

An aerial photograph of a vast, blue glacier system. The glacier is composed of numerous smaller icebergs and ice floes, creating a complex, textured surface. The color of the ice varies from a deep, dark blue to a lighter, almost white, indicating different depths and ice compositions. The overall scene is serene and majestic, showcasing the raw power of nature.

# Vnitřní stavba planety Země

# Stavba planety Země

## Jádro

Od pláště odděleno Gutenbergovou diskontinuitou. Fe, Ni

Vnější jádro – kapalné (hloubka 2900–5150 km)

Vnitřní jádro – pevné (hloubka 5150–6378 km)  
**17 % objemu, ale 34 % hmotnosti planety.**

## Plášť

80 % objemu planety Země. Zasahuje do hloubky ~2900 km.

Olivín, pyroxeny, granáty, spinelidy

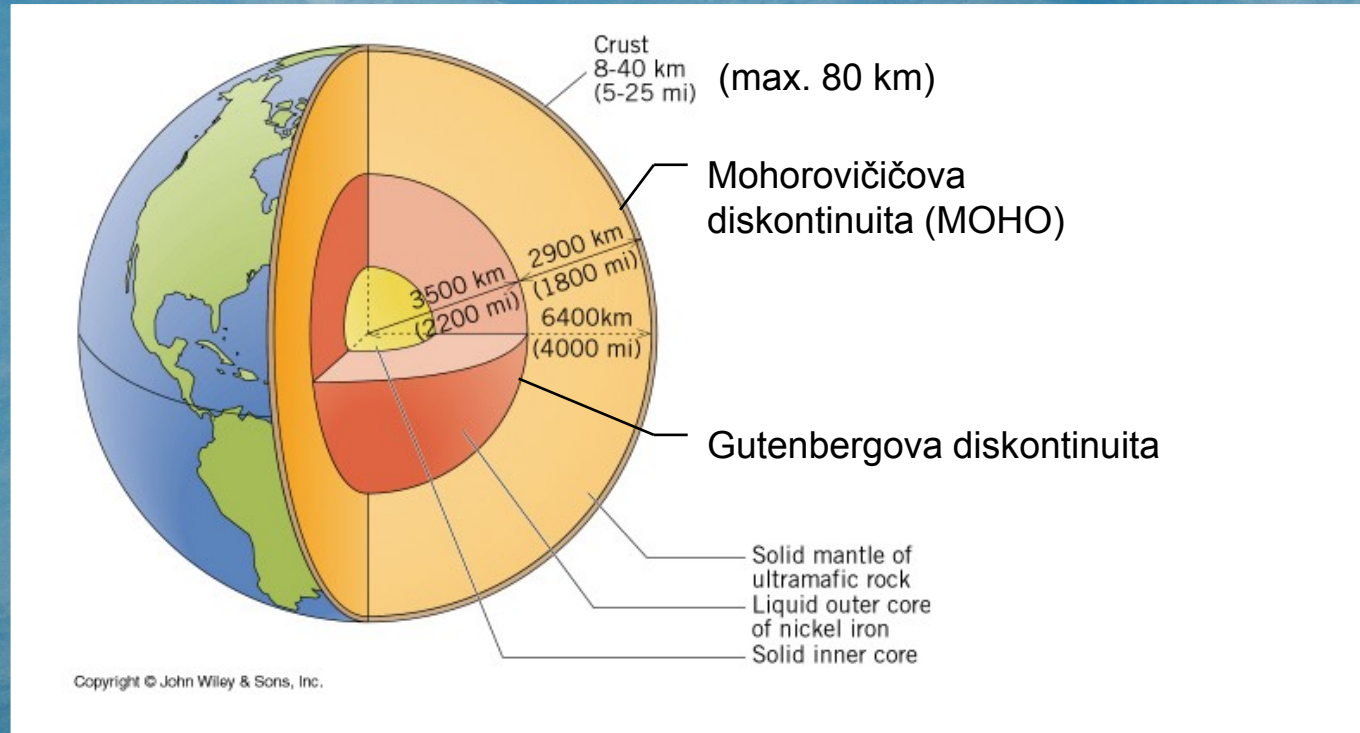
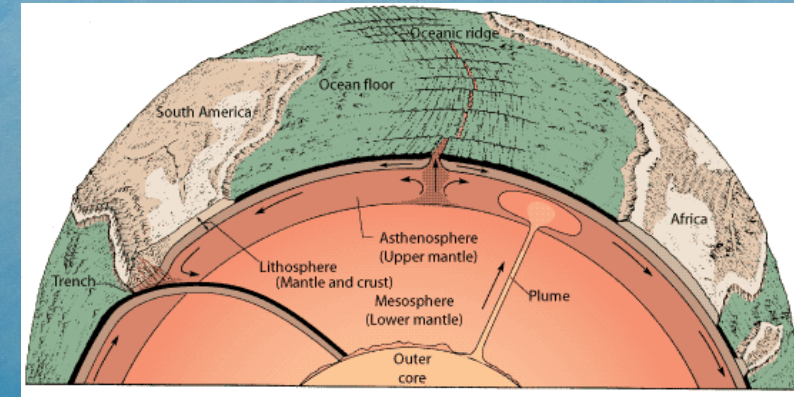
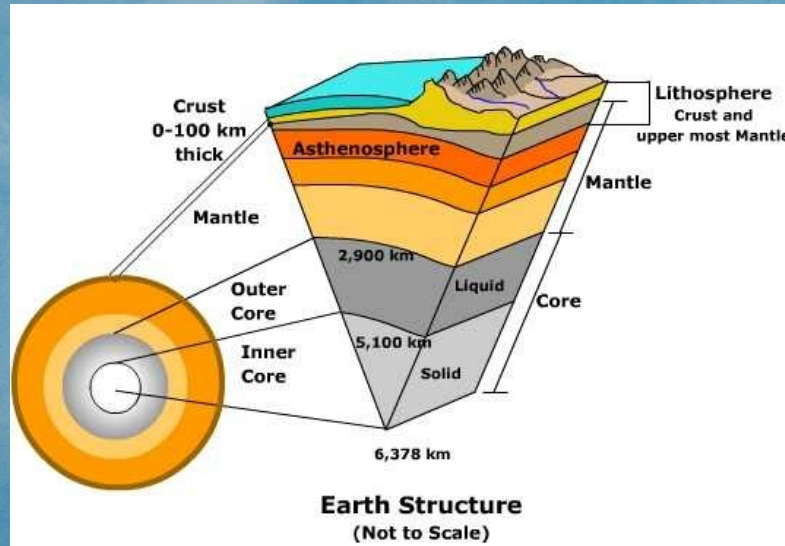
Konvekce (Vertikální pohyb hmoty a tím i tepla) – hnací síla deskové tektoniky v litosféře.

Přímo pod litosférou - vrstva plastické plášťové hmoty – **astenosféra**, po které se litosférické desky pohybují.

## Zemská kůra

Nejtenčí (5-80 km), nejvíce mineralogicky a horninově diferencovaná.

Zemská kůra+nejsvrchnější plášť = **litosféra**



# Stavba planety Země

## Oceánská litosféra

Nejsvrchnější plášť + tenká kůra.

Vyvřeliny chudé na SiO<sub>2</sub> – gabbro, bazalt (vyvřeliny bohaté na bazický plagioklas a pyroxeny), tenká vrstva sedimentů).

Mocnost 5–12 km, hustota 2,9–3,0 g/cm<sup>3</sup>.

Tvoří dno oceánů.

Neustále zaniká a vzniká, nejstarší z jury (mezozoikum).



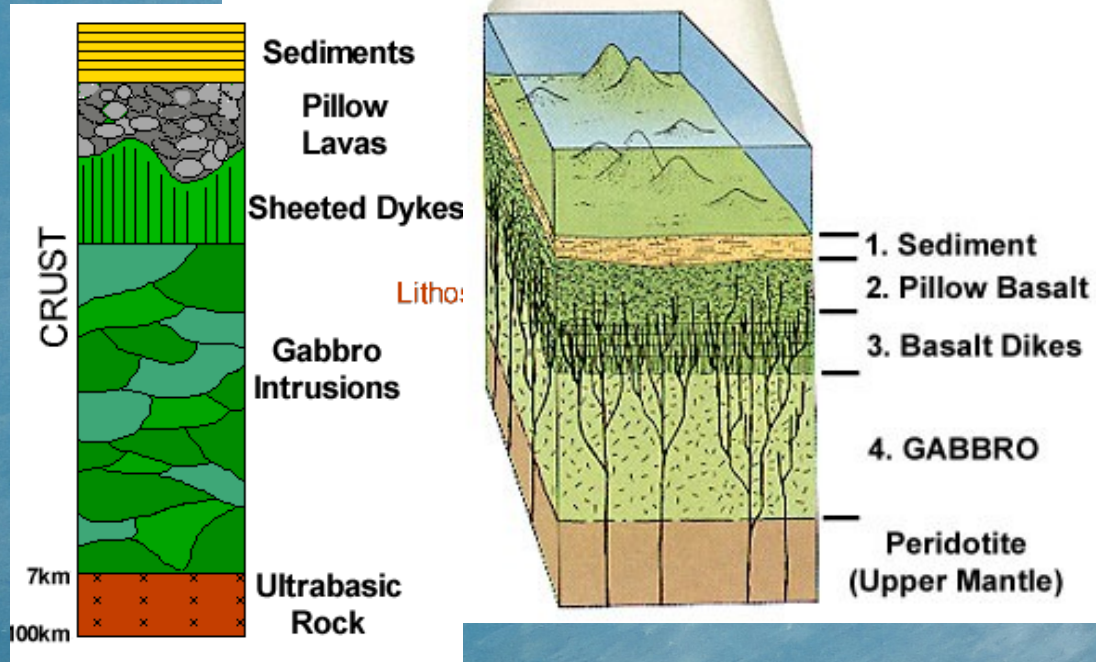
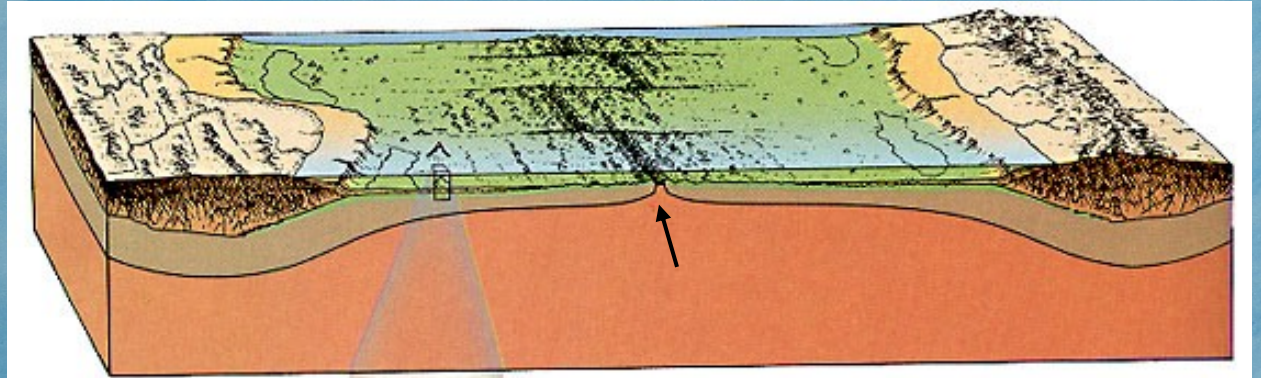
bazalt středooceánových hřbetů



gabbro



polštářová láva



# Stavba planety Země

## Kontinentální litosféra

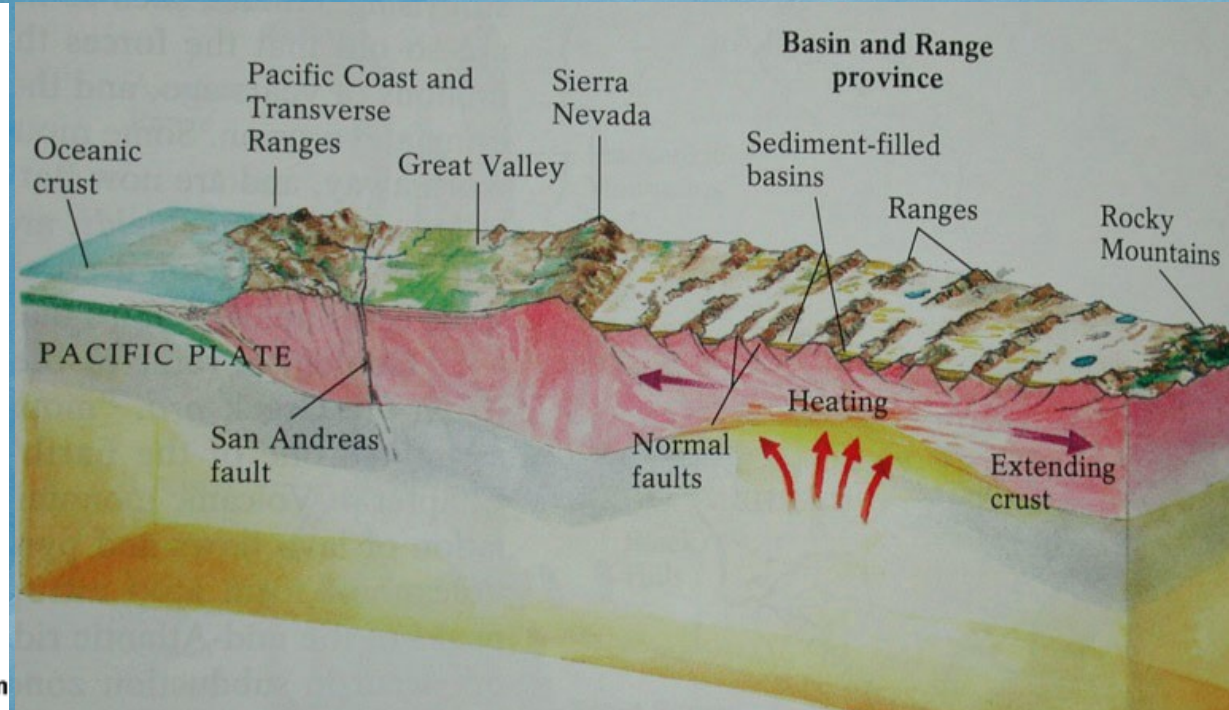
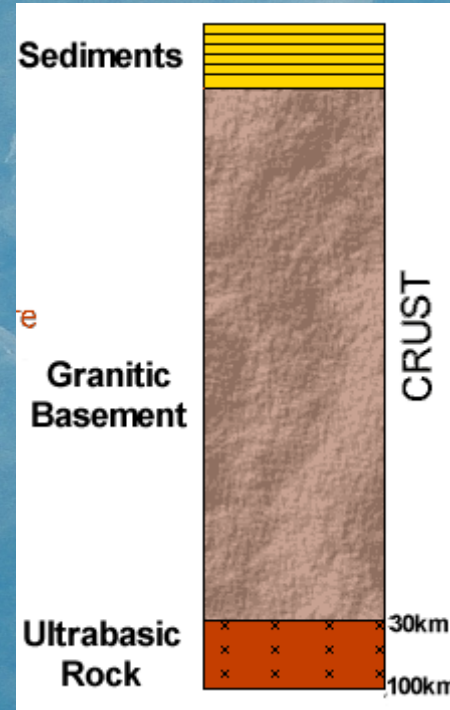
Nejsvrchnější plášť + silná kůra

**Vyvěřeliny bohaté na SiO<sub>2</sub> – granitoidy, mocné pokryvy sedimentů, metamorfity** – horniny bohaté na křemen, živce).

