

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 beauty of a high-altitude or high-latitude environment.

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

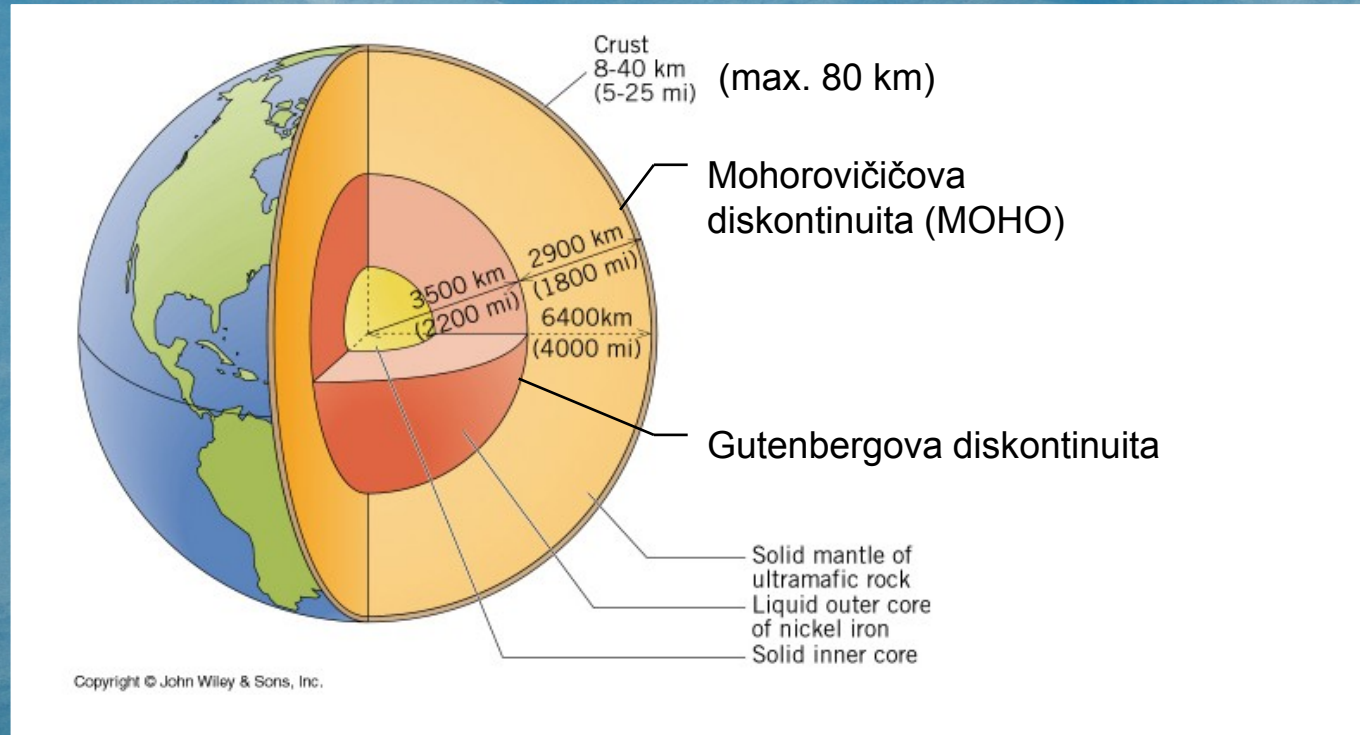
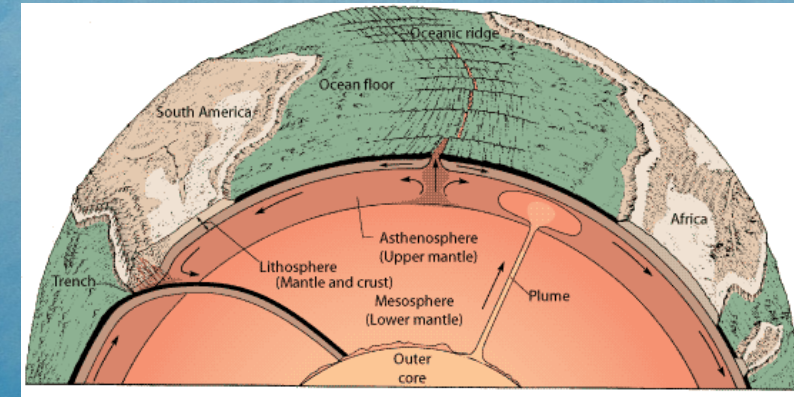
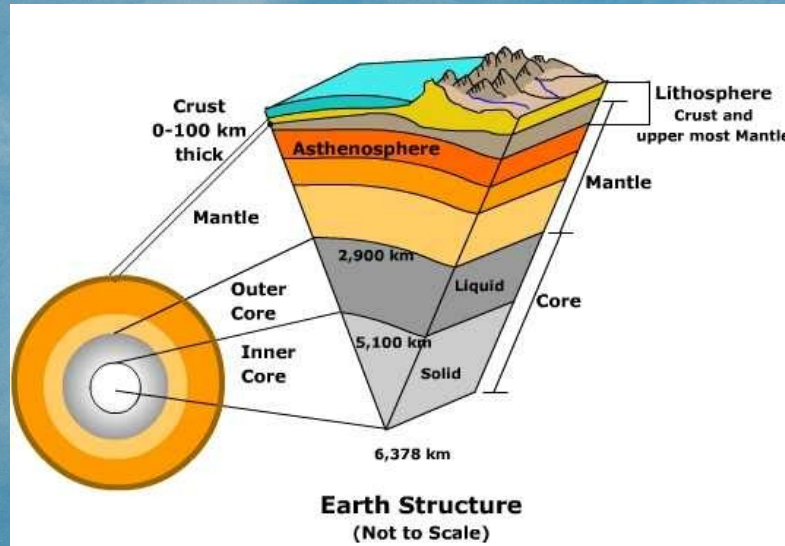
Konvekce (Vertikální pohyb hmoty a tím i tepla) – hnací síla deskové tektoniky v litosféře.

