifikovat. Její projevy jsou velmi různorodé. Částečně je možné rozčlenit několik typů sopečných erupcí, které jsou obecně nazývány podle známých zástupců každé kategorie. Jejich klasifikace není vždy úplně jednoznačná. V mnoha případech dochází ke kombinacím jednotlivých typů.

Sopky dělíme do tří hlavních kategorií:

1) Podle tvaru jejich kužele

- a) Struskové kužely* (obr.10) vznikají tak, že úlomky hornin vychrlené sopouchem padají zpět na zem a vytvářejí kužel.
- b) Štítové* sopky vznikají na druhé straně tím, že se volně proudící láva rozlije široce po okolní krajině a vytvoří nízkou horu ve tvaru dómu. Mnoho dalších vulkánů na Havaji jsou štítové sopky.
- c) Složené* sopky neboli stratovulkány vznikají při erupci lávy a balvanů, které vytvoří mohutnou horu. Vesuv v Itálii je stratovulkán, stejně jako hora sv. Heleny na severozápadě USA. (Groman, J., 2002)



Obr. 13: Tři druhy erupce (Groman, J., 2002)

Vědci rozlišují sopky jednak podle různých tvarů sopečných kuželů, jednak podle druhu erupce (obr 12). Další druhy erupcí se nazývají „havajské“ (láva proudí neustále) a „peléské“ viz tab.č.5 (popel a plyny pokrývají horké svahy).

Tab. 5: Základní typy sopečné činnosti podle charakteru erupcí

Typ	Popis
<i>Havaj</i>	tekutá láva vytéká klidně puklinami; vznikají mocné pokryvy lav zvané platóbazalty
<i>Stromboli</i>	stratovulkány, vzniklé postupným vrstvením tefry; láva je vyvrhována plynnými explozemi jako struska; krátkodobé lávové výlevy; střídá se období silnější a slabší činnosti
<i>Vulcan</i>	stratovulkán s centrálním kráterem; viskózní láva ucpává přívody; tlak plynů po čase proráží jícnem, nastává výbuch a vývrh tefry; po explozi klidně vytéká láva
<i>Vesuv (pliniiovský)</i>	z hluboko uloženého magmatického krbu se na povrch dostává láva bohatá na plyny, silnými explozemi je vyvrhována do atmosféry (několik km) a dopadá zpět jako popel; aktivita je epizodická, dlouhá období klidu
<i>Mt. Pelée</i>	velmi viskózní láva ucpává přívod a vytváří vulkanický dóm; tvoří se žhavá mračna (viz. dále)

(Kukal, Z.,1983)

Sopky můžeme dále dělit na podle toho, kdy naposled vykazovaly svou aktivitu (KUKAL, Z., 1983). *Vyhaslé sopky* jsou ty, u nichž nebyla v historické době zaznamenána erupční činnost, jde tedy pouze o hory tvořené vulkanickými horninami.

Příznaky, které předznamenávají erupci sopky:

- **otřesy země** způsobuje magma, které se tlačí k povrchu země. Jeho síla a frekvence se měří pomocí přístroje zvaného **seizmometr**. Zaznamená-li seizmograf nárůst otřesů, může to znamenat brzkou erupci.
- **zvětšení objemu sopky** způsobuje stoupaní magmatu v sopce. K měření a předvídání erupce používáme **sklonoměr**.
- **teplota jezer pramenů a únik plynů** tyto jevy se vyskytují poblíž sopky, například z vedlejších sopouchů na úbočí hory, jako znamení před erupcí. Sledujeme je pomocí citlivých teploměrů a plynových detektorů.

Sopky lze též rozdělit podle charakteru erupce:

- **explozivní (výbušné)** Vyznačují se nízkými valy z pyroklastik kolem nálevkovitě rozšířeného výbuchového hrdla. Vnikají výbuchem (erupcí) plynů. Po ukončení aktivity (vyhasnutí) se většinou nálevkovité hrdlo zalije vodou a vznikají tak **maary**. (tzv. sopečná jezírka)
- **efuzivní (výlevné)** charakteristické pro výlevy lávy.

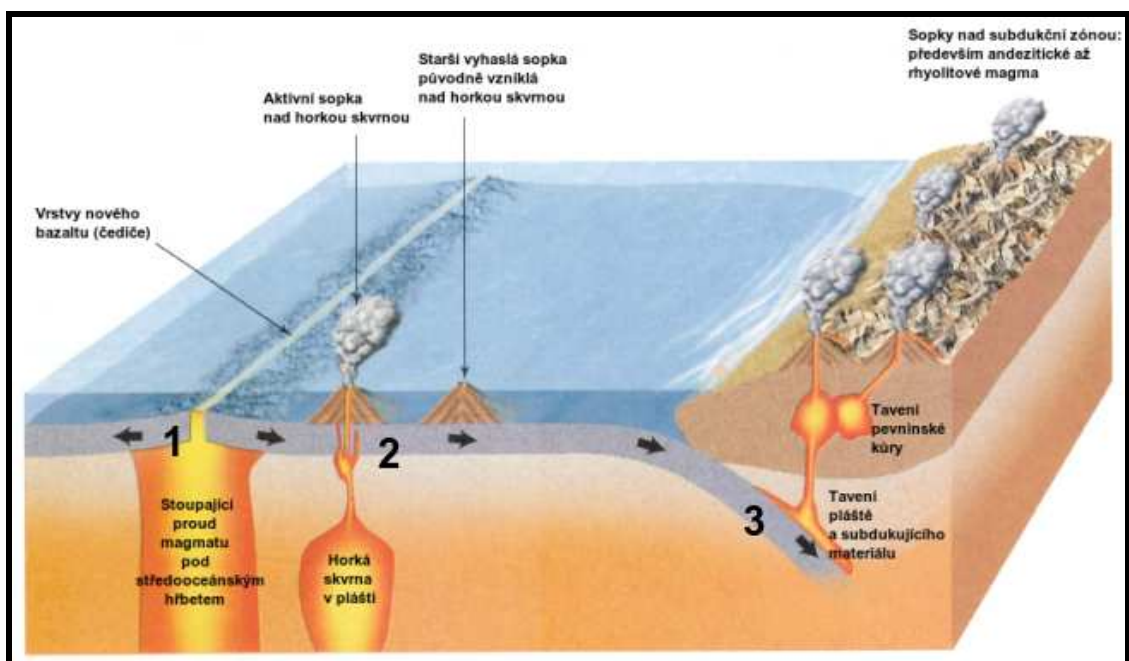
Podle činnosti sopky dělíme na **aktivní** a **vyhaslé**.

Sopečné erupce lze dále rozdlit:

- **centrální** (středové), vyskytují se nejvíce. Magma je přiváděno k povrchu sopouchem.
- **lineární** (čárové) magma se dostává hlubokými puklinami nebo podobnými tektonickými strukturami k povrchu a pak se zde volně vylévá. Vytváří tak lávové příkrovy. (tabulové sopky)
- **areální** (plošné) pokud se dostane nějaké magmatické těleso do malé vzdálenosti od povrchu země může dojít k protavení nadložních hornin. Tehdy se magma může dostat v tekutém stavu až na zemský povrch. Magma pak při utužení má vlastnosti jako výlevná hornina (Bokr, P., 2004).

3.3.2 Sopky a postižené oblasti

Na celé planetě je přibližně 500 činných vulkánů, z nichž asi 50 se každým rokem aktivně projevuje erupcemi. Na výskyt sopek, podobně jako u zemětřesení, má zase vliv uspořádání litosférických desek. Proto je sopečný výskyt velmi nepravidelný. (obr. 15). V těchto oblastech můžeme zaznamenat zvýšenou intenzitu tektonických tlaků a poruch mezi jednotlivými litosférickými deskami. Tím je pak velmi ulehčen pohyb roztaveného magmatu směrem k povrchu. (Smith, K., 2002).