**Mocnost 25–80 km, hustota 2,7 g/cm<sup>3</sup>.**

**Buduje pevniny.**

Kontinuálně vzniká, ale je dlouhodobě stabilní, nezaniká, stáří 0 až 4 Ga.



granitoidy



mocné sedimenty



metamorfity

An aerial photograph of a glacier, showing a prominent central channel or crevasse that divides the ice into two main sections. The ice is a pale, milky blue color, and the surrounding terrain is a darker blue. The lighting creates shadows that emphasize the texture and depth of the ice.

# **Vznik, zánik a pohyb litosférických desek**

# Konvergentní rozhraní - subdukční zóna

Jedna deska se podsouvuje pod druhou desku a zanořuje se hluboko do pláště - **subdukce**. Kompresní napětí.

**Subdukce neprobíhá plynule** – desky na sebe tlačí v protisměru.

Překročena kritická hranice - subdukovaná deska se náhle o kus posune do větší hloubky. Po zastavení

pohybu se celý proces opakuje. **Subdukce tedy probíhá skokově** – epizodický pohyb vyvolává **silná zemětřesení**.

Lubrikant subdukce: sedimenty na oceánské desce nebo transportované z kontinentu.

Mělké úseky: **vysokotlaká a nízkoteplotní metamorfóza**

Hluboké úseky: **vysokotlaká a vysokoteplotní metamorfóza**

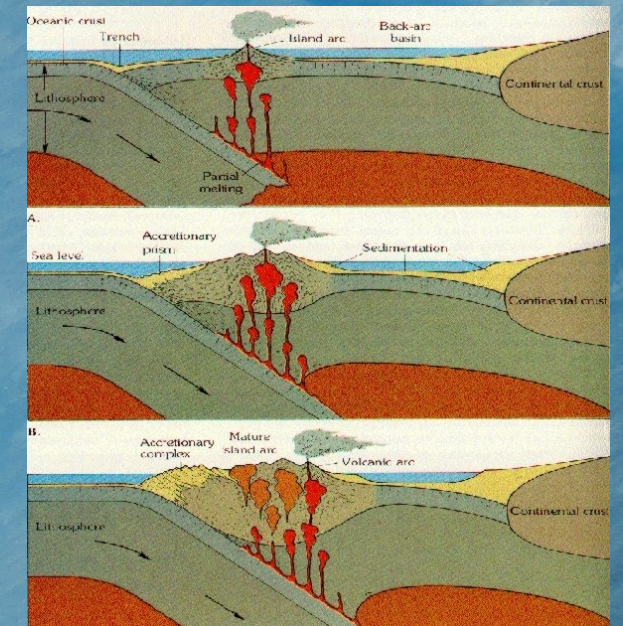
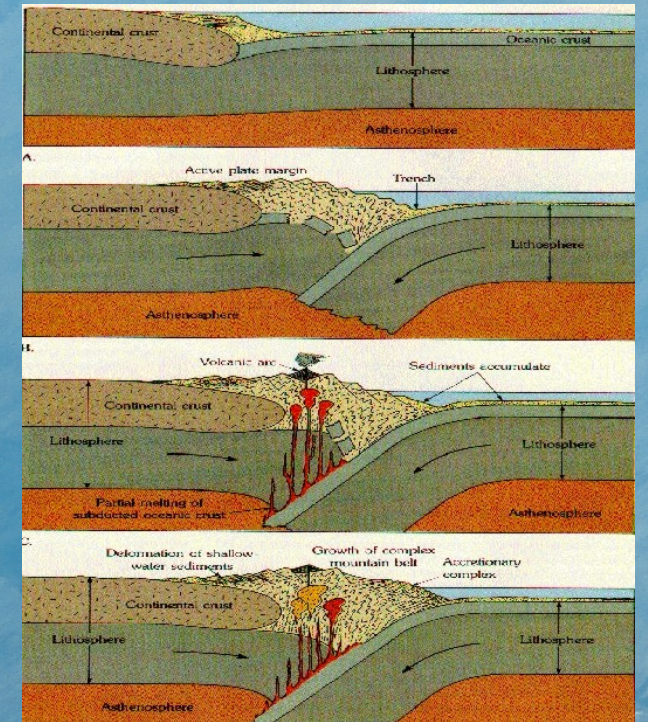
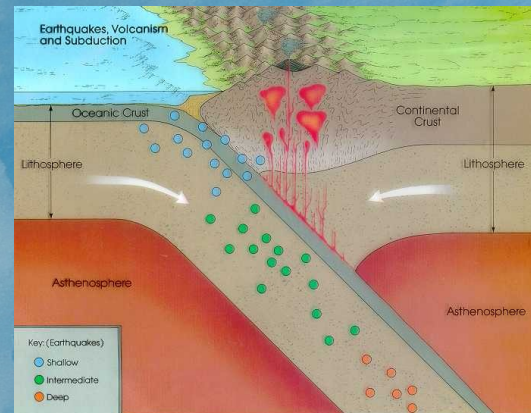
Nejhlouběji – tavení desky i nadložní desky – **zánik oceánské litosféry**.

**Hlubokomořský příkop – vulkanický oblouk (aktivní ostrovní oblouk) – zaoblouková pánev**

Vulkanický oblouk na oceánské litosféře – řetězec sopečných ostrovů

Vulkanický oblouk na kontinentální kůře – Japonsko, Andy

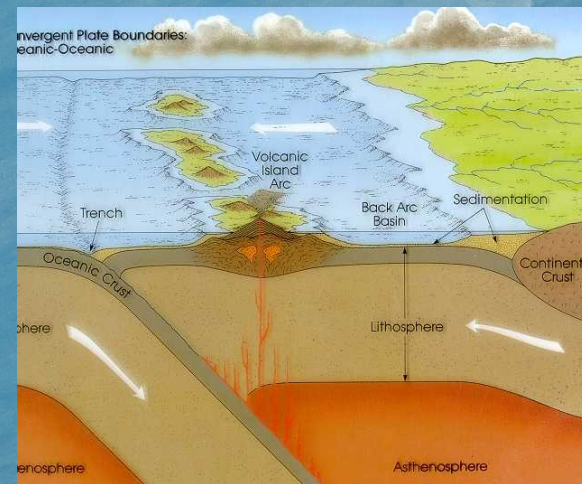
**Intermediální magmatismus (52-65 % SiO<sub>2</sub>) – diorit a andezit – přírustek kontinentální kůry**



Intermediální vyvěřeliny

Plutonit: **diorit** (intermediální plagioklas, křemen, biotit, amfibol)

Výlevný ekvivalent: **andezit**.



# Divergentní rozhraní - rift

Rifty – až tisíce km dlouhé praskliny mezi deskami

Výstupu plášťového magmatu- ultrabazické a bazické vyvřeliny (pod 52 % SiO<sub>2</sub>)

- peridotit, gabro, bazalt - přirůstání ocenáské litosféry.

Starší hornina je odtlačována do stran a v obou směrech se vzdaluje od riftové zóny.

**Vznik a rozšiřování oceánů.**

Tahové napětí.

**Oceánské rifty** – rift v oceánské litosféře. PŘ. – četné rifty v Tichém oceánu

**Kontinentální rifty** - rozdělení kontinentu a otevření oceánu mezi oddělenými bloky kontinentální

litosféry. PŘ., rift mezi arabskou deskou a africkou deskou – **Rudé moře je otevírajícím se oceánem,**

v mesozoiku rifty mezi Jižní Amerikou a Afrikou a Evropou a Severní Amerikou – **počátek Atlantského**

**oceánu.**

**Úzká vazba mezi riftem a subdukcí: Nová litosféra by neměla kam expandovat, kdyby stará litosféra nezanikala v subdukčních zónách. Subdukce vyvolává tahové napětí v ostatních deskách a tím rifting.**

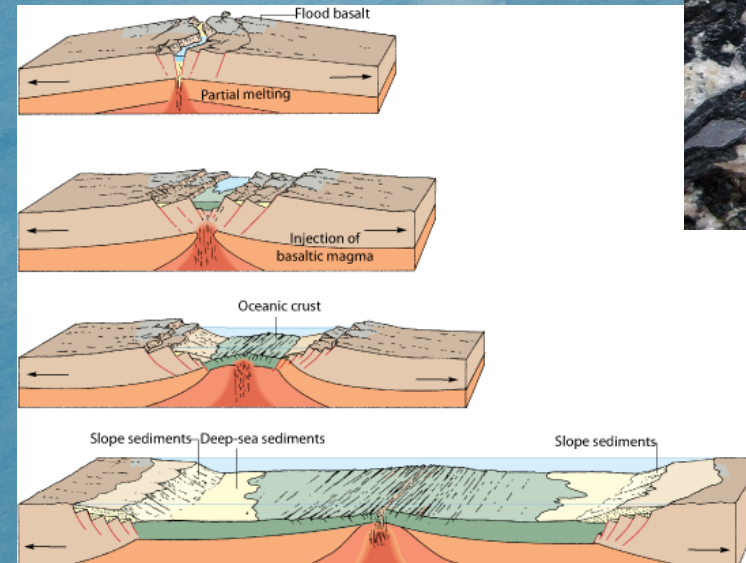
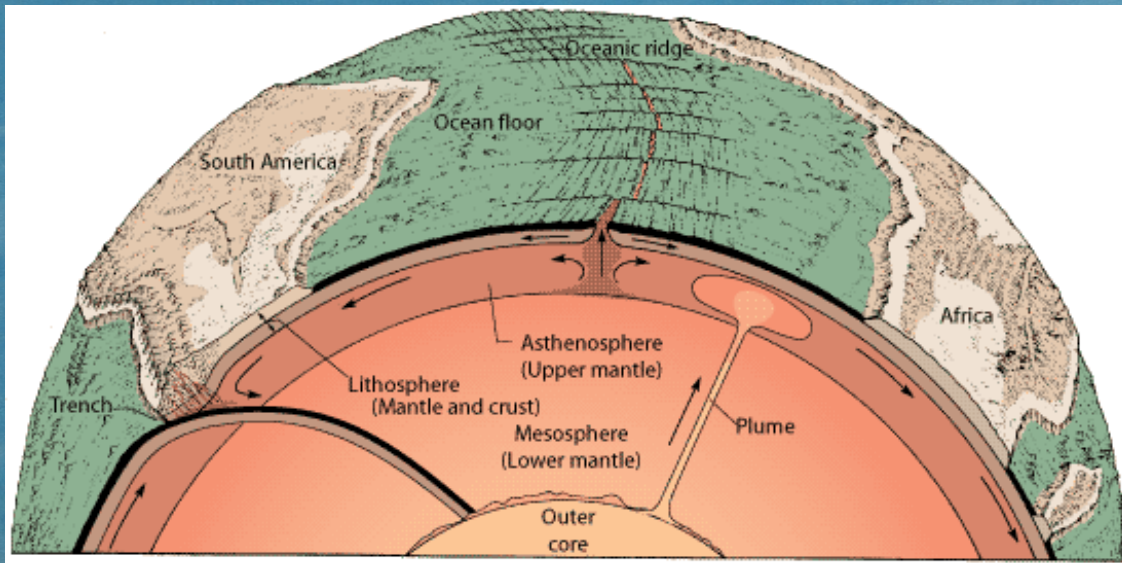
**Nízkotlaká a nízkoteplotní (hydrotermální) metamorfóza.**



bazalt středooc.  
hřbetů



gabro



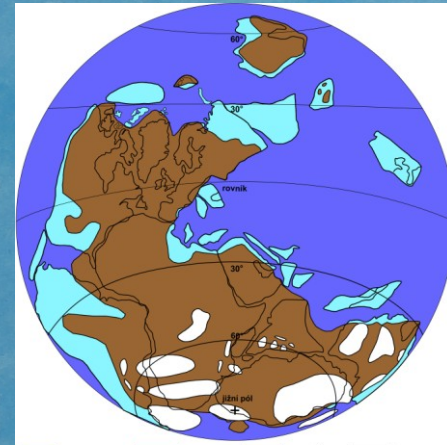
# Konvergentní rozhraní – kolizní zóna

Zánik oceánů subdukcí jejich litosféry - přiblížení a **kolize dvou bloků kontinentální litosféry**.

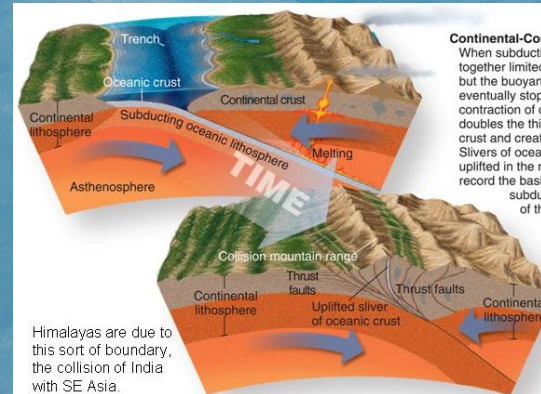
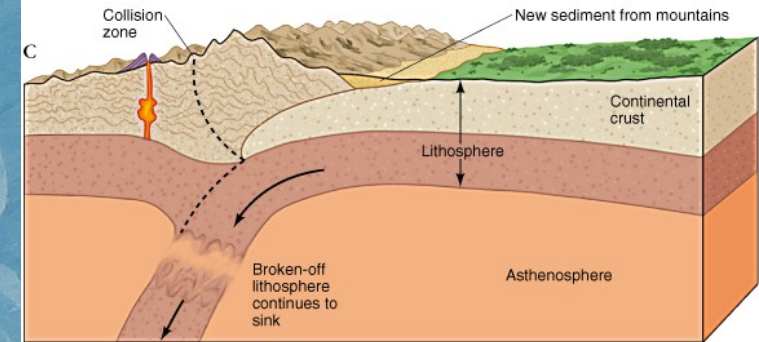
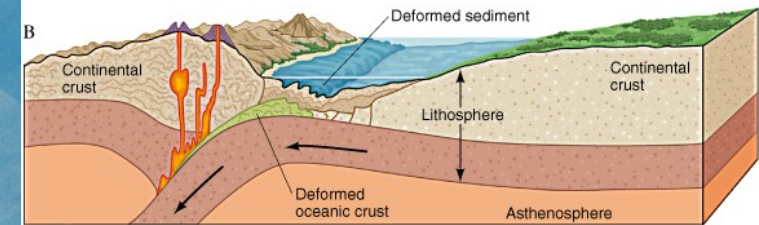
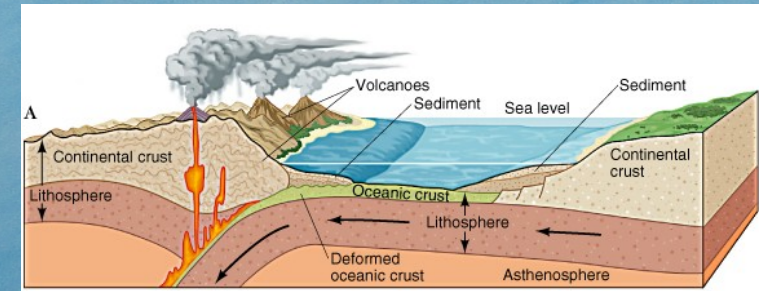
**Kontinentální litosféra nemůže být kvůli své mocnosti a lehkosti pohlcena do subdukční zóny – přetrvává kont. litosféry v geologickém čase.**

Subdukuje pouze okraj pevniny na straně subdukované desky – nadušení a nárůst mocnosti kontinentální litosféry v kolizní zóně – velká mocnost kontinentální litosféry – **pásemné pohoří - orogén Vránění, příkrovy**

Střednětlaká a zároveň středněteplotní (regionální) metamorfóza hornin. Tavení kontinentální kůry – **kyselý magmatismus (nad 65 % SiO<sub>2</sub>) granitoidy a ryolity – nárůst objemu kontinentální kůry Superkontinenty.**



Superkontinent Pangea (karbon-jura).  
 oceány šelfy souš ledovce



Zkrácení prostoru – přesouvání šupin kůry – vznik příkrovů.

