

NEŽIVÁ PŘÍRODA 2

Cvičení 3

Desková tektonika

Zemětřesení

Desková tektonika – význam v geologii

Desková tektonika = princip vysvětlující:

- vznik a zánik oceánů,
- vznik a zánik oceánské a kontinentální kůry
- vulkanickou činnost
- zemětřesení
- vznik rozsáhlých orogenních oblastí.

Alfred Wegener 1912, dopracováno v 60. a 70. letech minulého století.

LITOSFÉRICKÁ DESKA

Litosférická deska = nejsvrchnější část pevného povrchu planety.

Složení: zemská kůra + nejsvrchnější část zemského pláště, mocnost zhruba 100-150 km.

DESKOVÉ ROZHŘANÍ

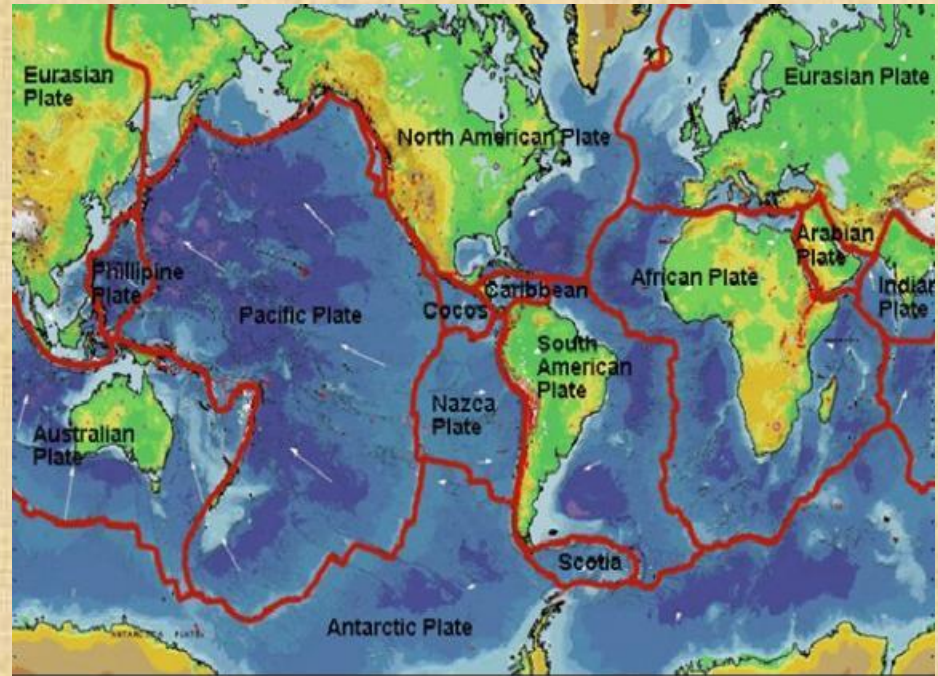
Hranice mezi jednotlivými litosférickými deskami tvoří desková rozhraní. Každá změna pohybu dvou desek vyvolá změny pohybu dalších desek. Nárůst hmoty je na jiném místě kompenzováno jejím úbytkem.

Současný stav uspořádání litosférických desek

ASTENOSFÉRA

Litosférické desky se pohybují po částečně plastické vrstvě svrchního pláště označované jako **astenosféra**.

Hlubkový dosah asi 260 km, vyvozuje se z rychlosti šíření seismických vln.



Obr. 8. Litosférické desky. Zdroj obr.:

www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/images/earth_plates_usgs_L_2.jpg_image.html

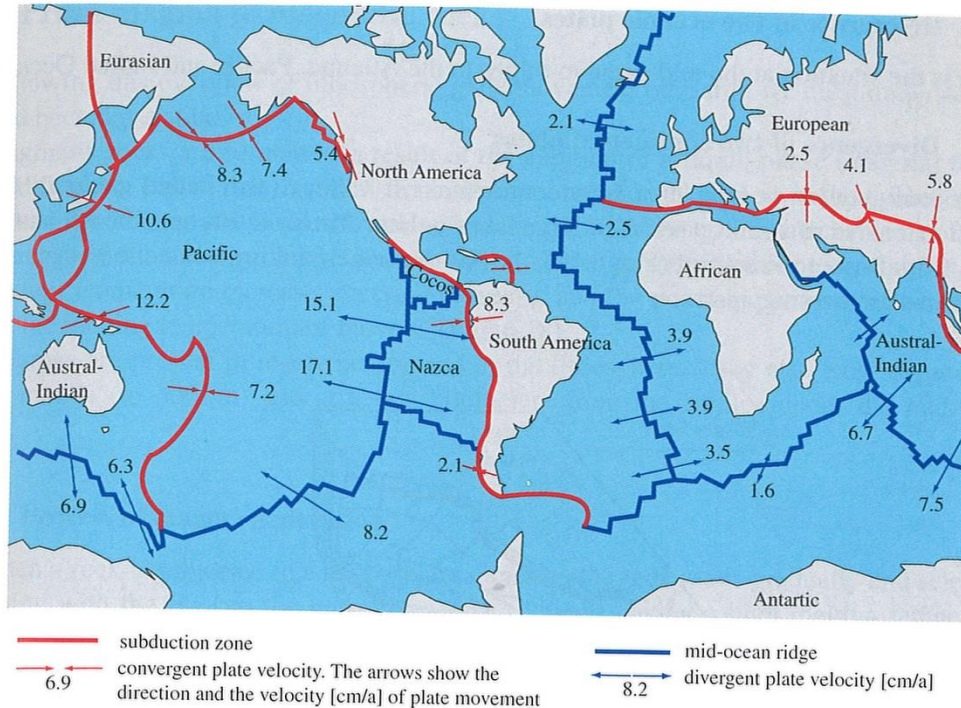
Většina desek obsahuje oceánskou i kontinentální litosféru. K největším deskám patří: euroasijská, pacifická, africká, severoamerická, jihoamerická, antarktická, australská, indická, Nazca a Kokos.

Základní desková rozhraní:

- divergentní – pohyb desek od sebe
- konvergentní – pohyb desek proti sobě
- transformní – boční horizontální posun desek

Pohyb litosférických desek

Jaká je rychlost pohybu litosférických desek?