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 SiO₂ – gabbro, bazalt (vyvřeliny bohaté na bazický plagioklas a pyroxeny), tenká vrstva sedimentů).

Mocnost 5–12 km, hustota 2,9–3,0 g/cm³.

Tvoří dno oceánů.

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



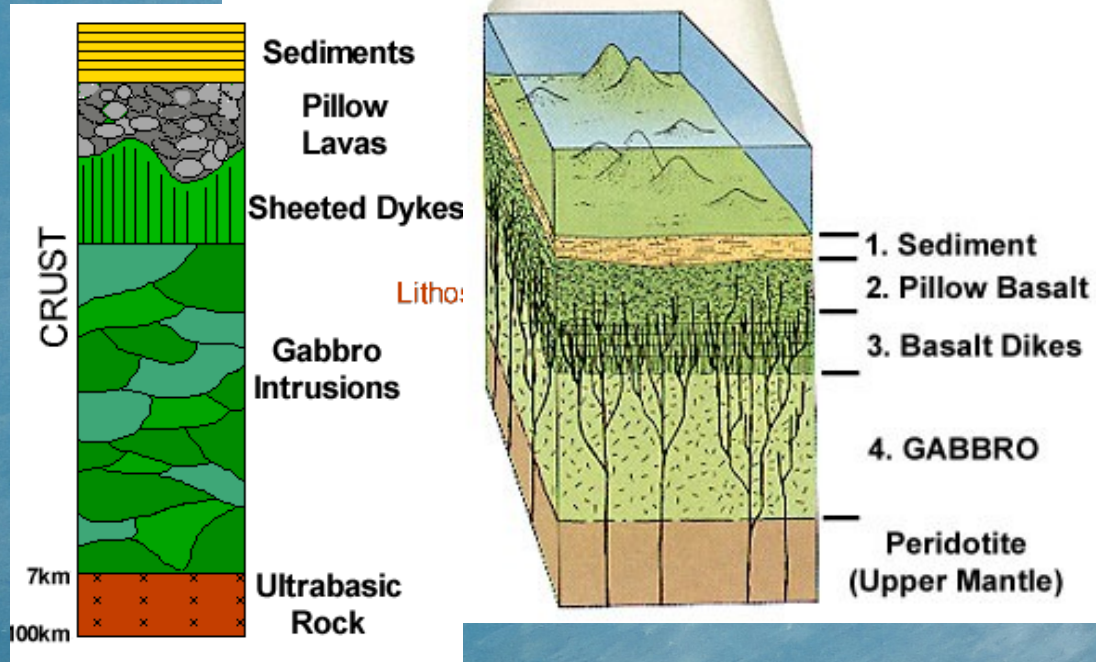
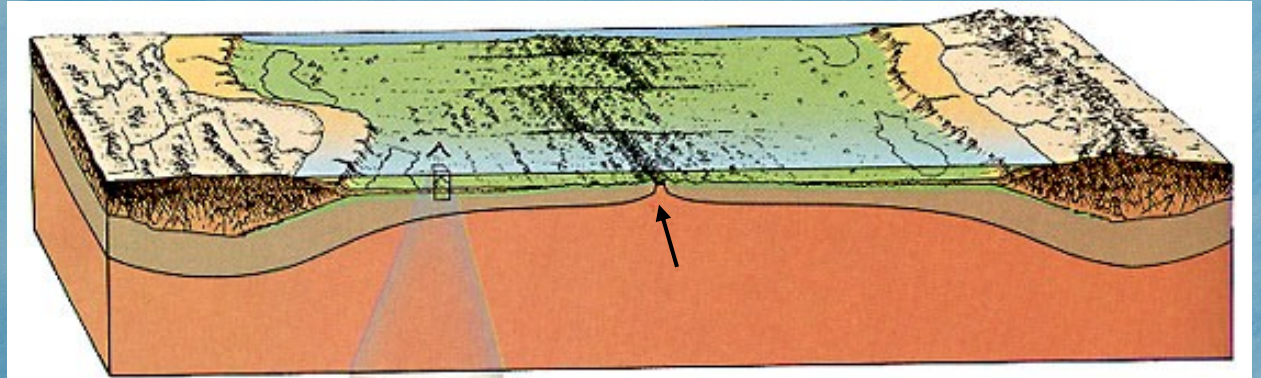
bazalt středooceánových hřbetů