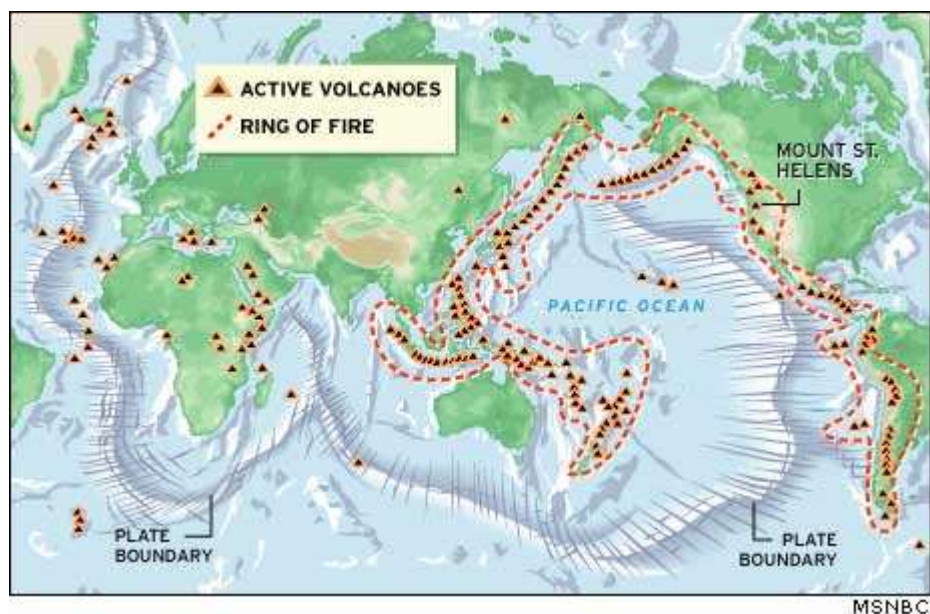


Obr. 14: Geologická prostředí vzniku sopek; Hlavní tektonická prostředí vzniku a výstupu magmatu:

(1) středooceánský hřbet, (2) horká skvrna a (3) subdukční zóna. (zdroj: Montgomery, C. W., 2006, 94)

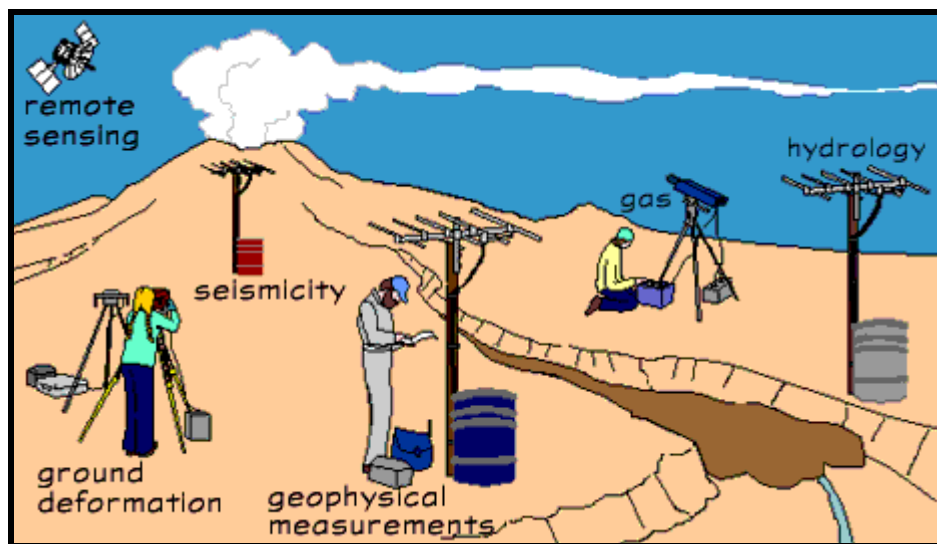
Nejvíce činnou vulkanickou oblastí planety je tzv. pacifický "Kruh ohně" (Ring of Fire), který je ohraničen okraji tichomořské desky a desky Nasca. V tomto poli se nachází 2/3 všech činných sopek Země. Jedná se především o sopečnou činnost spojenou se subdukčními procesy. Další významnou zónou je jižní okraj desky Euroasijské (středomořské a indonéské sopky). Vulkanismus se projevuje i podél středooceánských hřbetů a pevninských riftových zón (Východoafrický rift). Pokud se sopečná činnost vyskytuje uvnitř litosférických desek, je způsobena přítomností horkých skvrn (Havajské ostrovy) nebo je vázána na oblasti významných zlomů (Kanárské ostrovy). V místech, kde

se desky rozestupují, existují také podmořské sopky, jimiž soustavně a poměrně klidně uniká magma do vody.



Obr. 15: Geografické rozložení činných sopek v rámci celé planety se zvýrazněním pacifického Kruhu ohně (zdroj: www.msnbc.msn.com/id/6152440/ns/technology_and_science-science).

3.3.3 Předpověď a ochrana



Obr. 16: Techniky sledování sopečné činnosti (zdroj: <http://www.usgs.gov/>).

Ochrana před účinky sopek a dalších projevech vulkanismu je založena na stejném nebo podobném principu jako u ostatních hazardů formu aktivní a pasivní.

Pasivní obrana je založena na základu dobré informovanosti – například měření moderními přístroji může včas varovat a umožnit tak rychlou evakuaci obyvatel.

Aktivní obranou je například ochlazování lávových proudů nebo bombardování či stavění ochranných bariér a koryt. (Smith, K., 2002).

3.3.4 Sopečné katastrofy

Se sopkami přicházel člověk již od pradávna do styku. Buď je považoval za něco nadpřirozeného, nebo je jen využíval například pro jejich úrodné svahy, aniž by si připouštěl nějaké riziko nebezpečí. Bohužel ale často na své jednání doplatil. Buď z nevědomosti nebo třeba i z jiných důvodů.

V dnešní době, i přes velký pokrok vědy a techniky, zatím stále neumíme zabránit některým velkým katastrofám. Zlepšuje se sice neustále nový varovný systém a monitorování aktivních sopek ale někdy jsou události tak rychlé, že nelze evakuovat vždy všechny obyvatele. Obecně katastrofy se posuzují podle počtu obětí (tab. 6) a škodu na majetku. To znamená, že někdy i větší sopečný výbuch nemusí být automaticky považován za velkou katastrofu jako někdy i menší.

Tab. 6: Deset největších vulkanických katastrof podle počtu obětí

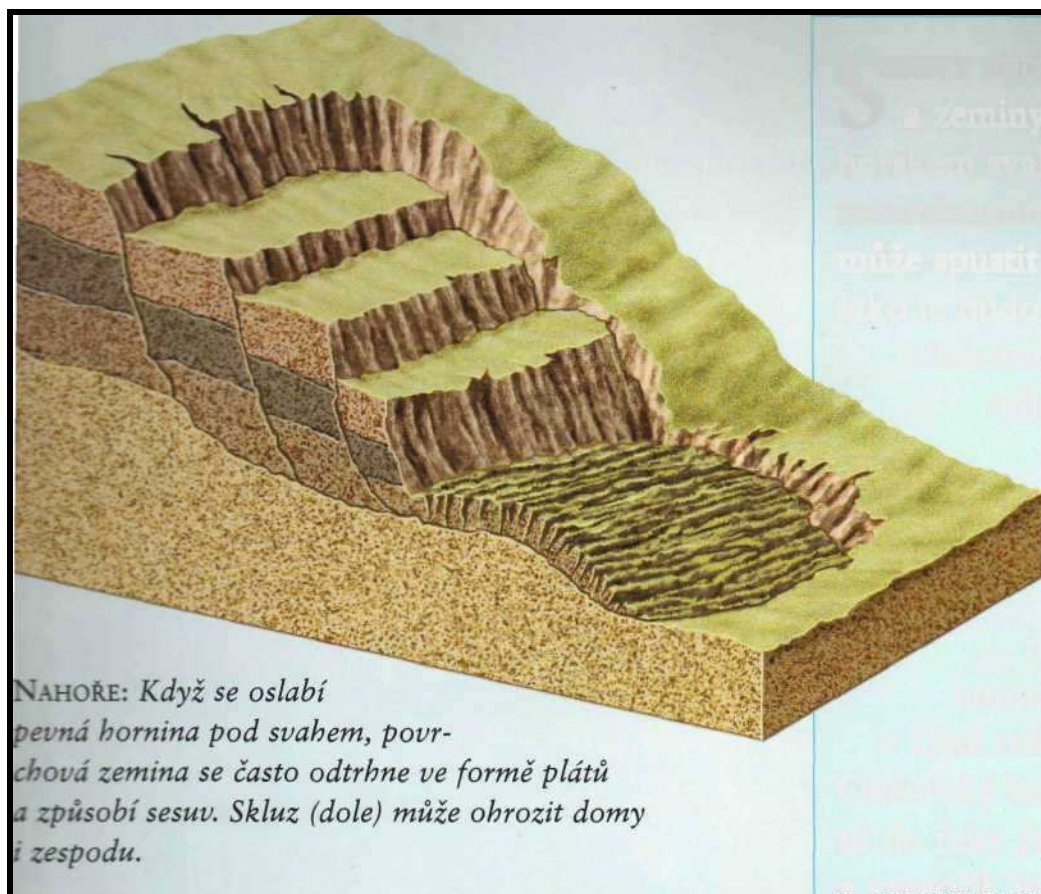
Pořadí	Sopka	Místo	Rok	Odhadovaný počet obětí
1	Tambora	Indonésie	1815	92 000
2	Krakatau	Indonésie	1883	36 417
3	Mt. Pelée	Martinique	1902	30 000
4	Nevado del Ruiz	Kolumbie	1985	25 000
5	Unzen	Japonsko	1792	15 000
6	Kelut	Indonésie	1586	10 000
7	Laki	Island	1783	9000
8	Santa Maria	Guatemala	1902	6000
9	Kelut	Indonésie	1919	5000
10	Galunggung	Indonésie	1822	4000

