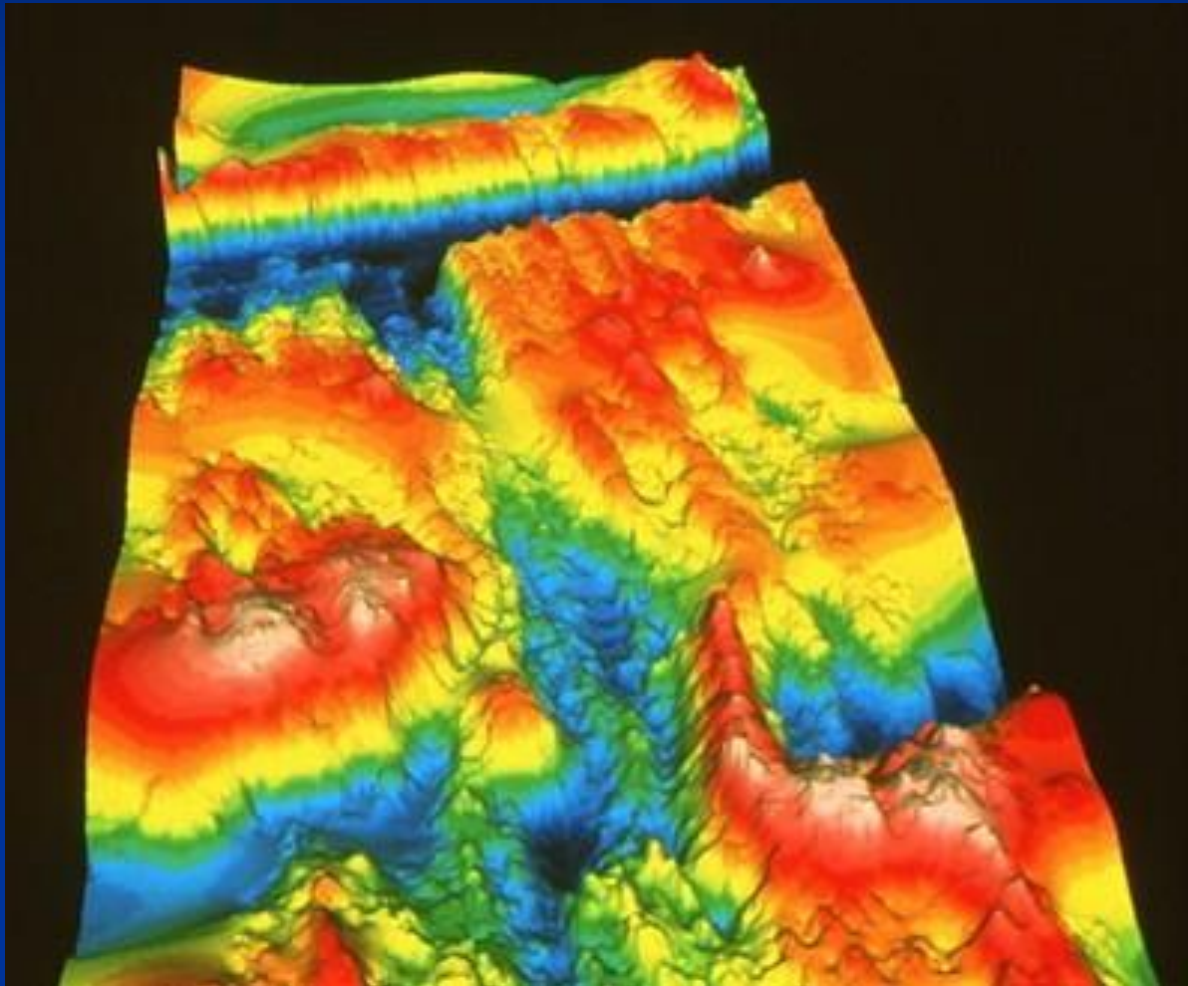


Dana Sitányiová

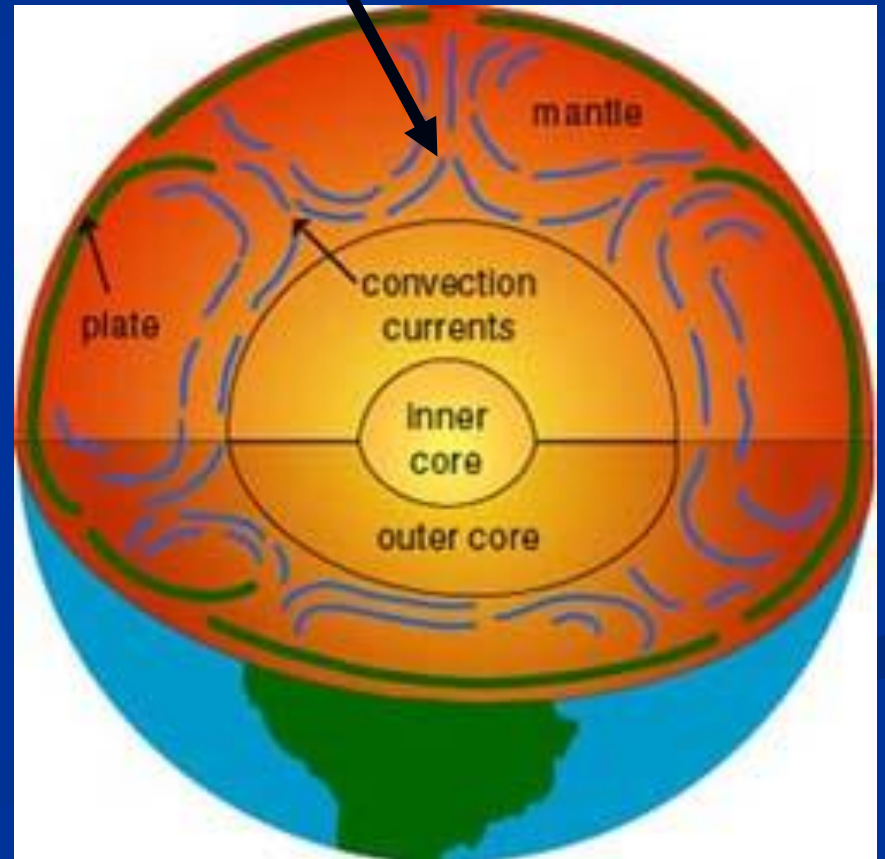
Prednáška 2 – Vnútrotná dynamika Zeme



Zemské teleso

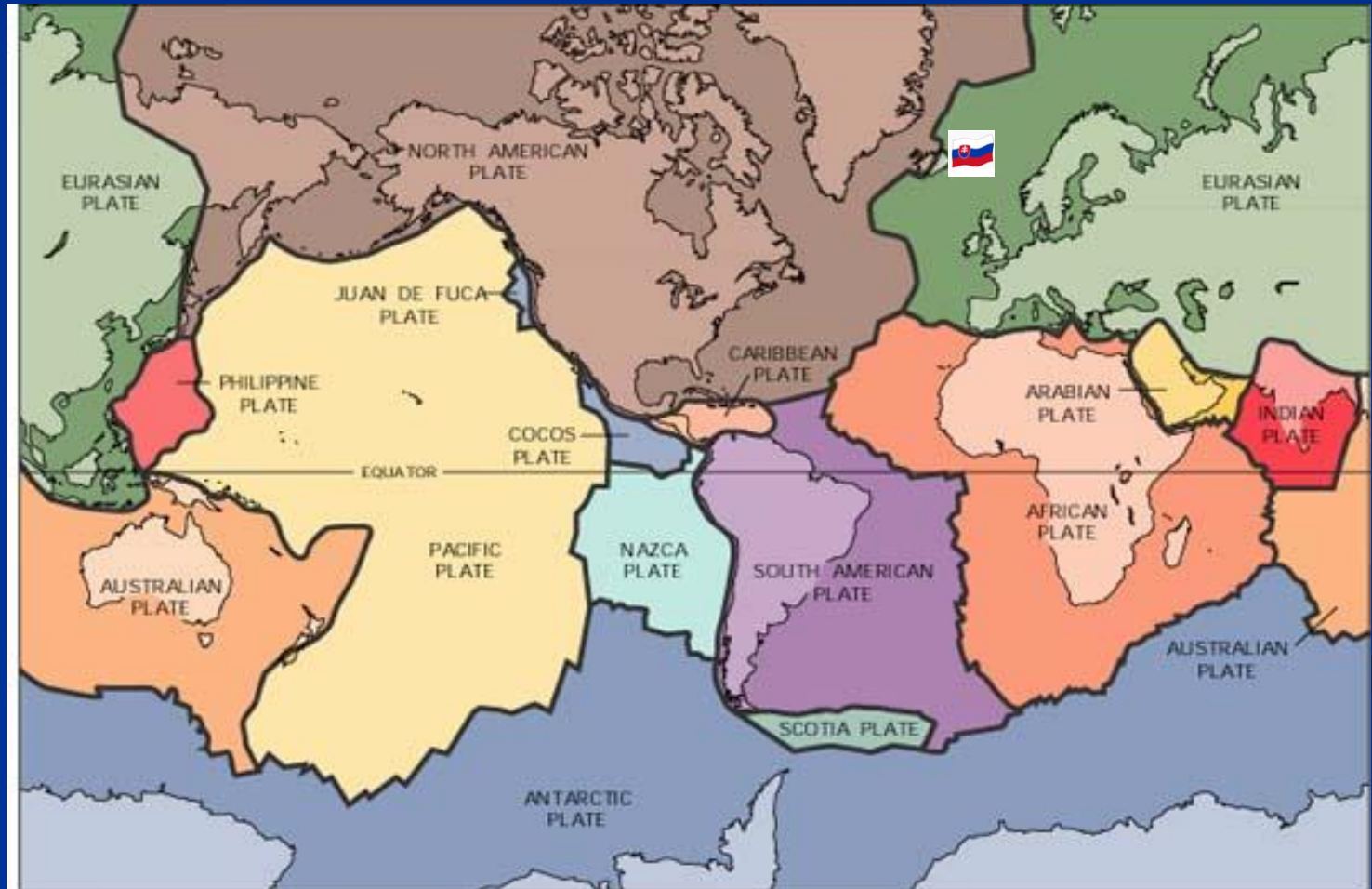
Zemská litosféra nie je súvislá a je rozdelená na litosferické dosky. V roku 1972 Arthur Holmes vyslovil predpoklad, že konvenčné prúdy vznikajú z rozdielov teploty. Teória Globálnej tektoniky predpokladá, že konvenčné prúdy sa vyskytujú aj v astenosfére. Teóriu podporujú merania tepelného toku-teploty vyžarovania zo Zeme. Hodnoty teploty sú vyššie pod chrbtami a nižšie pod priekopami. Litosferické dosky sa v horizontálnom smere pohybujú po astenosfére a akoby unášali jednotlivé pevniny a oceánska dná.

Konvenčné prúdy



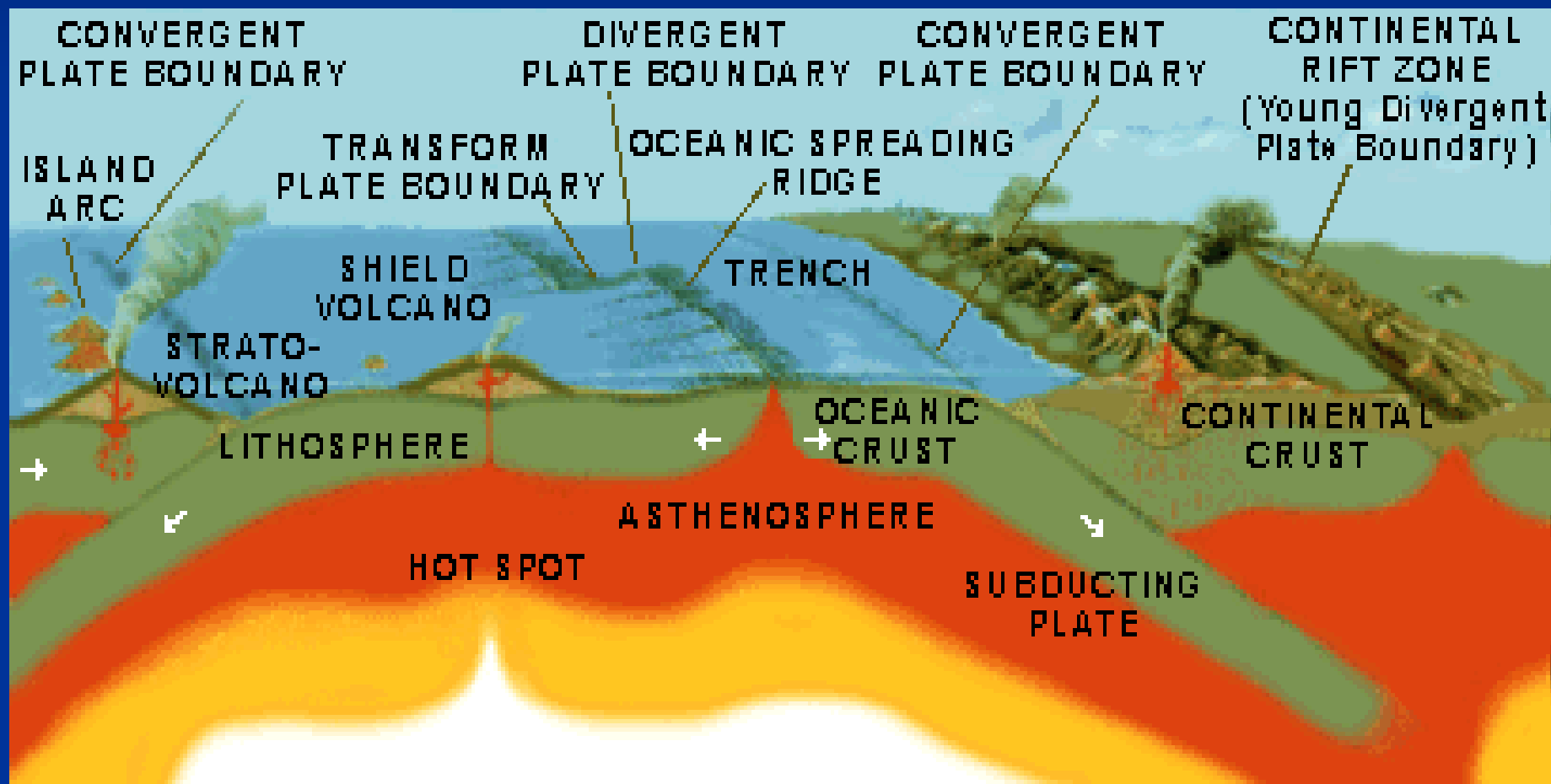
Litosferické dosky sú ohraničené oceánskymi chrbtami, priekopami a transformnými zlomami, pričom hranice litosferických dosiek sa nie vždy kryjú s obrysmi oceánov a pevnín.

