

# NEŽIVÁ PŘÍRODA 2

Cvičení 3

**Desková tektonika**

**Zemětřesení**

# Desková tektonika – význam v geologii

**Desková tektonika** představuje princip, s jehož pomocí lze vysvětlit vznik a zánik oceánů, oceánské a kontinentální kůry, vulkanickou činnost, zemětřesení a vznik rozsáhlých orogenních oblastí.

Její základy položil Alfred Wegener v roce 1912, do současné podoby byla dopracována v 60. a 70. letech minulého století.

## LITOSFÉRICKÁ DESKA

Litosférická deska představuje nejsvrchnější část pevného povrchu planety. Každá deska je složena ze zemské kůry a nejsvrchnější části zemského pláště, její mocnost bývá zhruba 100-150 km.

## DESKOVÉ ROZHŘANÍ

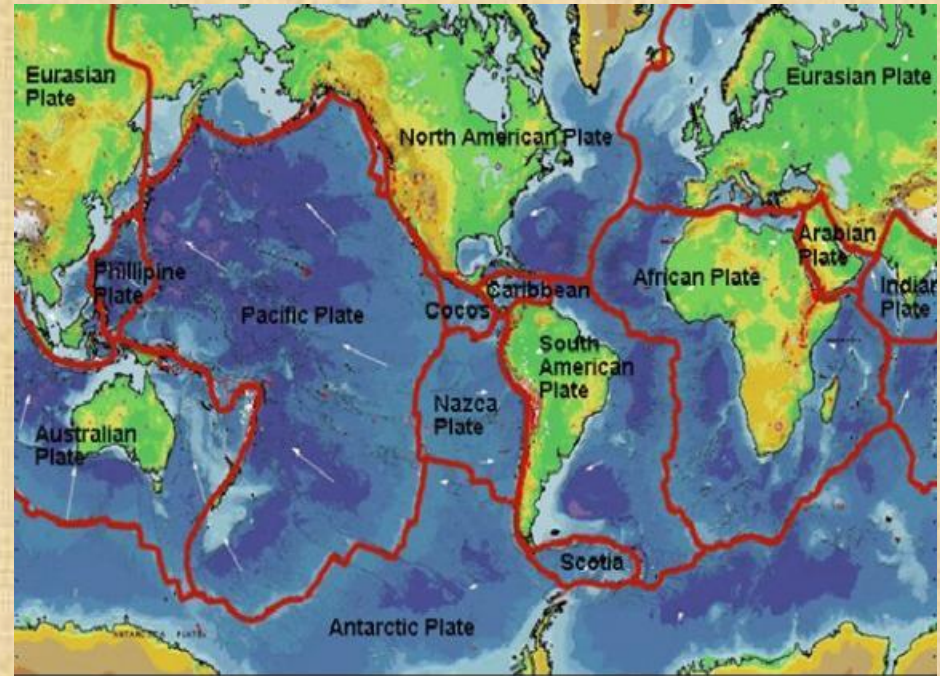
Hranice mezi jednotlivými deskami tvoří desková rozhraní. Každá změna pohybu dvou desek vyvolá změny pohybu dalších desek. Dochází-li k nárůstu hmoty litosférické desky, musí to být na jiném místě kompenzováno jejím úbytkem.

# Současný stav uspořádání litosférických desek

## ASTENOSFÉRA

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

Hlubkový dosah astenosféry se předpokládá 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](http://www.windows.ucar.edu/tour/link=/earth/images/earth_plates_usgs_L_2.jpg_image.html)

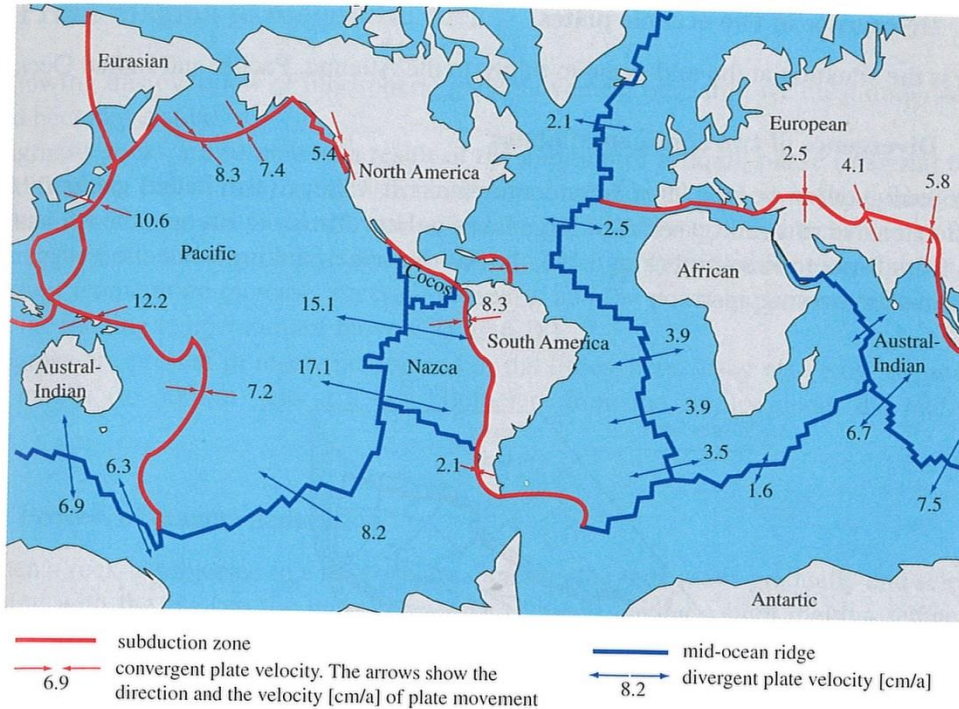
Většina desek obsahuje oceánskou i kontinentální litosféru. K největším deskám patří: euroasijská, pacifická, africká, severoamerická, jihoamerická, antarktická, indická, Nazca a Kokos.