(zdroj: <http://www.wikipedia.org/>).

3.4 Svahové pohyby

Jsou to náhlé pohyby hornin, při kterých jsou sesouvající se hmoty odděleny od pevného podloží zřetelnou smykovou plochou. (Záruba, Q., 1987).

K těmto pohybům, které mohou přerůst v katastrofu, dochází tam, kde příroda nebo lidé svou neopatrnou činností poruší stabilitu svahů. Dochází k nim při zemětřesení, porušením soudržnosti promáčením, mrznutím či zvětráváním, podkopáváním, nevhodným nasypáváním hald odpadů či nástupů, špatným zakládáním lomů a dolů. Geologové a geofyzikové klasifikují desítky různých svahových pohybů podle toho, zda se pohybují pevné horniny, suť či bahno, podle tvaru smykových ploch apod. Vzhledem k ohrožení lidských životů a staveb nás bude zajímat především rychlost sesuvů, neboť sesuvy, které nepostupují rychleji než několik decimetrů za rok, lze zvládnout inženýrsko-geologickými díly. (Tůma, J., 1994) Tak jako na souši mohou svahové procesy působit i pod hladinou moří a oceánů. V takovém případě hovoříme o *podmořských skluzech*. Podmořské skluzy se týkají především oblastí šelfů a kontinentálních svahů.



Obr. 17: podle (Groman, J., 2002)



Obr.18: Sesuv v přímořské oblasti u San Franciska zleva před a po. Vysoké srážkové úhrny v průběhu roku 1997 způsobily v oblasti několik velkých sesuvů (zdroj: <http://www.planning.org/landslides>).

3.4.1 Druhy svahových pohybů a jejich klasifikace

Svahové pohyby můžeme posuzovat podle dvou základních veličin. Je to *rychlost* a *měřítko procesu*.

Měřítko udává především velikost plochy zavalené oblasti a dále množství přesunutého materiálu. Tyto události ovlivňují krajinu a obyvatele většinou jen lokálně. Větší sesuvy půdy pak mohou způsobit škody až na regionální úrovni. Z hlediska *rychlosti procesů* rozdělujeme svahové pohyby na *pomalé, středně rychlé a rychlé* (Kukal, Z., 1983).

Pohyby pomalé většinou nepředstavují reálné akutní nebezpečí. Takovouto rychlost měříme jen v desítkách cm za rok.

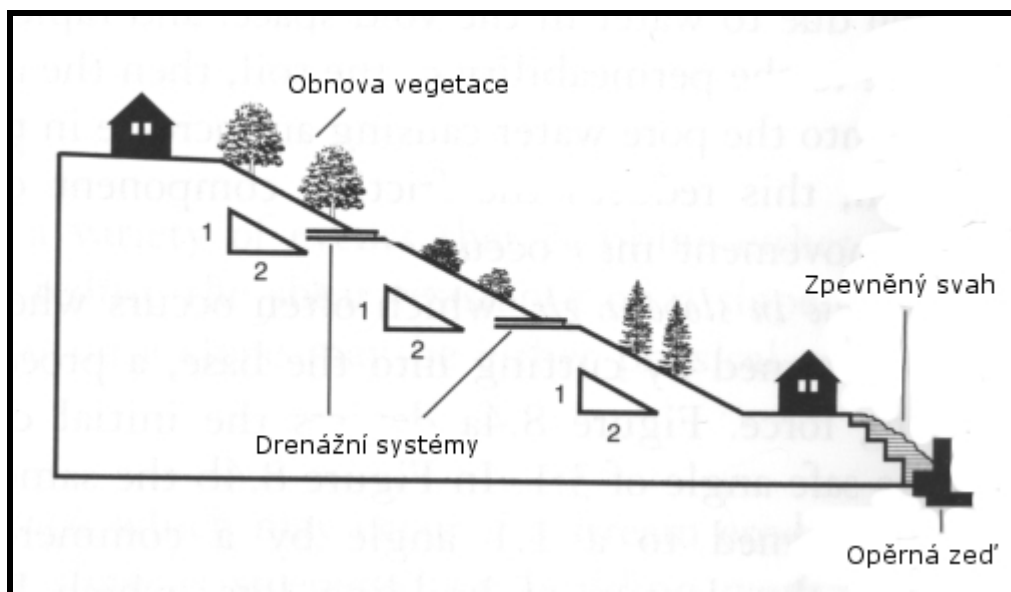
Středně rychlé pohyby se vyskytují nejčastěji. Rychlost počítáme již v metrech za hodinu nebo za den.

Pohyby rychlé způsobují většinou velké škody na životech i majetku. Rychlost sesuvu dosahuje několik desítek až stovek km za hodinu. Na případnou evakuaci nebo útěk tak zpravidla nezbyvá žádný čas. Mezi rychlé procesy patří řícení skal a všechny druhy (suché proudy, kamenotoky, bahnotoky apod.) (Kukal, Z., 1983).

3.4.2 Opatření proti svahovým pohybům

Proti svahovým pohybům můžeme vytvořit několik opatření. Nejčastěji zabráníme pohybům zpevněním svahů nebo zamezením vlivu vody regolitu. Podle (Smita,K., 2002) je možné navrhnout několik způsobů technologických úprav svahů, které snižují riziko vzniku svahových procesů:

1. **Úprava profilu** se používá zejména v sídelních oblastech –hlavně na svazích . Podstata je ve zmenšení sklonu *svahu* (tzv. odstupňování).
2. **Odvodnění svahu** používáme drenážní systémy – podzemní i povrchové. Zamezí podmáčení svahových hornin a zmenší vztlakovou sílu regolitu.
3. **Obnovení rostlinného krytu** rostliny pomocí kořenového systému zpevní vrstvy svahových hornin a odčerpávají přebytečnou vodu jako drenáž. Hustě rozvětvené rostliny (křoviny nebo vzrostlé koruny stromů) chrání svah před srážkami. Množství rostlin kvůli smykovému napětí v souvrství hornin musí být na svahu též přiměřené.
4. **Bezpečnostní stavby** svah lze zajistit i pomocí stavebních úprav jako jsou například pilíře, ochranné zdi nebo např. odstupňování svahu. Tyto úpravy mohou zbrzdit posun svahových hmot. Použití hlavně jen u meších svahů z důvodu velkých nákladů.
5. **Jiné metody** chemickou cestou lze snižovat propustnost vrchních vrstev hornin a tím zpevnit svah (například cementem). (Smith,K., 2002)



Obr. 19: Několik možností úprav svahu vedoucích ke snížení rizika svahových pohybů (upraveno podle: Smith, K., 2002).