Tektonické dosky

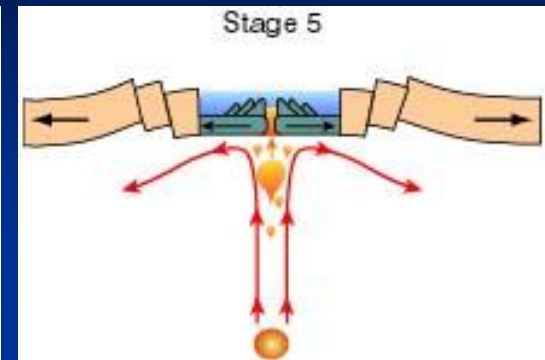
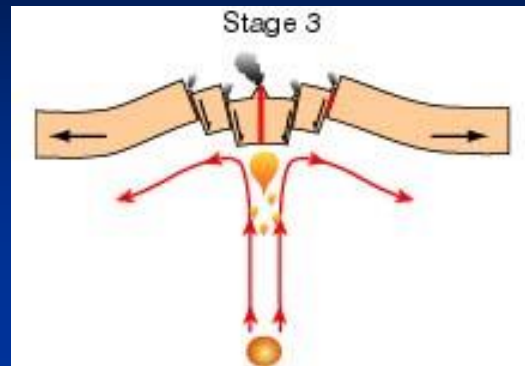
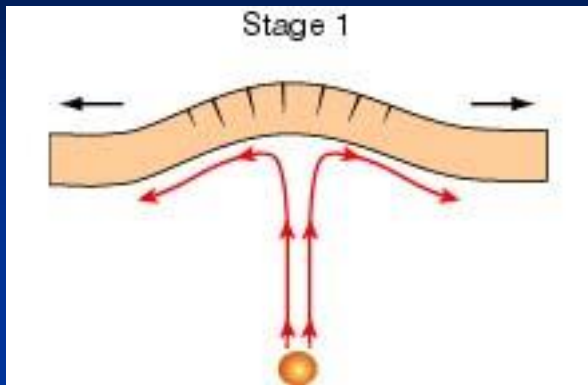


Dve litosferické dosky sa môžu navzájom zrážať, približovať, vzd'aloovať, podsúvať, čiastočne nasúvať, alebo sunúť vodorovne vedľa seba.

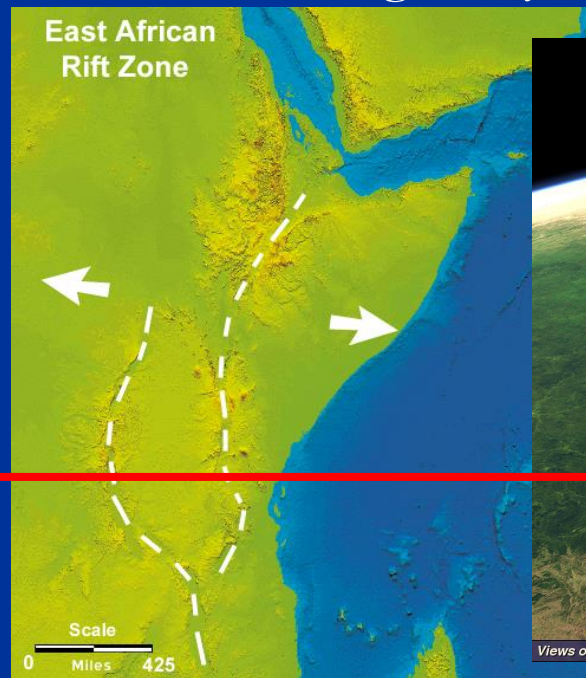
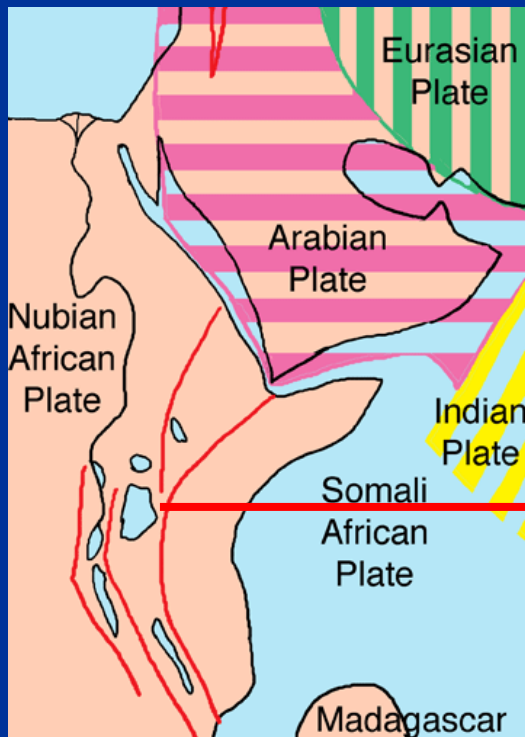
Globálna tektonika



Kontinentálne riftové zóny



Divergentný styk – vzd'alo vanie dosiek



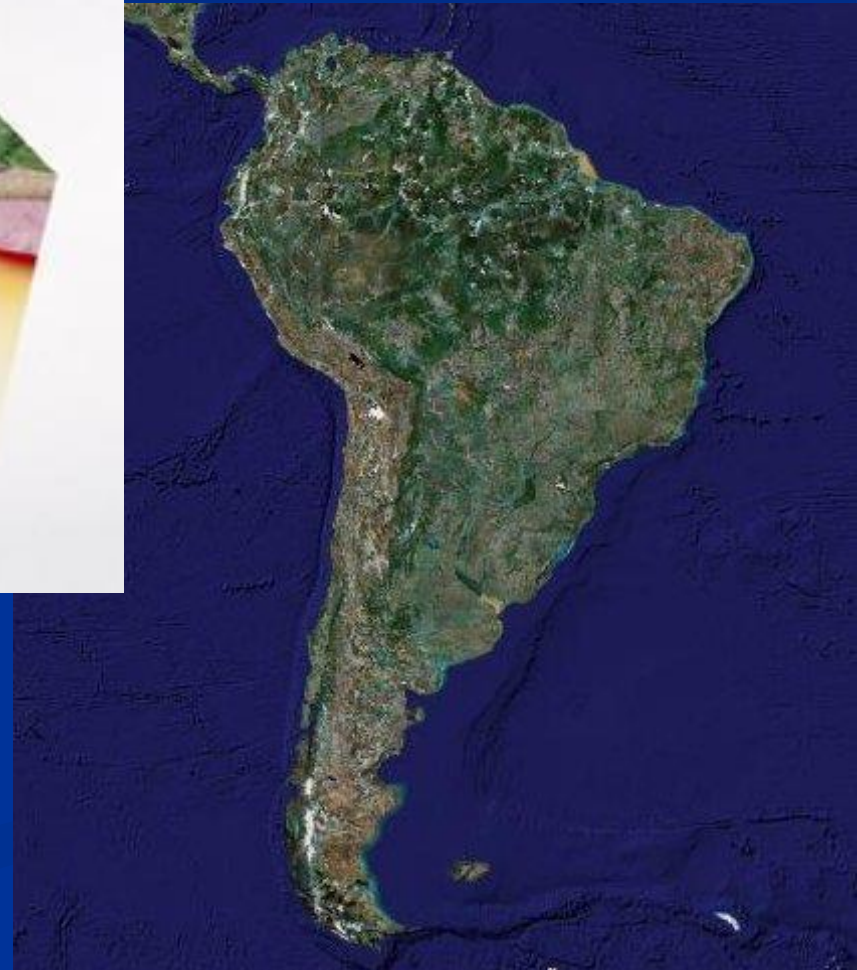
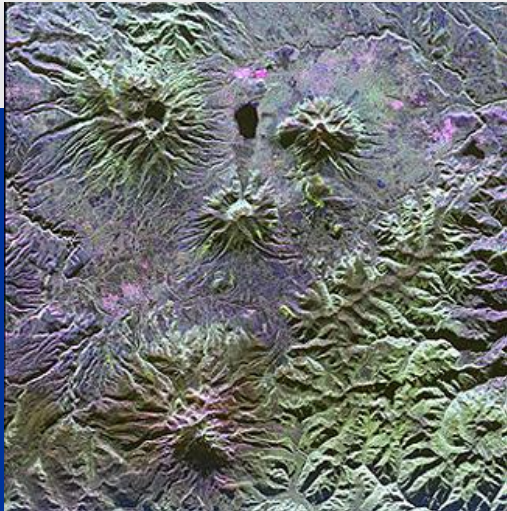
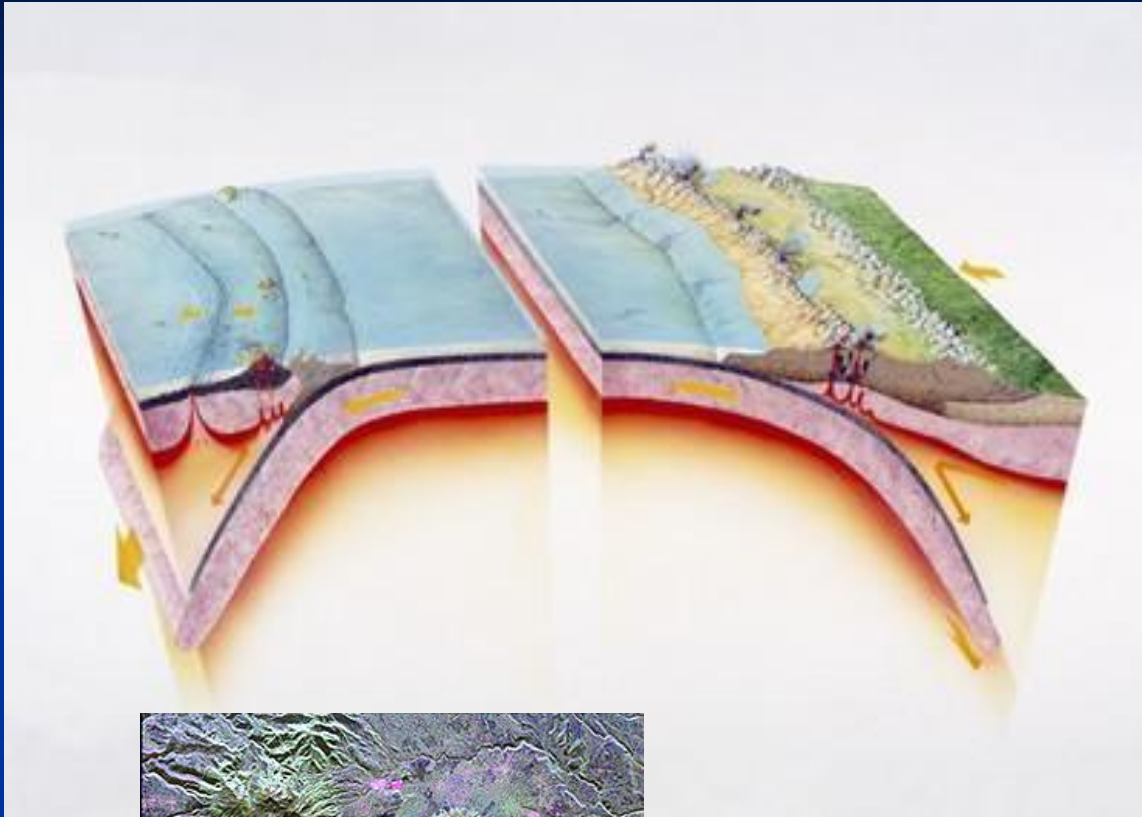
Subdukcia je proces, pri ktorom jedna tektonická platňa poklesáva pod druhú. Subdukčná zóna je pomenovanie oblasti, kde sa odohráva daný pokles. Je to miesto častého výskytu zemetrasení a sopečnej činnosti. Subdukčné zóny označujú miesta poklesu litosféry do plášťa, teda „recyklácie“ oceánskej kôry.

Subdukcia

Konvergentný styk dosiek



Subdukcia – Južná Amerika



Pohyb obrovských dosiek zemskej kôry vyvoláva na ich okrajoch silný tlak. Ak sa dosky približujú, vytlačajú horniny do prevrásnených a zlomami porušených horských pásiem.

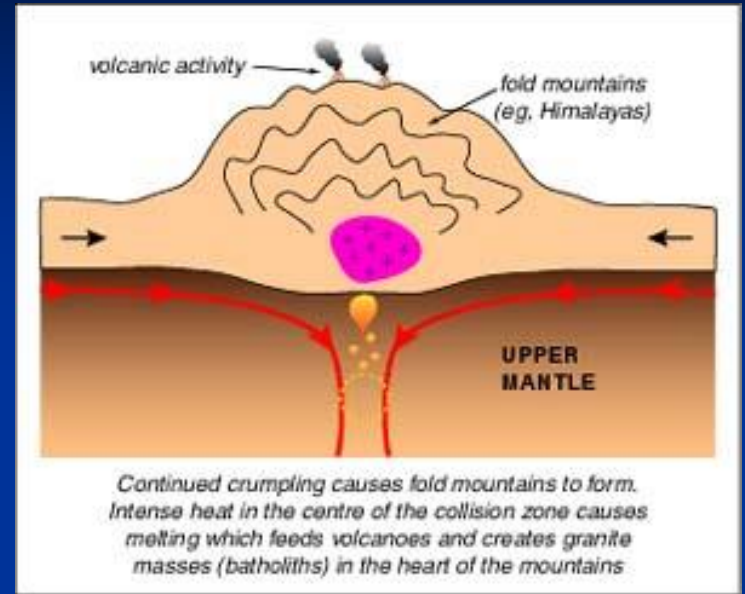
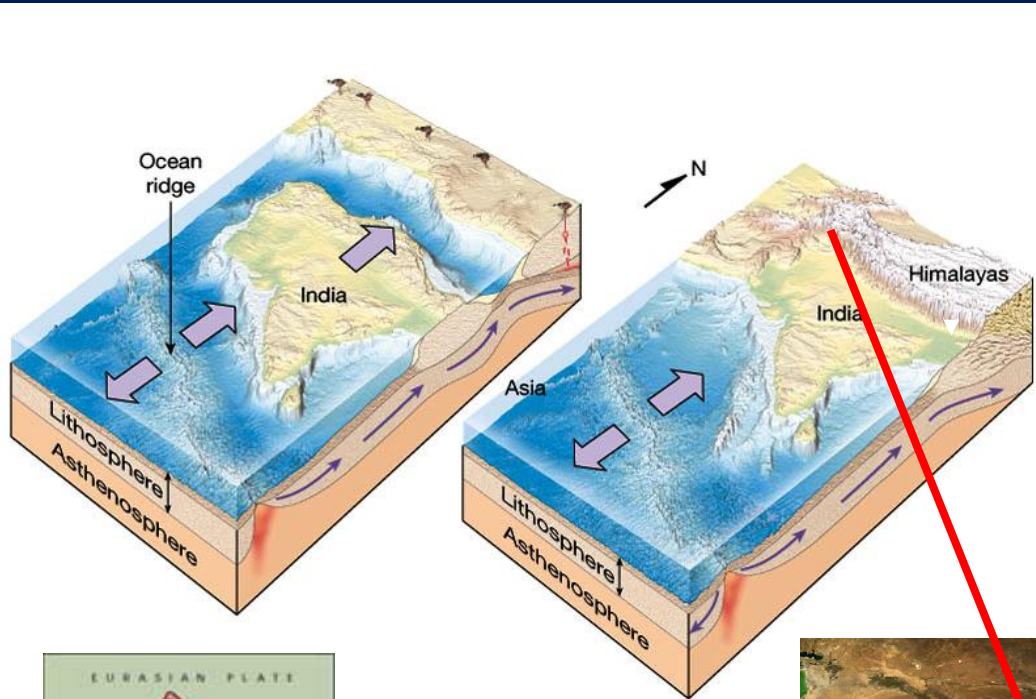
Pred 140-timi miliónmi rokov bola dnešná India súčasťou superkontinentu nazvaného Gondwana land. Neskôr sa rozdelil a vytvoril súčasnú Afriku, Indiu, Austráliu, Antarktídu a Južnú Ameriku. India sa odčlenila omnoho rýchlejšie ako ostatné časti, posúvala sa o 18 až 20 centimetrov ročne.

V porovnaní s tým sa Austrália a Afrika pohli maximálne o štyri centimetre za rok, kým Antarktída takmer zostávala na rovnakom mieste. Postupovaním na sever India narazila do kontinentu Eurázia približne pred 50-timi miliónmi rokov. Zrážka spôsobila zdvihnutie zemskeho povrchu a vytvorenie najvyššieho pohoria sveta - Himalájí.