Základní desková rozhraní jsou následující:

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



# Pohyb litosférických desek



Pohyb litosférických desek se měří v **centimetrech za rok**. Každý deska provádí rotační pohyb podle určitého pólu rotace (tvoří plochu koule).

Desky jsou uváděny do pohybu 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:

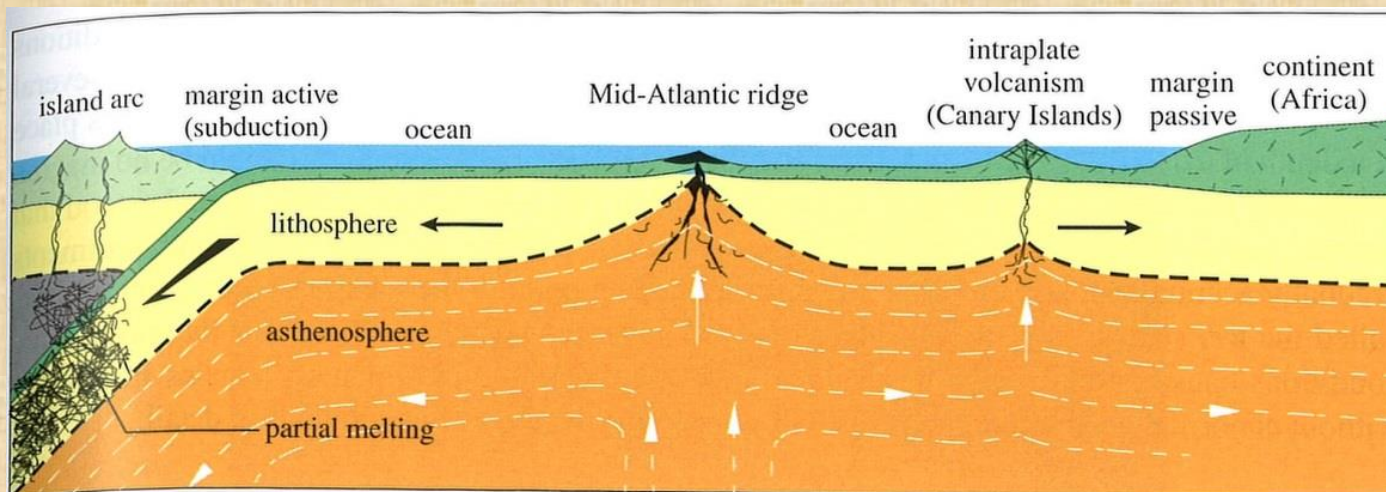
- ✓ oceánská zemská kůra do 10 km
- ✓ svrchní plášť nad astenosférou (do 100 km)

Výskyt oceánské litosféry:

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

## ABYSÁLNÍ PLOŠINY

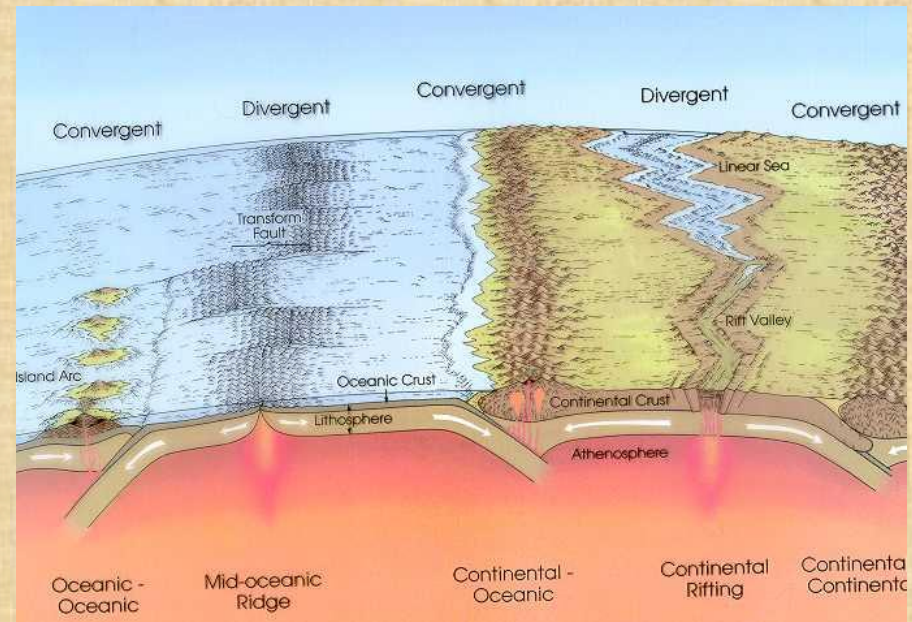
*Abysální plošiny* tvoří rovné dno s hlubokomořskými sedimenty. Hloubka moří zde průměrně dosahuje 4-5 km, pod vrstvou sedimentů jsou bazaltové horniny vznikající při vulkanické činnosti riftových zón.