3.4.3 Sněhové laviny

Laviny vznikají nejčastěji na svazích se sklonem od 15 do 50 stupňů. V ostatních sklonech terénu sesuvy lavin nefungují. V mírnějším terénu není dostatečná gravitační síla a ve strmějším se sníh sesouvá průběžně. Struktura počasí, způsob uložení vrstev sněhu a členitost terénu jsou hlavními kritérii pro uvolnění laviny. Mezi místa s největším rizikem výskytu sněhových lavin patří strmá úpatí, končící v dolinách. U sněhových lavin jsou příčiny a mechanismy procesu obdobné jako u ostatních sesuvů, rozdíl pozorujeme pouze v transportovaném materiálu. (www.adrex.cz/metodika/druhy-lavin-jejich-vznik.html) (Matuška, S., 2006).

Tak jako svah, může se i sněhová pokrývka dostat v důsledku různých faktorů do nestabilního stavu, při kterém vzniká akutní nebezpečí vzniku lavin. Ty každý rok mají na svědomí desítky životů po celém světě (Kukal, Z., 1983).

Podle (Gromana, J., 2002) je lavina velké množství sněhu, které se uvolnilo ze svahu působením prudkého větru nebo deště, otřesy země nebo i hlasitými zvuky či lyžaři.

Rozeznáváme tři druhy lavin:

„*Suchá*“ Je složena z prachového sněhu, který se valí z hory až 300 kilometrovou rychlostí. Uvolňují se během nebo krátce po sněžení. Suché (prachové) laviny mívají bodový odtrh. Mezi nejčastější oběti prachových lavin patří právě horolezci.

„*Desková*“ lavina je nejčastější příčinou lavinových neštěstí. Představuje pevný blok sněhu - často přes 100 metrů široký a 10 metrů silný -, který se uvolní a při svém sestupu se rozdělí na menší kusy. Deska je tvořena kohezní vrstvou sněhové pokrývky, která leží na méně kohezní, slabší vrstvě sněhu - skluzném horizontu, po němž sjede.

„*Mokrá*“ lavina je charakteristická pro jarní období nebo pro období oteplení, kdy vzniká množství kluzkého, hustého a čvachtavého sněhu. Má jinou mechaniku pohybu, jinak se předpovídají. Bývají též velmi nebezpečné. (Blahůt, J., 2004)

Příčiny vzniku:

Přímé: Vznikne nejčastěji při vyvolání otřesu. Například pád kamene, lidská chůze, sněhová koule a podobně.

Nepřímé: Může nastat při nestabilitě svahu nebo např. při rekrystalizaci sněhu.

(Kukal, Z., 2004)



Obr. 20: Názorná ukázka Suché laviny (Buček,B., 2001)

3.4.4 Opatření proti lavinám

Rozeznáváme ochranu *aktivní* a *pasivní*.

Pasivní ochranou se rozumí zaměřit se na vyšší kvalitu výstavby budov, kvalitnější základy, budování rozsáhlých ochranných valů a stěn nad vesnicemi. Na lavinových stáních je vhodná výsadba stromků nebo vybudováním sněhových zátarasů.. Nejlepším bezpečnostním opatřením je vyhnout se lavinovým svahům. (Kukul, Z., 2004)

Aktivní ochrana je například odstřel nahromaděného sněhu. (Groman, J., 2002)

Tabulka 7: Stupeň lavinového nebezpečí (od 1 - mírné do 5 - velké) podle charakteru sněhové pokrývky

Stupeň	Charakter a stabilita sněhové pokrývky	Pravděpodobnost uvolnění laviny
1	dobře zpevněná, stejně stará, nezvrstvená	možné jsou ojedinělé sněhové sesuny na lavinových svazích
2	dobře zpevněná, na strmějších částech svahu však nestabilní, pohyblivá	při mechanickém zatížení je možný ojedinělý výskyt lavin na lavinových svazích
3	na velmi strmých svazích nestabilní a pohyblivá, případně též zvrstvená	uvolnění laviny v lavinových terénech je možné i při malém mechanickém zatížení. Na strmých svazích mohou vznikat samovolně malé a střední laviny
4	sníh převážně slabě zpevněn, možnost vzniku kluzné plochy, sníh různého stáří	velká pravděpodobnost uvolnění lavin i při malém zatížení, samovolné uvolňování středních a velkých lavin
5	sníh málo zpevněný, zvrstvený, s kluznou plochou	možný vznik velkých lavin i na netradičních svazích

(Pošmourný, K., 2004).

3.4.5 Bahenní laviny, bahnotoky

Rychlý až katastrofický pohyb směsi sedimentu a vody po svahu. Podmínkou pro jeho vznik je značný obsah jílovité frakce a vody. Bahnotoky vznikají v subaerických podmínkách na svazích, které jsou pokryty značnou mocností jílovitých zvětralin a na svažitém dně různých typů pánví. (<http://leccos.com>)

Jsou přirozeným jevem již odpradáвна. Osidlováním a nepromyšlenými zásahy člověka do krajiny se ale tyto jevy nepřirozeně zesilují. Například při odlesňování půdy na strmých svazích nebo při rozsáhlé těžbě kamene, mohou prudké a intenzivní deště vytvořit z půdy velké masы valícího se bahna. (obr. 21). V roce 1991 zásah cyklonu filipínských ostrovů Leyte i Negros způsobil, že se uvolnila půda na ohromné rozloze vymýcených horských strání. Zасыpala mnohá města a vesnice a zahubila tisíce lidí. (Groman, J., 2002)



Obr.21 příklad bahnotoku z kalifornského pobřeží Pacifiku
(www.hofmann.estranky.cz/fotoalbum/geologie-/sesuvy/kalifornie-bahnotok-na-pobrezi.jpg.html)

Menší sesuvy bahna se vyskytují dosti často po celém světě. Způsobí je obvykle zemětřesení, ale někdy stačí jen prudký a vytrvalý déšť. V Peruánských Andách v Jižní Americe, se vlivem zemětřesení v r. 1970 otřáslо vysoké pohoří a na jeho úbočích se uvolnilo 100 milionů krychlových metrů zeminy a kamení. Tento sesuv se smísil s říční a ledovcovou vodou a stala se z něho vlna bahna 62 m vysoká, která zcela pohltila všechna města a vesnice v délce 80 km. Zahynulo přes 20 000 lidí.(Groman, J., 2002)

3.4.6 Opatření proti sesuvům bahna

Pokud se lavina bahna začne rychle pohybovat po horském svahu, už ji nic nezastaví. Pro ochranu a zamezení sesuvům bahna můžeme vytvořit některá opatření, která zmenší pravděpodobnost jejího výskytu nebo zmírní následky.

Odvodnění svahu používáme drenážní systémy – podzemní i povrchové. Zamezí podmáčení svahových hornin a zmenší vztlakovou sílu regolitu. (Smith, K., 2002)

Ochrana plachtovinou zamezení působení deště na rizikové horniny na svahu. Otevřené stráně se například pokryjí velkými nepromokavými plachtami.

Rohože přibité k horským svahům fungují stejným způsobem. (Groman, J., 2002)

Opravdu efektivním opatřením proti sesuvům je však omezení odlesňování, budování přiměřených odvodňovacích systémů a pokud možno nestavět obydlí v rizikových oblastech. (KUKAL, Z., 2004)

3.5 Povodně

Podle Meteorologického slovníku (1993) je **povodeň (cit.)**:

„Výrazný přechodný vzestup hladiny toku, způsobený náhlým zvýšením průtoku nebo dočasným zmenšením průtočnosti koryta, zejména při výskytu ledových jevů. Ke zvyšování průtoků na území ČR dochází vlivem spadlých intenzivních (krátkodobých či dlouhodobých) dešťových srážek nebo táním sněhové pokrývky, popřípadě jejich kombinací. Podle uvedených příčin rozeznáváme povodeň dešťovou sněhovou nebo smíšenou. Povodeň, vzniklá v důsledku tvorby ledového nápěchu nebo zácpy, se nazývá ledovou“.