Pohyb litosférických desek se měří v **centimetrech za rok**. Každá deska provádí rotační pohyb podle určitého pólu rotace.

Pohyb desek je způsoben tepelnou konvekcí plášťového materiálu: teplejší horniny stoupají vzhůru, chladnější klesají do hloubky.



PLÁŠŤOVÁ KONVEKCE

Oceánská litosféra I

Stavba a složení oceánské litosféry je výrazně jednodušší než u litosféry kontinentální.

Oceánská litosféra má nezastupitelnou úlohu pro celoplanetární pohyb litosférických desek.

Oceánskou litosféru skládá:

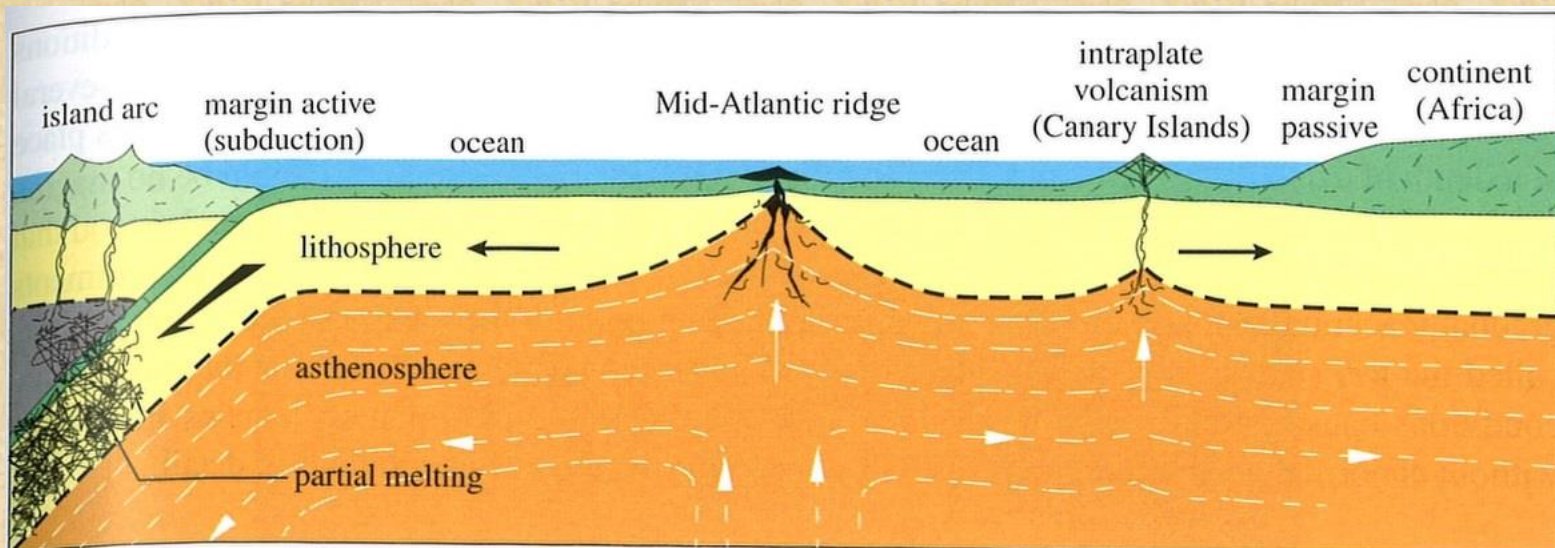
- ✓ oceánská zemská kůra (do 10 km)
- ✓ svrchní plášť nad astenosférou (do 100 km)

Výskyt oceánské litosféry:

- ✓ hlubokomořské (abysální) plošiny
- ✓ středooceánské hřbety
- ✓ hlubokomořské příkopy

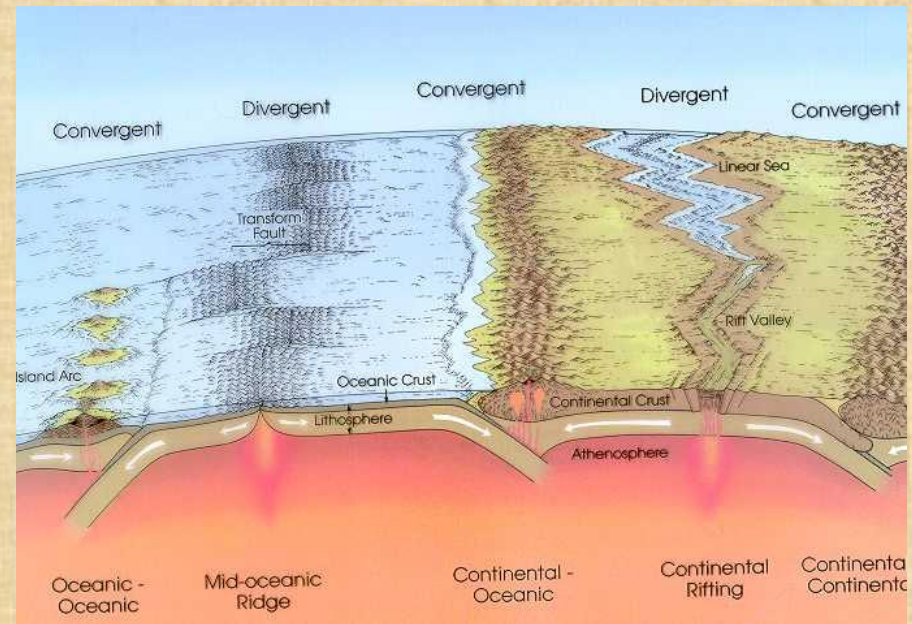
ABYSÁLNÍ PLOŠINY

Abysální plošiny tvoří rovné dno v hloubce 4-5 km. Pod vrstvou sedimentů jsou bazaltové horniny vznikající při vulkanické činnosti riftových zón.



STŘEDOOCEÁNSKÝ HŘBET

Středoocéánské hřbety jsou podmořská pohoří obklopená abysálnými plošinami. Délka tisíce kilometrů, šířka stovky kilometrů a výška do 3 km. Jsou místem vytavování primitivních tholeitových bazaltových magmat z astenosféry.