## STŘEDOOCEÁNSKÝ HŘBET

*Středoocéánské hřbety* jsou podmořská pohoří obklopená abysálními plošinami. Jejich délka bývá tisíce kilometrů, šířka stovky kilometrů a výška do 3 km. Jejich středem probíhá linie, kde dochází k vytavování primitivních tholeitových bazaltových magmat z astenosféry.

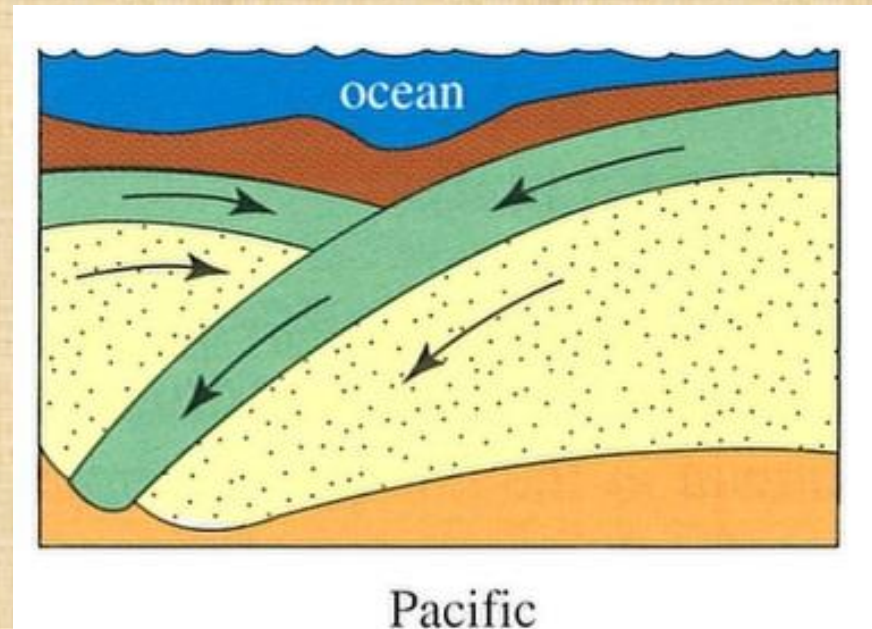
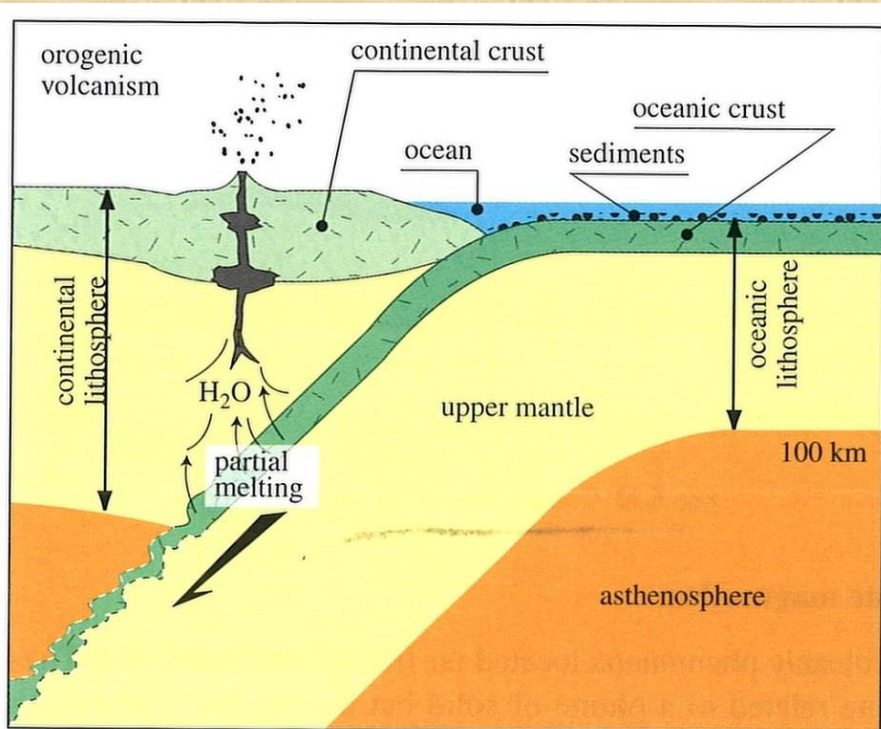


# Oceánská litosféra II

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.