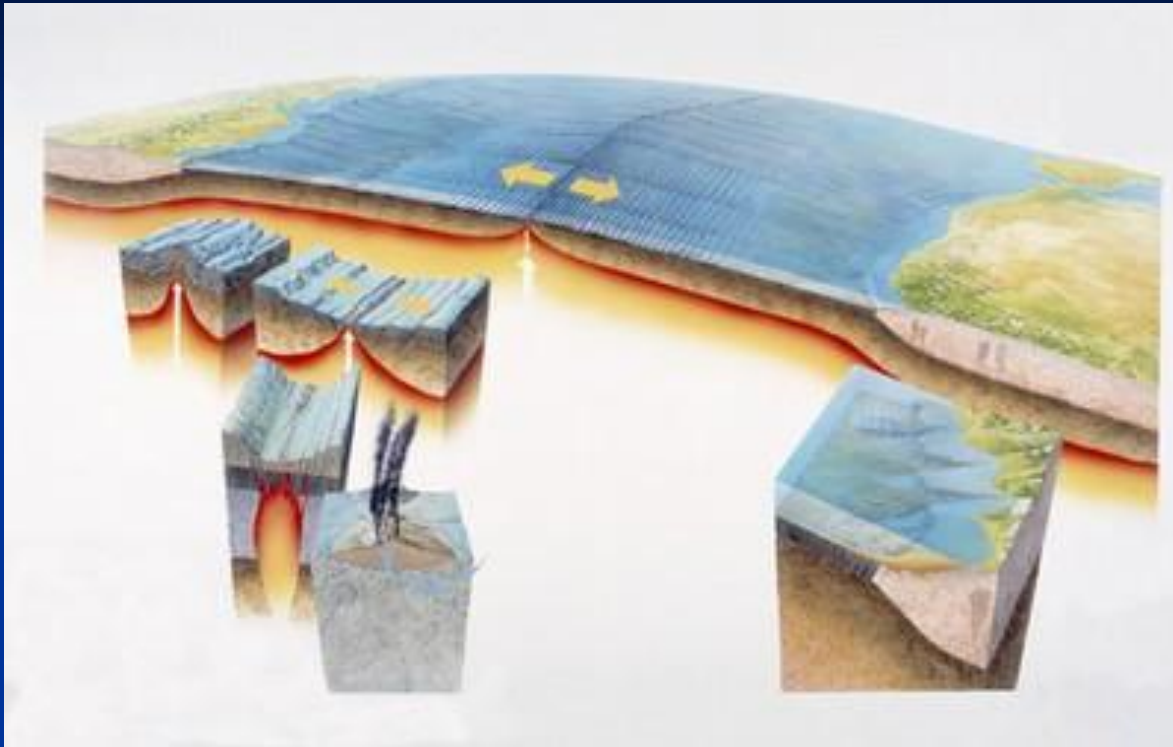
Kolízia dosiek



Kolízia kontinentálnych dosiek



Stredo-oceánsky chrbát

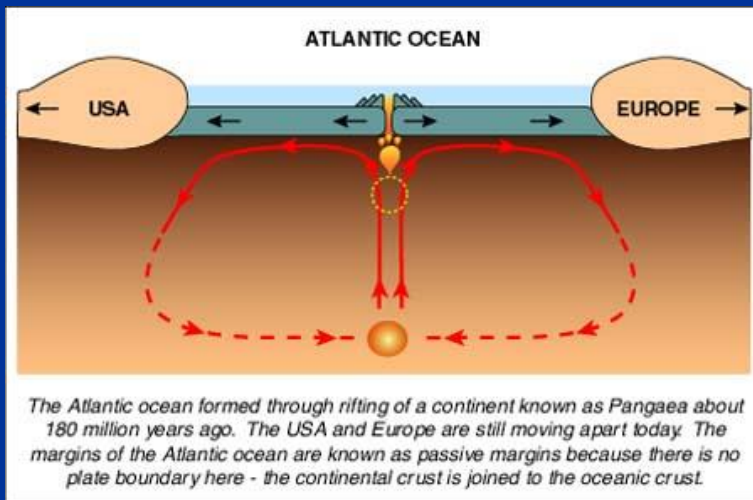
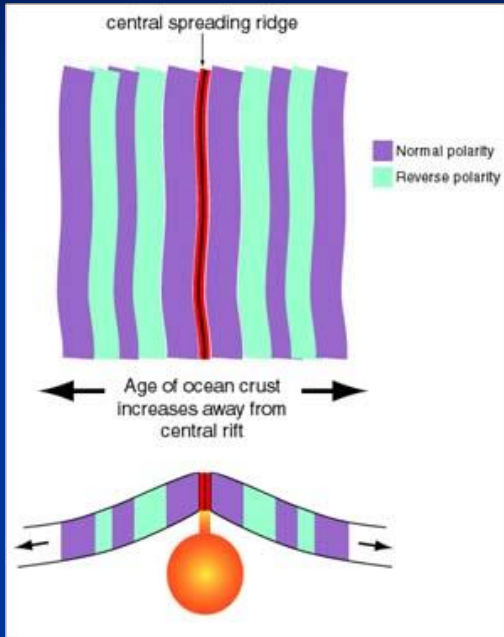


Divergentný styk dosiek

Oceánske chrbty vznikajú medzi dvoma navzájom sa vzd'ľujúcimi sa doskami. Medzera medzi dvoma doskami sa potom zaplňa magmou, ktorá vystupuje z astenosféry. Takto sa stále viac a viac rozširujú dna oceánov. Rýchlosť rozširovania je síce malá ale nie zanedbateľná.

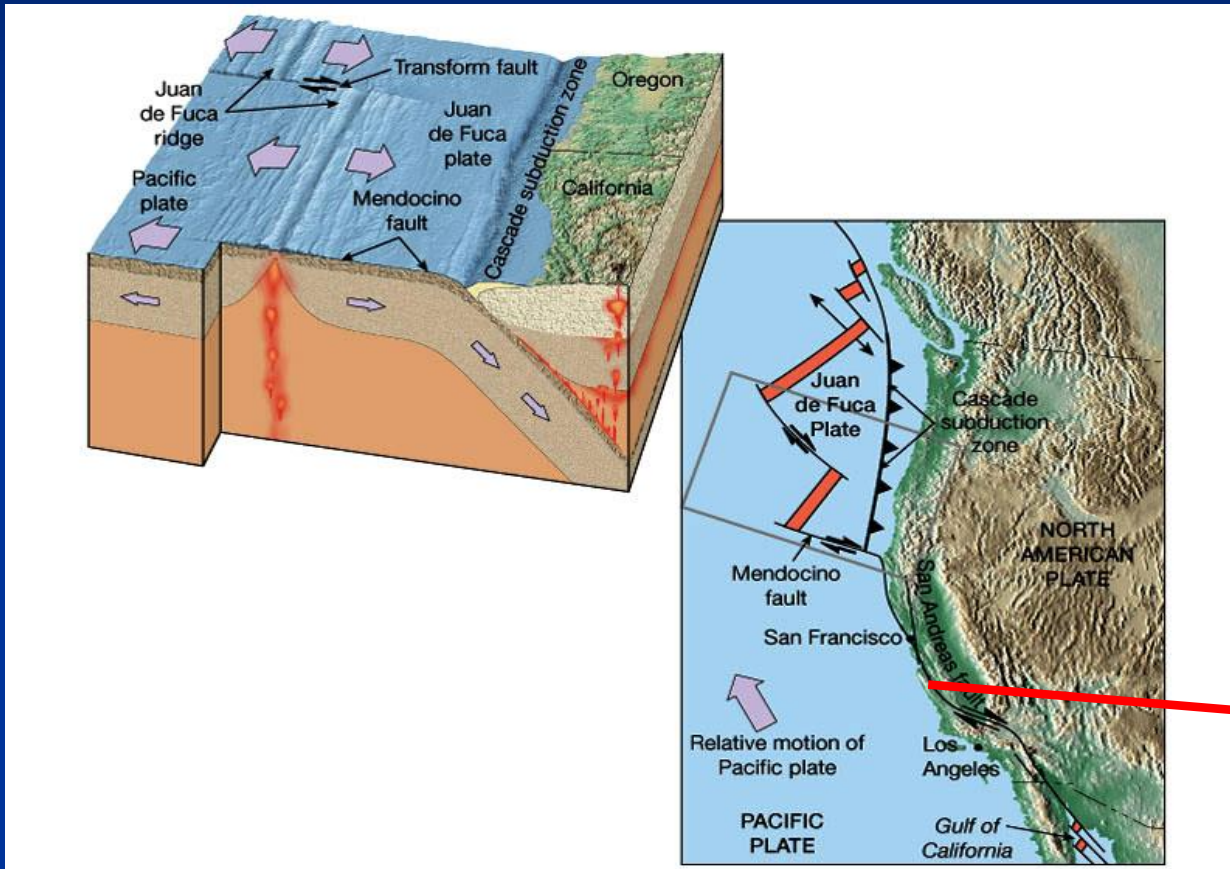
Atlantický oceán sa za rok otvorí o 2 centimetre a dno na východe Tichého oceánu o 10 centimetrov za rok.

Stredo-oceánsky chrbát



Magnetické póly neboli vždy tam, kde sú dnes. V geologickej minulosti putovali a menili polohu. Pri výskume čadičových hornín oceánskeho dna pozdĺž oceánskych horských chrbtov sa zistilo, že vrstvy hornín s normálnou a opačnou polaritou tam tvoria nápadný, zrkadlovo usporiadaný vzor, pripomínajúci pruhovanie zebry, ktorý je jednoznačným dôkazom rozširovania dna oceánu v dôsledku protismerného klzavého pohybu platní. Posledné úplné prepólovanie magnetického poľa Zeme na súčasnú „normálnu“ polaritu nastalo asi pred 780-tisíc rokmi. Predtým mali magnetické póly takmer 1,7 milióna rokov oproti dnešnému stavu opačnú polohu.

San Andreas – Kalifornia – transformný zlom



Transformné zlomy vznikajú tam, kde sa dosky kľžu jedna popri druhej. Pôvodne súvislý oceánsky chrbát roztrhnú po šírke a posunú od seba. Jazvy po týchto zlomoch možno pozorovať na vzdialenosť niekoľko tisíc kilometrov.

Endogénne procesy

Oblasti kde vzniká a zaniká zemská litosféra sa vyznačujú intenzívnou sopečnou a zemetrasnou činnosťou - sú dôkazom vnútornej dynamiky Zeme. Na styku litosferických dosiek sa prejavujú veľmi výrazne vnútorné (endogénne) procesy, najmä tektonické poruchy, magmatizmus, vulkanizmus a zemetrasenie.

Sopky

- Sopka = miesto, kde magma preniká na povrch.
- Láva môže byť bázická a kyslá

Vulkanické pruhy: Ticho-oceánsky, Stredomorsko-Indoeurópsky, Atlanticko-oceánsky podmorský, Východoafrický a Blízkovýchodný

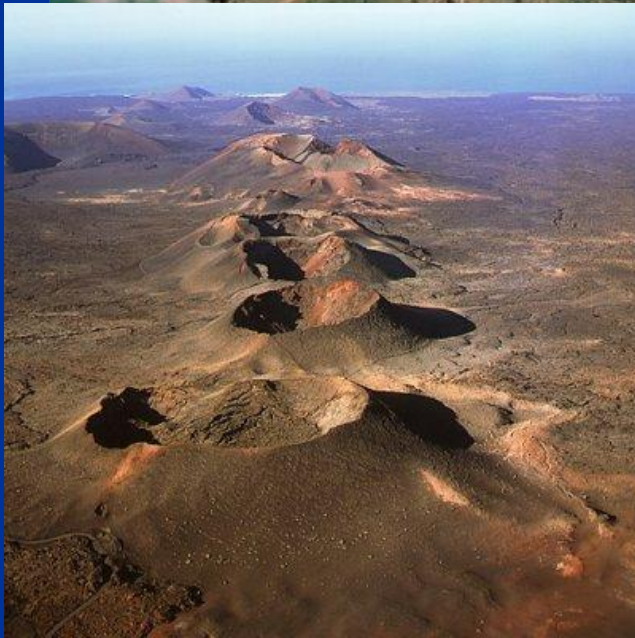
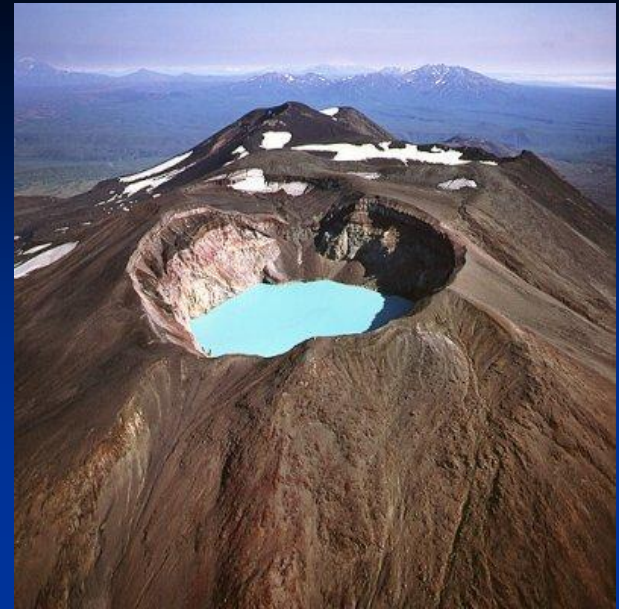
Typy sopiek:

- Kontinentálne a morské
- Lávové, tufové, zmiešané
- Aktívne, pasívne

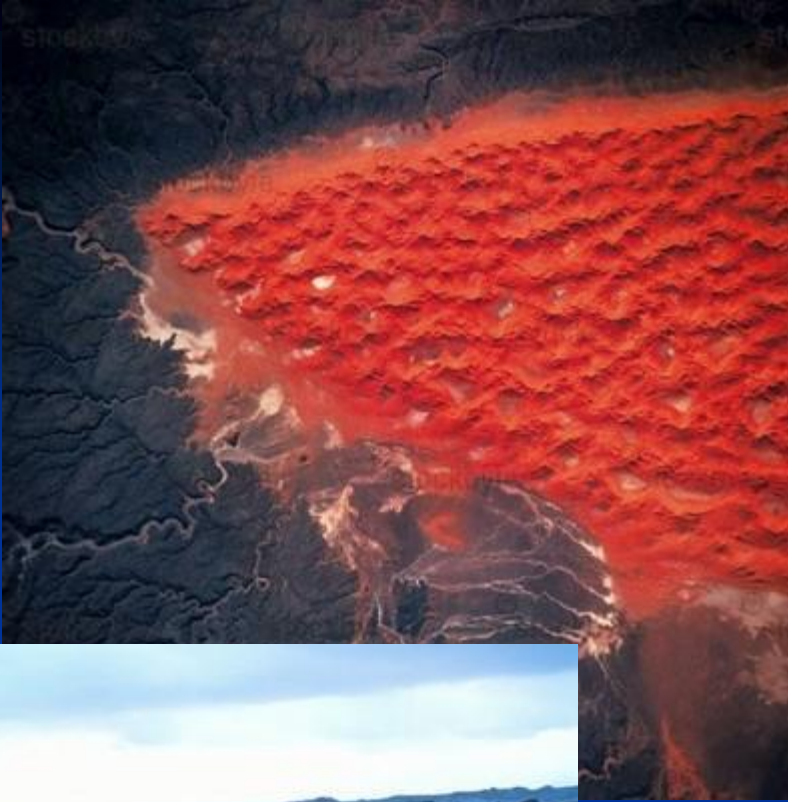
Ohnivý kruh – sopečná činnost



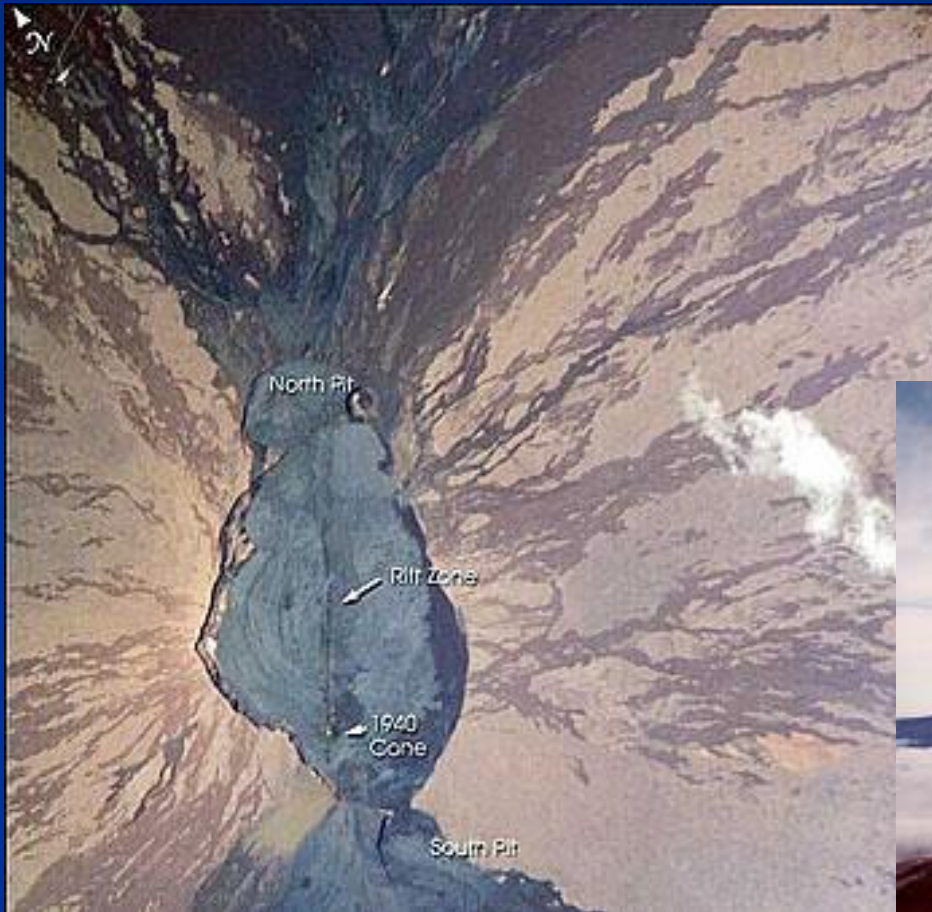
Sopky



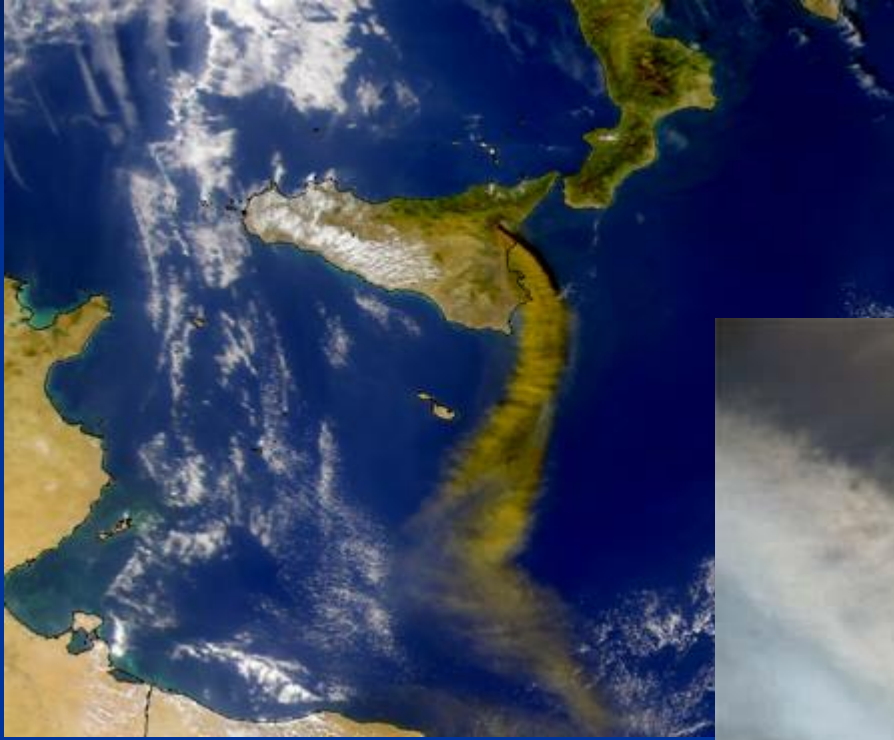
Sopečné produkty =
láva
a pyroklastický materiál



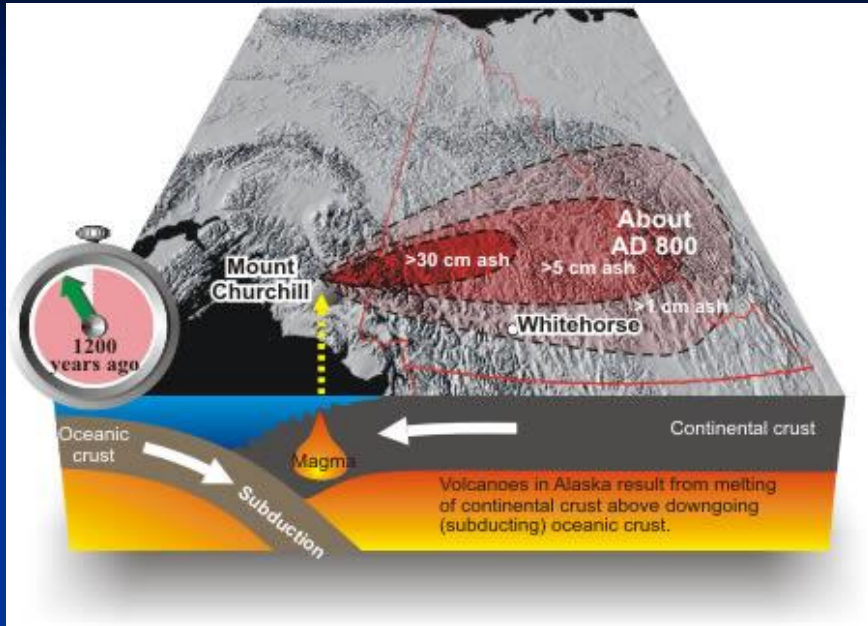
Mauna Loa - najväčšia sopka



Etna



Sopečný popol



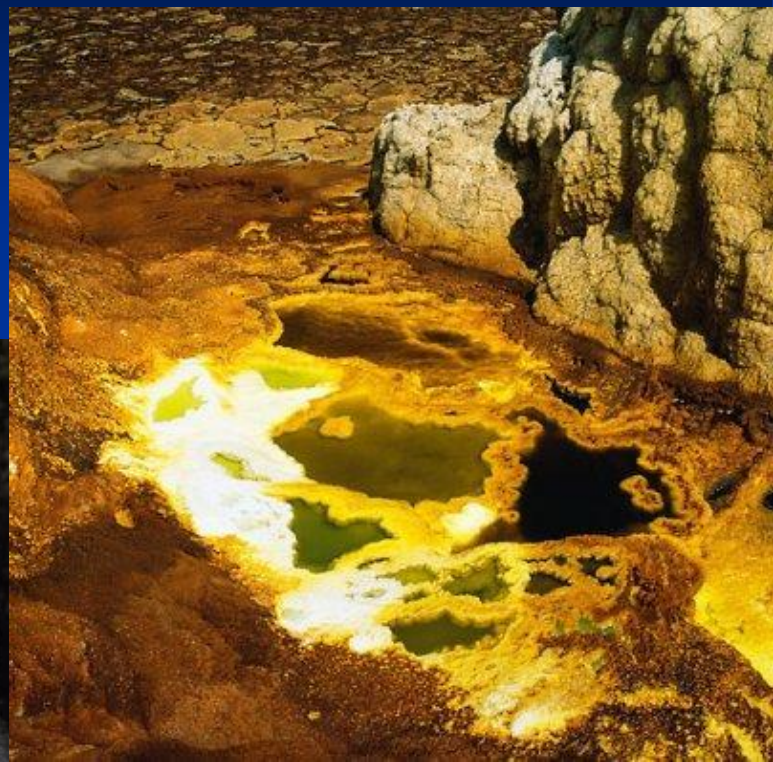
Courtesy of P. Sinclair

Post-vulkanická činnosť

V niektorých oblastiach vystupujú ešte dlho po ukončení sopečnej činnosti výrony pár a plynov, tzv. postvulkanická exhalácia a niektoré minerálne vody.

- Výrony plynov a pár.
- Fumaroly – 250-1000 °C, NH_4Cl , KCl , NaCl ...
- Solfatory – 90-250 °C, H_2S , CO_2 , H_2O ...
- Mofety – pod 30 °C, hlavne CO a CO_2
- Gejzíry
- Minerálne pramene

Post-vulkanické javy



Teplota Zeme

Zem ako kozmické teleso vznikla oddelením od slnka a pôvodne mala vysokú teplotu. Teplota neustále klesá, ale vo vnútri Zeme sa naďalej udržiava vysoká. Toto zvyškové teplo, ktoré sa menilo aj nárazom meteoritov a rádioaktívnym rozpadom prvkov v zemskom telese zasahuje takmer až k povrchu. Na povrchu sa prejavuje aj vplyv slnečného žiarenia. Rozdiely v dennej teplote sa prejavujú do hĺbky 1,0-1,5 m. Ročné kolísanie teploty v strednej Európe v rovinných oblastiach sa prejavuje do hĺbky asi 20-30 m, kde býva po celý rok stále (neutrálna tepelná zóna). Na Sibíri je napr. povrch premrznutý až do hĺbky 100 m. Pod neutrálnou zónou teplota stúpa podľa geotermického stupňa. Hĺbkový rozdiel, pri ktorom teplota stúpne o 1°C , sa nazýva geotermický stupeň. Spravidla je to okolo 33 m. Táto hodnota je však premenlivá (termálne pramene, sopečná činnosť). Podľa Thomsona a Taita stúpa týmto spôsobom teplota až do hĺbky 30 km. Potom rastie geometrickým radom. Teplota jadra je asi 8000-10.000 $^{\circ}\text{C}$.

Pohyby v zemskej kôre

- Tektonické
- Epeirogenetické
- Orogenetické
- Seizmické
- Iné

Tektonické poruchy hornín

Horniny budujúce horstvá bývajú zvrásnené a porušené zlomami. Vrásky vznikli stlačením a zlomy najmä natáhovaním zemskej kôry. Oba druhy tektonických porúch sú následkom pohybu vrchnej časti litosféry. Sú vyvolané tlakovou, ťahovou alebo gravitačnou silou. Vzniká deformácia horninového prostredia

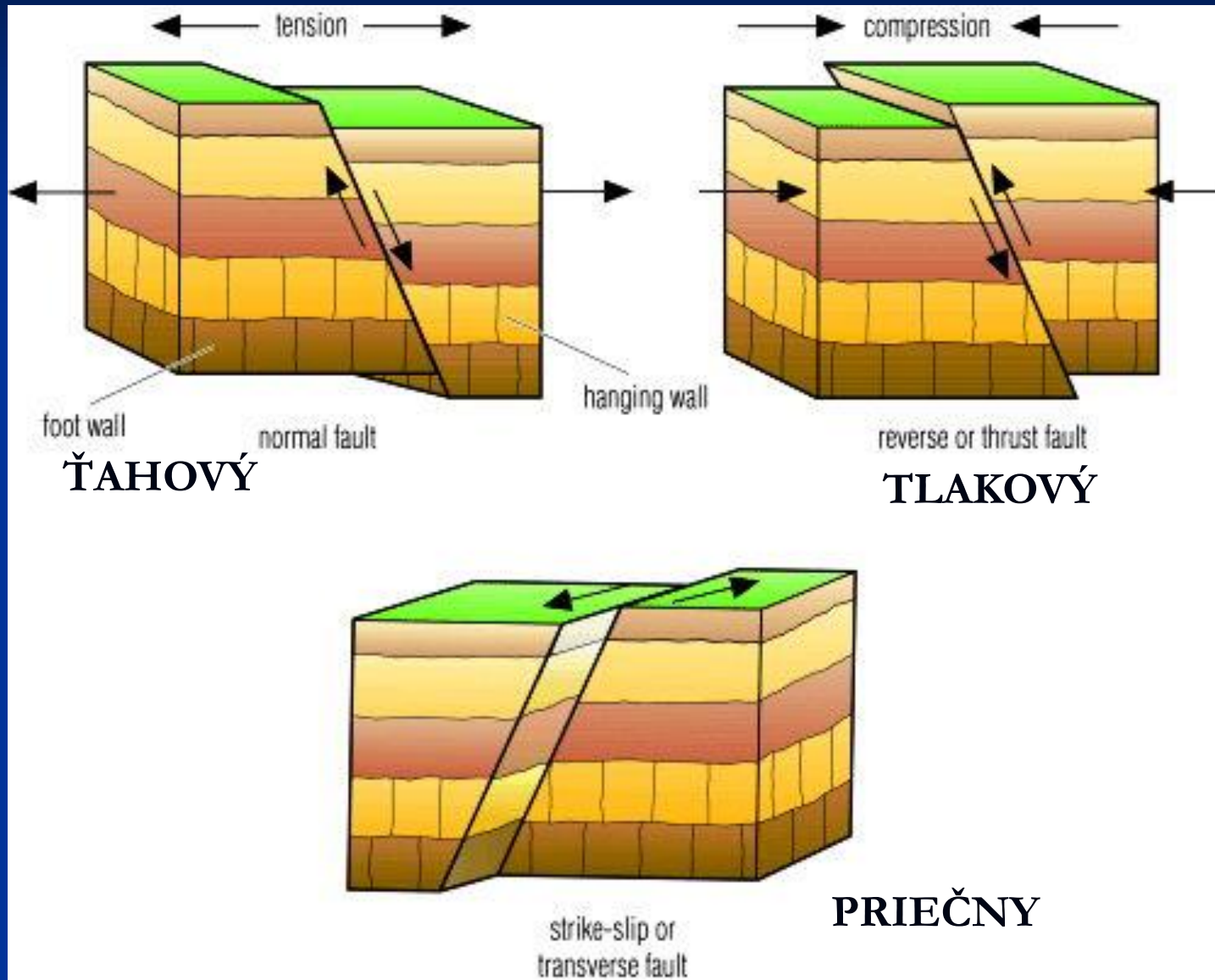
- Spojité (konjunktívne) a nespojité (disjunktívne)

Nespojité:

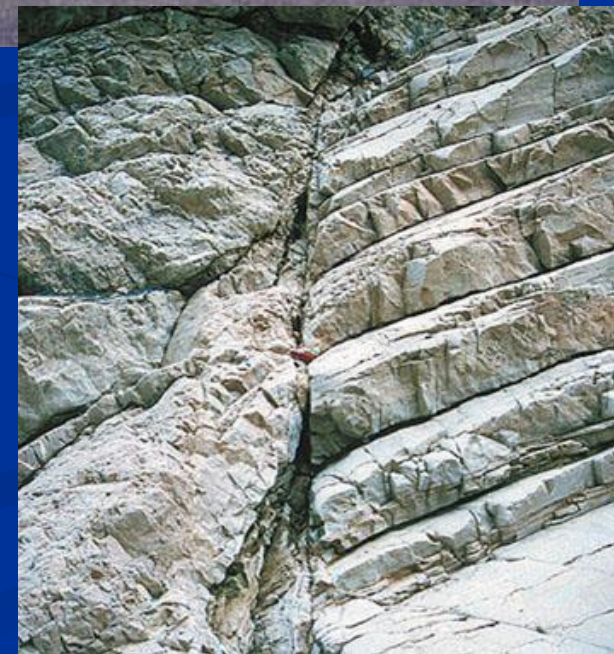
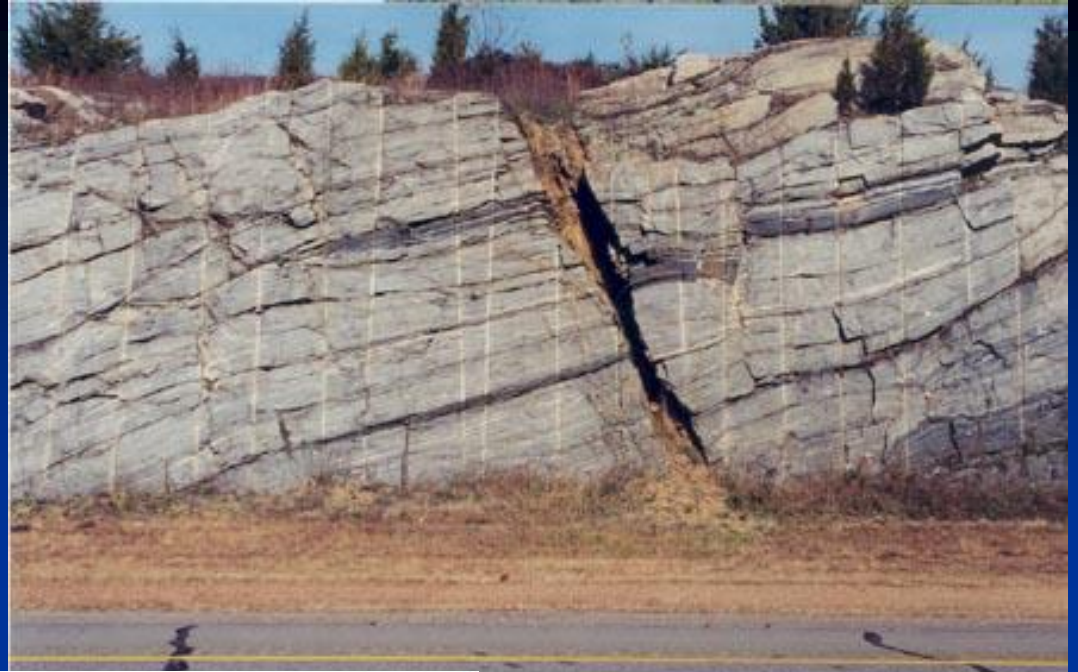
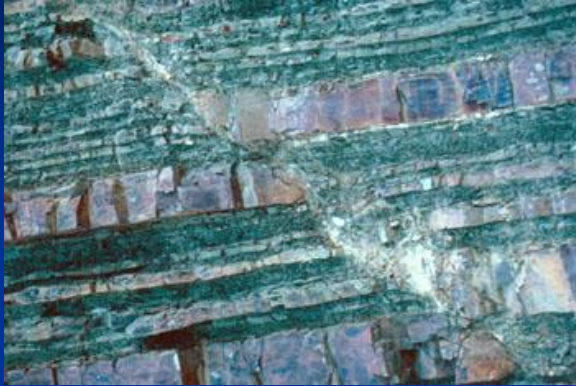
Zlomy

- rotačný, translačný
- ťahové, tlakové, strižné
- horizontálne, vertikálne
- stupňovité (prepadliny, hráste)

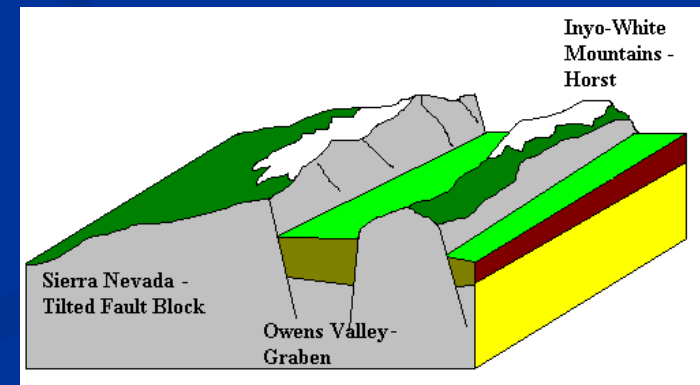
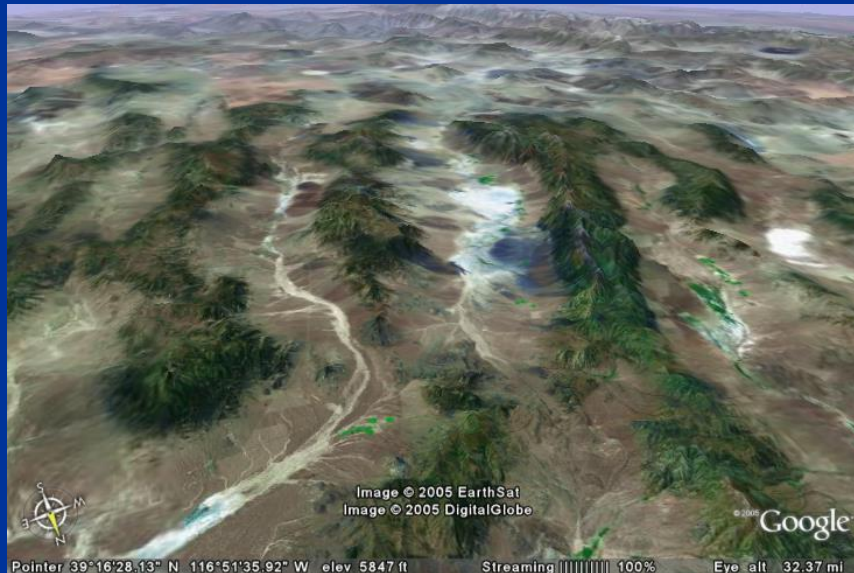
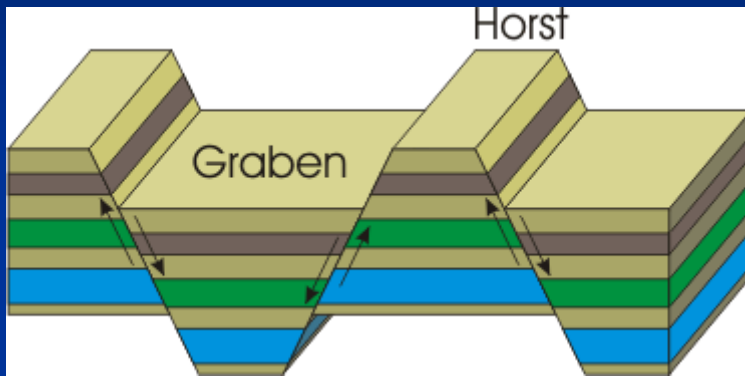
Poruchy so zlomom



Poruchy so zlomom



Poruchy so zlomom – hrást', prepadlina



Dôsledky pre prostredie



Shinano - Japonsko



Poruchy bez zlomu - spojité

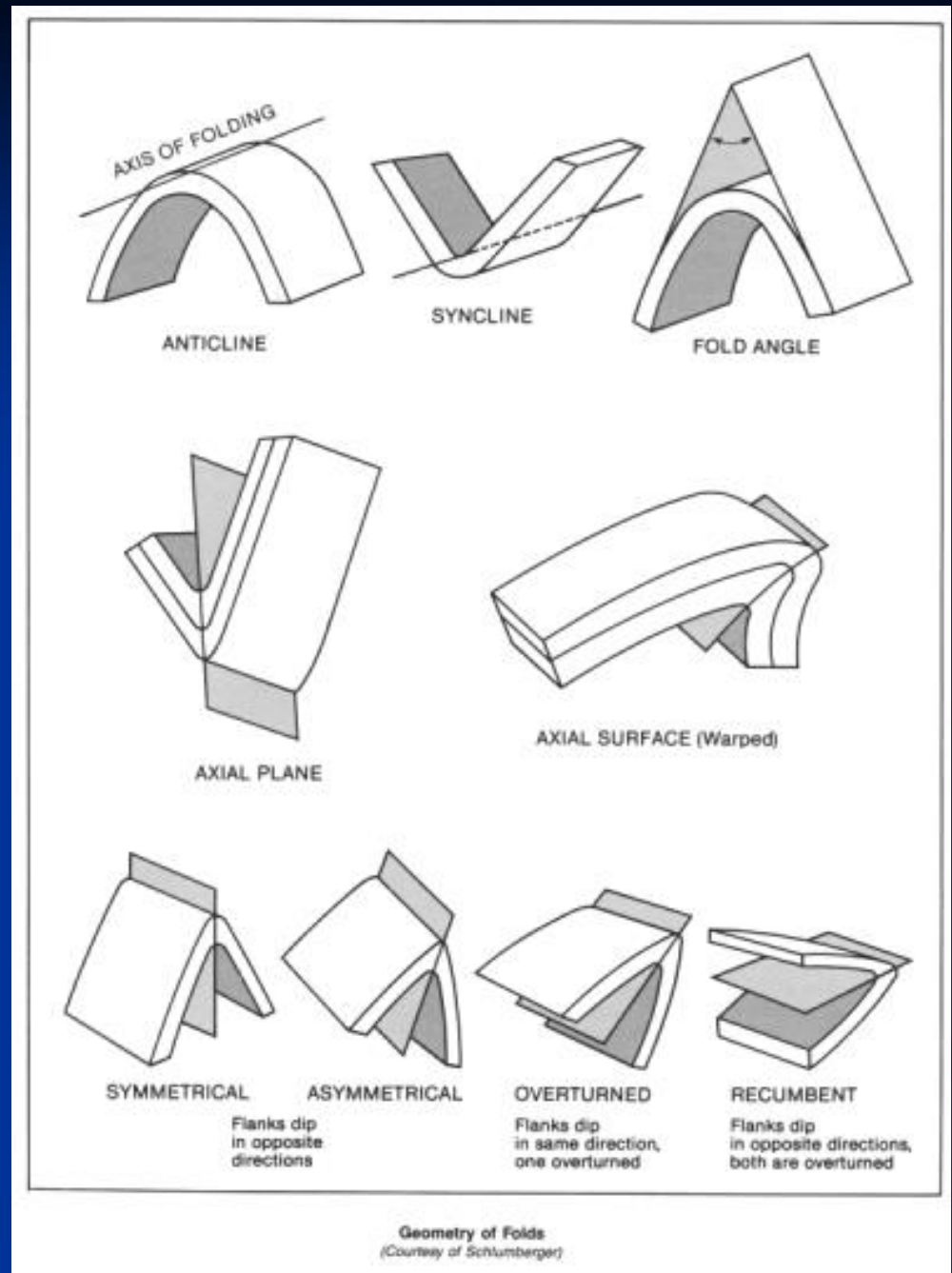
Vrásy a zlomy sú zvyčajne dobre vyvinuté v sedimentárnych a metamorfovaných horninách , ale tvoria sa i v magmatických horninách. Pohyb dosiek zemskej kôry vyvoláva na ich okrajoch silný tlak. Ak sa dosky približujú, vytlačajú horniny do prevrásnených a zlomami porušených horských pásiem. Ak sa dosky vzd'ľujú, vytvárajú sa medzi nimi dlhé, zlomami obmedzené zníženiiny – rifty. Tlak a napätie v zemskej kôre rozlične prehýňajú horniny a vytvárajú vlny nazývané aj vrásky.

Veľkosť vrás môže byť od niekoľko milimetrov, až po niekoľko kilometrov. Veľká a zložitá synklinálna vrása ktorej ramená sa skladajú z ďalších malých vrás sa volá synklinórium a veľká antiklinálna vrása sa volá antiklinórium - také sú napr. Západné Karpaty.

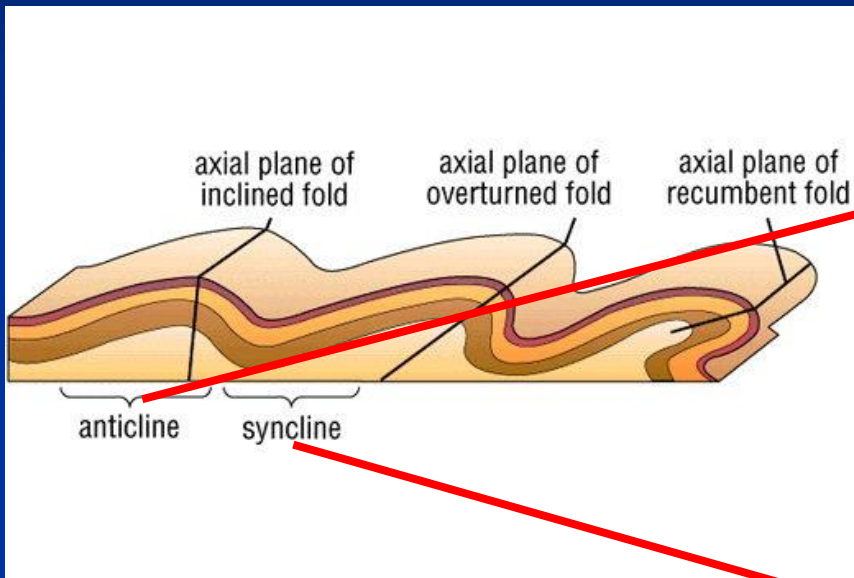
Typy vrás – symetrická, asymetrická, prevrátená, kufrovitá, vrásový prešmyk, vrásový príkrov.

Vrásová geometria

Časť vrásy prehnutá nahor sa volá antiklinála a časť prehnutá smerom nadol sa volá synklinála. Oba tieto vrcholy vrás sú spojené ramenami.



Vrásky





Vrásy



Príkrov

Príkrov je veľké doskovité horninové teleso tektonicky horizontálne presunuté na vzdialenosť minimálne 5 km pozdĺž násunových zlomov na cudzorodý podklad.