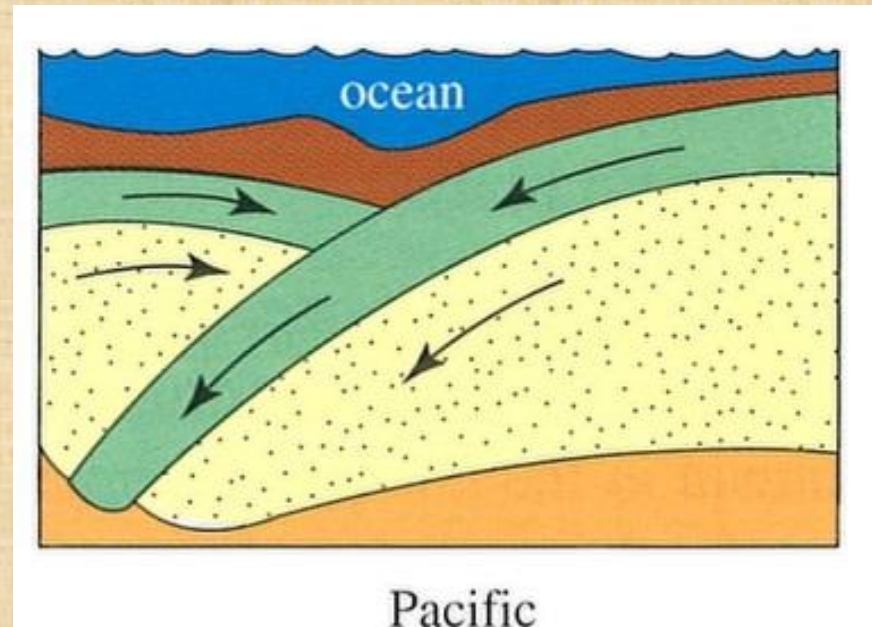
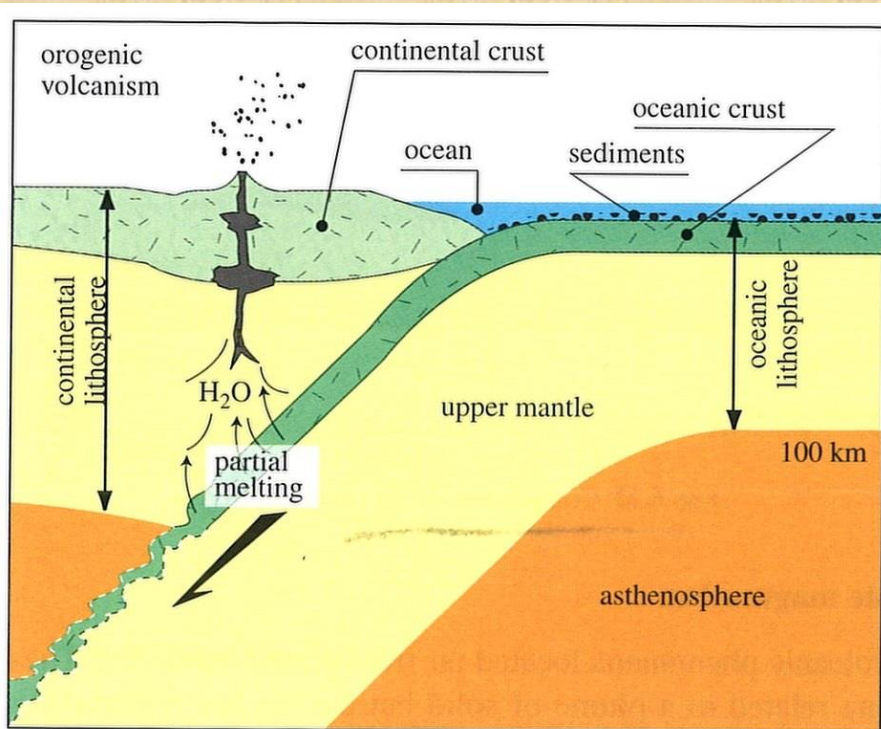


Oceánská litosféra II

Hlubokomořské příkopy dosahují hloubky až 11 km pod hladinou oceánu a jejich šířka nepřesahuje 200 km. Kopírují ohyb a pokles oceánské litosférické desky.

SUBDUKCE

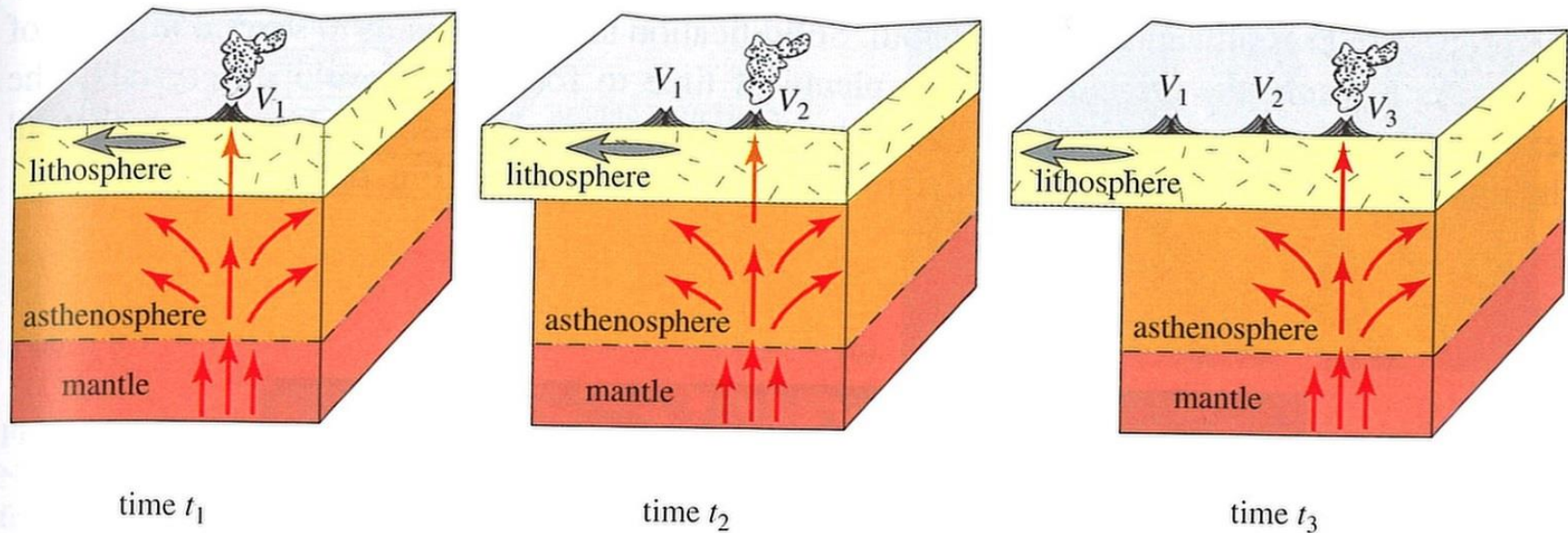
Při subdukcii dochází k podsouvání jedné litosférické desky pod druhou, nejčastěji oceánské pod ostrovní oblouk nebo aktivní kontinentální okraj.