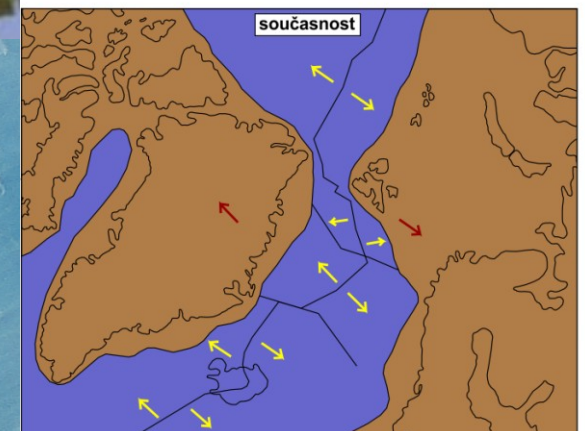
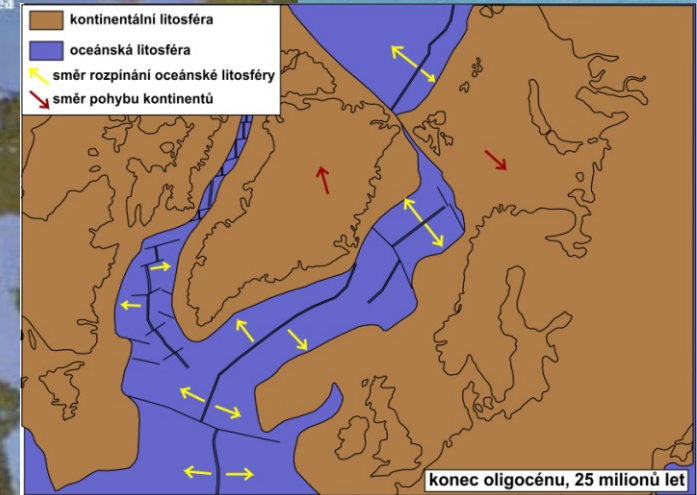
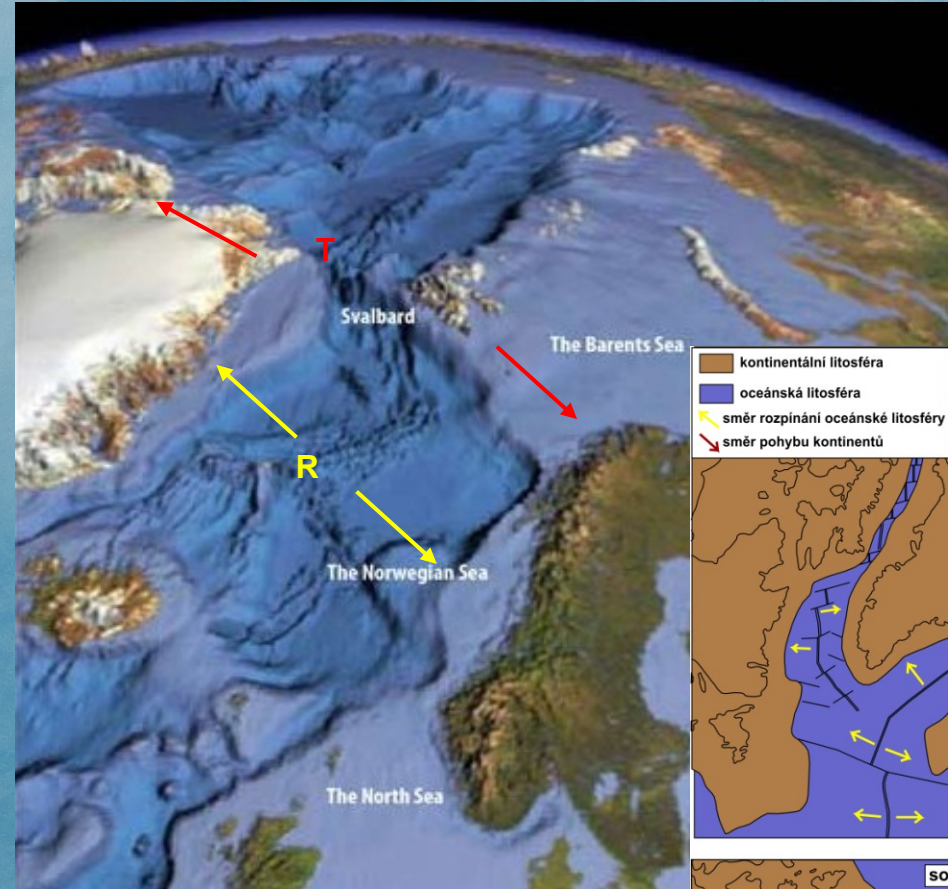
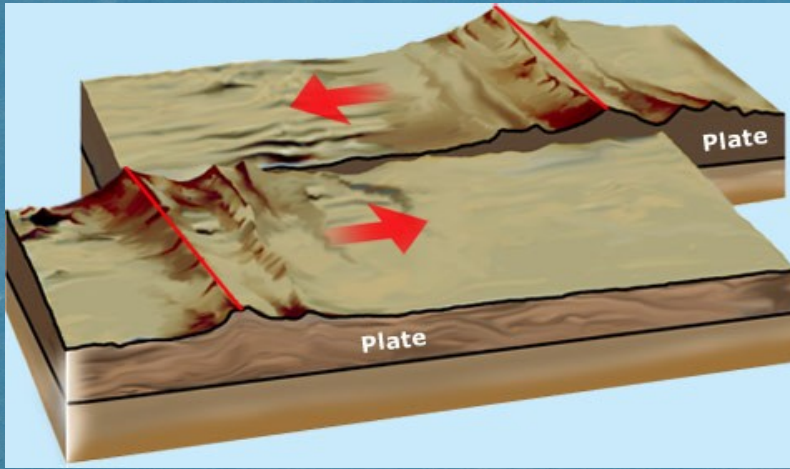


# Transformní zlomy

Desky se posunují laterálně podél kolmého zlomu, nedochází ani k subdukci ani ke kolizi.

Transformní zlomy vznikají současně se subdukčními a riftovými zónami.

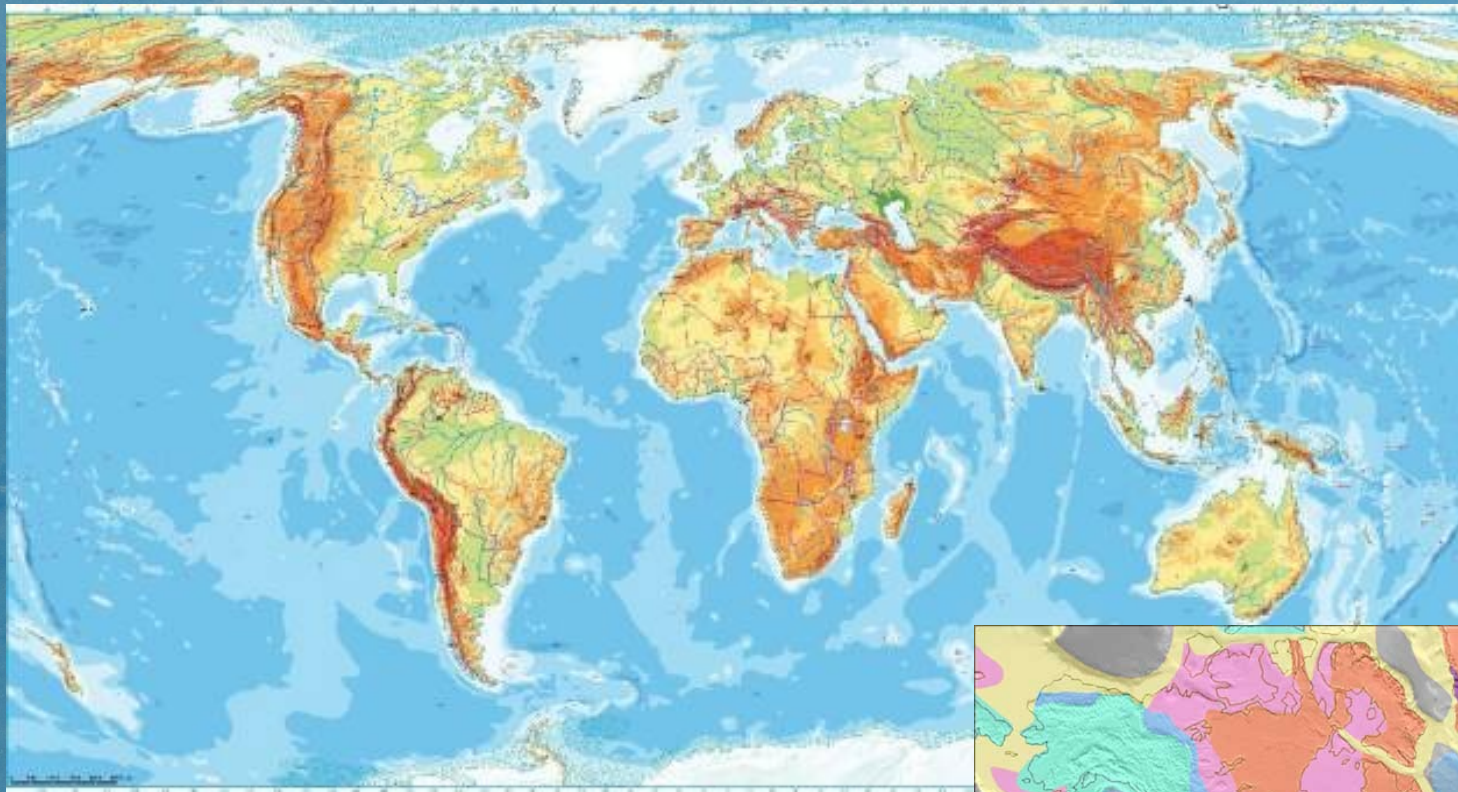
Př. Rift mezi Grónskem a Skandinávským poloostrovem (**R**) rozšiřuje oceánskou litosféru severního Atlantiku – vzájemné vzdalování Severní Ameriky a Eurasie (**žluté šipky**) – jz. okraj šelfu Barentsova moře oddělen od severního Grónska – posun Eurasie podél transformního zlomu (**T**) podél severního okraje Grónska na JV a současný posun Severní Ameriky na SZ (**červené šipky**). Současné otevírání pánve Arktického oceánu.



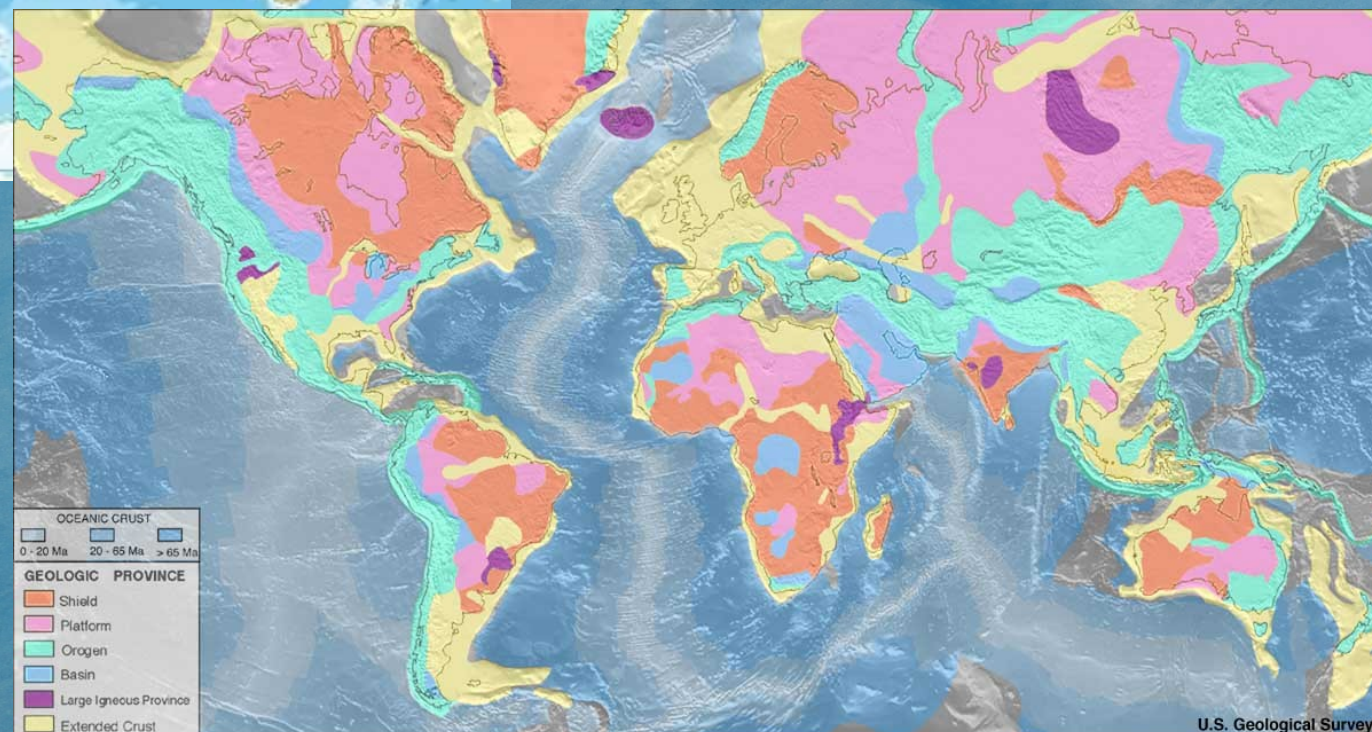
An aerial photograph of a glacier, showing a prominent, light-colored meltwater stream flowing through its center. The surrounding ice is a deep blue color, and the stream is a lighter, almost white hue. The text "Geologický vývoj kontinentů" is overlaid in the center of the image.