gabbro



polštářová láva



Stavba planety Země

Kontinentální litosféra

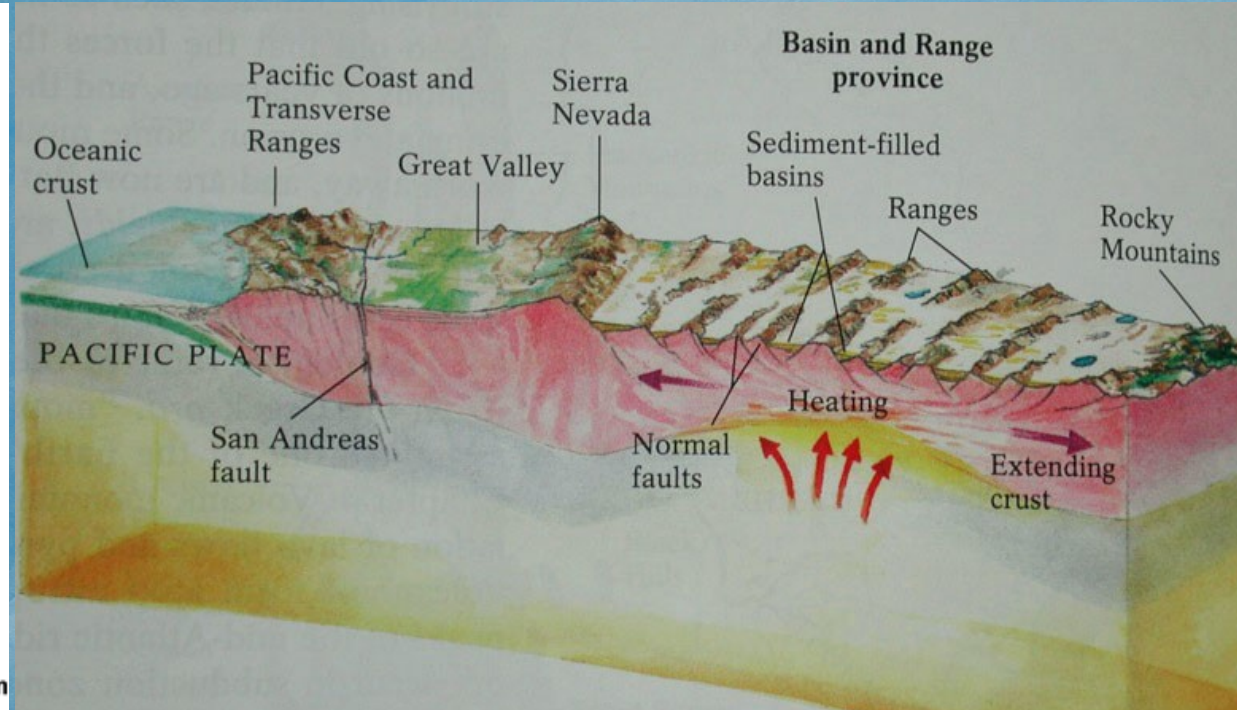
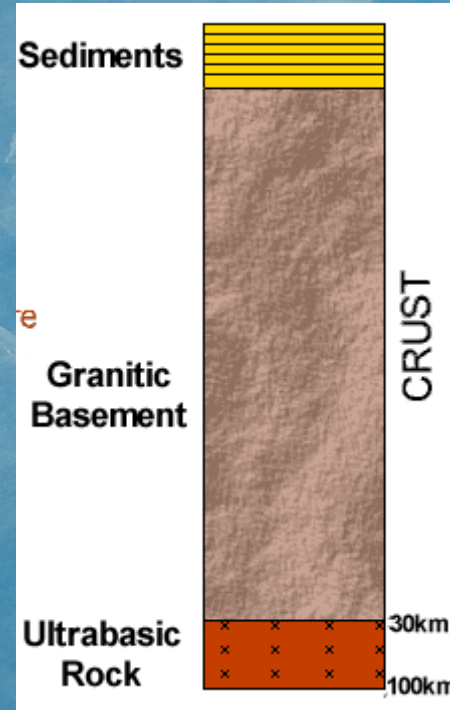
Nejsvrchnější plášť + silná kůra

Vyvěliny bohaté na SiO₂ – granitoidy, mocné pokryvy sedimentů, metamorfity – horniny bohaté na křemen, živce).