Oceánská litosféra – horké skvrny

Izolované vulkány nebo řetězce vulkanických těles v prostoru abysálních plošin se označují termínem *vnitrodeskový vulkanismus* (existuje i v kontinentální litosféře).

Zdrojem magmatu jsou tzv. **horké skvrny**, které jsou založeny až ve spodním plášti. Magma se na oceánské dno dostává přes starší zlomové struktury litosférické desky.



Kontinentální litosféra

Kontinentální litosféra je stabilní a velmi starou strukturou. Její podíl v litosférických deskách činí kolem 41 %, patří k ní i mělká šelfová moře a kontinentální svahy.

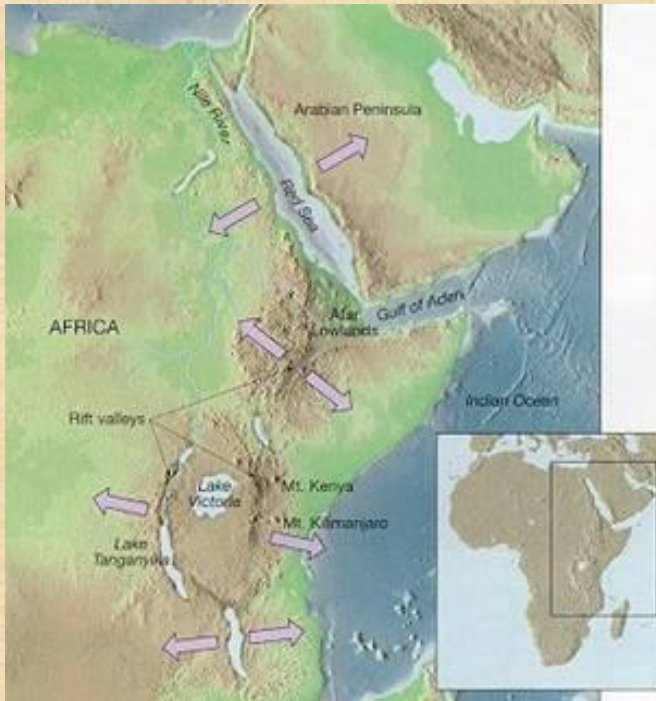
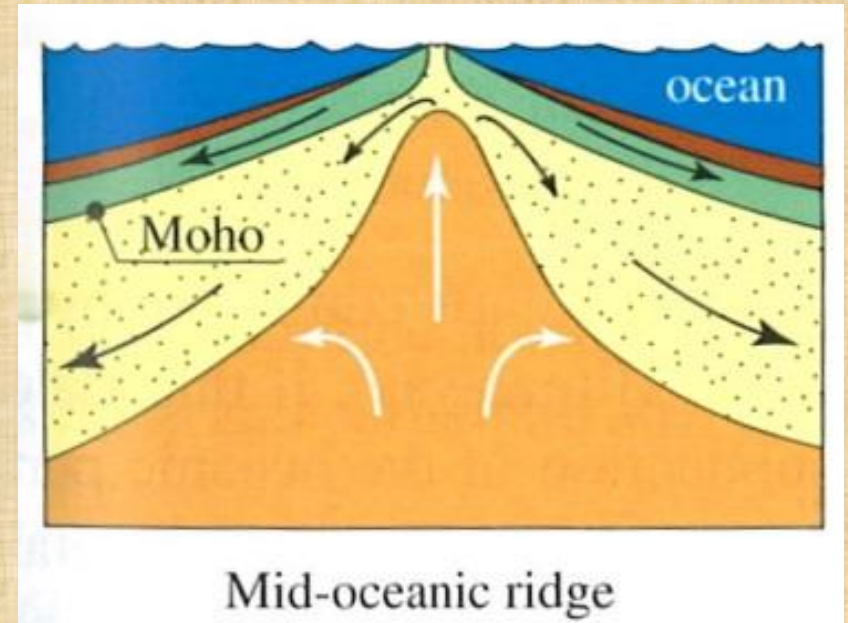
Vznik kontinentální litosféry:

- připojením ostrovního oblouku ke kontinentu,
- magmatickou činností v kontinentální riftové zóně,
- magmatickou činností na kontinentálních okrajích či uvnitř kontinentů.

Typickou složkou kontinentální zemské kůry jsou plutonické horniny granitoidního charakteru (granity, granodiority, tonality). Jsou většinou spjaty s oblastmi vyznačujícími se mocnější kůrou.

Divergentní desková rozhraní

Oceánské riftové zóny jsou morfologicky zvýrazněny středooceánskými hřbety. Představují vyklenutí astenosféry a ztenčení litosférické desky. Vtlačováním a krystalizací bazaltové magmatu dochází k rozpínání (spreadingu) oceánského dna.