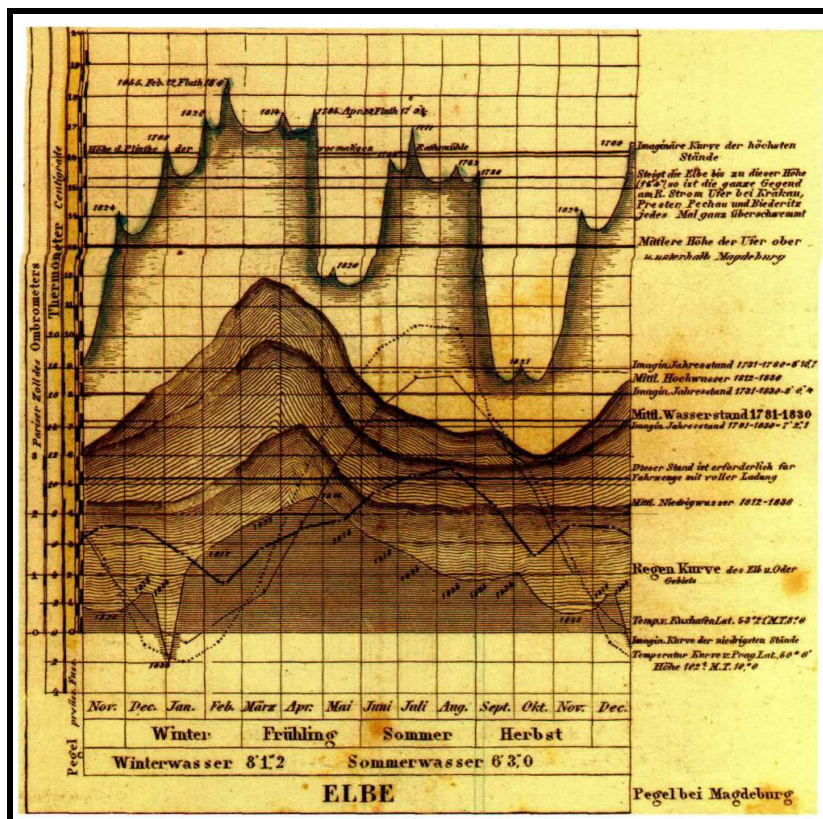
Povodeň je přírodní katastrofa, způsobená rozlitím nadměrného množství vody v krajině mimo koryta řek. Jejími následky mohou být různě velké škody na majetku, ekologické škody či oběti na lidských životech. (<http://cs.wikipedia.org>).

Podle (Kozáka, J.T., 2007) na velikost povodní mají též vliv geologické a geografické podmínky. Ke geografickým patří: a) tvar povodí, b) nadmořská výška, c) sklonitost svahů, d) spád otoku, e) členitost povrchu, f) zeměpisná orientace svahů, g) vegetace.

Povodně většinou vznikají kvůli nadměrnému množství srážek, které koryta nestačí pojmout a voda se vylije mimo ně. Mnohdy bývají na jaře způsobeny rychlým táním sněhu, který zahltí koryta řek. Pokud je tání doprovázeno trvalými dešti, je daleko rizikovější. I přes svůj ničivý potenciál mají povodně na mnoha místech světa stále životodárnou funkci. Například každoroční záplavy v povodí Nilu přinášely odjakživa rychlý rozvoj části Egypta. V Iráku nebo v Číně též povodně poskytovaly velmi úrodnou půdu. (Trousilová, A., 2010)

Podle kulminační výšky vodní hladiny a podle průměrné délky časové pauzy z historických povodňových statistik je rozlišujeme jako *dvacetileté*, *padesátileté*, *stoleté* atd. Ve střední Evropě se povodně často označují jako *letní* a *zimní*. (Kozák, J.T., 2007)

Graf na Obr. 21 převzatém z Berghausova fyzikálního atlasu, (Berghaus, Gotha 1832-46) ukazuje rozdíl mezi letními povodněmi a zimními. Zprůměrované hodnoty výšky hladiny Labe v letních povodních se na rozdíl od zimních neprojeví. Zimní povodně totiž převážně vznikají následkem tání sněhu a jsou vázány na jedno období spojené s ročním chodem teplot. Proto zprůměrované hodnoty v grafu pro měsíc březen ukazují maximum. (Kozák, J.T., 2007).



Obr 22: Výřez z listu Fyzikálního atlasu, (sekce Hydrologie) H. Berghause (Gotha 1832-46) ukazující roční průběh vodních stavů Labe podle měření na vodočtu v Magdeburku, zprůměrovaný pro období 1781-1830 (graf podává ještě další hydrologické informace). Soukromá sbírka, Praha

3.5.1 Jak snížit rizika povodní

Předpověď povodní je nemyslitelná bez předpovědi počasí. Jedná se vlastně o jeden proces, přičemž vývoj *počasí*, první část tohoto procesu, předurčuje i následky jeho konečné fáze, kterými mohou být i povodně. Takže alespoň letmé zmínce o meteorologických přístupech při úvahách o předpovědi počasí/povodně se nevyhneme. (Kozák, J.T., 2007).

V minulosti se s povodněmi více počítalo. Například domy ve starých zástavbách se stavěly tak, aby měly dvoje dveře a voda jimi mohla proudit, nejviditelnější je pak opatření na železnicích, kdy se koleje vždy stavěly na náspech ve výšce, kam voda podle zkušeností už nedosáhla.

Ve 20. století se ale zástavba rozšířila. Na místech, kde dřív bývala pole, jsou nyní vesnice a lidé jsou při každé povodni vyděšeni a překvapeni, že voda přišla - leckdy už poněkolkáté za posledních deset let. (Trousilová, A., 2010).

Jedním z úkolů revitalizace je snížení rizika povodní a jejich následků. Návrat k přirozenému rázu koryt vodních toků a niv:

- důležité je zpomalit postup povodňové vlny, způsobit její zploštění, snížení úrovně její kulminace. K tomu přispívá zmenšení kapacity koryta a zvětšení rozlivu po nivě,
- podporuje se obnovení přirozených forem retence povodňových vod ve sníženinách v nivě, včetně napodobení přirozených forem jako jsou stará ramena a tůňe,
- zvětšuje se průtočná kapacita koryta nebo nivy uvnitř zástavby nebo těsně pod ní,
- pokud jsou pro to podmínky, doporučuje se zadržet část povodňových vod v polosuchých poldrech. (Pošmourný, K., 2004).

Katastrofického rázu mohou dosáhnout tzv. bleskové povodně, což jsou povodně, způsobené rychlým stoupaním hladiny v korytech malých toků, ať již stálých nebo občasných, s malými povodími o rozměrech od několika km² do několika desítek a s větším spádem. Takové povodně vznikají náhle a rychle odeznívají. Mohou však způsobit značné škody na majetku a výjimkou nejsou lidské oběti.. (Kukal, Z., 1983)

Na České území přichází velká voda nepravidelně, menší katastrofy se odehrávají v rozstupech let, větší pak v řádu staletí. Voda hrozí především v místech, kde řeka protéká plochou krajinou. Vylévá se do okolí, pokud je zastavěno, vznikají velké škody. (Trousilová, A.,2010).

3.6 Sedání a poklesy půdy

Pokles nebo sedání zemského povrchu je přírodní proces, který se zpravidla vyskytuje například v krasových nebo pískovcových oblastech. Nejčastěji však vzniká vlivem lidské činnosti například poddolováním oblasti apod.

V krasových dochází nejčastěji k rozpouštění vápenců a dolomitů chemickou reakcí nebo mechanikou erozí. Tím vzniká velké množství různých povrchových i podzemních tvarů. I když se tvary, jako jsou závrtý, obvykle tvoří několik stovek až tisíců let, může v některých případech dojít k propadnutí povrchu do přírodní podzemní dutiny náhle

(Pošmourný, K., 2004).

Největším rizikem jsou vlivem lidského působení poddolovaná území. Jako poddolovaná území se rozumí polygony, zahrnující známý nebo předpokládaný výskyt hlubinných důlních děl, vzniklých za účelem těžby nebo průzkumu nerostných surovin. Nepatří sem tedy objekty typu tunelu, sklepu, kanalizací, podzemních skladu, krytu apod. Důlní díla jsou v rámci uvedených ploch rozložena nepravidelně a mohou zde být i zcela nepoddolované úseky. Z báňsko-technického hlediska je za poddolované území zpravidla považován pouze prostor dobývek nebo komor v určitém hloubkovém intervalu, kde probíhala těžba a kde hrozí největší nebezpečí projevu na povrch (poklesy, propady) (Štrupl, V., 2003). Tyto poklesy a propady jsou známy především na Karvinsku a Ostravsku.

I v současnosti například došlo při budování metra v Praze k propadnutí jednoho úseku tunelu Blanka vlivem nedostatečného zapažení okolních hornin.