Mocnost 25–80 km, hustota 2,7 g/cm³.

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 longitudinal crack running through the center. The ice is a deep blue color, with some white patches and smaller cracks visible. The overall texture is rugged and uneven.

Vznik, zánik a pohyb litosférických desek

Konvergentní rozhraní - subdukční zóna

Jedna deska se podsouvá 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**.

Usnadnění subdukce: sedimenty na oceánské desce nebo transportované z kontinentu, desky snadněji kloužou („mazadlo“).

Mělké úseky: **vysokotlaká a nízkoteplotní metamorfóza**

Hluboké úseky: **vysokotlaká a vysokoteplotní metamorfóza**

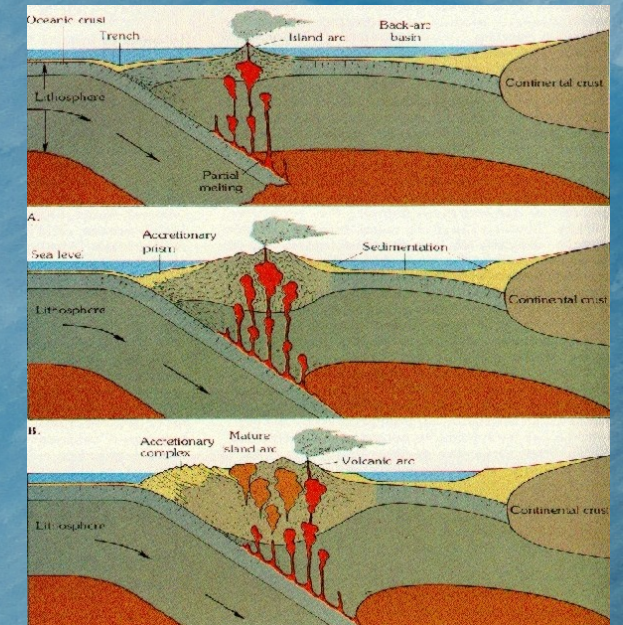
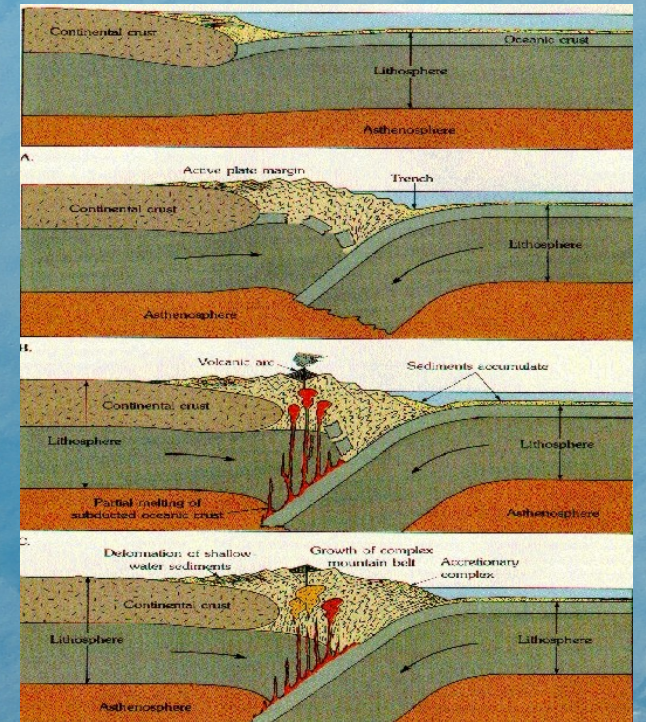
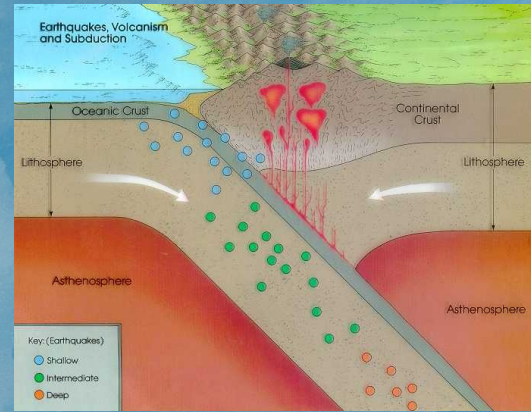
Nejhlouběji – tavení desky i nadložní desky – **zánik oceánské litosféry**.