Epeirogenetické pohyby

- Pomalé vertikálne pohyby z. kôry, zdvihy a poklesy, postihujúce veľké oblasti
- Pozorovateľné najmä v prímorských oblastiach (zmena pobrežnej čiary, transgresia – nástup mora na pevninu, regresia – ústup mora z pevniny)
- Izostázia blokov zemskej kôry (v dôsledku nehomogenity hmoty – regionálna, globálna)
- Výzvih – Škandinávia – pozitívna izostázia
- Pokles – Holandsko – negatívna izostázia

Izostázia

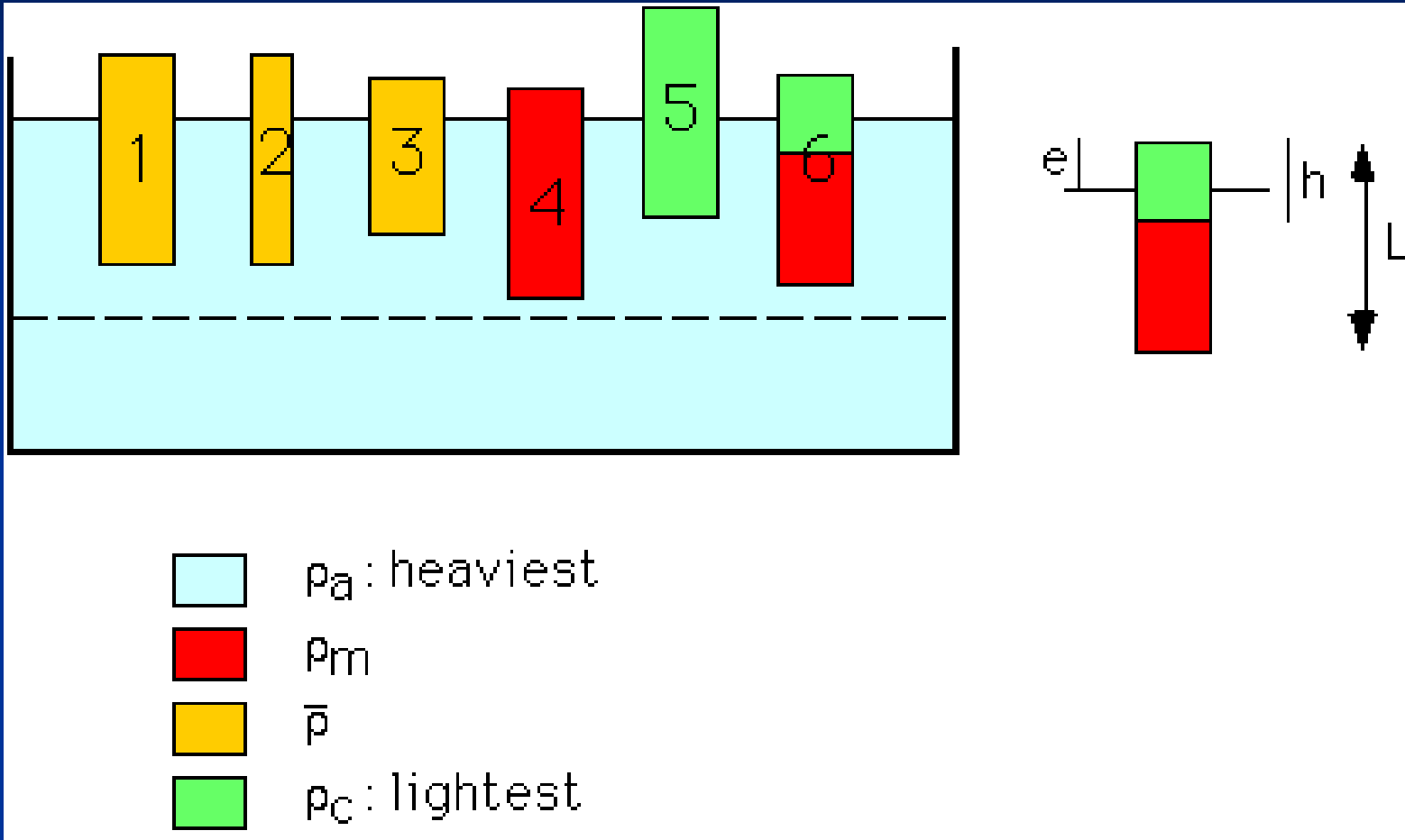
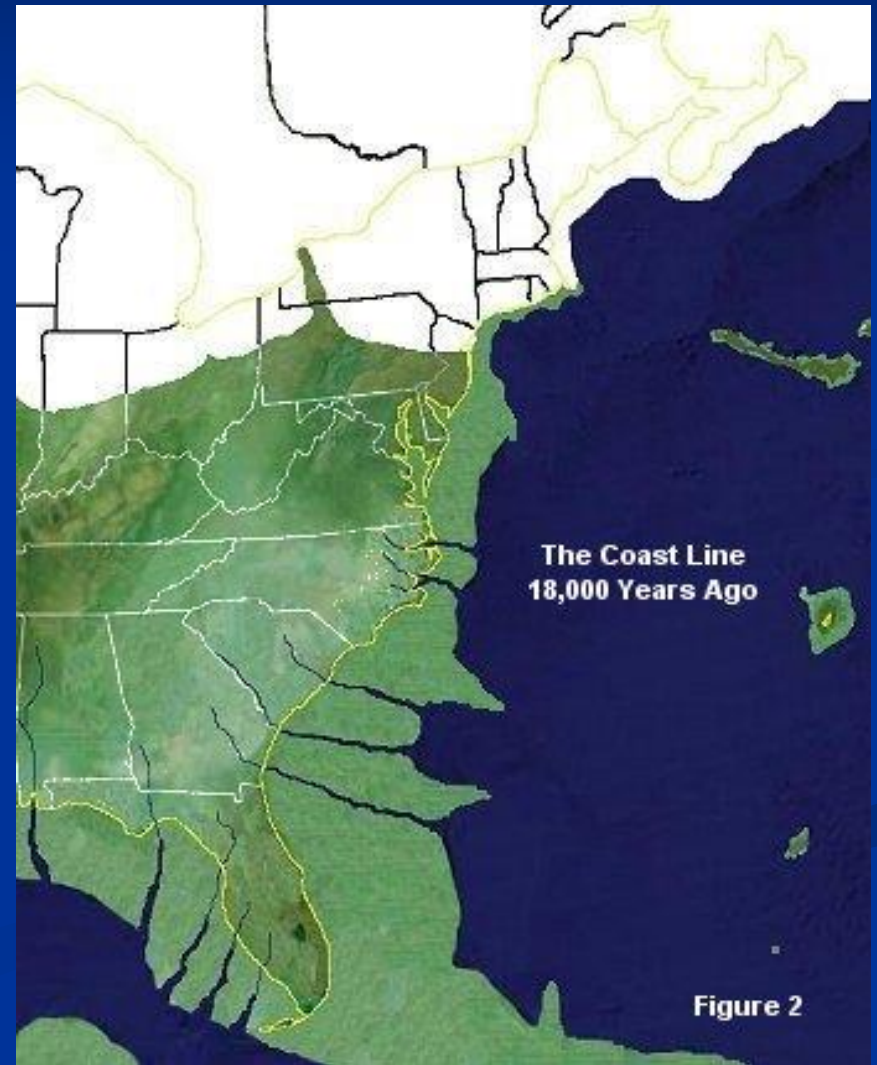
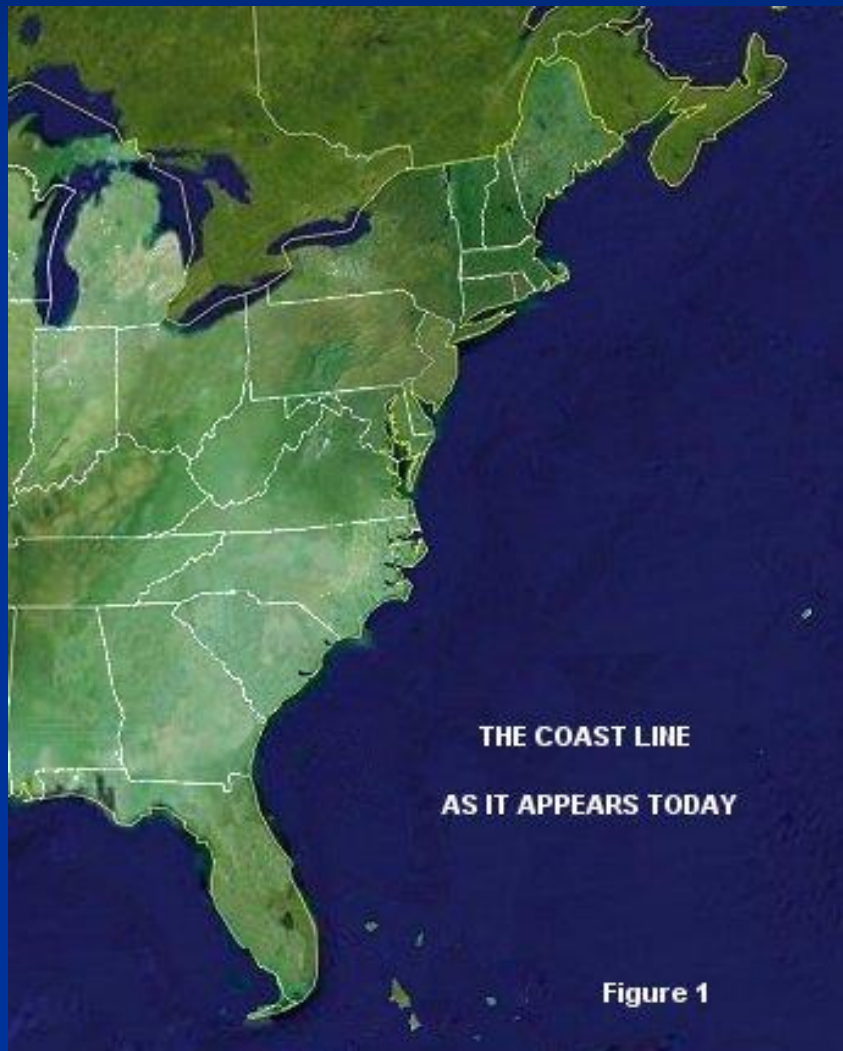


Schéma vzniku izostázie na základe rôznej hustoty jednotlivých blokov.

Transgresia mora – posun pobrežnej čiary v USA vľavo dnes, vpravo pred 18 000 rokmi



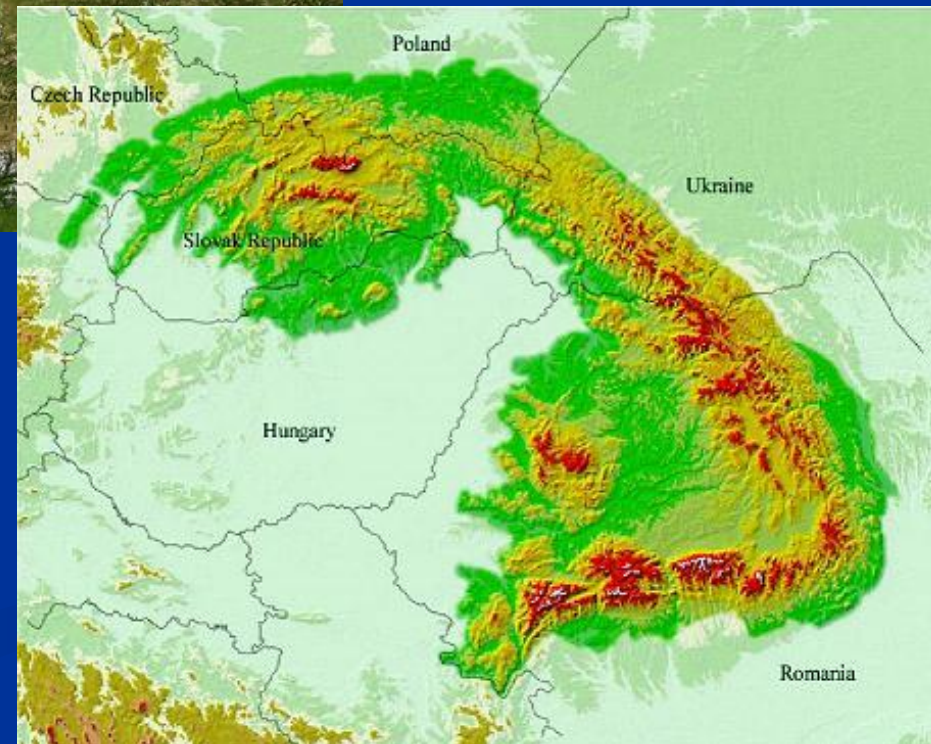
Orogenéza

Orogenéza (z gréc. výstavba vrchov) je pomerne rýchly geologický proces, pri ktorom vznikajú pásmové pohoria (nazývané aj orogénne pásma). Zahŕňa v sebe tektonické aj vulkanické procesy. Orogenéza súvisí s globálnou tektonikou. Niekedy je zamieňaná s termínom vrásnenie, čo však je len jedným z procesov, ktoré orogenézu sprevádzajú.

Orogénne pásma sú zvyčajne dlhé, úzke, zakrivené pásy hornín, ktoré sú rozkúskované zlomami. Tieto zlomy rozdeľujú horniny na sústavu malých platní (nezamieňať s tektonickými platňami), naukladaných jedna vedľa druhej v rámci pásma. Výška vytvorených štítov korešponduje s hĺbkou „ponorenia“ ich základne. čím je dané pohorie vyššie, tým viac zaklesáva aj masa hornín, nachádzajúca sa pod nimi (napr. Himaláje sú ponorené až do hĺbky 130 km).

Proces tvorby orogénneho pásma trvá aj milióny rokov. Nastáva buď pri zrážke dvoch kontinentálnych platní, pričom horniny sú často podrobené metamorfóze alebo sa vyskytuje v subdukčných zónach, tu sa sopečnou činnosťou vytvárajú ostrovné oblúky (Japonsko), prípadne kontinentálne pásmové pohoria (Andy).

Pásmové pohoria – Himaláje, Karpaty

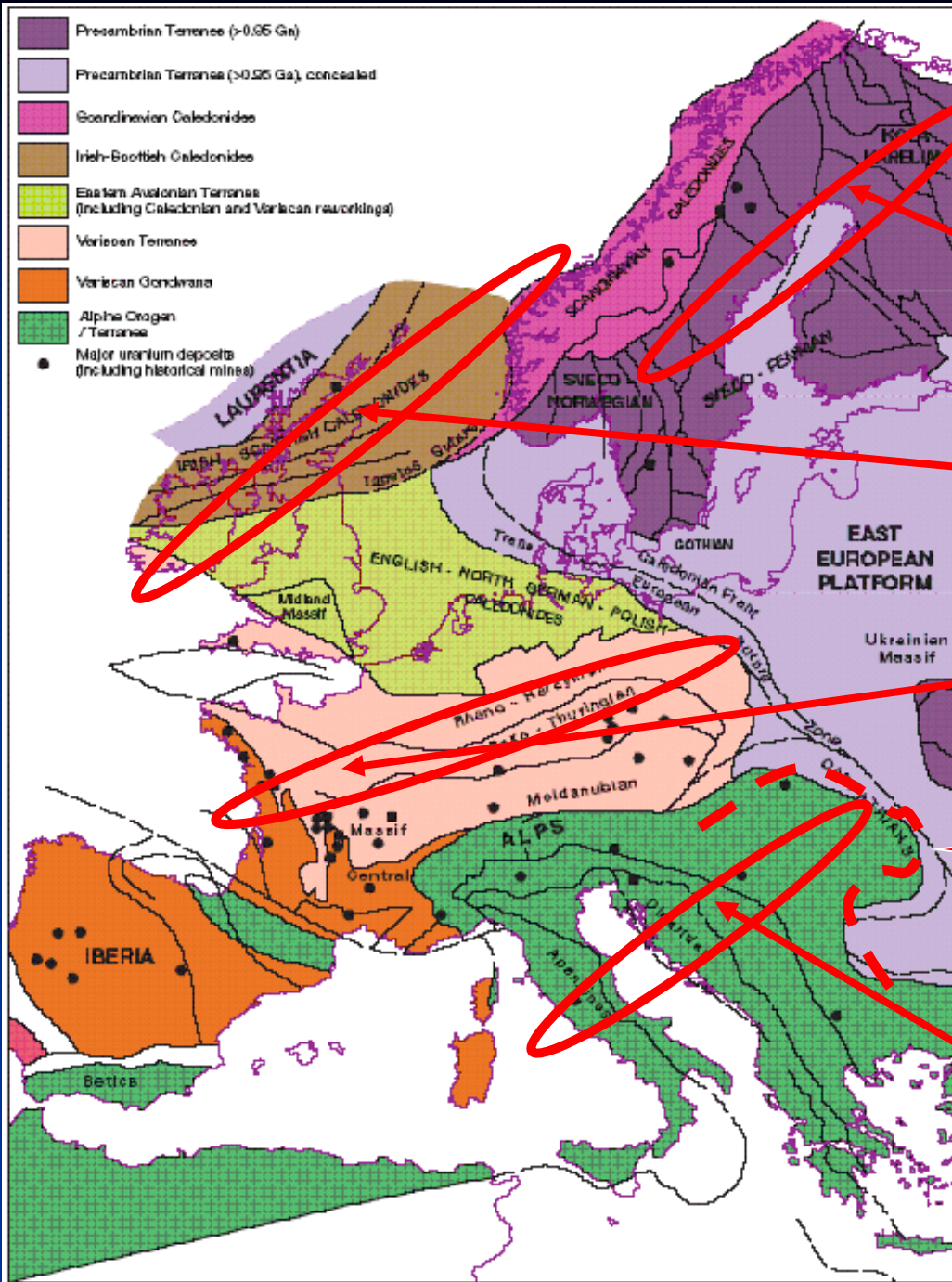


Orogenetické cykly

Orogenetické cykly v Európe

- Asyntské-kadomské (proterozoikum-kambrium, Praeurópa)
- Kaledónske (staršie paleozoikum, Peleoeurópa)
- Hercýnske (koncom paleozoika, Mezoeurópa)
- Alpínske (krieda – neogén, Neoeurópa)
- Neotektonické pohyby (neogén-kvartér) – pokles Podunajskej nížiny o 5000 m, výzdvih Tatier o 2000 m