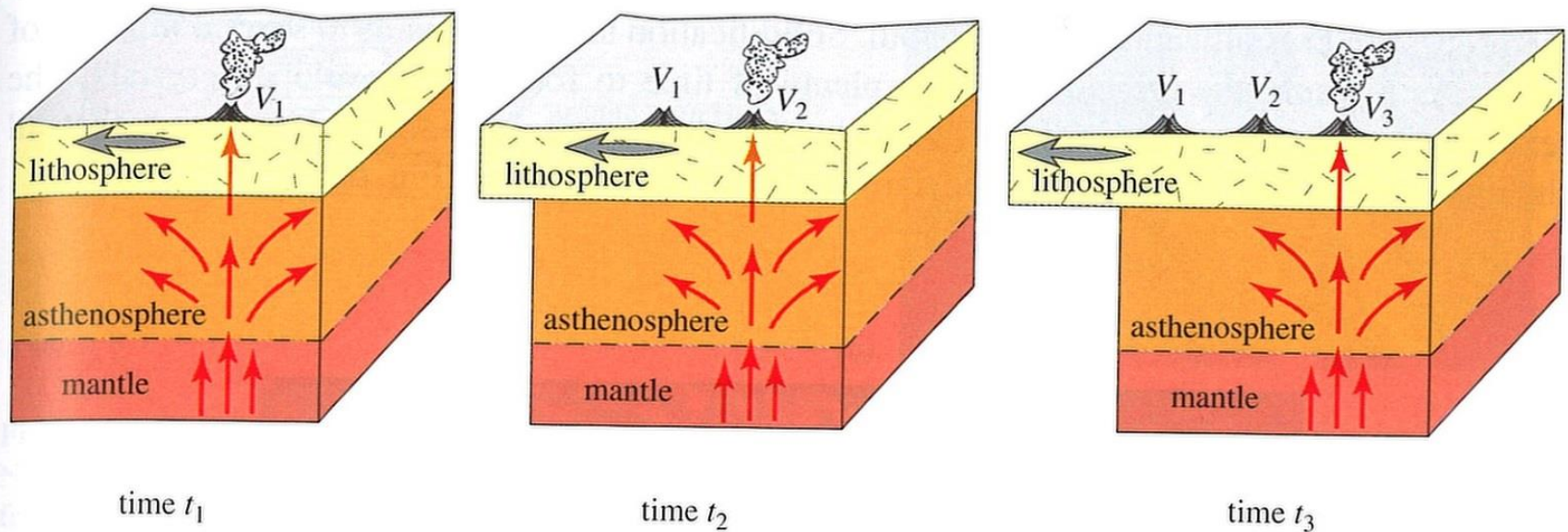




# Oceánská litosféra – horké skvrny

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

---

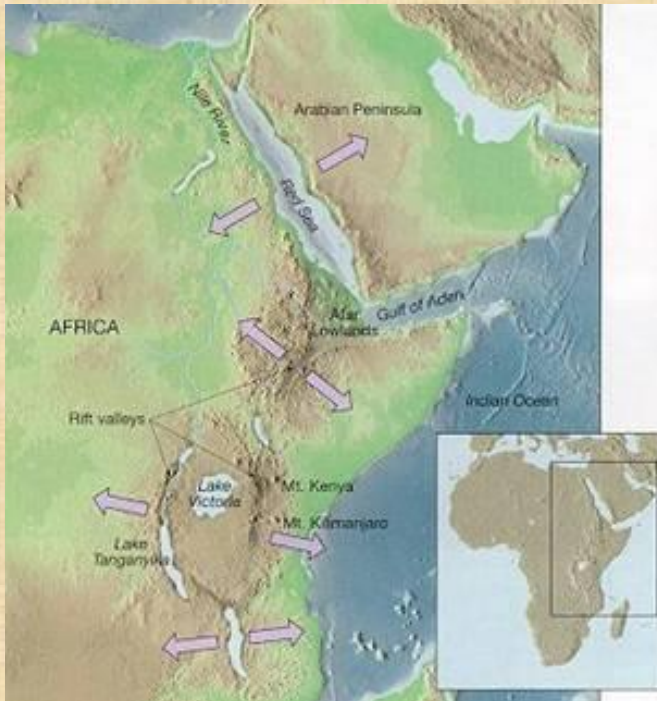
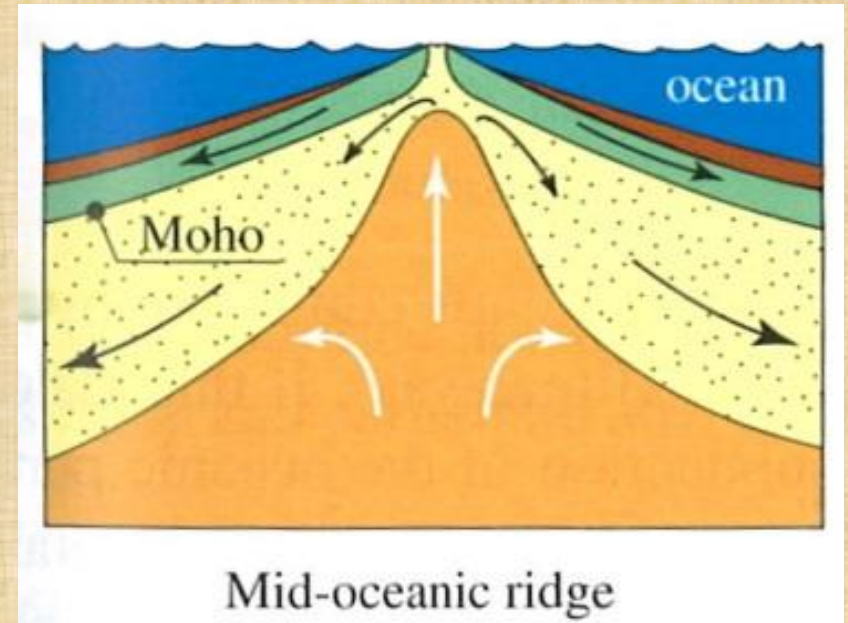
Kontinentální litosféra je stabilní a zpravidla velmi starou strukturou. Její podíl v litosférických deskách činí kolem 41 %, protože k ní počítáme nejen prostor kontinentů, ale patří k ní i mělká šelfová moře a kontinentální svahy.

Nová kontinentální litosféra vzniká připojením ostrovního oblouku ke kontinentu, magmatickou činností v kontinentální riftové zóně nebo 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 (oblasti s probíhající nebo proběhlou orogenezí).

# Divergentní desková rozhraní

**Oceánské riftové zóny** jsou morfologicky zvýrazněny středoocéánskými hřbety. Vznikají v oblastech vyklenutí astenosféry a současného ztenčení litosférické desky. Vtlačováním a krystalizací bazaltové magmatu dochází k rozpínání (spreadingu) oceánské dna. Sousední litosférické desky se tak dostávají do pohybu směrem od sebe.