# **Geologický vývoj kontinentů**

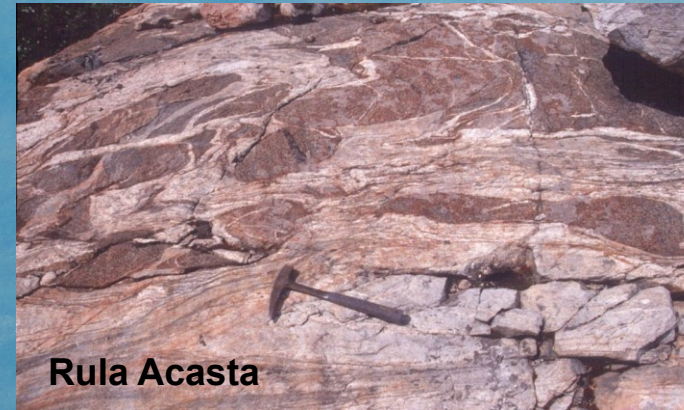
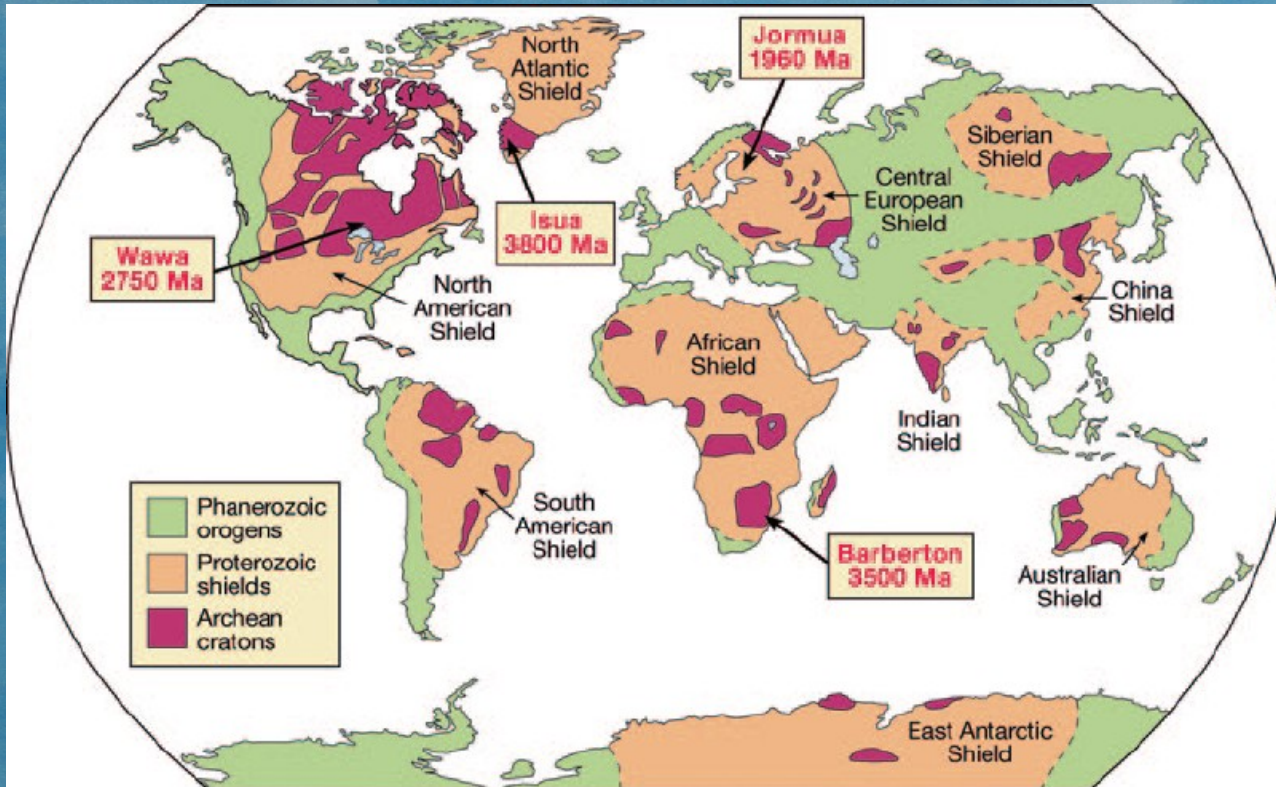
## Stavba kontinentů



Prekambrické štíty a platformy – jádra kontinentů  
**Štít (kraton)** – prekambrické horniny vystupují na povrch  
**Platforma** – prekambrické horniny skryty pod mladšími sedimenty  
**Staré orogény** (kaledonský, variský) – morfologicky se neprojevují  
**Mladé orogény** – paleogén-recent – morfologická pásečná pohoří  
Štíty: laurentský (kanadský), baltský, angarský, čínský, indický, africký, australský, antarktický, jihoamerický.  
**Orogeneze** – proces vzniku orogénu při kolizi kontinentů.



# Nejstarší kontinentální kůra (archaikum)



Rula Acasta



Slepence - Isua

Nejstarší známá hornina na Zemi - Kanada, Northwest Territories  
Rula Acasta, stáří 3,96 Ga let (laurentský štít)

Nejstarší sedimenty a projevy života - Isua v Grónsku

Rula Amitsoq uzavírající kru metamorfovaných sedimentů (slepenců, jílovců, páskovaných Fe-rud). Molekulární organická hmota v sedimentech (chemofosilie). Stáří: 3,8 Ga let.

Subdukce oceánské litosféry pokryté sedimenty – tavení – **gravitační diferenciace** – tmavé (mafické) minerály (pyroxeny, amfiboly) zůstávaly v hloubce – vyšší hustota Světlé (felzické) minerály (živce, světlá slída aj.) stoupaly v tavenině vzhůru – nižší hustota – neustálý růst objemu kontinentální kůry (proces pokračuje dodnes).

První bloky kontinentální kůry – velikost X00 km

Rozrůznění prostředí – eroze, sedimentace, vulkanismus.

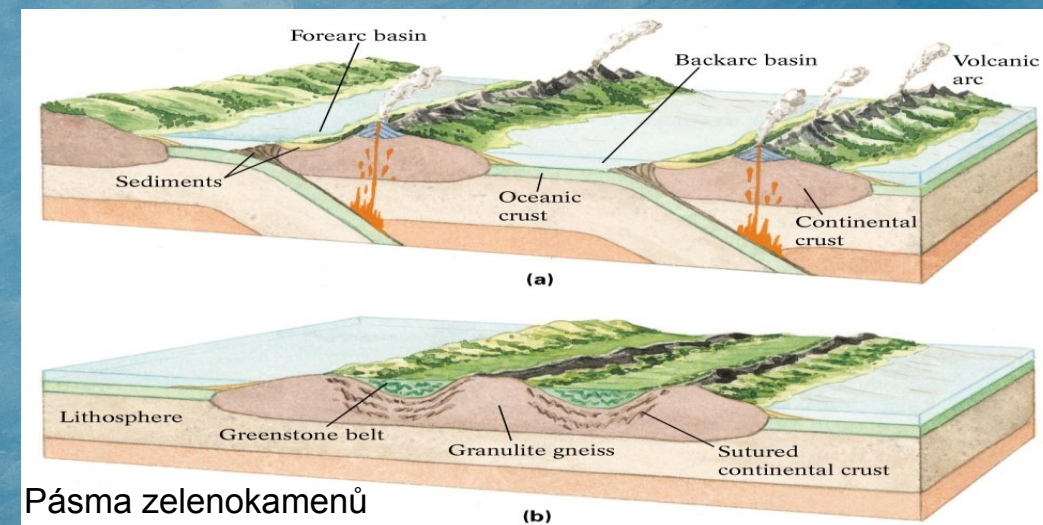
Pásma zelenokamenů – tělesa ultrabazických a bazických vyvřelin + sedimentů –

první zaobloukové pánve

Malé kontinenty + ostrovní vulkanické oblouky.

Postupně růst objemu a rozlohy kontinentů – stále častější kolize.

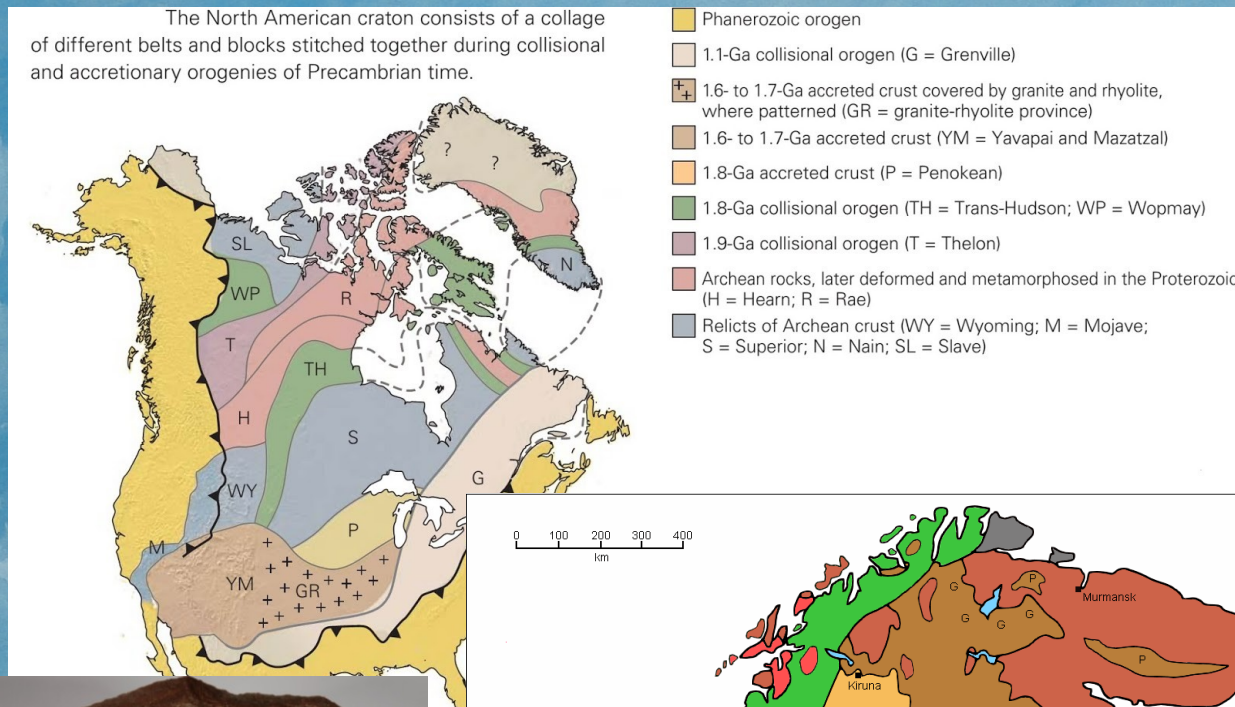
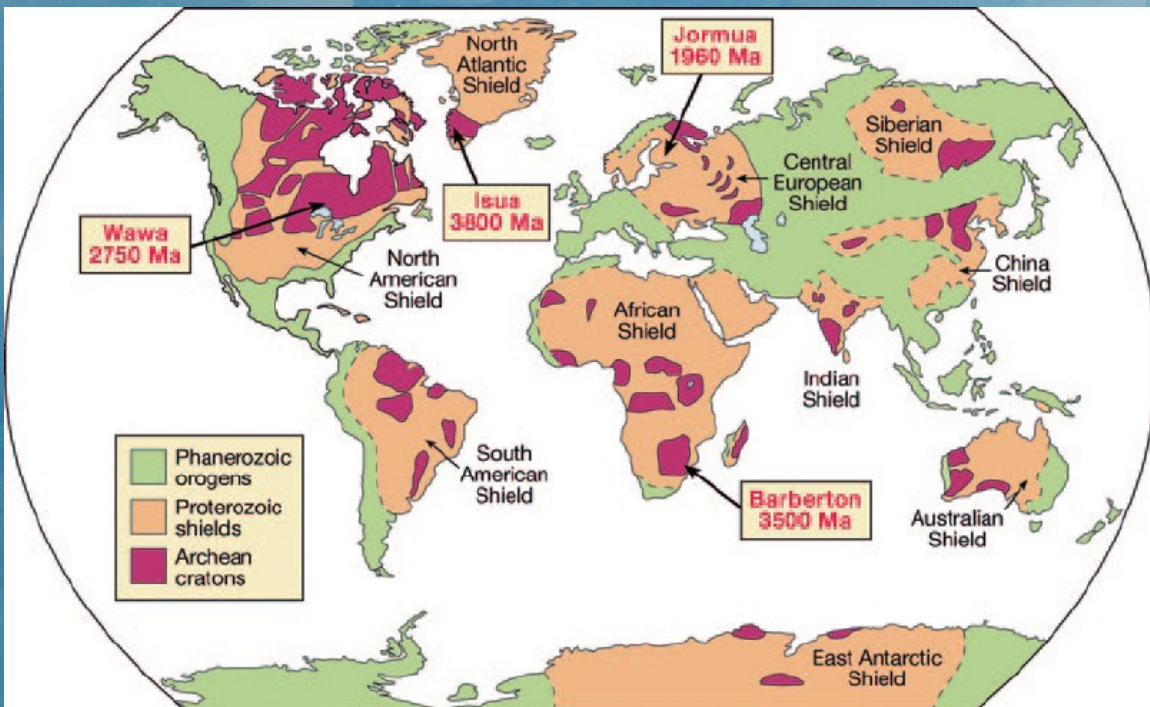
První superkontinent okolo 2,7 Ga.



Pásma zelenokamenů

(b)

# První superkontinenty - proterozoikum



Pokračování archaického vývoje  
**Proces ohromného nárůstu kontinentální kůry – okolo 2 Ga**

**Četné kolize – orogeneze - superkontinent**

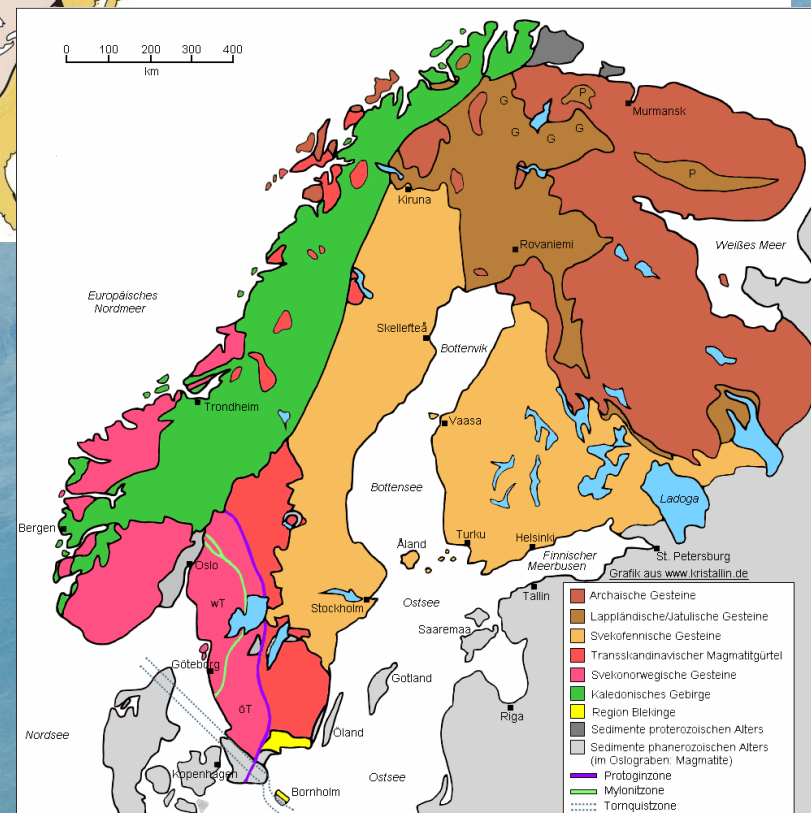
**Široké šelfy** s klastickou a karbonátovou sedimentací, rozvoj  
 jednobuněčných a později i mnohobuněčných

**První rozsáhlé (pevninské)  
 zalednění (2 Ga) – ledovcové sedimenty**  
 jako lubrikant subdukce – urychlení  
 růstu superkontinentů.