Vývoj Európy



Prekambrium

Kaledónska etapa

Variská
(Hercýnska)
etapa

Karpaty

Alpská etapa -
Neoeurópa

Seizmické pohyby

- Prejav vnútornej dynamiky Zeme
- Vznikajú otrasy zemskej kôry – zemetrasenia
- Premena potenciálnej energie na kinetickú
- Šíria sa prostredníctvom seizmických vln

Typy: prírodné a antropogénne (doprava, vodné nádrže)

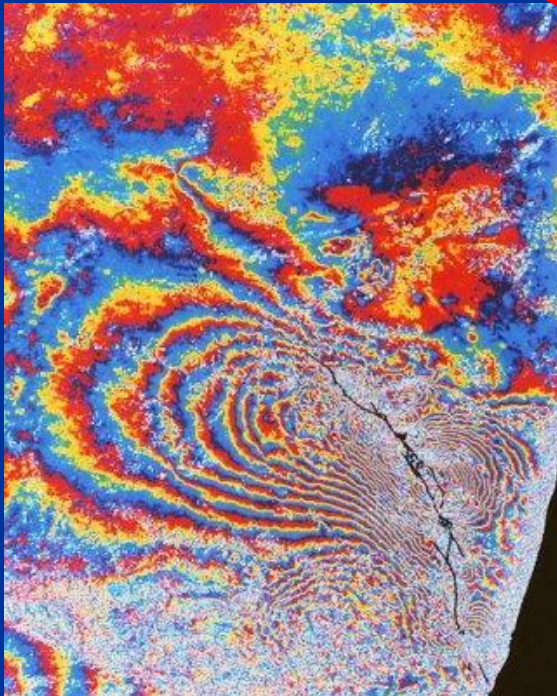
Prírodné:

- Endogénne (tektonické)
- Exogénne (zrútenie jaskýň)

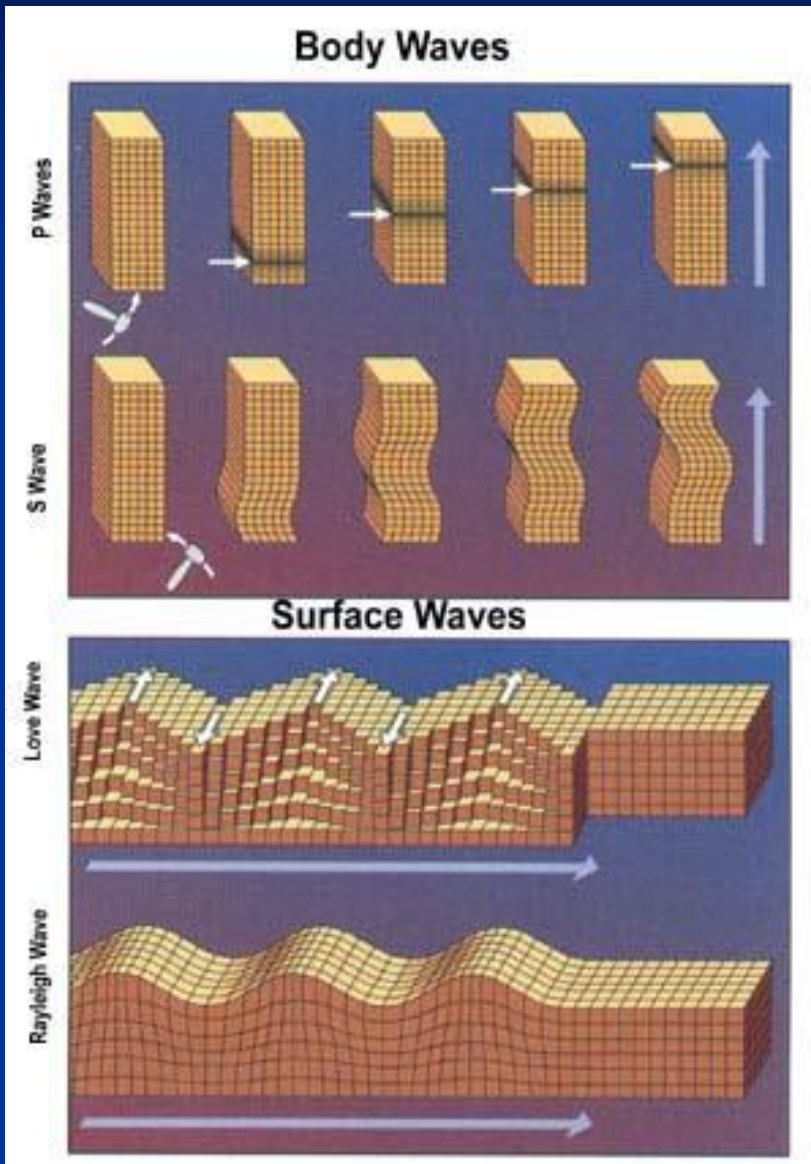
Endogénne

Vznikajú v subdukčných zónach, riftových zónach, na transformných zlomoch, v pásmových pohoriach

satelitná snímka šírenia zemetrasenia
zlom San Andreas



Seizmické vlny - typy



Primárne:

Pozdĺžne P vlny

Priečne S vlny

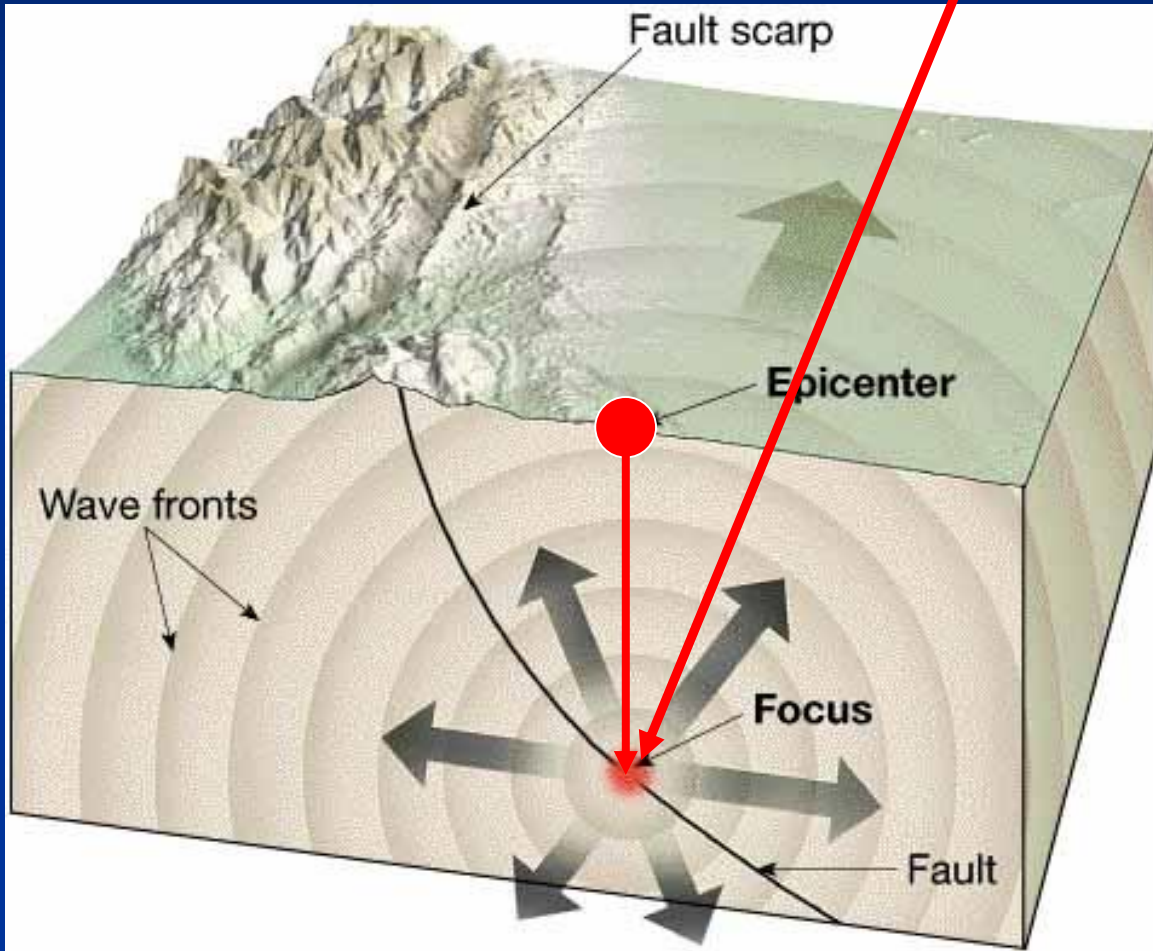
Difragované vlny (na tekt. poruchách)

Sekundárne vlny:

Löveho – L vlny

Rayleighove – R vlny

Epicentrum a hypocentrum



Hĺbka
zemetrasenia:

Povrchové 4 km

Plytké 50 km

Stredne hlboké

300 km

Hlboké nad

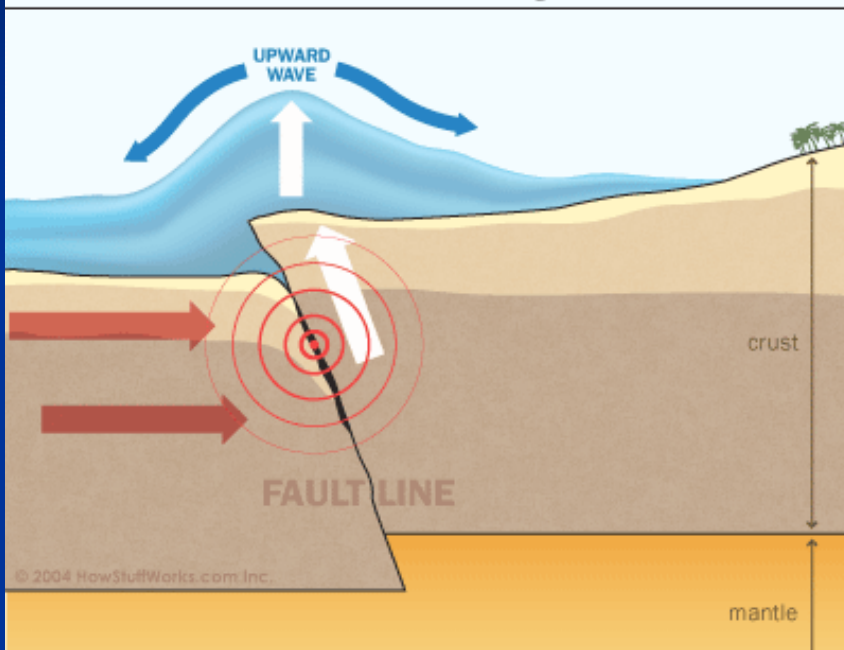
300 km

Následky zemetrasenia

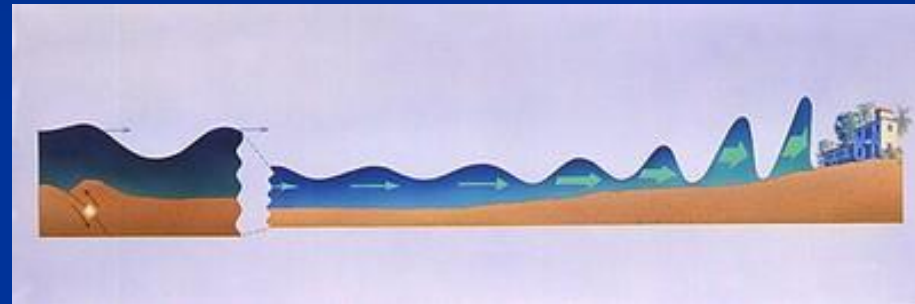


Následky zemetrasenia - Tsunami

How Tsunamis Work: Tsunamigenesis



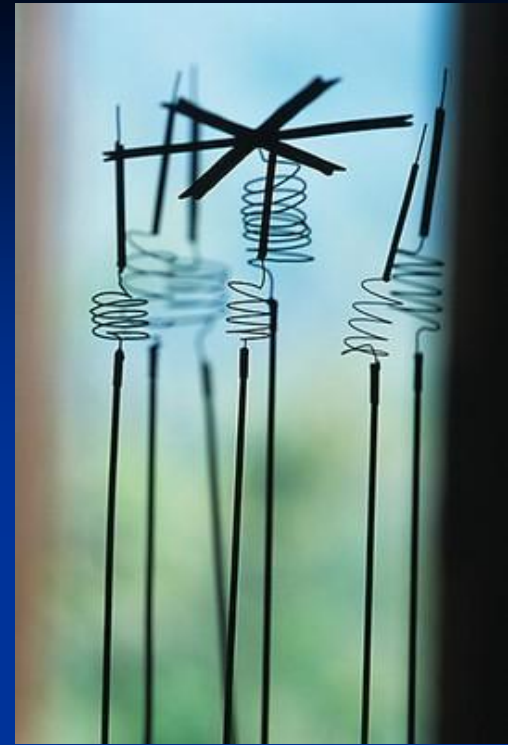
Skrátenie amplitúdy vlny a jej zvýšenie v plytkej vode



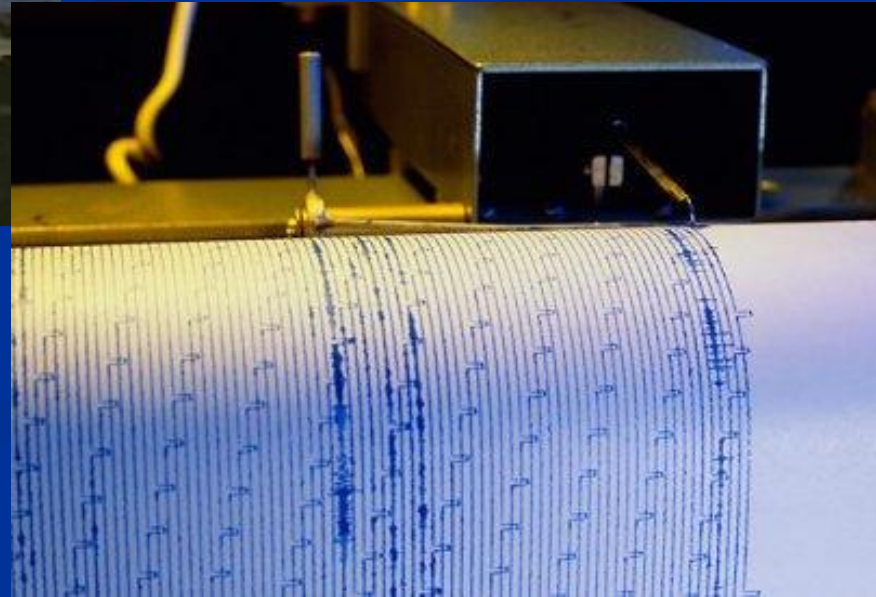
Monitoring



meranie laserom



seizmogram



Seizmické škály, stupnice

- Richterova škála (energetická charakteristika magnitúdo) 0-9
- MCS – účinky zemetrasenia 12 stupňov
- MSK-64 alebo MM (u nás MSK-64 do roku 1998)
- Európska makroseizmická stupnica EMS-98 zahŕňa jednak klasifikáciu budov podľa zraniteľnosti, škôd a kvantít, jednak definície intenzitných stupňov. Budovy sú zaradené do šiestich tried zraniteľnosti A až F, pričom v triede A sú najzraniteľnejšie a v triede F najodolnejšie budovy s vysokou úrovňou antiseizmického dizajnu.
- Väčšina budov v historických jadrách miest v Českej republike a na Slovensku patrí do triedy zraniteľnosti A alebo B, moderné budovy spravidla do triedy zraniteľnosti C alebo D.