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

Vulkanický oblouk na oceánské litosféře – řetězec sopečných ostrovů

Vulkanický oblouk na kontinentální kůře – Japonsko, Andy

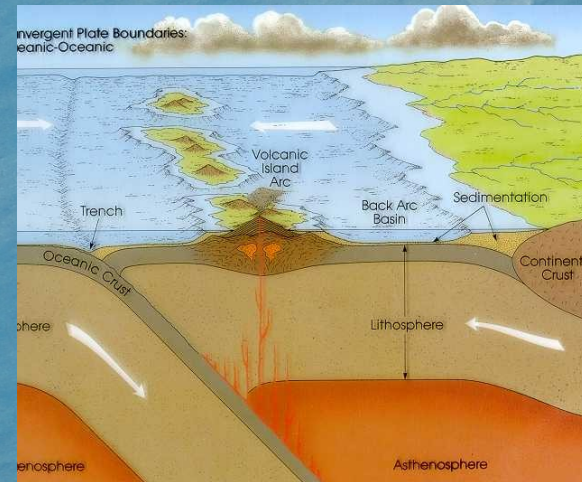
Intermediální magmatismus (52-65 % SiO₂) – diorit a andezit – přírůstek kontinentální kůry



Intermediální vyvřeliny

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 % SiO₂)

- peridotit, gabro, bazalt - přirůstání oceánské 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. Příklad – četné rifty v Tichém oceánu

Kontinentální rifty - rozdělení kontinentu a otevření oceánu mezi oddělenými bloky kontinentální litosféry. Příklad, rift mezi arabskou deskou a africkou deskou – **Rudé moře je otevírajícím se oceánem**,

v mezozoiku 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.

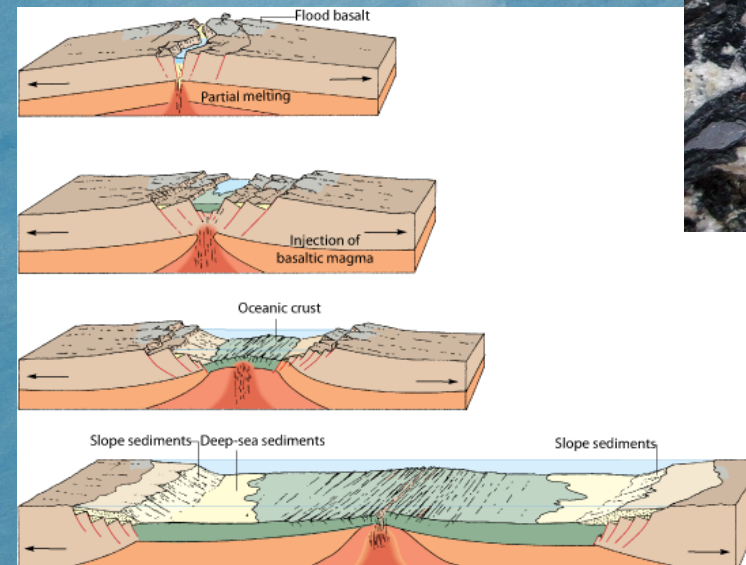
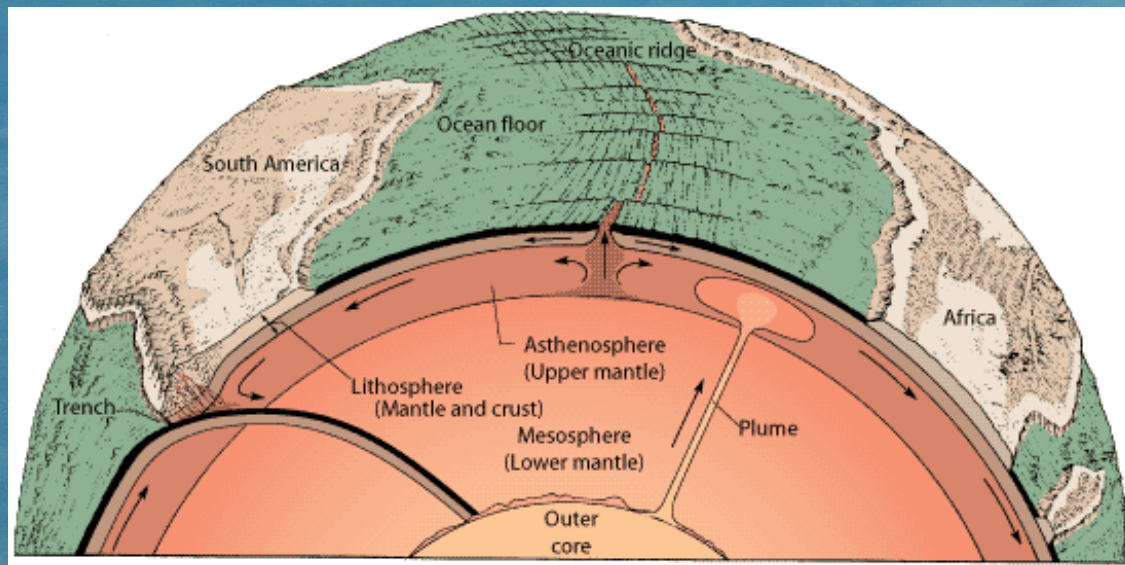
Nízkotlaká a nízkoteplotní (hydrotermální) metamorfóza.