## KONTINENTÁLNÍ RIFT

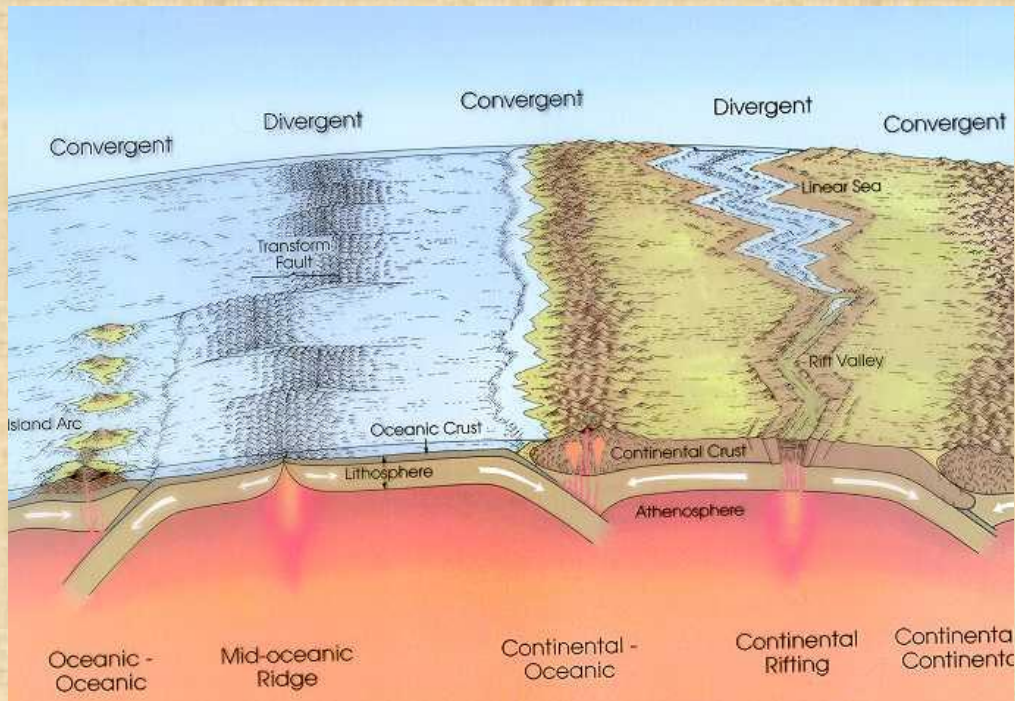
**Kontinentální rift** je lineární struktura o délce řádově stovek kilometrů a relativně malou šířkou v desítkách kilometrů. Kontinentální rift je místem, kde dochází k postupnému poklesu a ztenčování litosféry a může dojít až ke vzniku nového oceánu.



# Konvergentní desková rozhraní – subdukční zóny

Místo zániku oceánské kůry se označuje jako **subdukční zóna**. Nejstarší část oceánské kůry se v určitém místě ohýbá směrem dolů a 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*

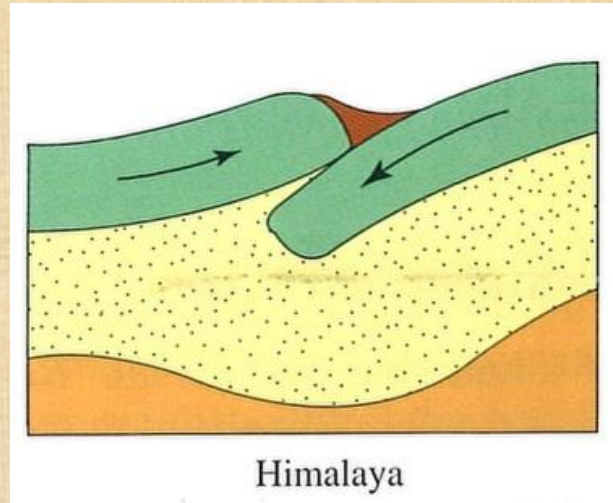


Každá subdukční zóna je seismicky velmi aktivní, dotčený prostor se označuje jako *Wadati-Benioffova zóna*. Hloubka zemětřesných hypocenter může být až v hloubce kolem 600 km, kam se běžně noří oceánská deska při subdukci.

# Konvergentní desková rozhraní – orogenní pásma

Orogenní pásmo může vznikat kolizemi:

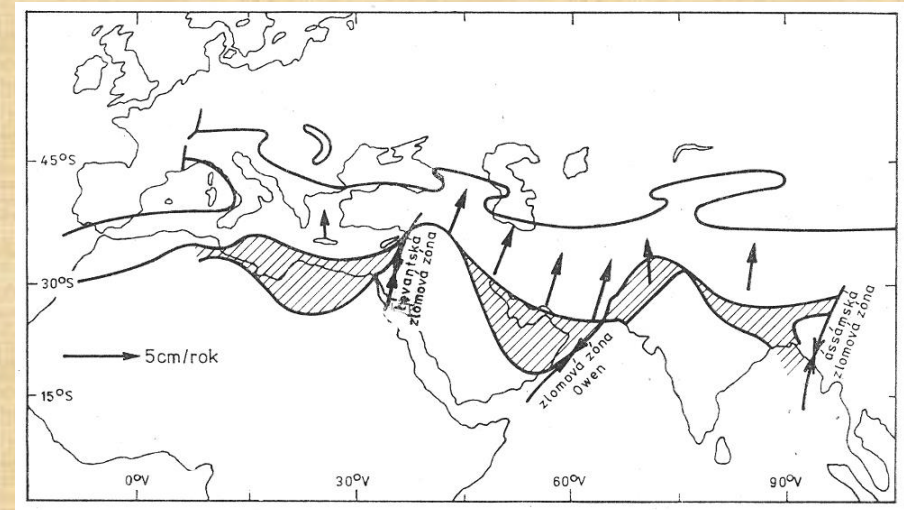
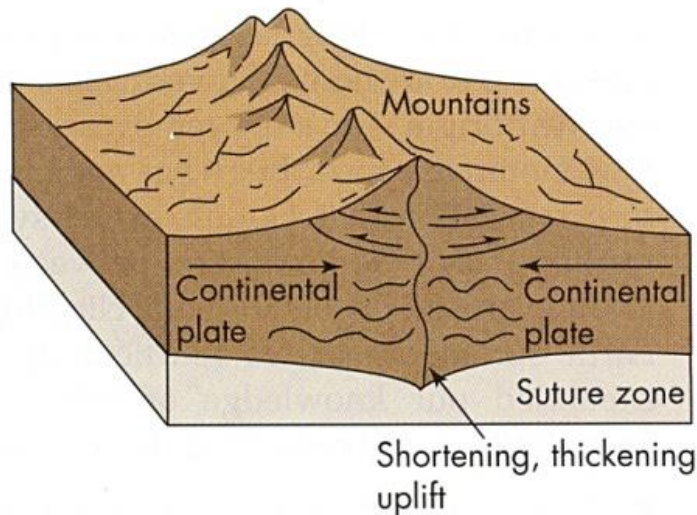
- ❑ oceánská kůra – ostrovní oblouk (Indonésie, Japonsko)
- ❑ oceánská kůra – aktivní kontinentální okraj (Andy)
- ❑ kontinentální litosféra – kontinentální litosféra (Himaláje)



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

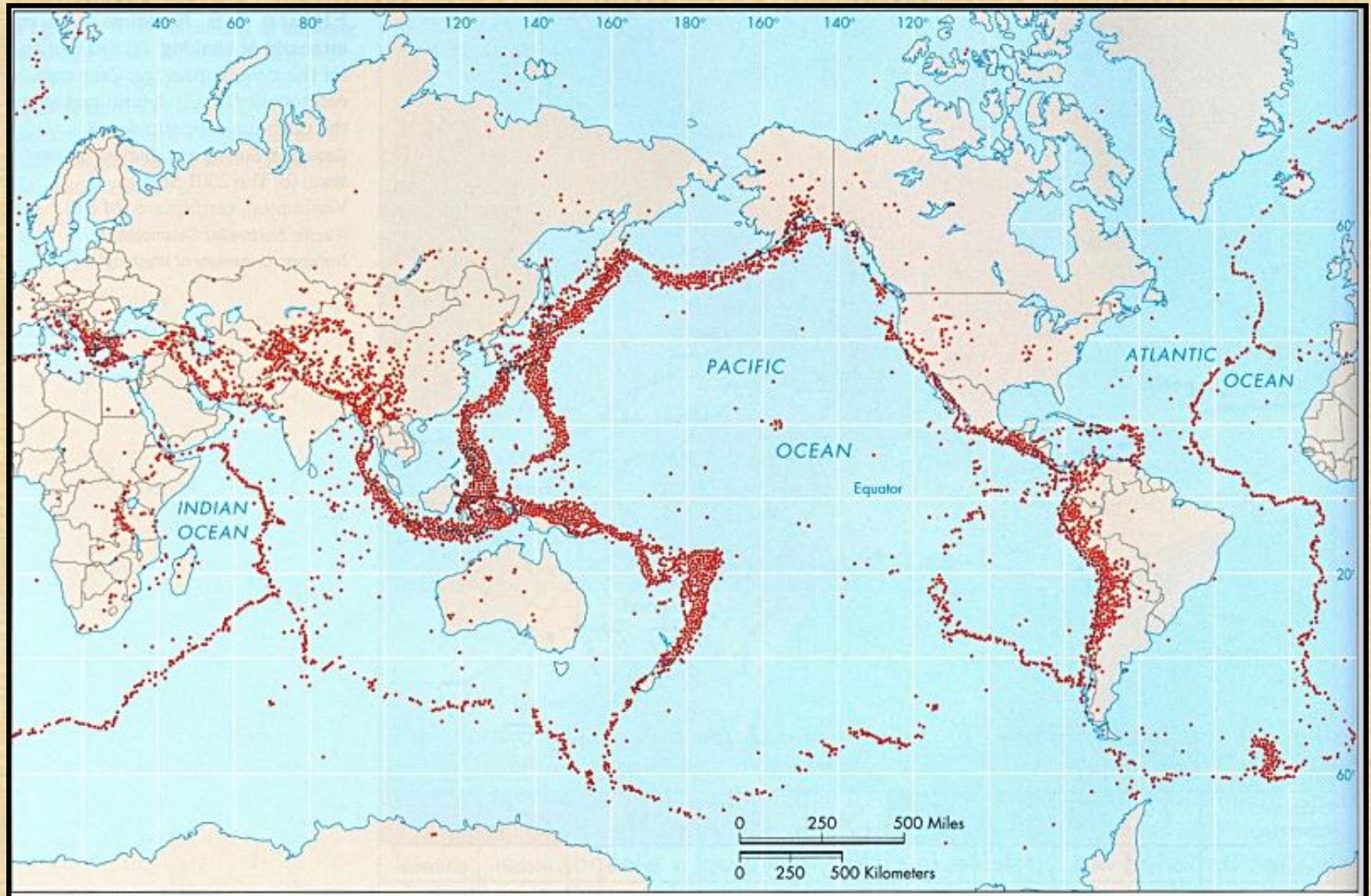
Doprovodné jevy: magmatická činnost, metamorfóza, zesílení kontinentální kůry, zemětřesení