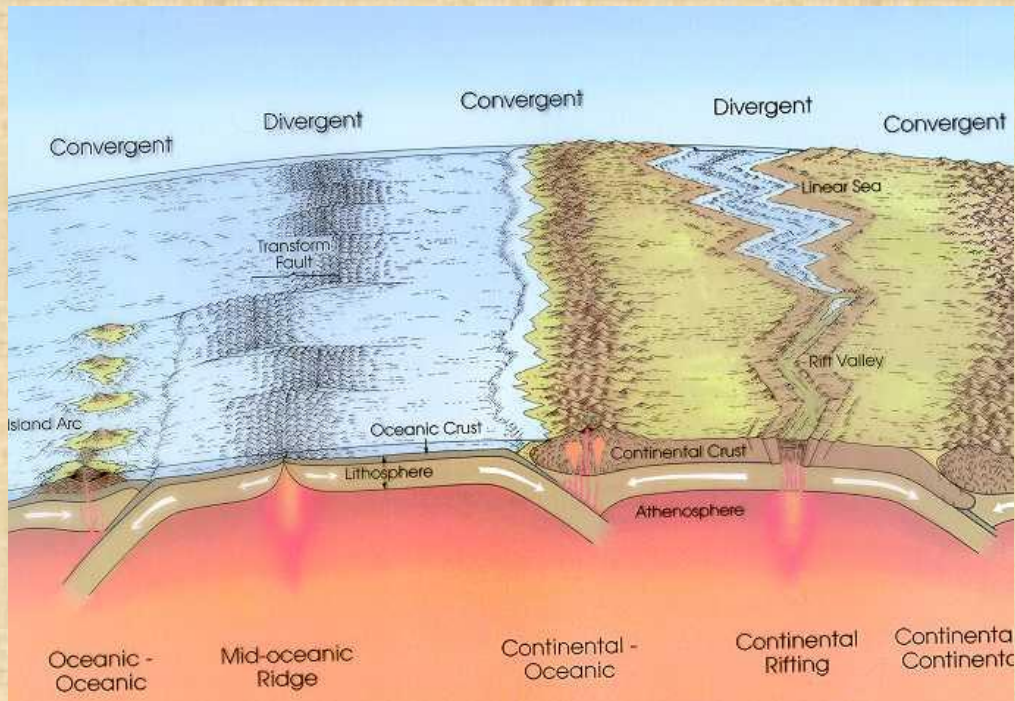
KONTINENTÁLNÍ RIFT

Kontinentální rift je lineární struktura o délce řádově stovek kilometrů a šířce v desítkách kilometrů. Kontinentální rift je místem, kde dochází k postupnému poklesu a ztenčování litosféry a může dojít až ke vzniku nového oceánu.

Konvergentní desková rozhraní – subdukční zóny

Místo zániku oceánské kůry se označuje jako **subdukční zóna**. Nejstarší část oceánské kůry se podsouvá se pod jinou litosférickou desku. Nejčastější typy:

- oceánská deska se podsouvá pod jinou oceánskou desku – vzniká *ostrovní oblouk*
- oceánská deska se podsouvá pod kontinentální – *aktivní kontinentální okraj*

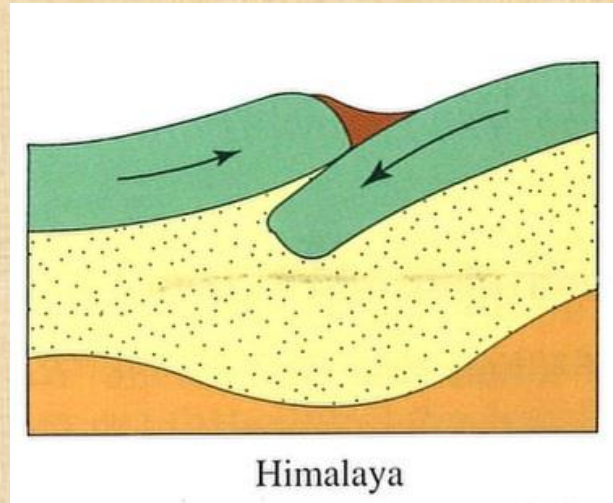


Každá subdukční zóna je seismicky velmi aktivní, dotčený prostor se označuje jako *Wadati-Benioffova zóna*. Hloubka zemětřesných hypocenter může být až v hloubce kolem 600 km, kam se běžně noří oceánská deska při subdukci.

Konvergentní desková rozhraní – orogenní pásma

Orogenní pásmo může vznikat kolizemi:

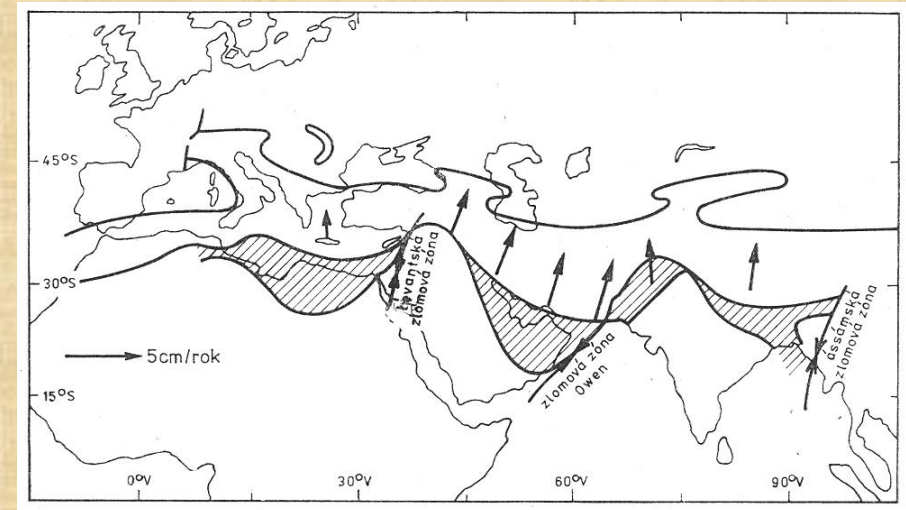
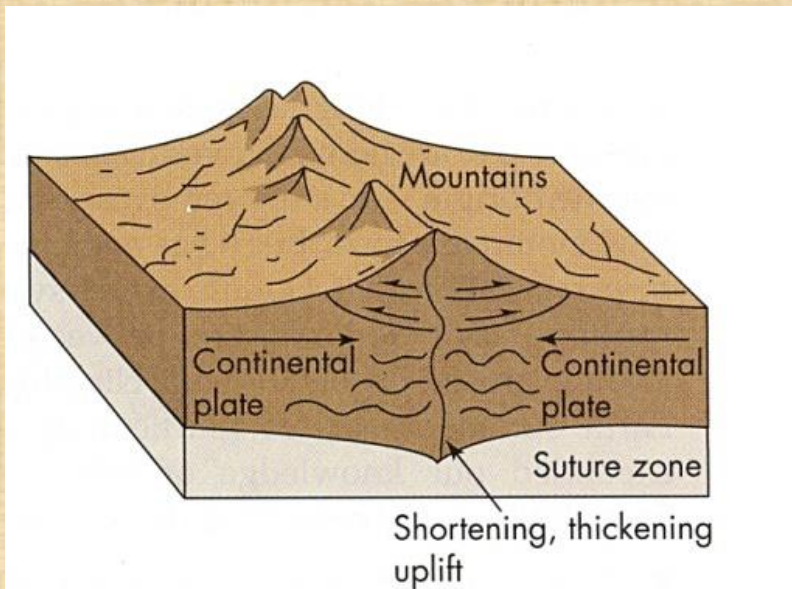
- ❑ oceánská kůra – ostrovní oblouk (Indonésie, Japonsko)
- ❑ oceánská kůra – aktivní kontinentální okraj (Andy)
- ❑ kontinentální litosféra – kontinentální litosféra (Himaláje)