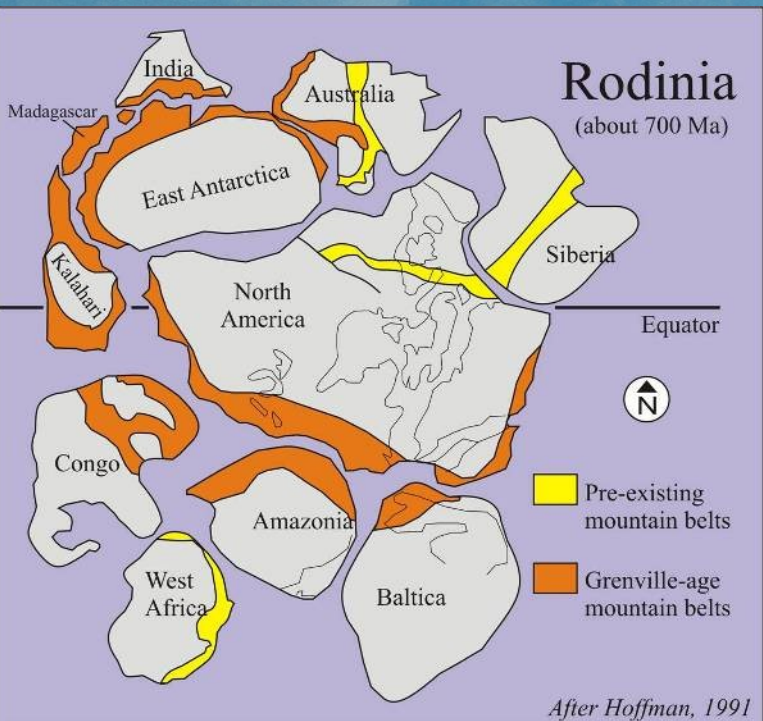
**První pouště (kolem 1,2 Ga)**  
 Ledovcové  
 sedimenty  
 Laurentský štít



Nejstarší pustinné  
 sedimenty  
 Baltický štít



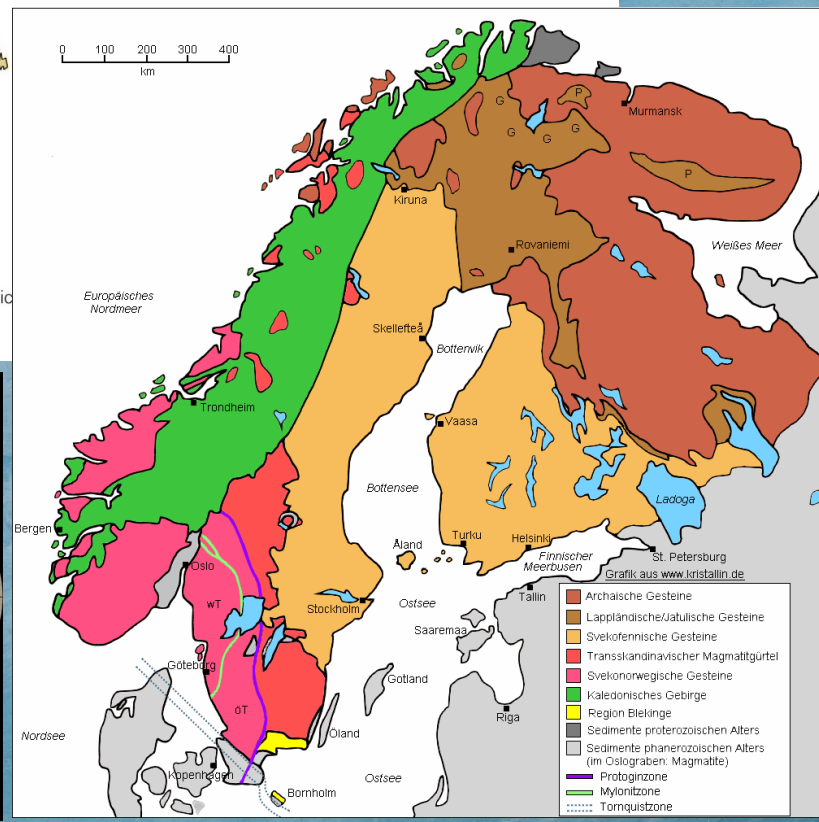
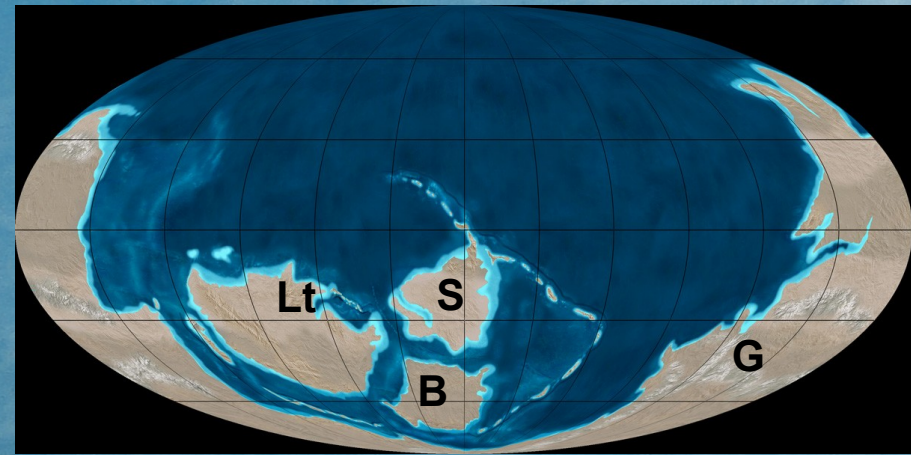
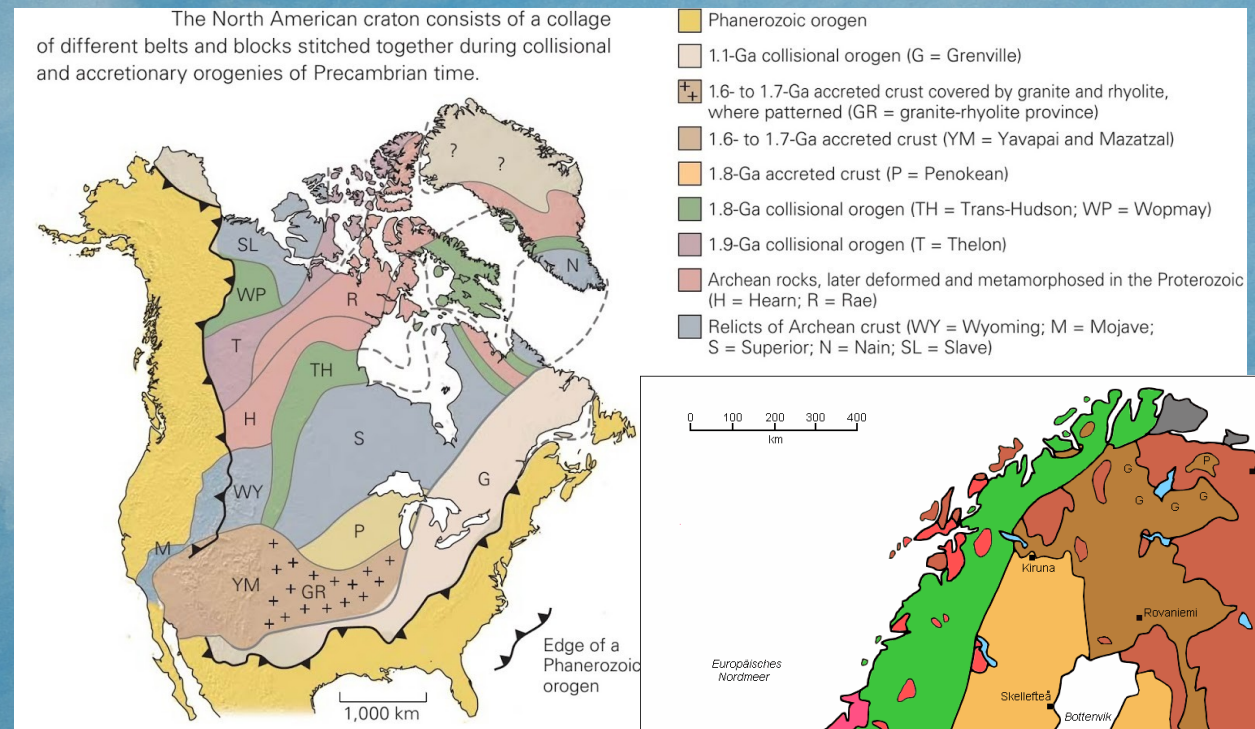
# Superkontinent Rodinia- závěr proterozoika



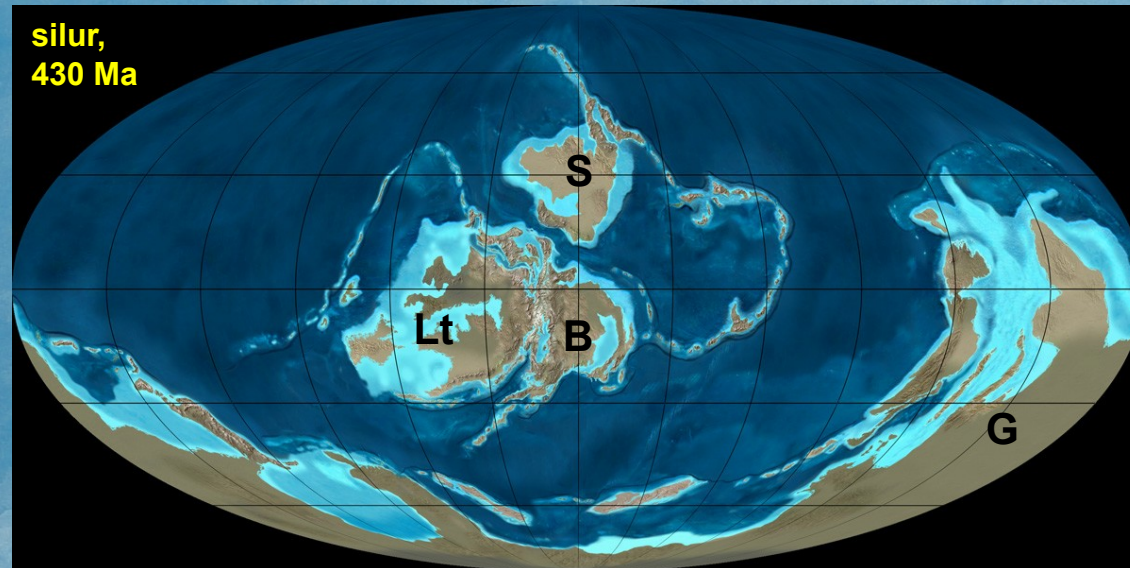
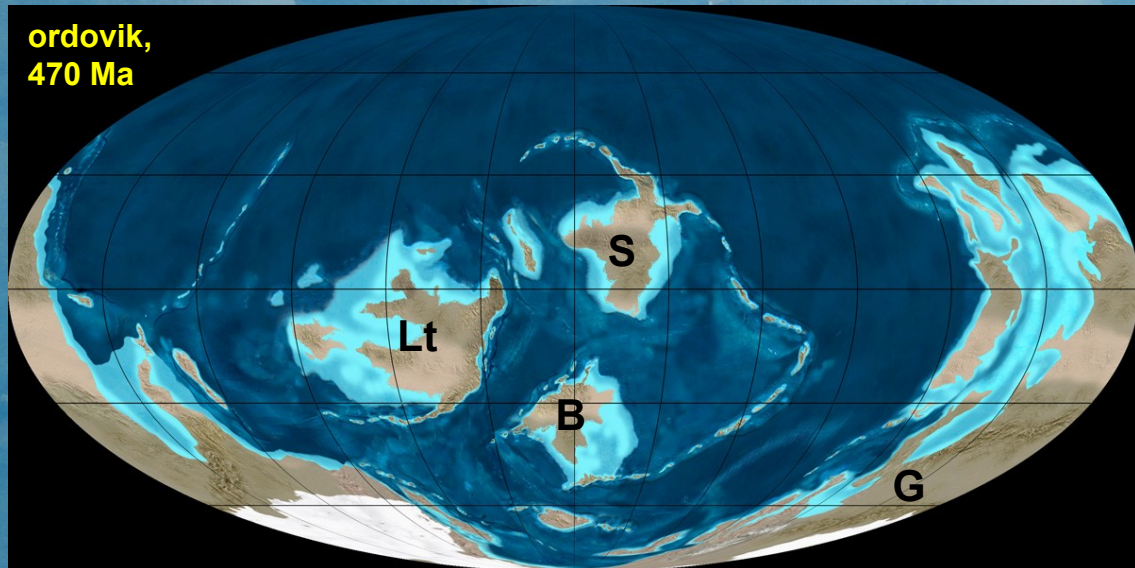
Grenvilská orogeneze (1 Ga) – vznik superkontinentu Rodinia

S růstem Rodinie spojeno i další velké zalednění (Snowball Earth, závěr proterozoika - kryogén)

- Rozpad Rodinie v kambriu
- Lt** – Laurentie (laurentský štít)
  - B** – Baltika (baltský štít)
  - S** – Siberie (angarský štít)
  - G** - Gondwana