bazalt středooc.
hřbetů



gabro



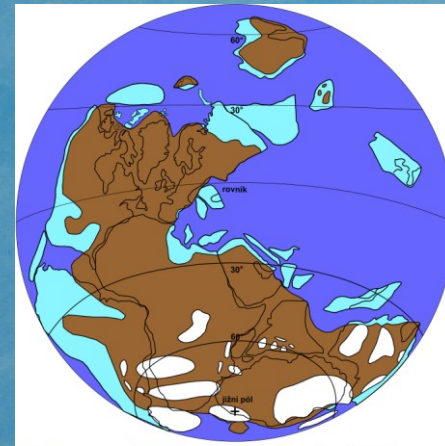
Konvergentní rozhraní – kolizní zóna

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

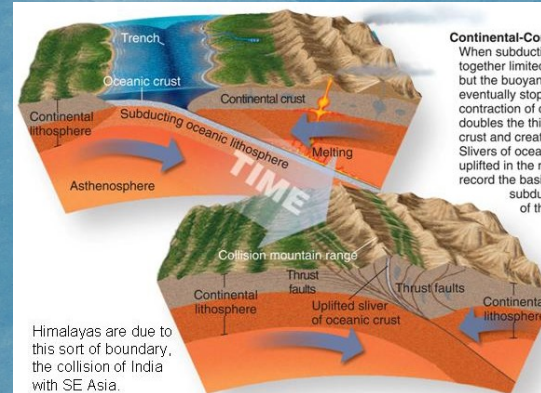
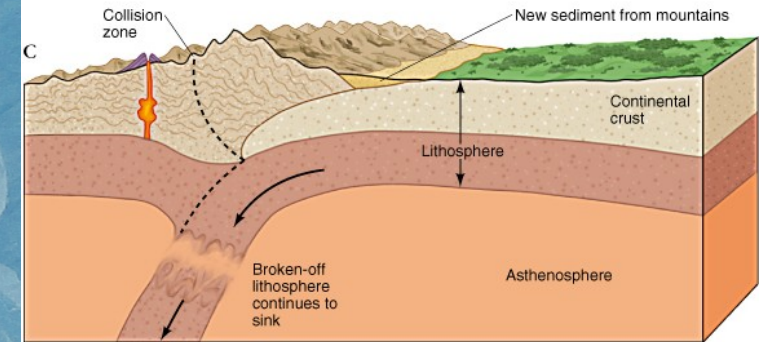
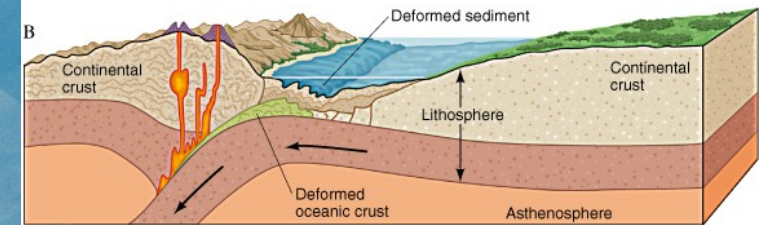
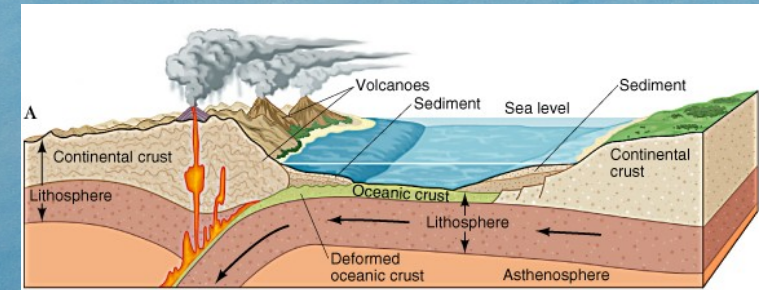
Kontinentální litosféra nemůže být kvůli své mocnosti a lehkosti pohlcena do subdukční zóny – přetrvává kont. litosféry v geologickém čase.