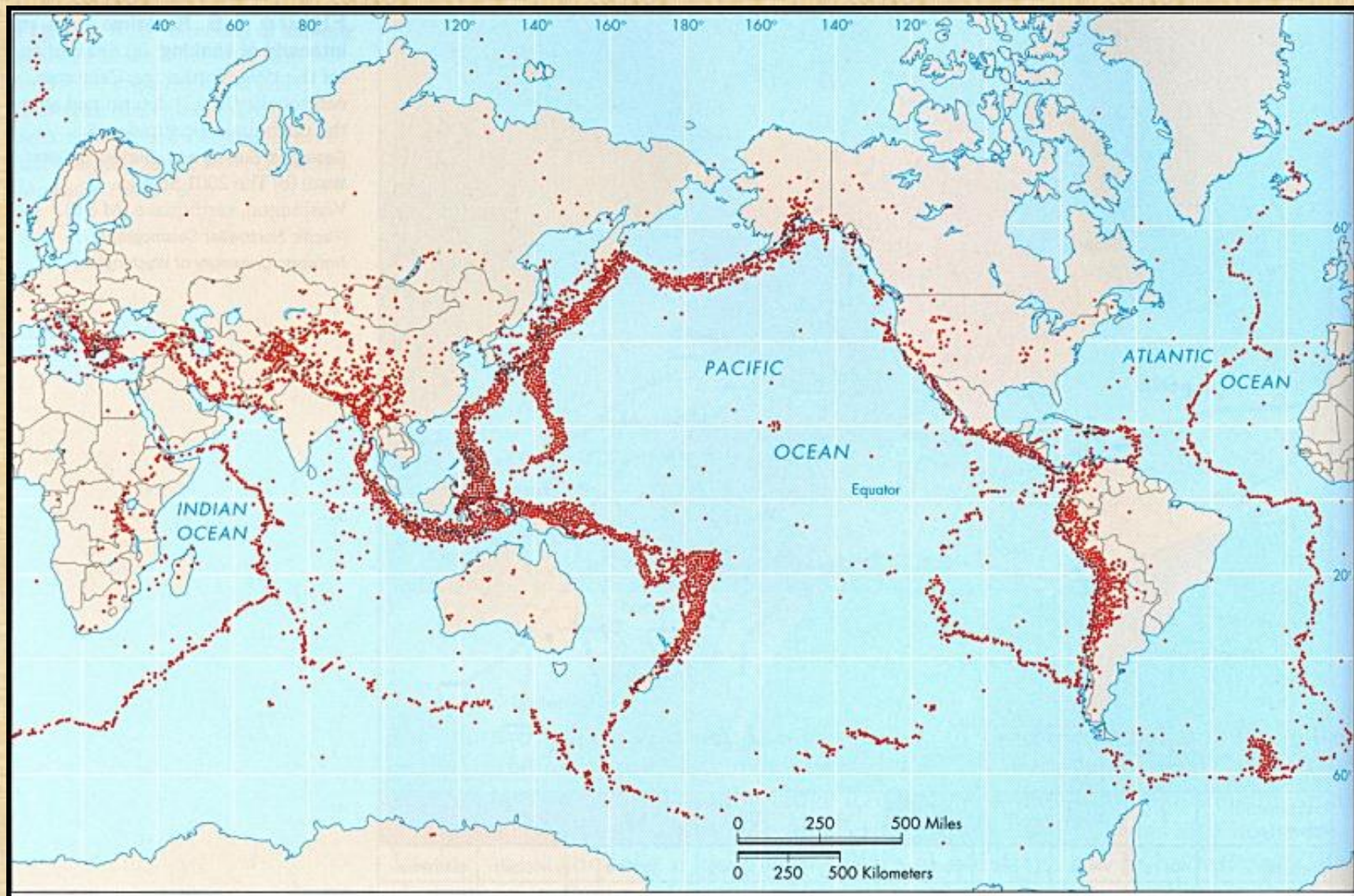
Orogeneze (horotvorná činnost) probíhá ve fázích (kadomská, variská, alpínská).

Doprovodné jevy: magmatická činnost, metamorfóza, zesílení kontinentální kůry, zemětřesení