3.6.1 Závislost vývoje poklesu

Vývoj poklesů je závislý na několika faktorech:

- na geologické struktuře ložiska (typ struktury a složitosti ložiskové výplně), V posledních letech přichází nová metoda, radarová interferometrie, která dokáže z družicových radarových dat detekovat poklesy v řádu centimetrů.
- morfologii ložiska (úklon a mocnosti ložiskové výplně, členitost ložiska, fyzikálně mechanické vlastnosti doprovodných hornin),
- hloubce dobývání,
- vlastností hornin nad dobývaným ložiskem (stupeň rozvolnění horninového masivu, fyzikálně mechanické vlastnosti hornin),
- technologie dobývání (komorování, stěnové poruby atd., používání zakládky, rychlost dobývání suroviny atd.). (Pošmourný, K., 2004)

3.7 Přehled ostatních environmentálních katastrof

V této práci je kladen důraz především na katastrofy, které mají převážně přírodní povahu. Ostatní důležité katastrofy velice stručně přibližuje tato kapitola.

Ve skupině přírodních katastrof hrají velmi důležitou roli i atmosférické katastrofy. Mezi atmosférická rizika řadíme *tropické cyklóny*, *tornáda* a jiné bouře.

Mezi přírodní katastrofy jsou též řazeny i *ničivé požáry*, přestože v poslední době je hlavním viníkem jejich vzniku člověk, který má na svědomí obecně asi 80 - 90% všech ničivých požárů. (www.sci.muni.cz/~herber/other.htm).

U těchto katastrof je důležité jejich úzké propojení. Způsobují značné škody na majetku v postižených oblastech, větší události často i značné oběti na životech. V poslední době jsme mohli zaznamenat několik takových velkých katastrof po celém světě. Hurikány v současnosti postihují hlavně oblast Karibského moře (jih USA, Střední Amerika), kde již způsobily velké ztráty (New Orleans, Honduras apod.). (www.sci.muni.cz/~herber/other.htm).

Pro vznik ničivých požárů je obecně příznivá kombinace vysokých teplot a dlouhotrvajících období sucha, která následují po periodě vegetačního růstu. To znamená, že nejvíce ohrožené jsou oblasti, v nichž převládá středozevní nebo kontinentální klima s převládajícím xerofylním nebo sklerofylním typem vegetace. Mezi regiony, které jsou nejvíce ohrožené požáry tedy patří oblasti při pobřeží Středozevního moře, Kalifornie a jihozápad USA a Austrálie. Australský kontinent je vůbec nejrizikovějším místem pro vznik ničivých požárů, a to díky kombinaci klimatických podmínek a charakteristice vegetačního krytu. (Pošmourný, K., 2004).

V dnešní době vlivem působením člověka na planetu můžeme do budoucna předpokládat růst globálních klimatických změn a to především v oblasti atmosférických a hydrologických hazardů. Například *silné zimní bouře*, *mráz*- praskání elektrického kabelového vedení při velkých nánosech sněhu .

Sucha- způsobují nedostatek pitné vody jak pro obyvatele tak pro zvířata a hospodářství (neúroda, úhyn zvířat). Jsou rozvojové země, kde se tento problém z nedostatku pitné vody projevuje denně. Například musí řešit kvalitu pitné vody apod. (www.sci.muni.cz/~herber/other.htm).

Dále mohu jen jmenovat katastrofy, které sice nejsou ryze přírodního charakteru ale zato ovlivňují lidský život v nemalé míře - například: biologické katastrofy (epidemie AIDS, BSE, ptačí chřipka apod.), technologické katastrofy.- nové technické vynálezy – Titanik, atomová bomba v Japonsku, havárie elektrárny v Černobylu, havárie elektrárny Fukušima. Dále například riziko terorizmu – viz 11.zář v New York. atd.

4. Systematizace ve formě tabulky

Člověk se s katastrofami, jako jsou vlny veder, povodně, sucha, zemětřesení a rozsáhlé havárie setkává již od pradávna. Snaží se tyto děje zaznamenávat a zjišťovat příčiny jejich vzniku. Do databáze katastrof EM-DAT (Emergency Disasters Database) bylo od roku 1990 zaneseno celkem 1 483 událostí, které se odehrály v evropském regionu WHO a zasáhly více než 42 miliónu lidí, zapříčinily 98 119 úmrtí a způsobily ztráty v odhadované výši přesahující 168 miliard USD. Největší počet lidských obětí mají na svědomí vlny veder a zemětřesení. Z hlediska úmrtnosti měly povodně i přes vyšší četnost relativně menší dopad na lidské oběti. (Informační list EURO, 2007).

Tabulka 10: Přírodní katastrofy a nehody evropském regionu WHO, 1990—2006

Druh události	Počet případů	Úmrtí	Postižené obyvatelstvo	Hospodářské škody (v tis. USD) ²
Sucha	31	2	14 865 575	14 297 309
Zemětřesení	102	21 840	5 875 138	30 225 449
Extrémní teploty	112	52 119	1 389 529	9 024 788
Povodně	344	3 593	11 566 509	66 093 052
Nehody ³	609	16 856	137 638	11 697 048
Sesuvy půdy a laviny	57	2 084	90 196	156 589
Ničivé požáry	58	228	286 969	3 540 357
Větrné smršti	170	1 397	8 063 234	33 114 822
Celkem	1 483	98 119	42 274 788	168 149 414

(zdroj: http://www.who.cz/PDF/FS_disasters-cs.pdf)

Díky systematizaci fyzickogeografické a socioekonomické sféry dokážeme analyzovat a kategorizovat přírodní jevy označované jako katastrofické a rovněž popsat jejich komplexní působení mezi přírodními a společenskými složkami krajiny. V pochopení a vysvětlení těchto jevů se tak nabízí příležitost propojit funkčními vztahy všechny hlavní součásti krajinné sféry. (Novák S.- Weihiferí M.,2005)

Tabulka 8: katastrofy podle jejich prostředí, původu a geologických vlivů

Název KJ	Zařazení	Vznik	Projev	Dopad	Účast geosfér	Rozsah a délka působení
Silná bouřka	Atmosféra	Na výrazných studených frontách nebo v bouřkách při déletrvajícím teple	Místní intenzivní dešťové srážky, bouřky, krupobíjí a silný nárazový vítr	Místní záplavy, zatopené douhy, polámané stromy		Lokální Krátkodobé
Tornádo	Atmosféra	V mohutném bouřkovém mraku	Silný větrný vír	Destrukce zasažené části krajiny		Lokální Krátkodobé
Tropický cyklón	Atmosféra	Nad přehřátým povrchem oceánu	Mohutná tlaková níže s intenzivními bouřemi a extrémními rychlostmi větru	Devastace rozsáhlých částí povrchu, ztráty na životech		Regionální Střednědobé
Povodeň	Hydrosféra	Silně dlouhotrvající deště, půda je nasycená a není schopná dále vodu absorbovat	Rozliv tekoucí vody do povodňových území, shromažďování vody ve sníženinách.	Likvidace rostlinného a půdního krytu, staveb a infrastruktury Ztráty na životech		Lokální až regionální Střednědobé - dlouhodobé
Lavina	Hydrosféra	Nahromaděni vrstvy sněhu na příkrých svazích, která je stržena gravitací	Masa sněhu se valí rychlostí až 100 km/h. Unáší sebou materiál a modeluje krajinu.	Devastace krajiny v místě působení.		Lokální Krátkodobé
Bahnotok	Hydrosféra	Presycení půdního krytu a podloží vodou	Rychlý pohyb vodou nasyceného materiálu po směru sklonu svahu.	Destrukce postiženého svahu, zavalení dna údolí, ztráty na životech		Lokální Krátkodobé až střednědobé
Tsunami	Hydrosféra	Pohybem litosférických desek pod mořskou hladinou	Vzednutí vlny s velkou mocností, u pobřeží nabývá na výšce	Celková destrukce pobřežních oblastí, velké ztráty na životech		Lokální až regionální Krátkodobé
Zemětřesení	Litosféra	Uvolněním energie v části zemské kůry nebo svrchního pláště	Krátkodobé otřesy povrchu země o různé intenzitě	Premodelování georeliéfu destrukce staveb, ztráty na životech		Lokální až regionální Krátkodobé
Sopečná činnost	Litosféra	Zeslabená zemská kůra zejména na styku litosférických desek	Erupce magmatu a plynů, rychlé šíření pyroklastického oblaku	Průkrutí terénu tuhnoucí lávou, likvidace původního pokryvu		Lokální až regionální Krátkodobé až dlouhodobé
Ztráta biodiverzity	Biosféra	Přeměna životního prostředí organismů	Vymizení rostlinných a živočišných druhů	Zmenšená stabilita biologických systémů		Regionální až globální Dlouhodobé
Přemnožení živočišného druhu	Biosféra	Výhodné okamžité životní podmínky jednoho biol. druhu	Populační exploze	Vytěsnění jiných druhů, narušení vlastního ekologického prostředí		Lokální až globální Střednědobé až dlouhodobé.
Ztráta úrodnosti	Pedosféra	Eroze půdy, zasolování, zhutnění, desertifikace	Zmenšená nebo zcela ztracená úrodnost	Poškození až vymizení rostlinného krytu		Lokální až regionální Dlouhodobé