**OROGENEZE**





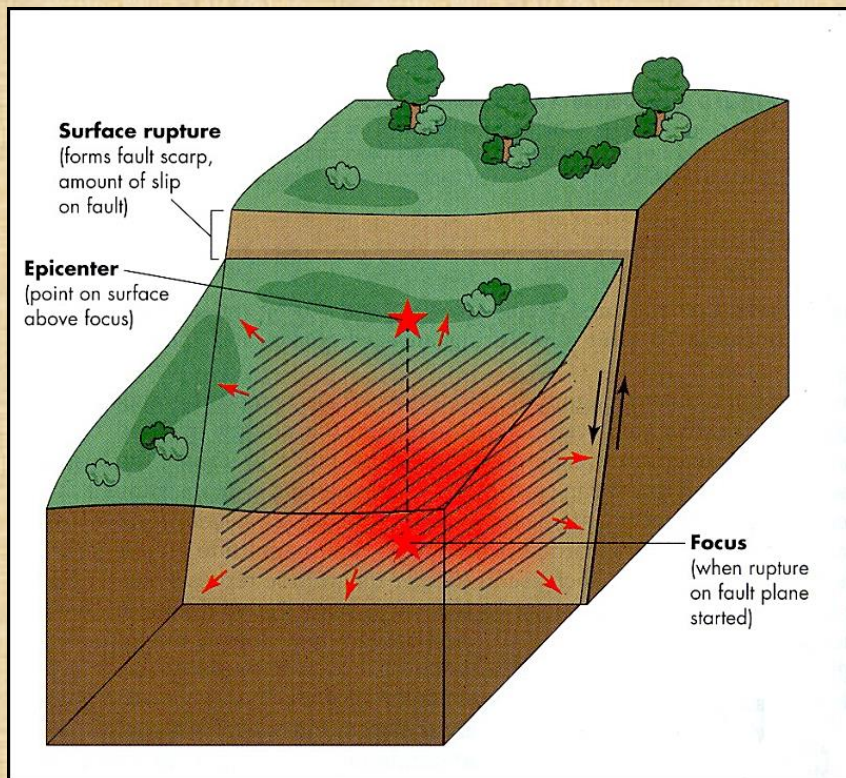
# Desková tektonika a zemětřesení





# Vznik a druhy zemětřesení

Vzájemný pohyb dvou horninových bloků je provázen hromaděním elastického napětí v těsné blízkosti zlomu. V určitém okamžiku dojde k náhlému pohybu a **uvolnění nahromaděného napětí**. Celý proces se postupně opakuje znovu a znovu, tedy 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