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 % SiO₂) granitoidy a ryolity – nárůst objemu kontinentální kůry Superkontinenty.**



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



Zkrácení prostoru – přesouvání šupin kůry – vznik příkrovů.



granitoidy



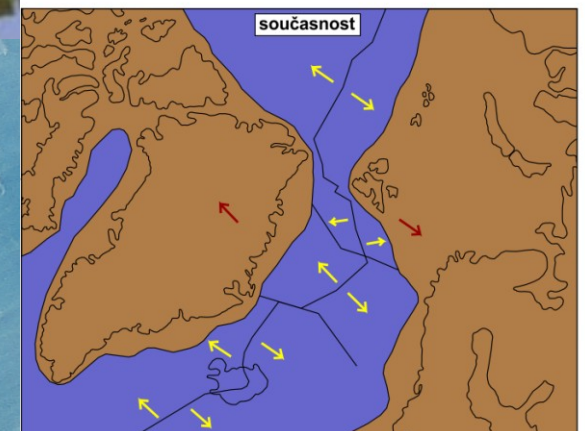
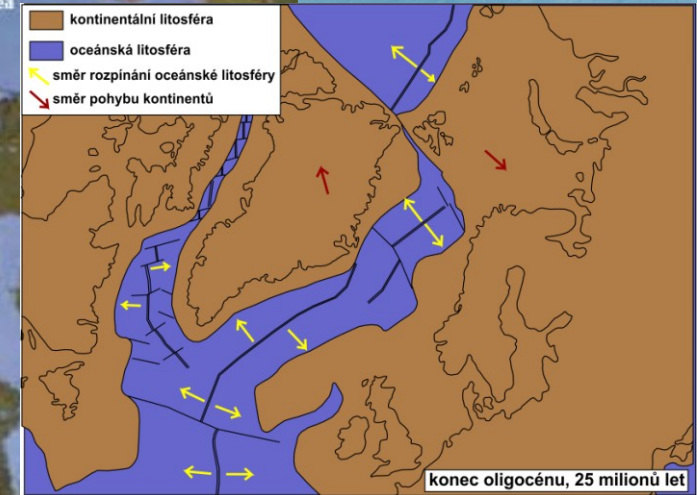
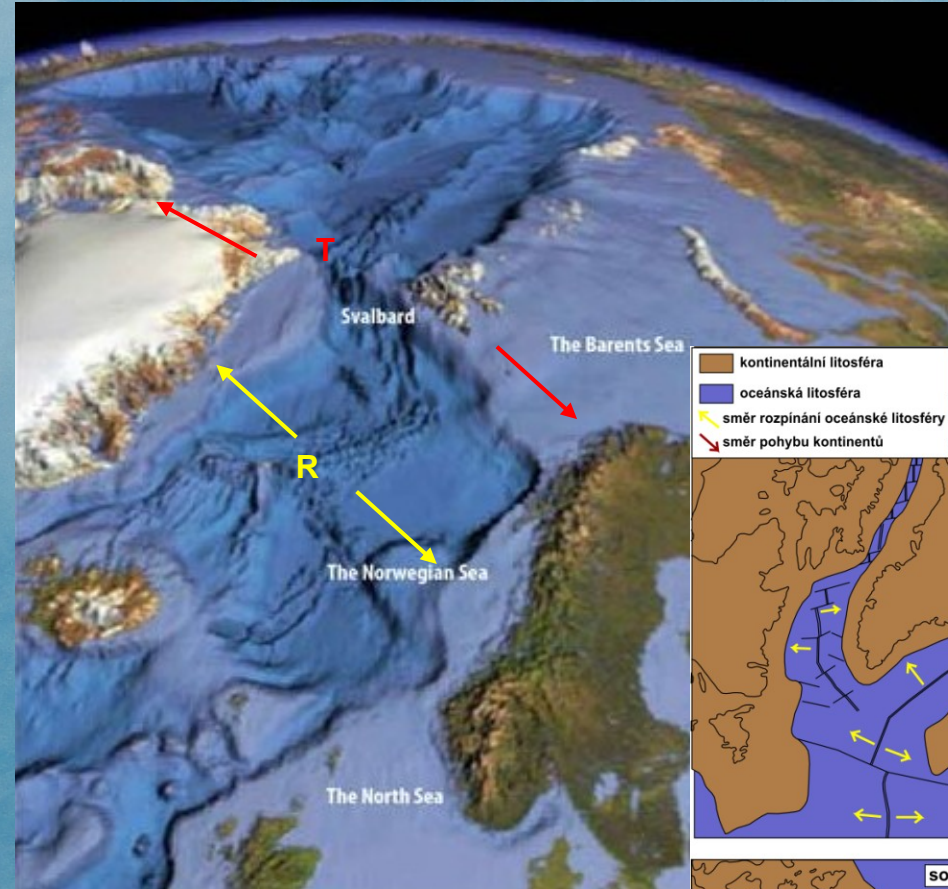
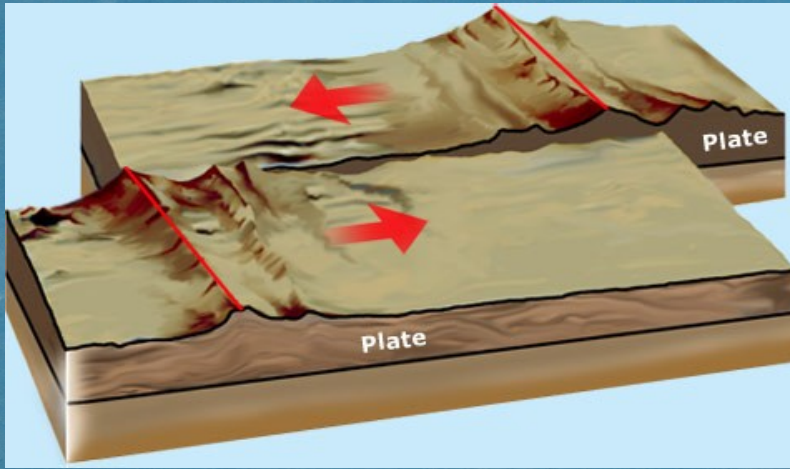
regionální metamorfity

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.