(Novák S.- Weihiferí M.,2005)

5. Diskuse

Samo slovo katastrofa je pojem, který člověk dnešní moderní doby slychává velmi často. Presto že s katastrofami se lidé setkávají už od dávných dob, může se zdát, že v poslední době o nich slyšíme čím dál častěji. Můžeme si tedy položit otázku, jestli stoupající tendence katastrofických událostí nás má nějak znepokojovat.

Odpovědí a názorů může být několik. Prudký rozvoj společnosti v posledních desetiletích, růst životní úrovně a zvyšování počtu aglomerací, má za následek oddalování člověka od přírody. Někdy můžeme hovořit i o nedbalém chování k přírodě, kdy člověk stavěl a staví své obydlí například v zátopových oblastech, na pobřežích, kde hrozí například tsunami, či na svazích zdánlivě spící sopky. Při velké hustotě osídlení pak většinou dojde ke zkáze.

Myslím si, že zanedbáme-li katastrofy způsobené lidskou činností, dojdeme k závěru, že počet přírodních katastrof za posledních několik desítek let není nijak zásadně odlišný od minulosti. Lze totiž říci, že stejná přírodní událost - katastrofa dříve způsobila menší škody, neboť původně v daném území bylo lidí i jimi vytvořených objektů prostě méně, nebo se zde nevyskytovaly vůbec.

Například prokázané oteplování planety, které zřejmě způsobuje určité výkyvy počasí, též nemusí způsobovat jen skleníkové plyny ale i jistý přirozený cyklus změn podnebí planety, který se nedá ničím zastavit. Dnes žijeme světě internetu, počítačů a informací. Média nebyvale rychle chrlí data o událostech ve světě a díky hladu po informacích informují i o dříve často nepublikovaných událostech. Vedle běžného cyklu geologických událostí, někdy i přehlížených, se pak ještě násobí dojem zvyšování četnosti katastrofických událostí.

6. Závěr

Cílem této práce je zpracování přehledu základních typů geologických a jiných faktorů, které ovlivňují vznik rizikových (katastrofických) událostí, jak geo-ekologických jevů (katastrof) tak i jejich teoretických základů. Jednoduchými schémata pak dále zobrazit vznik vybraných událostí a základních teoretických poznatků, které umožňují předvídat jak vznik jednotlivých katastrof, tak i jejich průběh a hlavně ekonomické či ekologické důsledky.

Jednotlivé procesy způsobující katastrofy ovšem nefungují samostatně. Jedna katastrofa může ovlivňovat nebo dokonce zapříčinit jinou. Zemětřesná aktivita může vyvolat vlnu tsunami, která může dále způsobit povodně v pobřežních oblastech.

Při výběru geologických katastrof jsem se rozhodl zmínit hlavně ty nejzákladnější a nejčastější geologické události, které současně mají za následek v historii lidstva i největší materiální škody a počet obětí.

Přehled těchto katastrof nám dokazuje, že nelze všem geologickým dějům zabránit, ale lze spouště událostem předcházet nebo zmírnit jejich katastrofické následky. Lze totiž různými technologickými prostředky (např. zabezpečení svahů, úpravy koryt řek, atd.) nebo včasným stále promyšlenějším varováním (např. satelity, seismografy atd.) zachránit miliony lidských životů.

Proto je velmi důležité, abychom co nejvíce věnovali pozornost těmto geologickým jevům, vylepšovali tak systém ochrany a prevence a zároveň si vzali ponaučení z předchozích katastrofických událostí.

7. Použitá literatura

Kukal, Z. (2004): Mořská přírodní rizika - hrozba i pro střední Evropu? Současnost a budoucnost krizového řízení, 23, Praha.

Kukal, Z., Reichmann, F. (2000): Horninové prostředí České republiky, jeho stav a ochrana. Český geologický ústav. 190 str., Praha.

Kukal Z., Němec J., Pošmourný K. (v tisku): Geologické paměť krajiny. Česká geologická služba, Praha. Lanzy,

Povodně v českých zemích / Jan T. Kozák ... [et al.] [Praha] : Professional Publishing, 2007

Tůma J. *Katastrofy dědicí svět*, Praha, květen 1994

Šamalíková, M., Prostějovská, M., Locker, J., Pospíšil, P. (1992): Návod k popisu a

Šamalíková, M. (1990): Inženýrskogeologická terminologie, Vysoké učení technické, Brno určování hornin při samostudiu, učební text FAST VUT. Brno.

Atlas přírodních katastrof / Jeff Groman ; [z anglického originálu ... přeložil Ludvík Rybáček] Praha : Albatros, 2002.

Smith, K.: *Environmental Hazards: Assesing Risk And Reducing Disaster*. 3. vyd. Routledge, Londýn, 2002. 392 s. ISBN 0-415-22463-2

Brázdil, R., et al.: *Úvod do studia planety Země*. 1. vyd. SPN, Praha, 1988. 365 s.

Jan Zedník , Tomáš Fischer: zemětřesení v česku. 2006

Záruba, Q., Mencl, V. (1974): Inženýrská geologie, Academia, Praha

Blahůt, J. (2004): Příčiny vzniku lavin, jejich základní typy a klasifikace. Ročníková práce

Štrupl Vít (2003-2005) Stanovisko české geologické služby – geofond. Databáze hlavních důlních děl II

Internetové stránky:

<http://www.wikipedia.org>

<http://www.kennislink.nl>

<http://www.usgs.gov/>.

<http://www.parautochthon.com>

<http://www.usgs.gov>

<http://www.tsunami2004.net>

<http://www.parautochthon.com>

<http://www.volcano.si.edu>

<http://www.usgs.gov>

<http://tema.novinky.cz/povoden> (Alžběta Trousilová)

<http://leccos.com/index.php/clanky/bahnotok>

<http://www.sci.muni.cz/~herber/other.htm>

www.adrex.cz/metodika/druhy-lavin-jejich-vznik.html) (MATUŠKA, S., 2006)

<http://sites.google.com/site/vulkanizmus/magma>

www.hofmann.estranky.cz/fotoalbum/geologie-/sesuvy/kalifornie-bahnotok-na-pobrezi.jpg.html.