OROGENEZE



Desková tektonika a zemětřesení

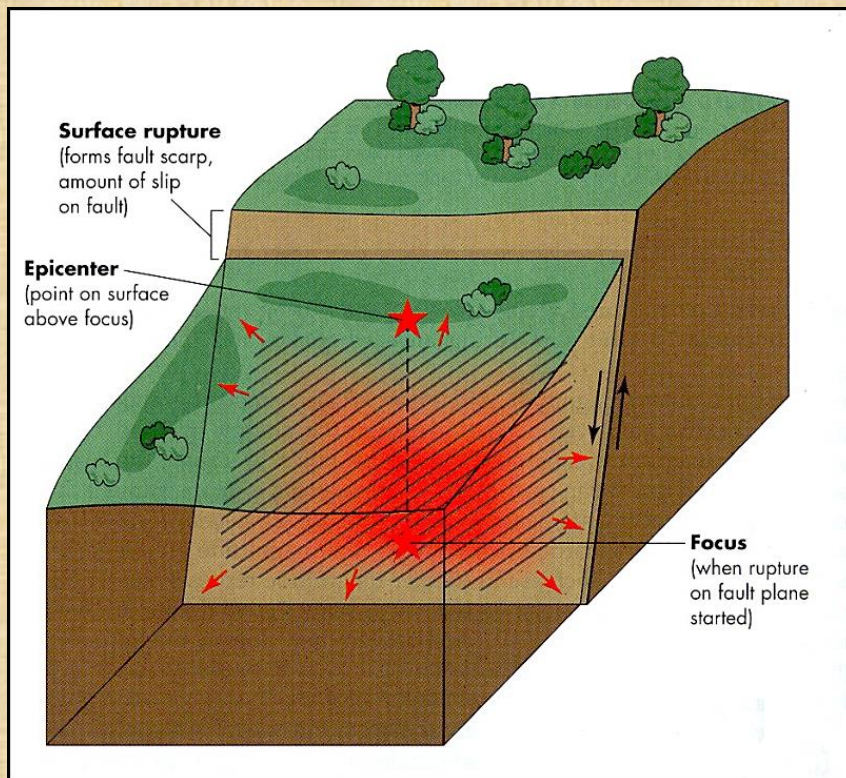


Vznik a druhy zemětřesení

Jak vzniká zemětřesení?

Pohyb dvou horninových bloků = hromaděním elastického napětí. Náhly pohyb podél zlomu = **uvolnění nahromaděného napětí**.

Uvolňování energie ve formě zemětřesení je periodickou událostí.



HYPOCENTRUM

EPICENTRUM

Místo vzniku zemětřesení se označuje jako ohnisko – **hypocentrum**. Jako **epicentrum** se pak označuje místo na zemském povrchu, které má s ohniskem nejkratší spojnici.

Podle způsobu vzniku :

- ✓ tektonická
- ✓ vulkanická
- ✓ říťivá
- ✓ umělá

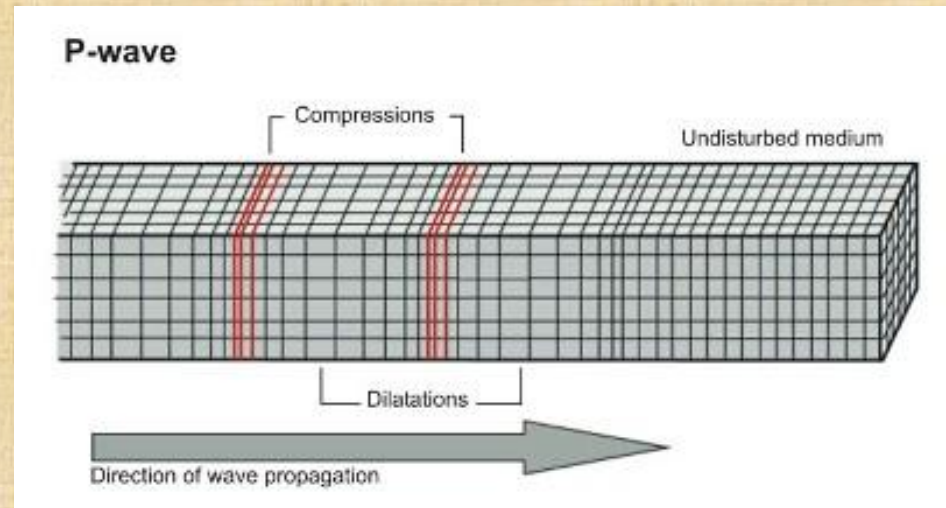
Typy seismických vln I

PODÉLNÁ SEISMICKÁ VLNA

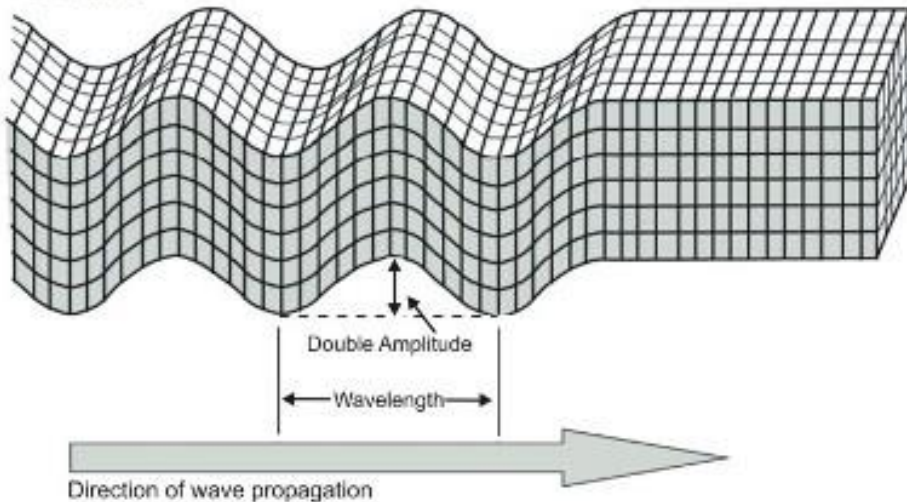
P-vlny (primární, podélné)

Tento typ vln je stejný jako vlny zvukové, prochází jakýmkoliv prostředím.

Nejrychlejší zemětřesné vlny (v plášti až $13,6 \text{ km}\cdot\text{s}^{-1}$).