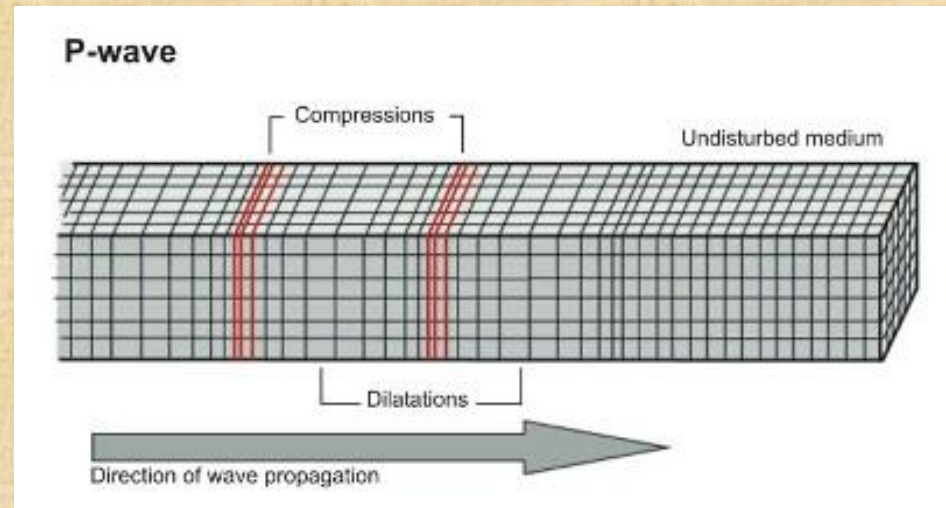
# Typy seismických vln I

## PODÉLNÁ SEISMICKÁ VLNA

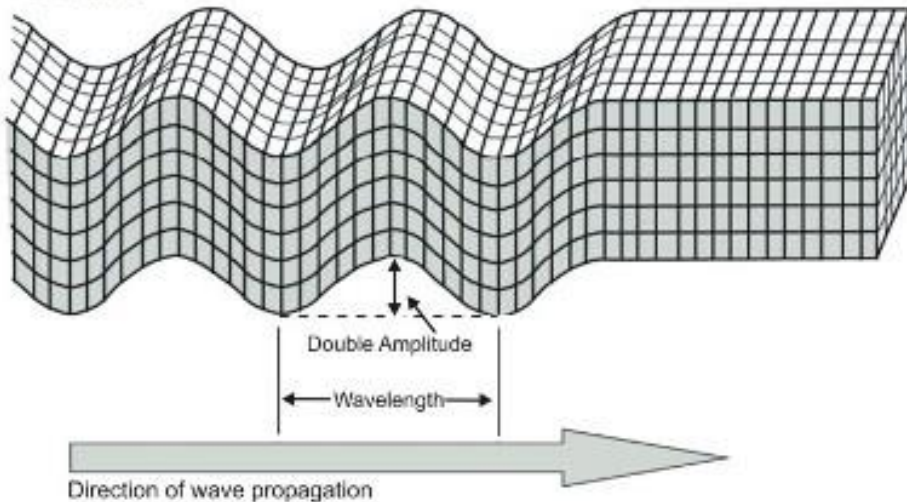
### **P-vlny (primární, podélné)**

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)**

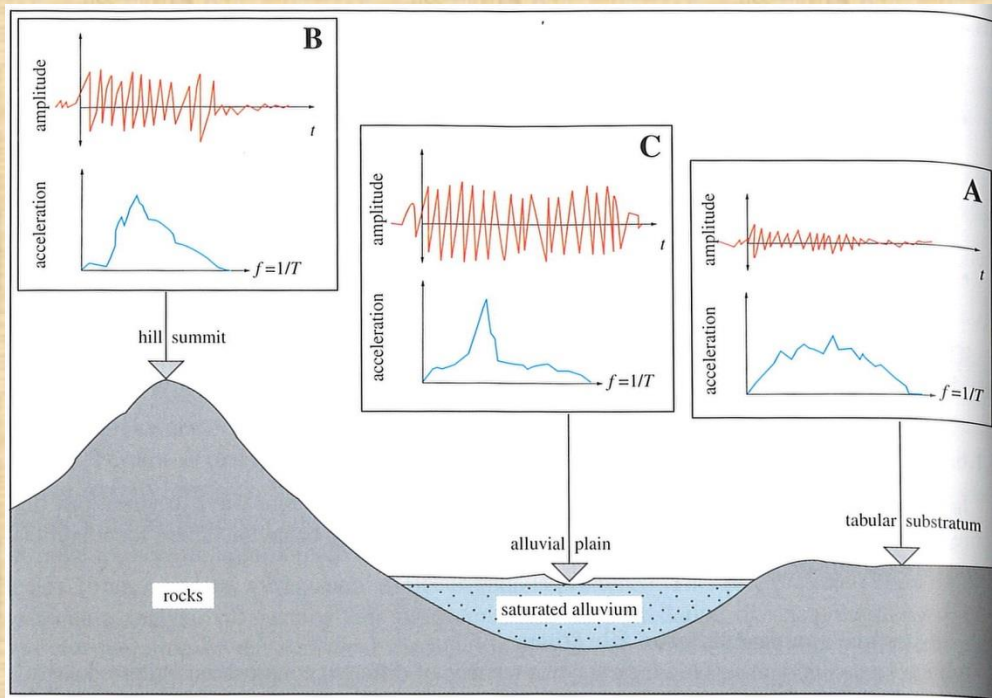
Díky obsažené stříhové složce se nešíří kapalným prostředím. Jsou pomalejší než P-vlny, na povrchu mají ničivější účinek.

# Stanovení velikosti zemětřesení

Zemětřesení se zaznamenává na přístroj označovaný jako **seismograf**. Zaznamenává amplitudy (výchyly) 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**.



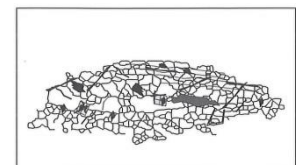
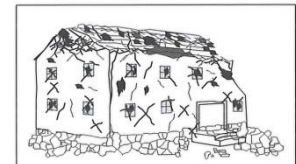
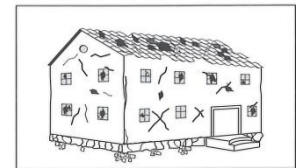
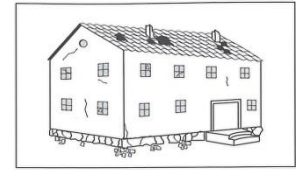
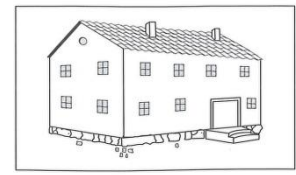
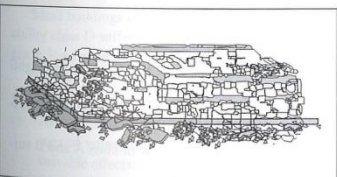
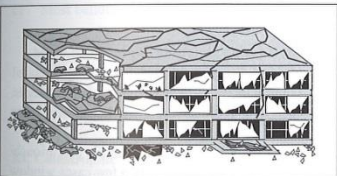
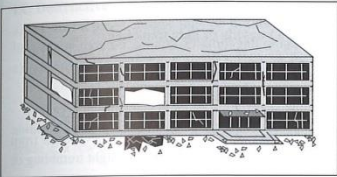
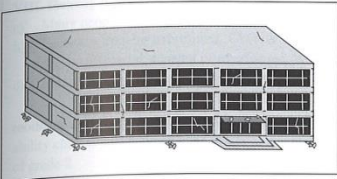
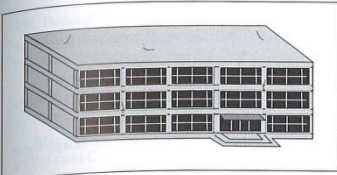
# Stanovení intenzity zemětřesení

Richterova stupnice je poněkud abstraktní, zemětřesení může mít různý dopad v různých vzdálenostech od epicentra. 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.