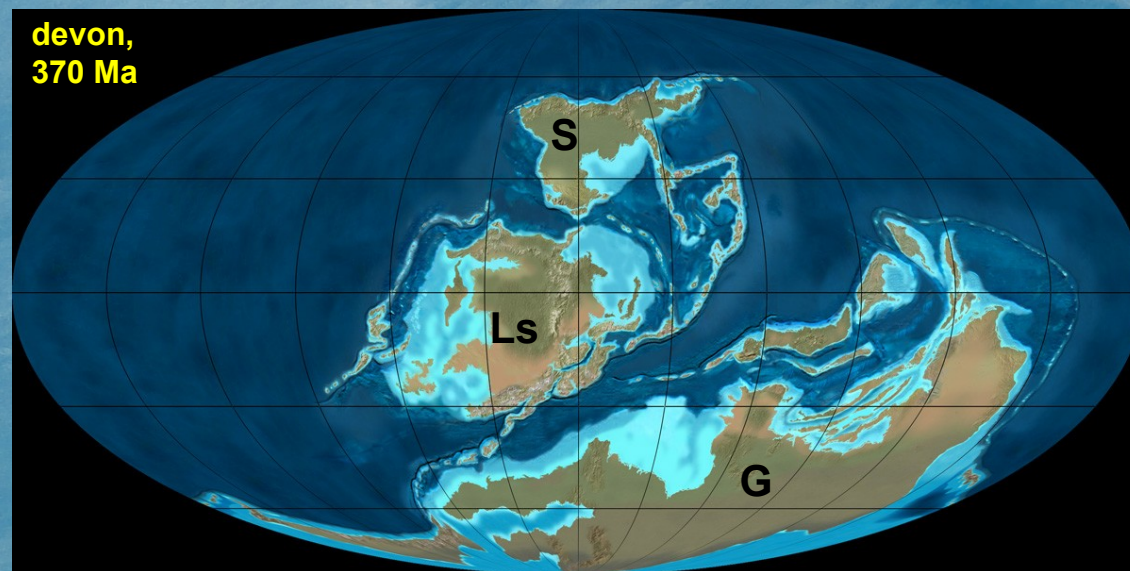
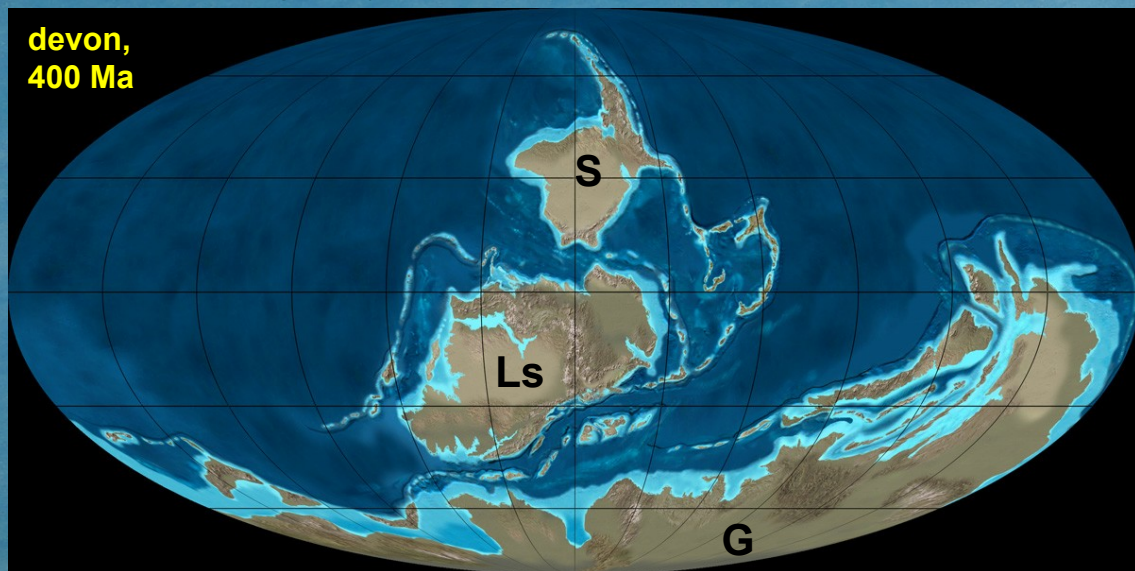


# Superkontinent Laurusie – starší paleozoikum



Lt – Laurentie (laurentský štít) B – Baltika (baltský štít)  
S – Siberie (angarský štít), G – Gondwana, Ls - Laurusie

V linii kolize Laurentie a Baltiky kaledonský orogén (kaledonská orogeneze)



# Rovníkové kontinenty – osídlení souše



Spodnodevonská flóra českého masivu



Svrchnodevonský les stromových plavuní, Laurussie

okraje Laurussie a severní okraj Gondwany v tropickém pásmu.

Široké zóny **pobřežních brakických lagun** – **přechod rostlin z vody na souš.**

Psilophyta, plavuňovité, kapradinovité, prvosemenné, přesličkovité, kapraďosemenné.

Svrchní devon – v Laurusii první lesy se stromy až několik m vysokými.

První suchozemští obojživelníci.



*Ichthyostega* -lebka



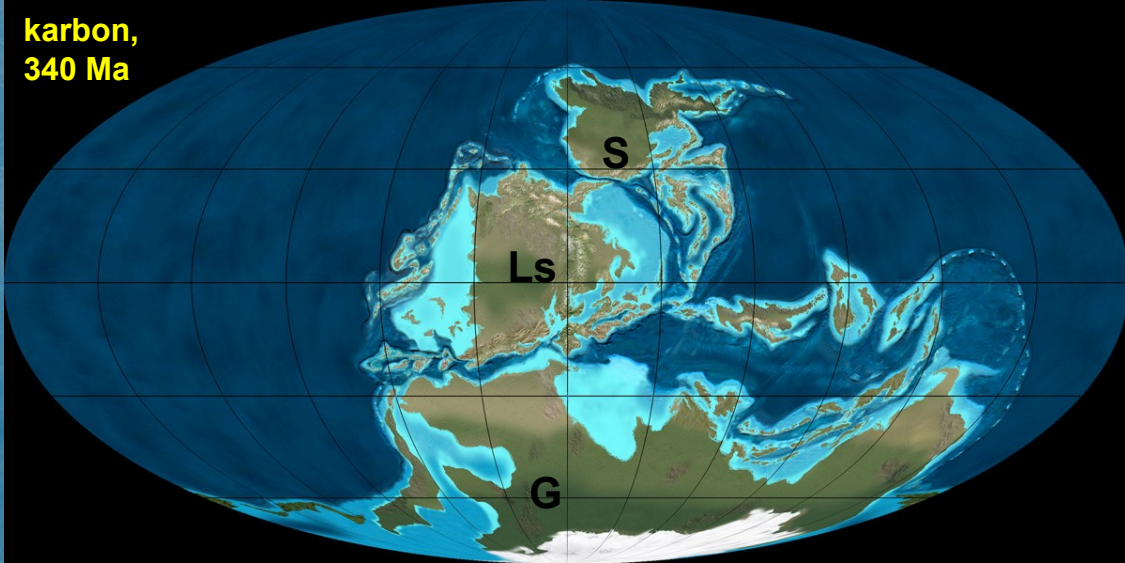
*Ichthyostega* –zadní končetina



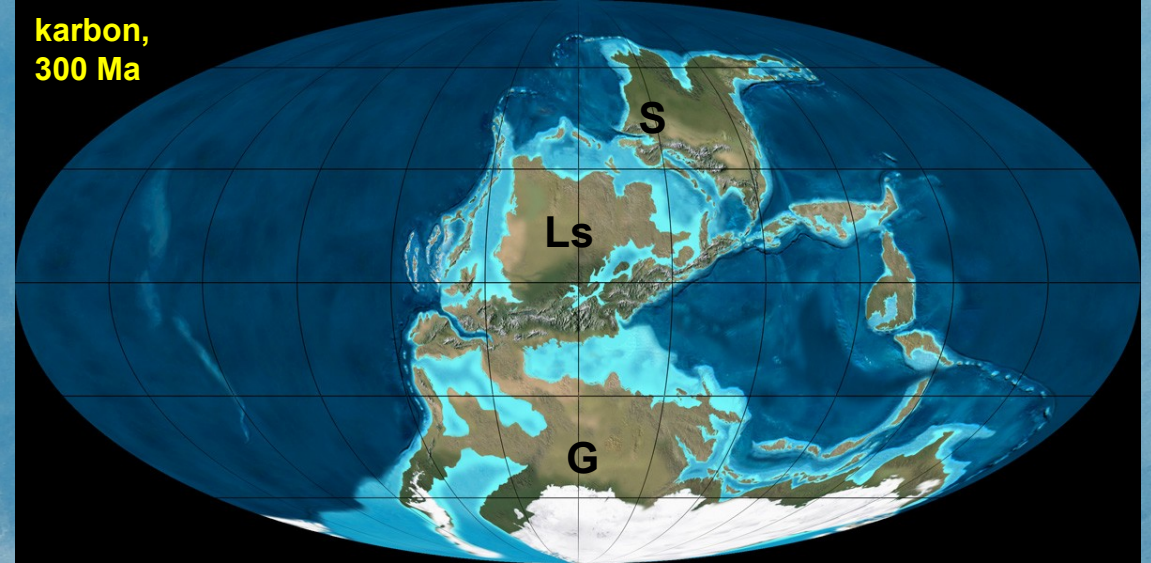


# Superkontinent Pangea – mladší paleozoikum

karbon,  
340 Ma



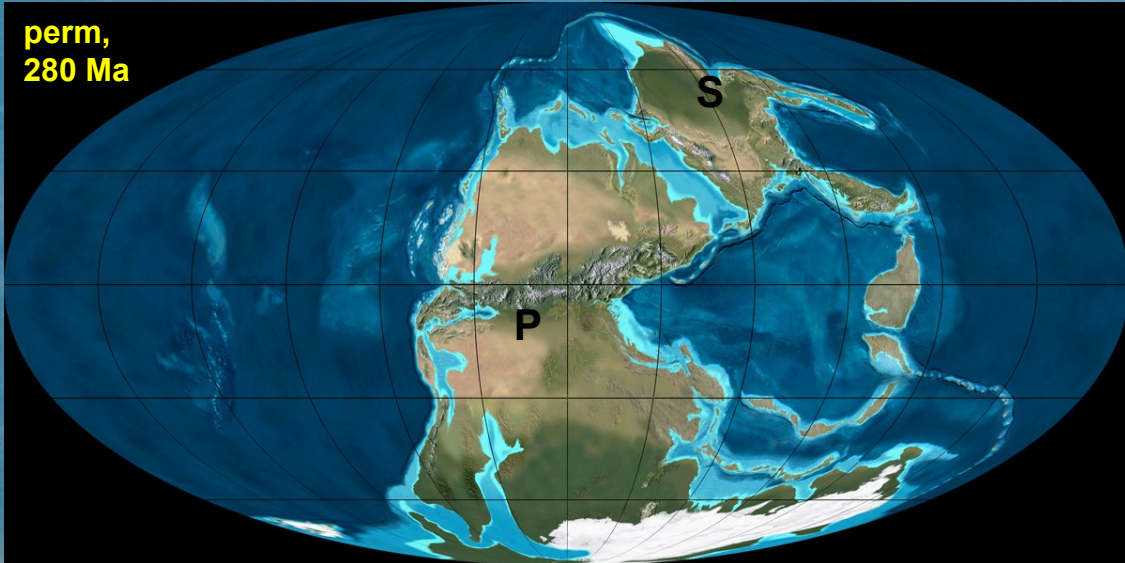
karbon,  
300 Ma



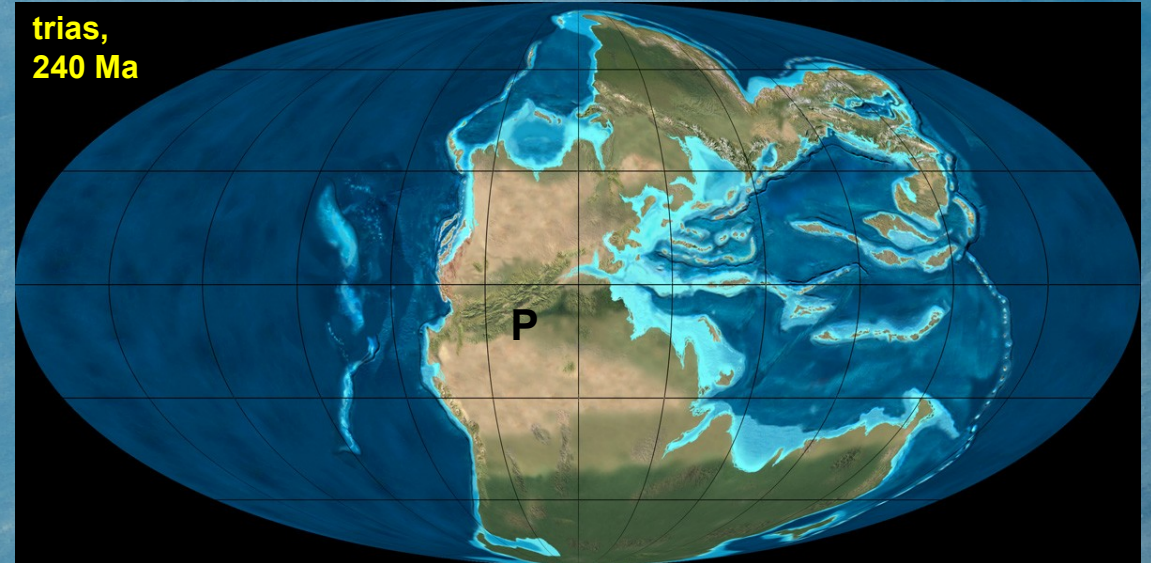
Ls – Laurusie, S – Siberie (angarský štít),  
G – Gondwana, P – Pangea

V linii kolize Laurusie a Gondwany **variský (hercynský) orogén (variská orogeneze)**  
Rozpad Rodinie kambrium – zformování Pangey v permu – jeden **Wilsonův cyklus**.