S-wave



PŘÍČNÁ SEISMICKÁ VLNA

S-vlny (sekundární, příčné)

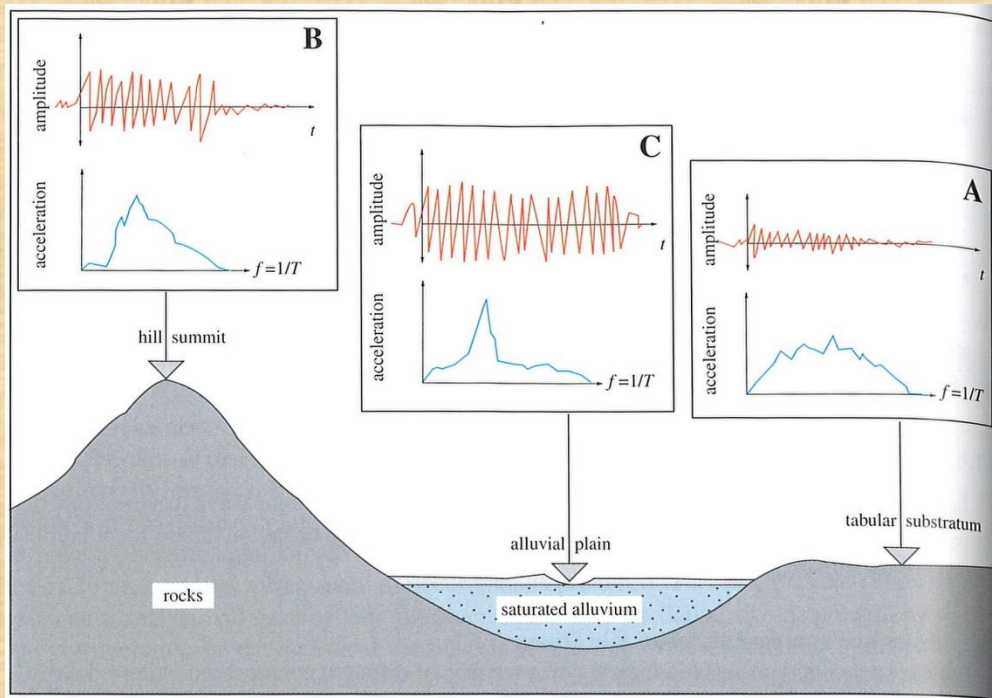
Díky obsažené stříhové složce se nešíří kapalným prostředím. Jsou pomalejší než P-vlny, na povrchu mají ničivější účinek.

Stanovení velikosti zemětřesení

Zemětřesení se zaznamenává na **seismograf**. Zaznamenává amplitudy (výchyšky) způsobené procházejícími zemětřesnými vlnami v závislosti na čase.

VELIKOST ZEMĚTŘESENÍ

Velikost zemětřesení udává veličina magnitudo, která se vypočítává jako dekadický logaritmus maximální změřené amplitudy (+/- korekce).



S pomocí hodnoty magnituda lze spočítat energii uvolněnou při zemětřesení. Vztah není lineární, např. energii uvolněné při magnitudu 8 odpovídá energie 32 zemětřesení s magnitudem 7. Zemětřesení se klasifikují podle **Richterovy škály**.

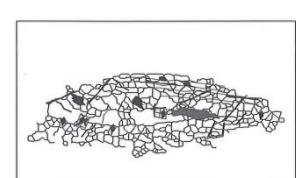
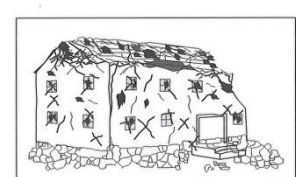
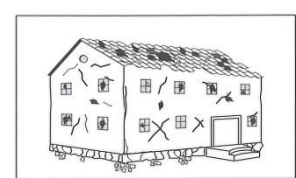
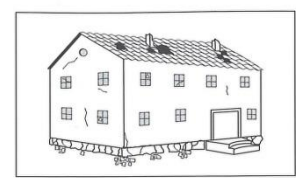
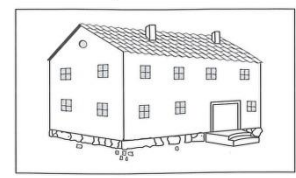
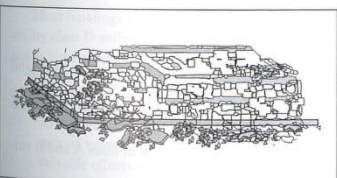
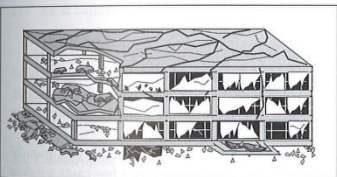
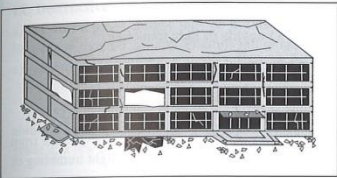
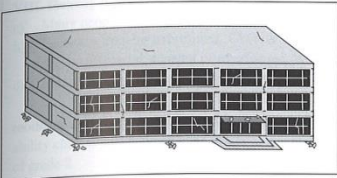
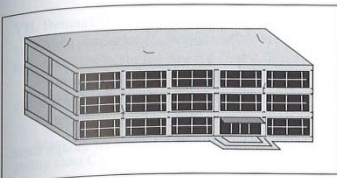
Stanovení intenzity zemětřesení

Richterova stupnice je těžko představitelná. Proto se často používají **makroseismické škály**, které vyjadřují intenzitu zemětřesení na základě reálných pozorování škod.

INTENZITA ZEMĚTŘESENÍ

Příklady účinků různě intenzivních zemětřesení na budovy zděné (vpravo) a betonové (vlevo).

Makroseismické stupnice MCS, MSK-64 nebo EMS-98 (platná pro Evropu) mají dvanáct stupňů a jsou hodnoceny na základě dopadů na člověka, stavby a přírodní objekty.



Rizika při zemětřesení

Pojmenujte rizika spojená se zemětřesením.

Co dělat při zemětřesení?

- v otevřené krajině
- na ulici
- v přízemí budovy
- ve vyšších patrech budov

Shrnutí

- Desková tektonika vysvětluje globální geologické děje a pracuje se základními pojmy litosférická deska a astenosféra.
- Oceánská a kontinentální litosféra se velmi liší a nekryjí se s rozdělením zemského povrchu na kontinent a oceán.
- Divergentní desková rozhraní jsou místa vzniku litosféry – mohou to být oceánské nebo kontinentální rifty.
- Konvergentní desková rozhraní jsou místa zániku oceánské litosféry v subdukčních zónách.
- Kolizí dvou kontinentálních litosférických bloků vzniká orogenetická (horotvorná) činnost – probíhá v cyklech.
- Doprovodným jevem deskové tektoniky je vulkanická činnost a zemětřesení.
- Zemětřesení je periodický jev vyvolaný náhlým uvolněním nashromážděné energie ve formě seismických vln.
- Pro lidskou populaci může zemětřesení představovat katastrofickou událost.