http://obcan.ckrumlov.info/docs/dokumenty/pozemky/7/poddolovane_uzemi.pdf

<http://www.zemepis.com/tsunami.php>

8. Seznam příloh

Příloha 1: Katastrofy v historii

Příloha 2: Mapa sesuvů v ČR

Příloha 3: Ostatní vybrané katastrofy

9. Přílohy

Příloha 1: Katastrofy v historii



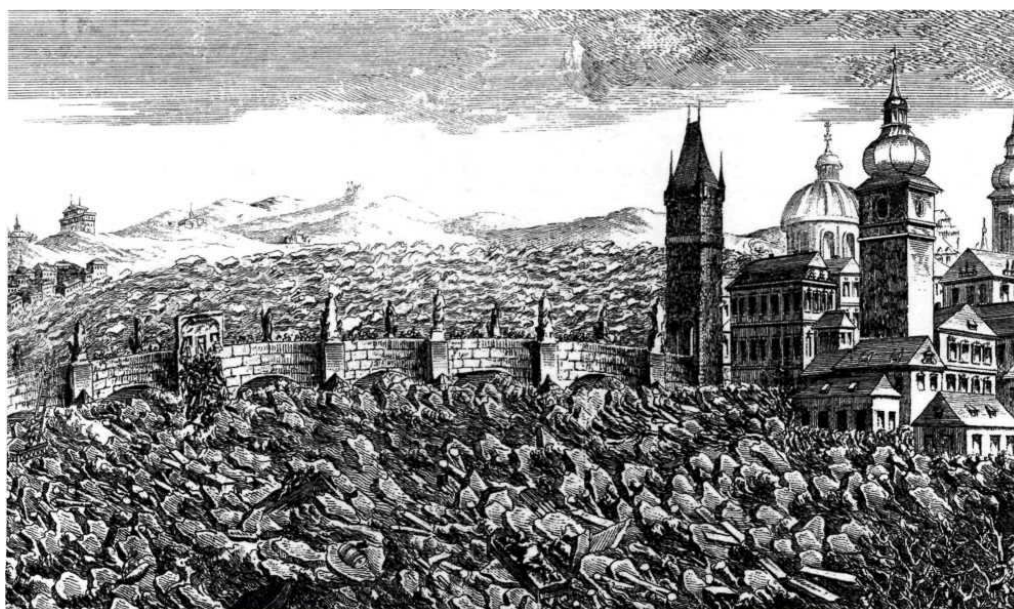
Ručně kolorovaný dřevorez anonymního kreslíře zobrazující škody na vídeňských budovách (kostelní věže, domy v popředí vlevo), které vznikly následkem zemětřesení u Vídně, v blízkém Neulengbachu, dne 15. září 1590. Obrázek ilustruje letákový list s popisem události v češtině, který pohotově vydal v Olomouci německý tiskař Valentýn Klíjn či Klýn (Klein). Leták je dnes znám v jediném exempláři, který je uložen ve Státním oblastním archivu v Třeboni. (Kozák, J.T., 2007).



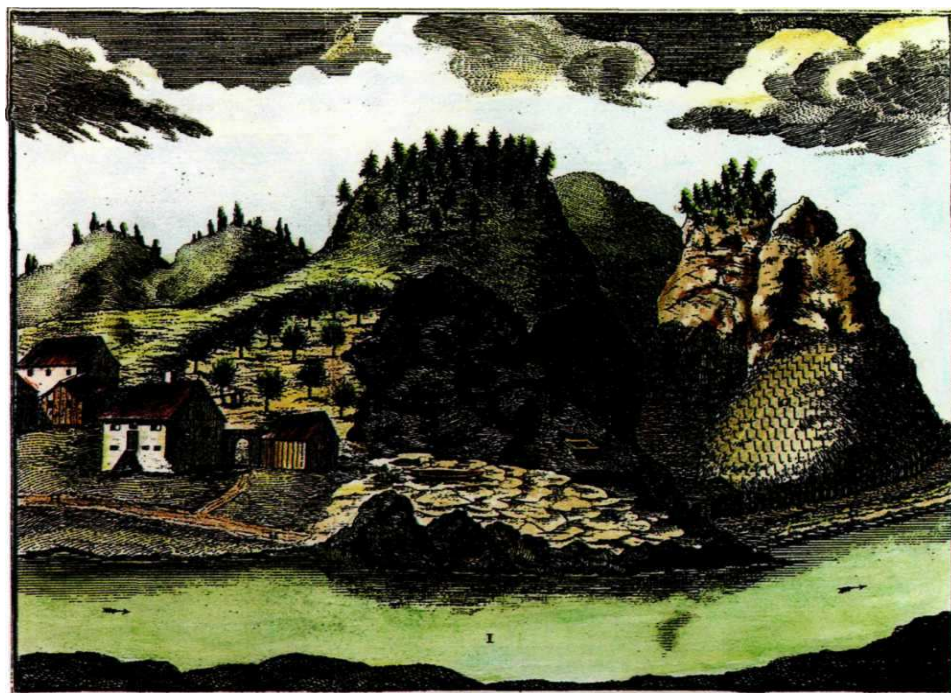
Povodeň v Praze 26. května 1872. Přesněji řečeno, následná, odtoková fáze bleskové letní povodně, která postihla středozápadní Čechy, zejména povodí Berounky předchozí den, 25. května. Litografii v pohledu ze Sřeleckého ostrova na sever, přes Karlův most, vytvořil C. Fiess v Praze, snad jako samostatný tisk. Povodňový stav dobře demonstrují zatopené spodní části domů na obou březích řeky i množství dřevěných naplavenin plujících po řece či působících zátarasy před Karlovým mostem. Soukromá sbírka, Praha (Kozák, J.T., 2007).



Rytina pražské autorské dvojice Markowský - Drda z let 1825-1830 připomíná (po 3. století?) tragické lisabonské zemětřesení z 1. listopadu 1755. Děsivá scéna, která je zřejmě vytvořená podle fantazie kreslíře Markowského, dokumentuje stálý zájem evropské veřejnosti na velkých katastrofách ve Středomoří, a to i ve vzdálených zaalpských zemích

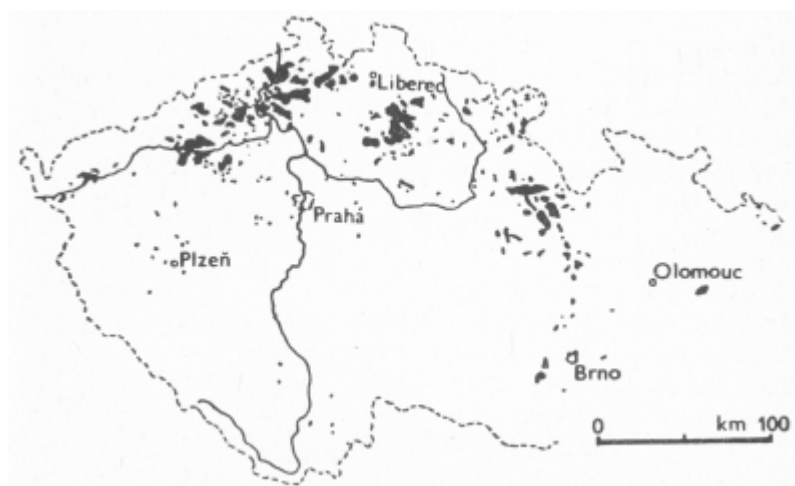


Zimní povodeň v Praze ve dnech 27. a 28. února 1784. MědirytJ. Berky, Světozor 1890, ukazuje nakupení ledových ker a nejrůznějších naplavenin před Karlovým mostem (na některých troskách jsou unášeni i lidé) i zaplavení přilehlé části Starého města. Rytina přibližuje pozorovateli i zřícení strážnice uprostřed mostu a pád mužstva do rozvodněné Vltavy. Při této povodni bylo několik pilířů Karlova mostu vážně poškozeno, jak ukáží další dobové rytiny ve střední části knihy. Soukromá sbírka, Praha



Sesuvy půdy, které nejvíce trápí Evropany, sídlící v „mladých“ Alpách a v jejich podhůří, se v menším rozsahu a s menší frekvencí vyskytují i na našem území. Naše zobrazení ukazuje sesuv půdy a kamení dne 5. ledna 1770, ke kterému došlo na levobřežním svahu Labe u samoty Veselí, přibližně 6 km pod Ústím nad Labem. Tento sesuv, který zaplnil i část koryta Labe, by dnes přerušil důležité železniční i automobilové komunikace vedoucí podél této strany labského břehu. Ti, kteří tudy občas cestují, si jistě vzpomenou, že dnes jsou tannější svahy ohrožené sesuvy zabezpečeny ocelovými drátěnými sítěmi. Naše zobrazení představuje ilustraci anonymního německého letákového listu, popisujícího událost. Soukromá sbírka, Praha (Kozák, J.T., 2007).

Příloha 2: Mapa sesuvů v ČR



Sesuvná území v Českém masivu (převzato: KUKAL, Z., 1983, 187).

Příloha 3: Ostatní vybrané katastrofy



Pobřežní krajina v Austrálii po požáru *Ash Wednesday* v roce 1983 (zdroj: <http://www.dse.vic.gov.au>).



Tornado Elie Manitoba 2007 (Wikipedie)



Letecký snímek, odsávací lodě ropnou skvrnu v Ga Bay na pobřeží v roce 1990



Černobylská tragédie v bývalém Sovětském svazu v roce 1986