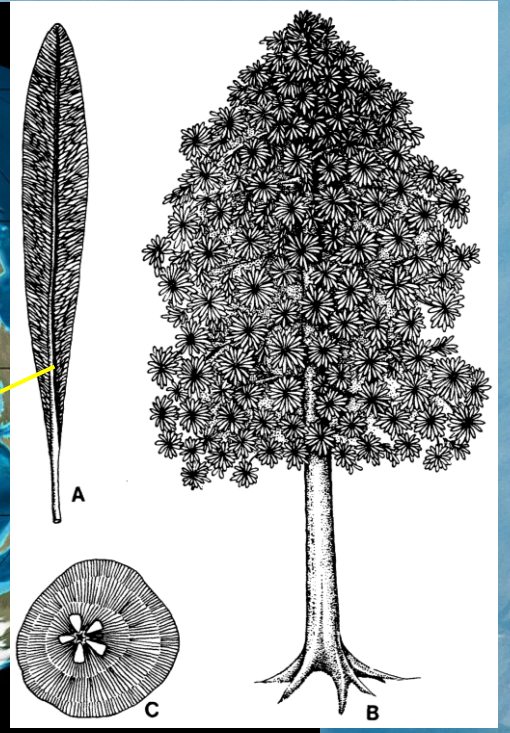
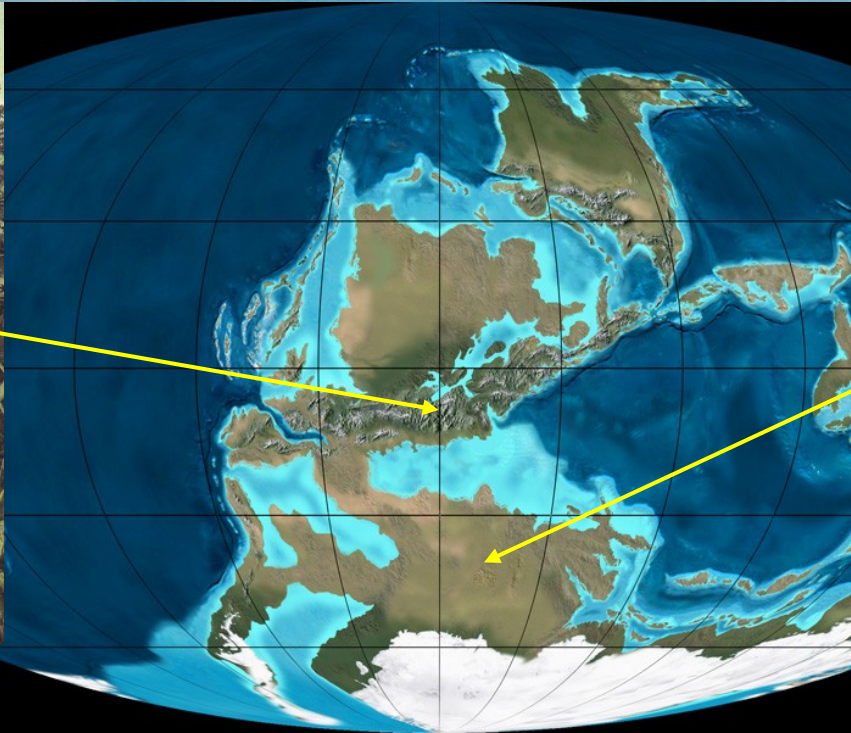
perm,  
280 Ma



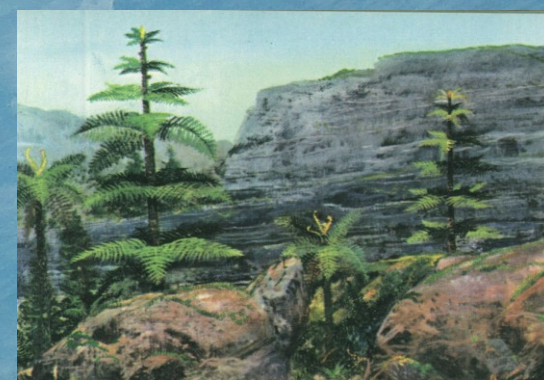
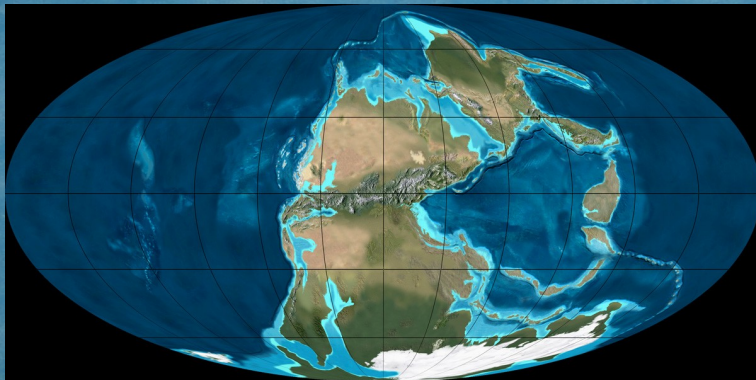
trias,  
240 Ma



## Klimatická zonace – „icehouse“



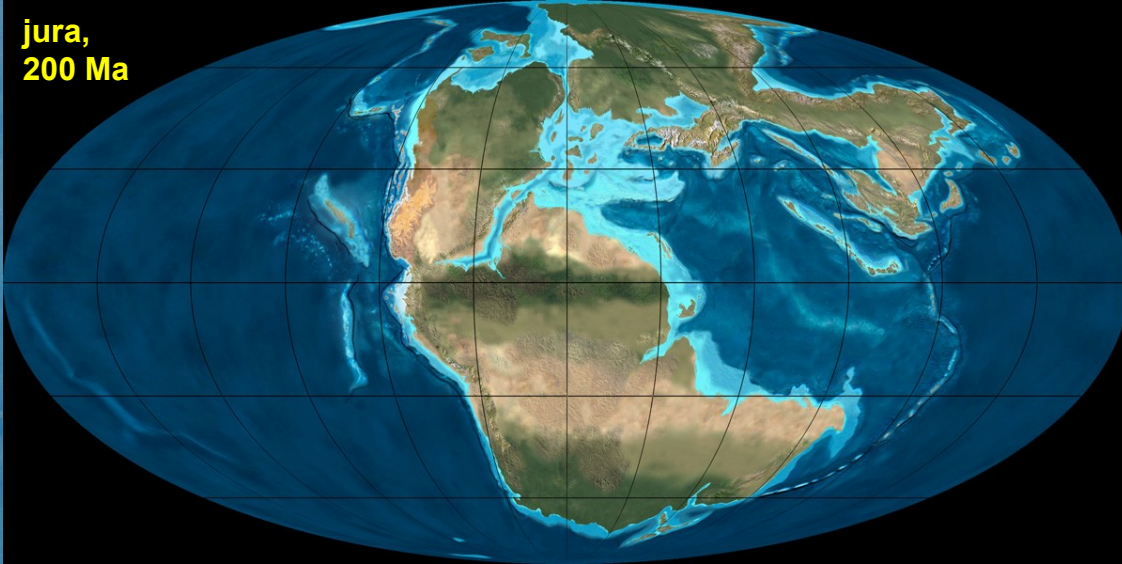
Karbon – 3 bioprovincie : 1) **tropická** – flóra stromových kaprad'orostů; 2) **gondwanská** – mírné klima jižní polokoule - glossopterisová flóra s letokruhy (vliv zalednění); 3) **angarská** (Sibiř) – střední šířky severní polokoule, nahosemenné, prvosemenné, kaprad'orosty



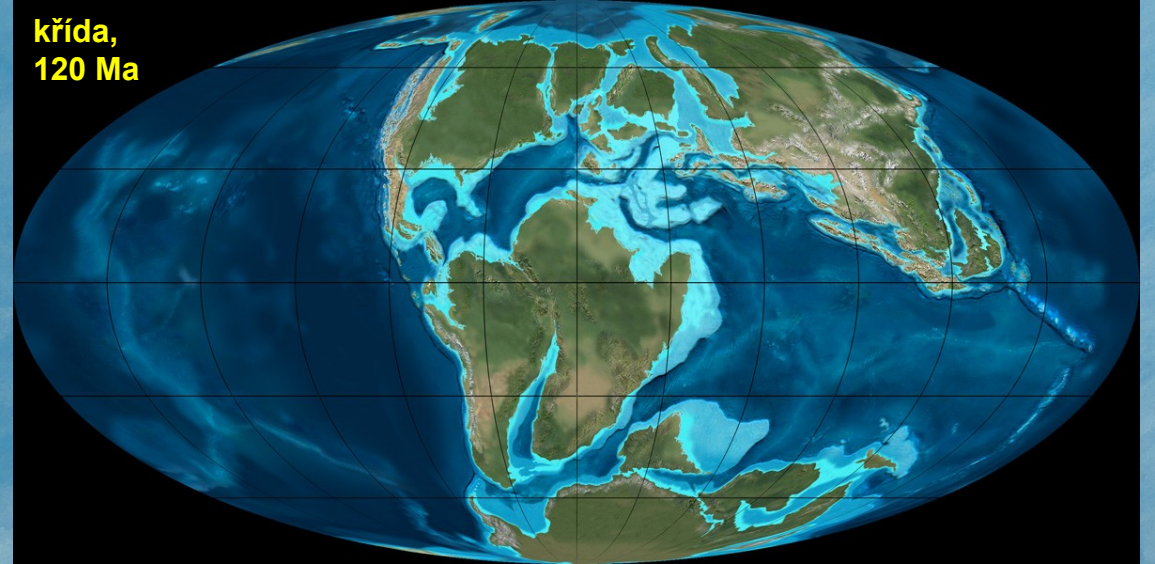
Perm – maximální plocha souše – aridizace – globální rozšíření nahosemenných rostlin méně náročných na vláhu.

# Rozpad Pangei, vznik Atlantiku a dnešního vzhledu planety - mezozoikum

jura,  
200 Ma

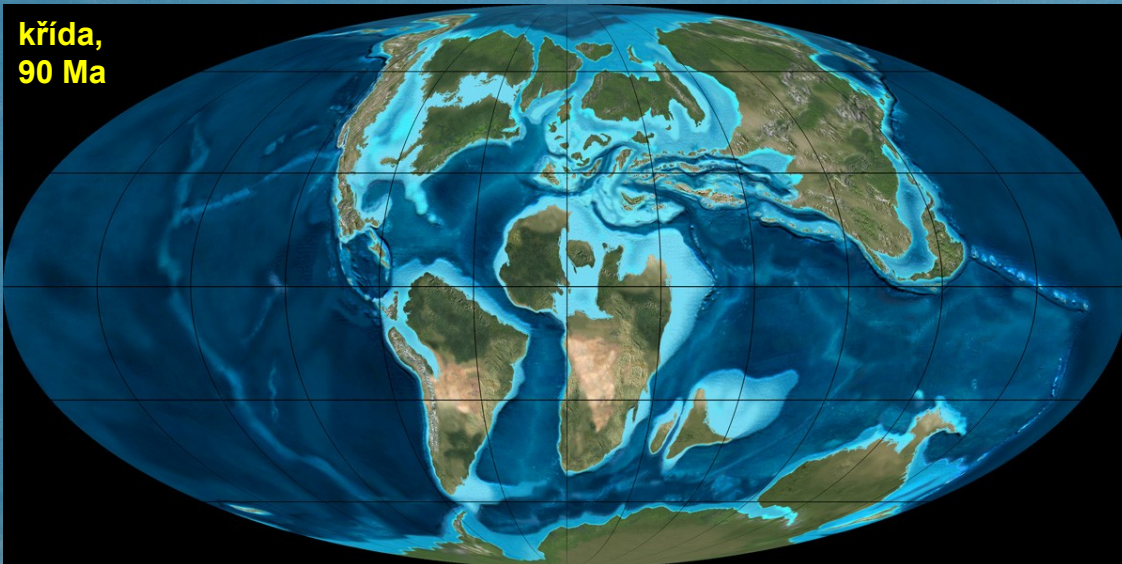


křída,  
120 Ma

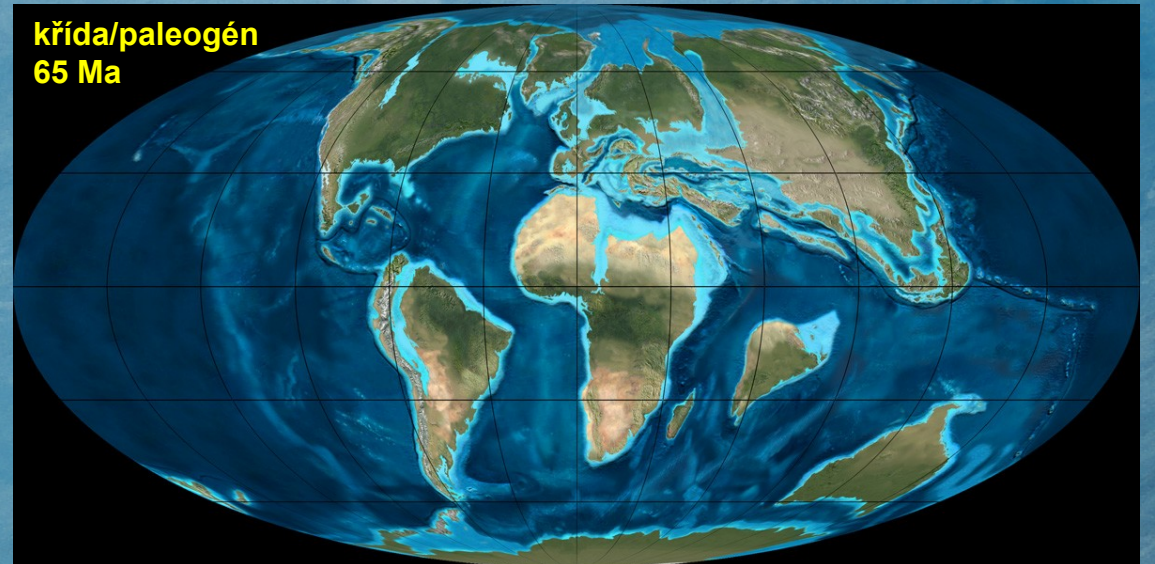


*Trias*: příkopové propadliny v linii variského pohoří. *Trias – začátek křídý*: otevírání centrálního Atlantiku mezi Severní Amerikou a Afrikou, v této době maximální vzdálení Afriky od Eurasie. *Křída*: severní větev Atlantiku mezi Evropou a Severní Amerikou, oddělení Jižní Ameriky od Evropy. Pohyb Afriky proti Eurasii – alpínská orogeneze.

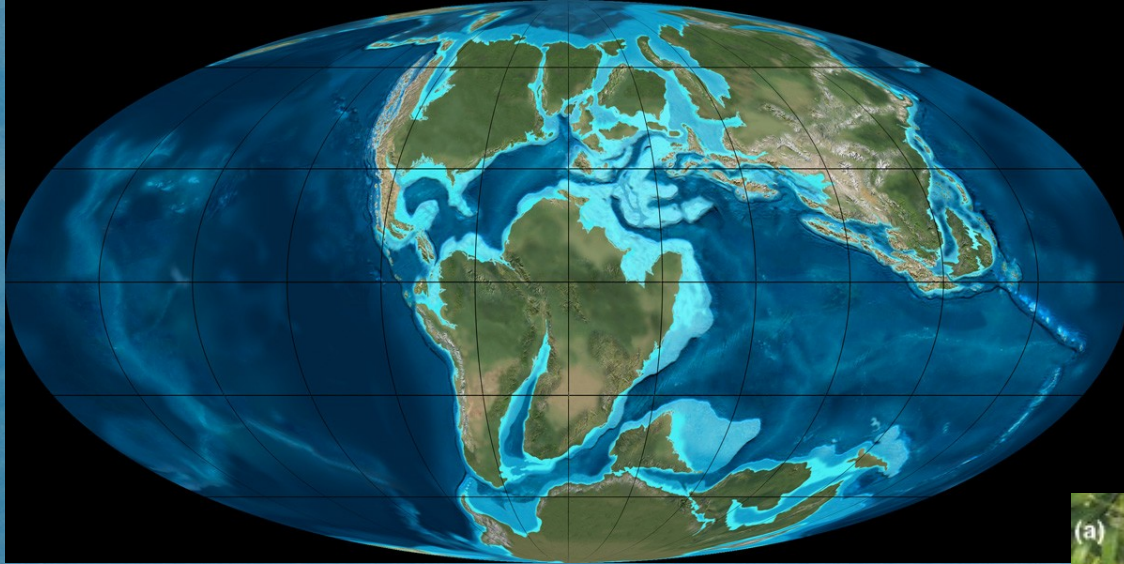
křída,  
90 Ma



křída/paleogén  
65 Ma



# Rozpad Pangei - greenhouse – jura, křída



## Globálně velmi teplé klima

Pevniny v nižších šířkách.