Historické zemetrasenia na území SR

Na základe seizmologických a geologických pozorovaní boli vyčlenené tieto ohniskové zóny: **Pernek – Modra, Dobrá Voda, Trenčín – Žilina, Komárno, stredné Slovensko, Spiš a Slánske vrchy**. Vo všetkých ohniskových zónach sa vyskytli zemetrasenia s epicentrálnou intenzitou väčšou alebo rovnou 7 EMS-98°. Medzi najsilnejšie dokumentované zemetrasenia s epicentrom na území Slovenska patria:

15.1.1858 pri Žiline

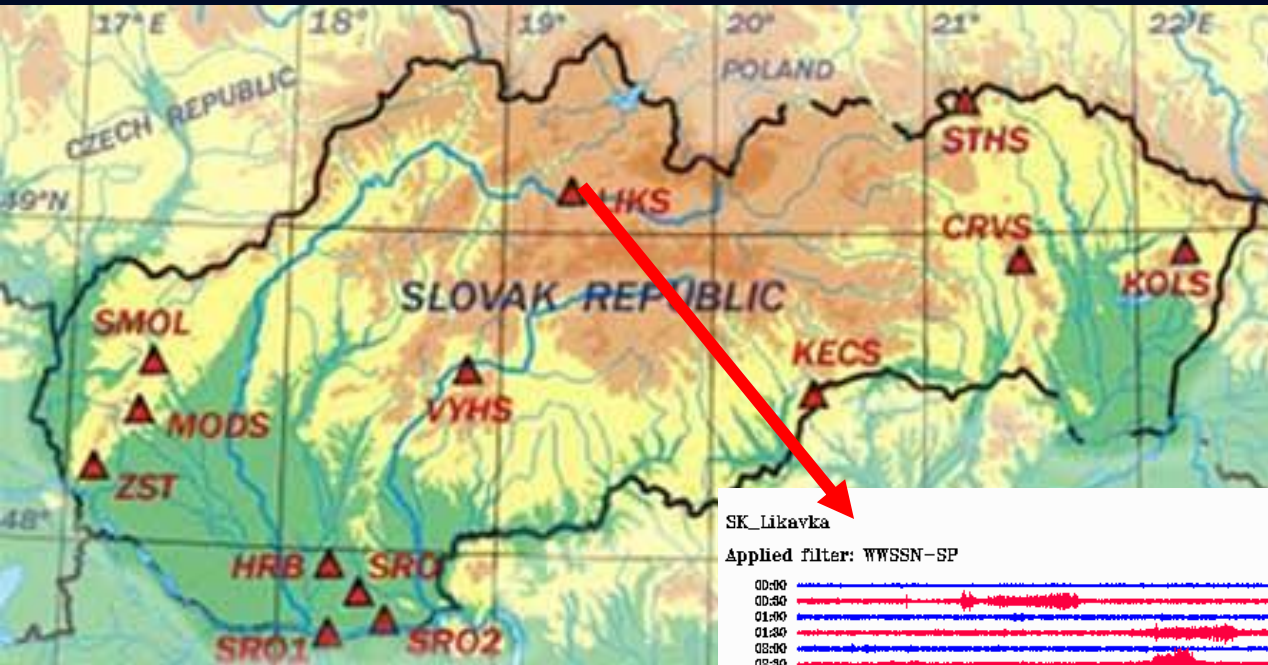
Pri tomto zemetrasení došlo v Žiline k poškodeniu väčšiny domov, pričom mnohé boli neobývateľné. Účinky zemetrasenia boli zdokumentované vo viac ako 700 obciach na území Slovenska, Českej Republiky, Poľska, Rakúska a Maďarska. Zemetrasenie dosiahlo epicentrálnu intenzitu 7 EMS-98. 8–°

9.1.1906 pri Dobrej Vode

Zemetrasenie pri Dobrej Vode je najsilnejším zemetrasením s epicentrom na území Slovenska v 20. storočí, a zároveň prvé, pre ktoré sú k dispozícii aj seizmometrické pozorovania. Zemetrasenie spôsobilo vážne škody v Dobrej Vode. Veľkosť makroseizmicky otrasenej oblasti bola 230 000 km² a zasahovala na územie Rakúska, Maďarska a Českej Republiky. Epicentrálna intenzita zemetrasenia bola 8 MSK-64.

Tieto údaje dokumentujú, že zemetrasná história Slovenska je bohatá a nie je vylúčené, že podobne silné a ničivé zemetrasenia sa môžu vyskytnúť aj v budúcnosti.

Národná siet' staníc

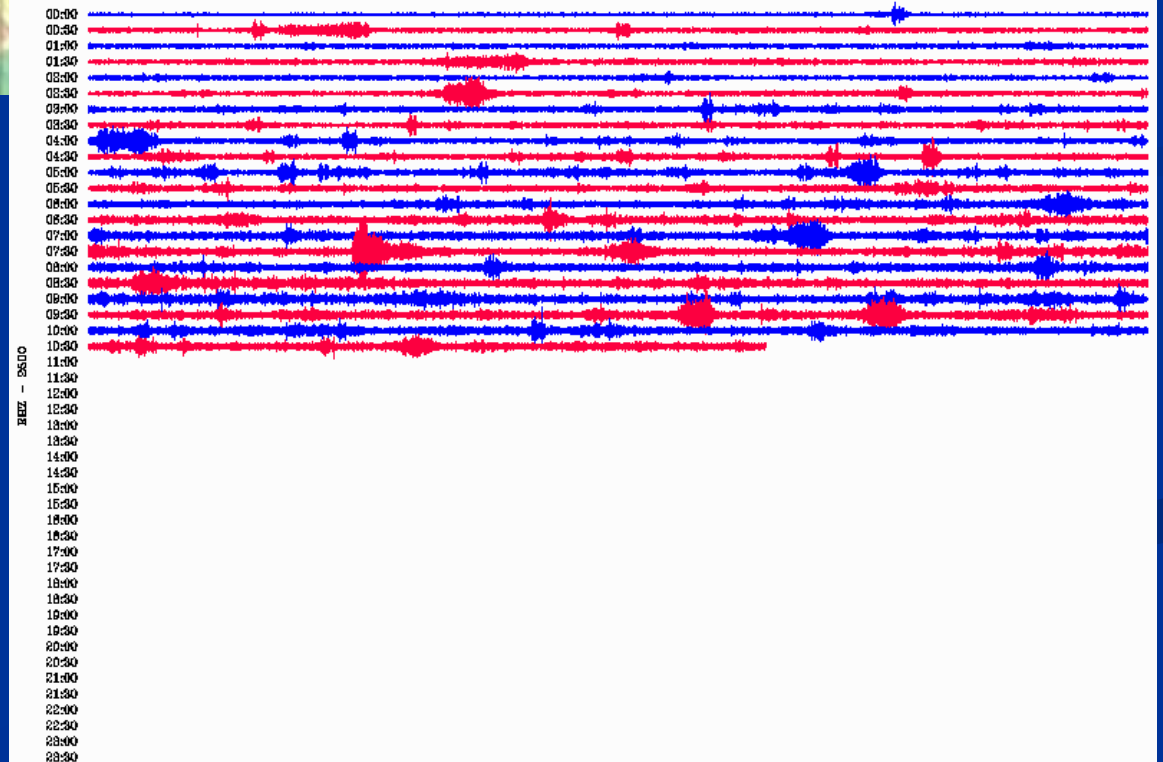


Verejnost' môže sledovať nepretržité automatické lokalizácie zemetrasení na www.seismology.sk. Údaje sa obnovujú každých desať minút.

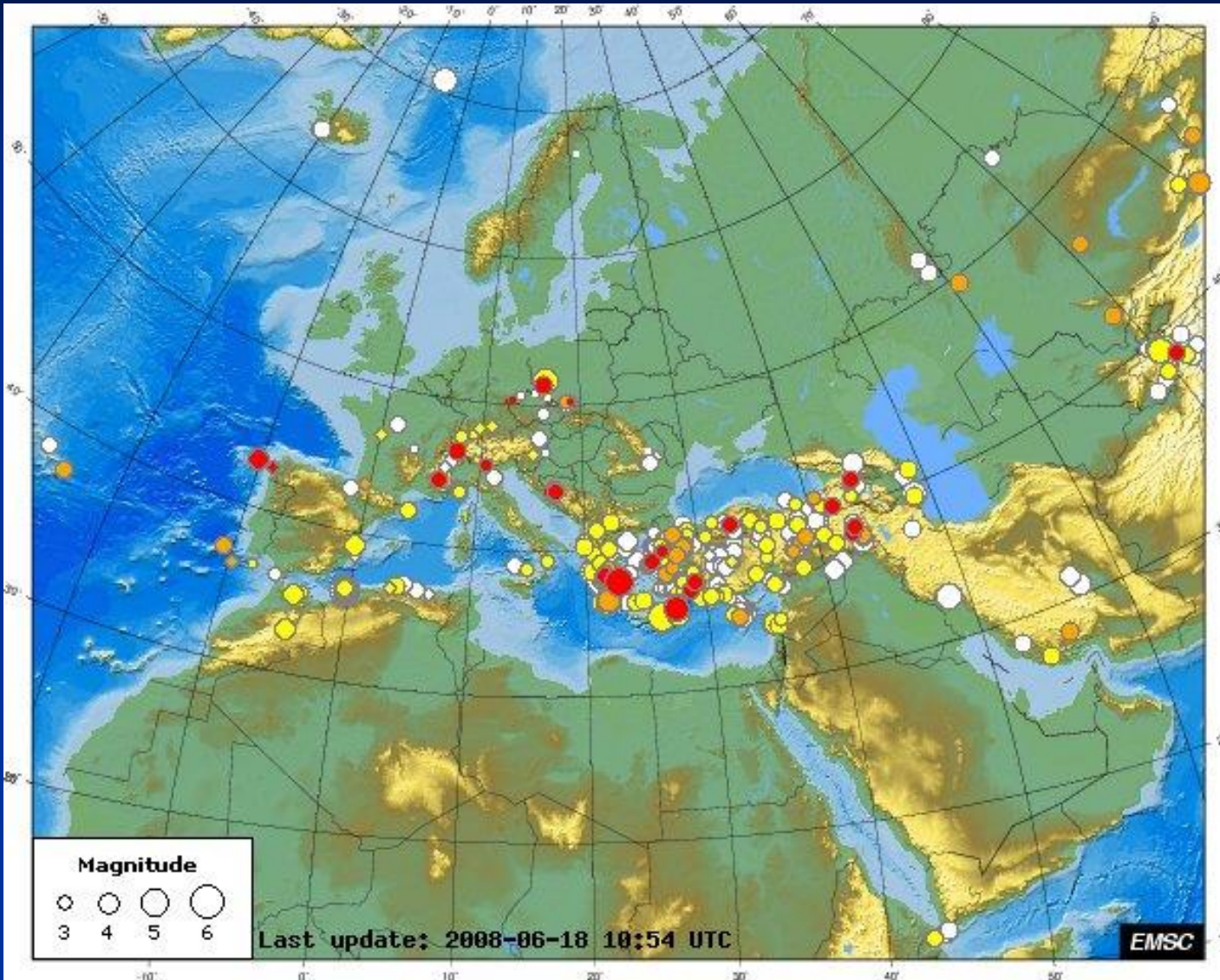
SK_Likavka

2008-06-18

Applied filter: WWSSN-SP

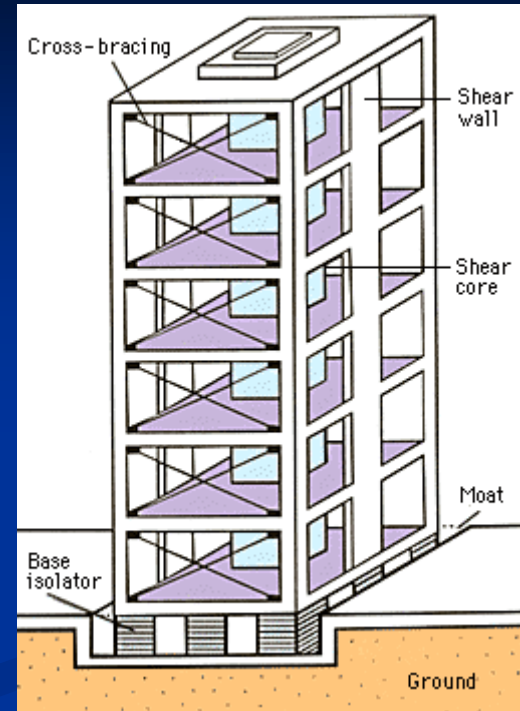
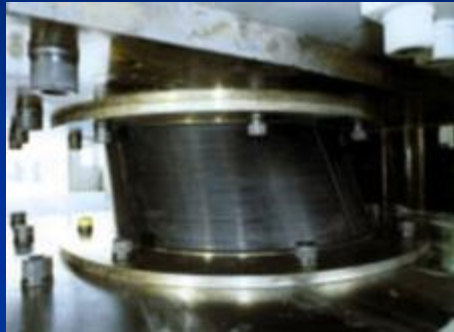


Zemetrasenia v Európe za posledné dva týždne



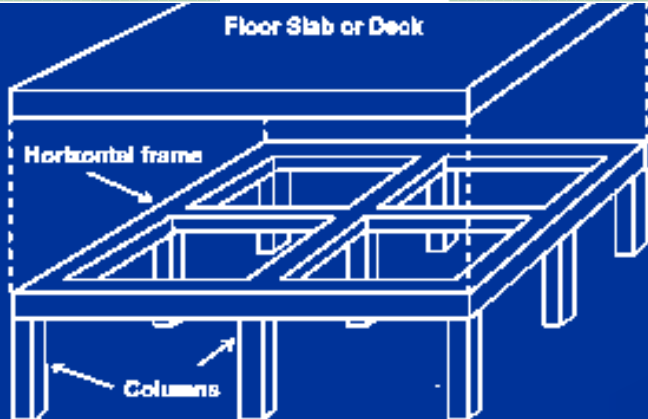
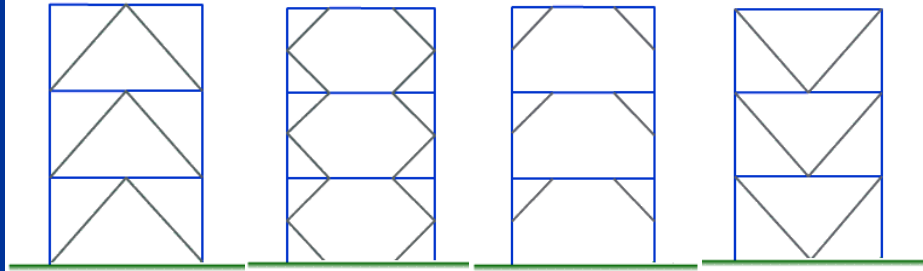
Ochrana budov pred zemetraseniami

■ Izolácia základov



■ Zosilnenie konštrukcie

- Efekt prevrátenia budovy
- Horizontálny konštrukčný systém
 - Poschodia, podlahy, stropy
 - Horizontálna výstuž
- Vertikálny konštr. systém



■ Tlmenie vibrácií - tlmiče



Seismic damper system
absorbs earthquake vibrations