Nová moře (Atlantik),

Značná plocha nových šelfových moří, průlivy

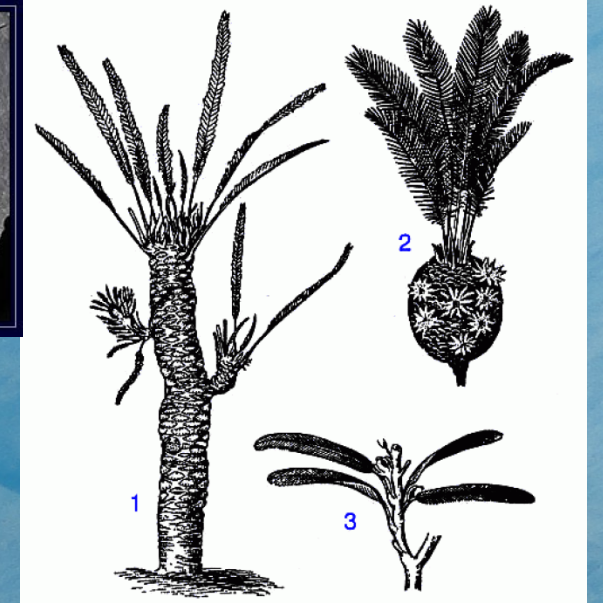
až do vysokých zeměpisných šířek obou polokoulí.

**Subtropická vegetace a kaprad'orosty hojné až k 70 z. š.**

**Bez polárního zalednění**



*Podozamites*, svrchní trias, cykasovitá rostlina, Grónsko



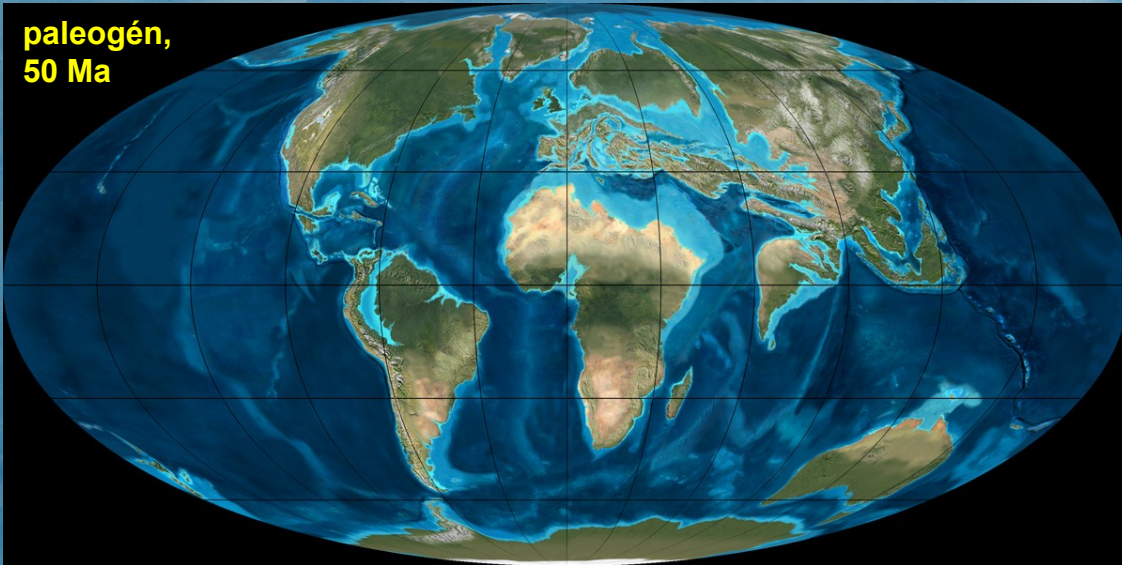
Rekonstrukce pralesní vegetace vých. Grónska ve svrchním triasu.



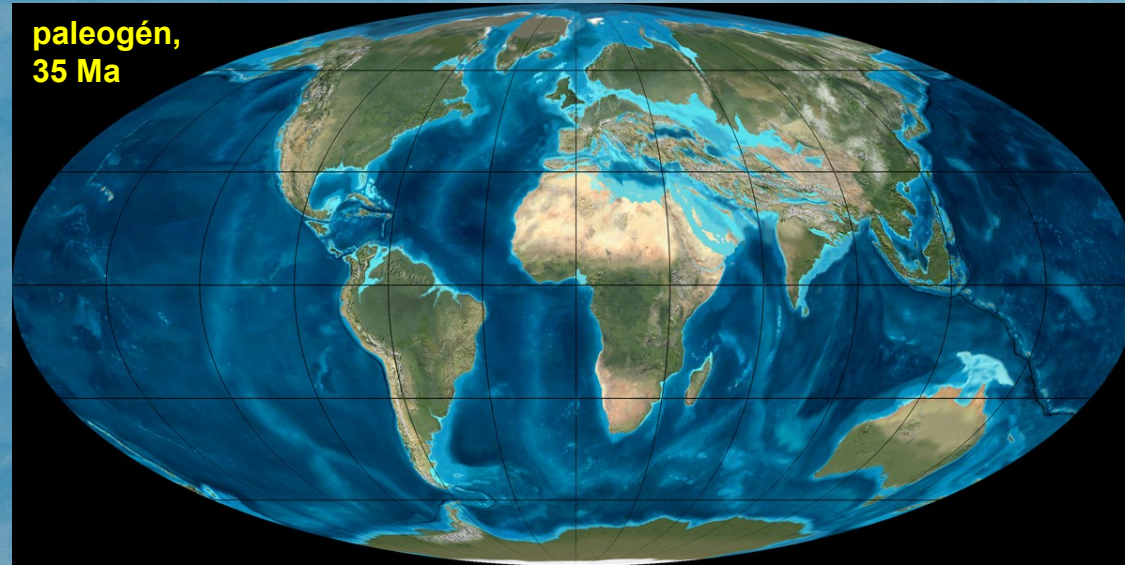
Ginkgovité rostliny, vých. Grónsko.

# Rozpad Pangey – vývoj do recentu

paleogén,  
50 Ma

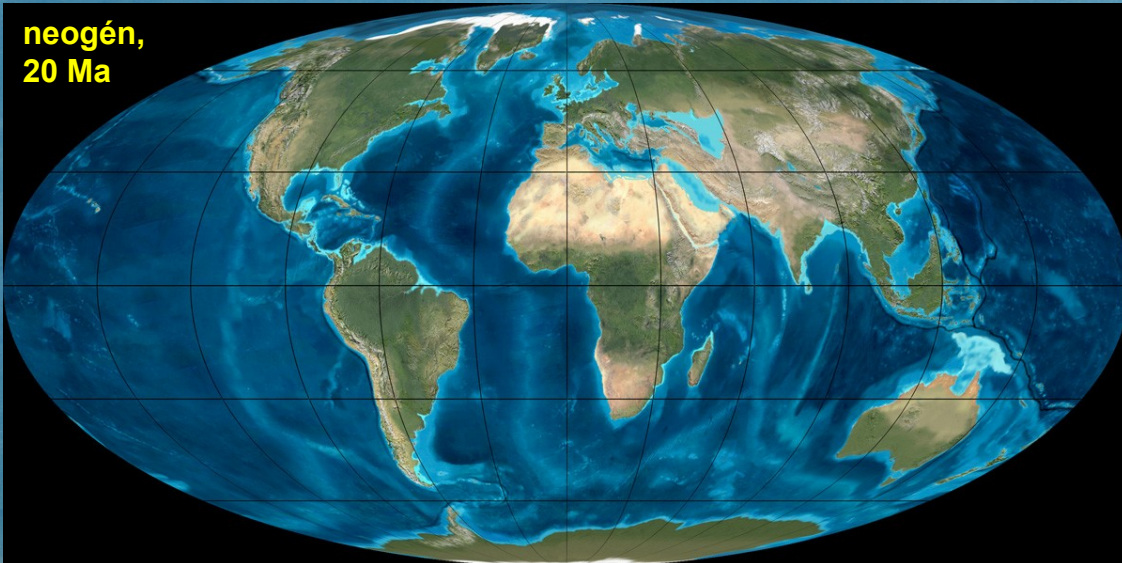


paleogén,  
35 Ma

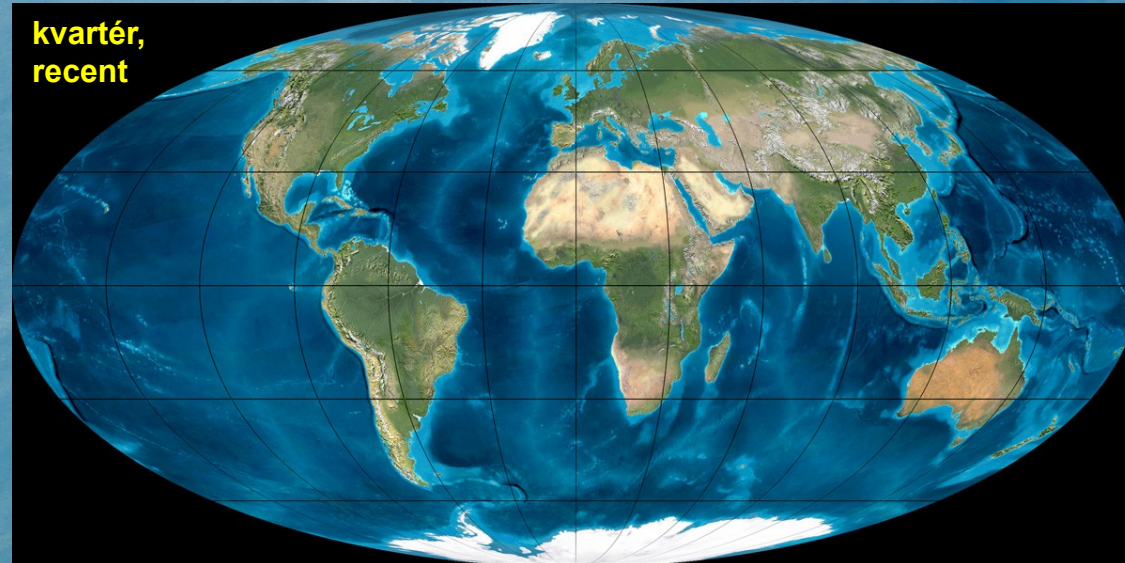


Rozdělení Pangey – nový Wilsonův cyklus. Oddělení bloku Indie-Austrálie-Antarktida uprostřed jury. V paleogénu naposledy globální rozšíření teplomilné flóry. Rozpad bloku I-A-A a postupný přesun Antarktidy do jihopolární pozice během křídý a paleogénu. Současně pokračující posun Severní Ameriky a Eurasie blíže k severnímu pólu. Alpínská orogeneze - kolize Indie s Eurasií v paleogénu (Himálaj), kolize Arabské desky s Eurasií, kolize Afriky s Eurasií (Alpy) zvětšení plochy souše ve vyšších nadmořských výškách – nový superkontinent. Panamská šíje. Podmínky pro nástup icehouse.

neogén,  
20 Ma



kvartér,  
recent



# Formování nového superkontinentu, pevniny na pólech – přechod z greenhouse do icehouse



Buky s 25 cm dlouhými listy, eocén, Spitsbergen.



*Coryphyton* v arktické eocenní krajině



Ve volné přírodě roste *Metasequoia glyptostroboides* už jen v Číně



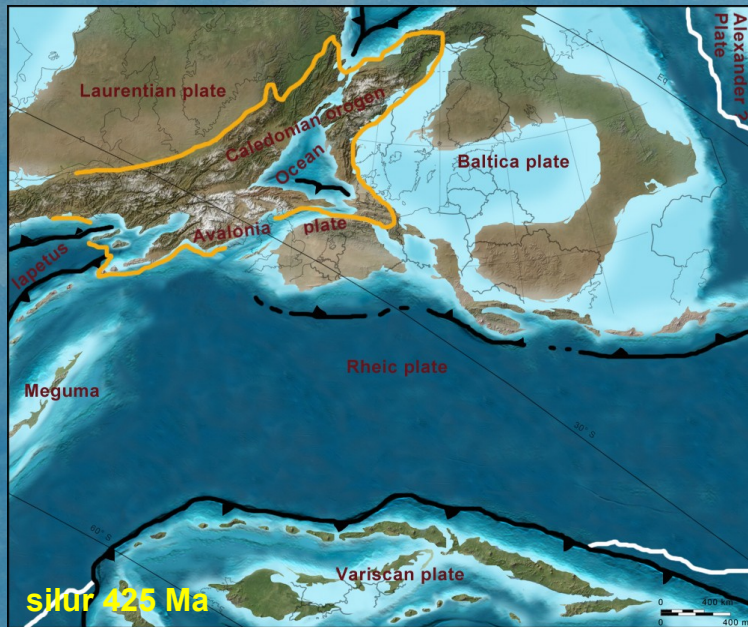
*Metasequoia*, paleocén, Longyearbyen, Spitsbergen

Eocén – pralesy opadavých smíšených lesů mírného podnebí až na 78° s. z. š.  
Metasekvoje, zmarličníky, buky, jilmy, jírovce, břízy, olše, kapradiny, přesličky.



Dnešní Arktida

# Vznik českého masivu



Po rozpadu Rodinie (kambrium) – základy českého masivu tvořily geotektonicky a geograficky samostatné drobné terány (můžeme si představit jako malé ostrovy nebo i zaplavenou kůru pevninského typu) budované prekambričnými vyvřelinami a metamorfity. Největším celkem bylo brunovistulikum (podklad Moravy+jižního Polska, dnes vystupuje hlavně v brněnském masivu, jinak kryto mladšími horninami). Tyto terány tvořily skupinu geotektonicky spojenou s Gondwanou)

Kambrium – devon – terány českého masivu driftojí spolu s Gondwanou směrem k Laurentii a Baltice (od začátku devonu Laurussii). Zánik oceánské litosféry praoceánu Paleotethys

Karbon (resp. sv. devon – perm) : kolize severního okraje Gondwany a jižního okraje Laurussie – variská (hercynská orogeneze). V kolizní zóně spojení dosud samostatných teránů českého masivu do jednoho celku – na brunovistulikum se nasunuly terány moldanubický+saskodurynský, které dnes budují Čechy. Uzavření oceánu Paleotethys a drobných dílčích oceánských pánví mezi terány. Český masiv utvořil homogenní geologický i geografický celek.

# Spojení českého masivu a Západních Karpat



křída, 125 Ma



křída, 75 Ma



oligocén, 25 Ma



miocén, 13 Ma

Perm – jura/křída – český masiv součástí pasivního okraje laurussijské části Pangei, i během jejího počínajícího rozpadu  
Přelom jura-křída – v souvislosti s otevíráním centrálního Atlantiku maximální vzdalování africké desky od Evropy. Otevírání oceánu Tethys. Oblast, kde ležel český masiv – diferenciacie dna, zahlubování dna oceánu vůči šelfům a pasivnímu okraji, rozpad celistvé desky Pangei na různé drobné desky.  
Křída – oddělení Jižní Ameriky od Afriky – přirůstající litosféra jižní větve Atlantiku začíná posunovat Afriku zpět k Evropě. Oceán Tethys se začíná uzavírat. Kolize různých menších desek s Evropou – alpinská orogenze. Různé její fáze pokračují dodnes. Alpy a Karpaty vznikly kolizí malé desky Apulia s evropskou deskou. Apulská deska je dnes zcela pohlcena v subdukční zóně pod evropskou deskou.