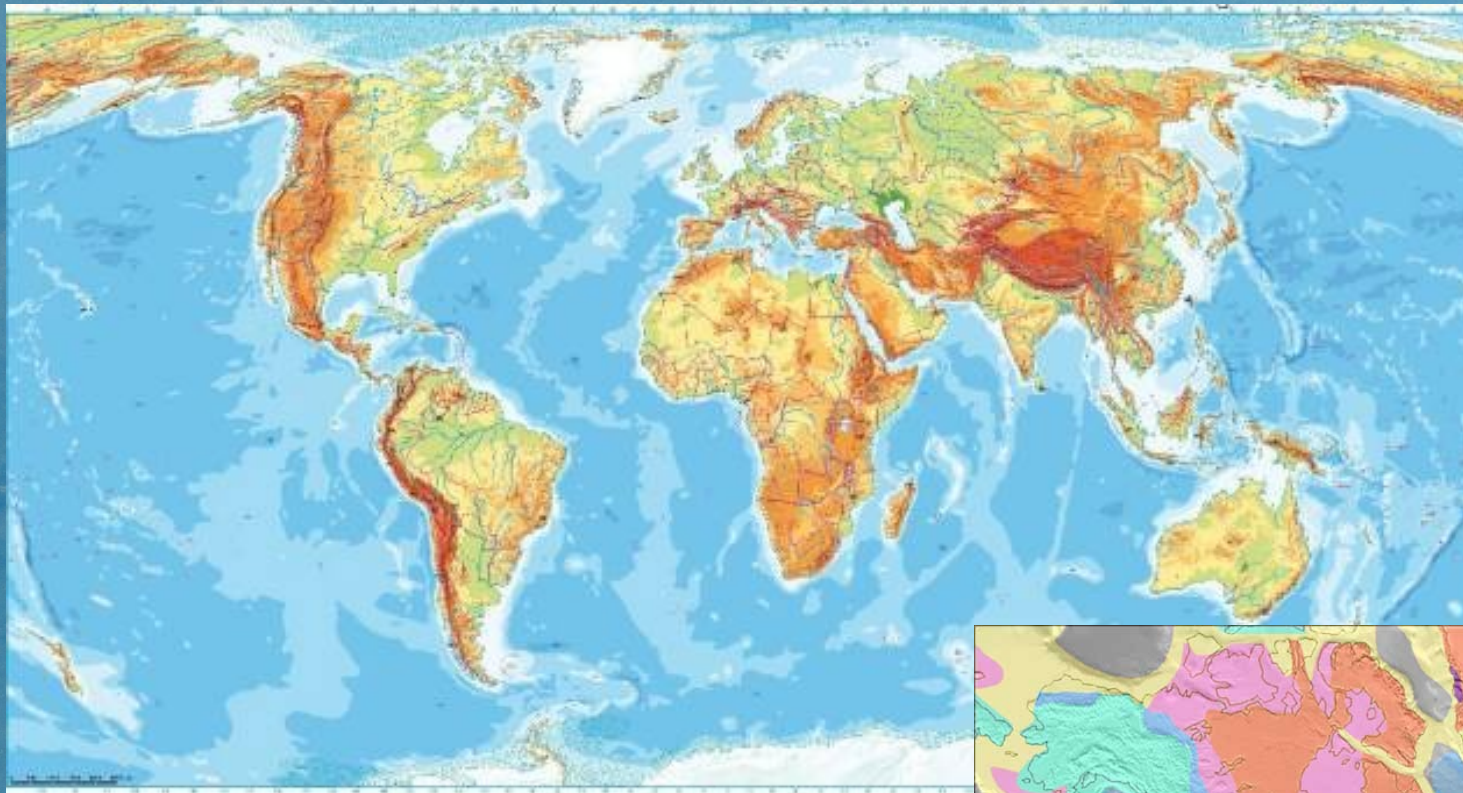
Př. Rift mezi Grónskem a Skandinávským poloostrovem (**R**) rozšiřuje oceánskou litosféru severního Atlantiku – vzájemné vzdalování Severní Ameriky a Eurasie (**žluté šipky**) – jz. okraj šelfu Barentsova moře oddělen od severního Grónska – posun Eurasie podél transformního zlomu (**T**) podél severního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



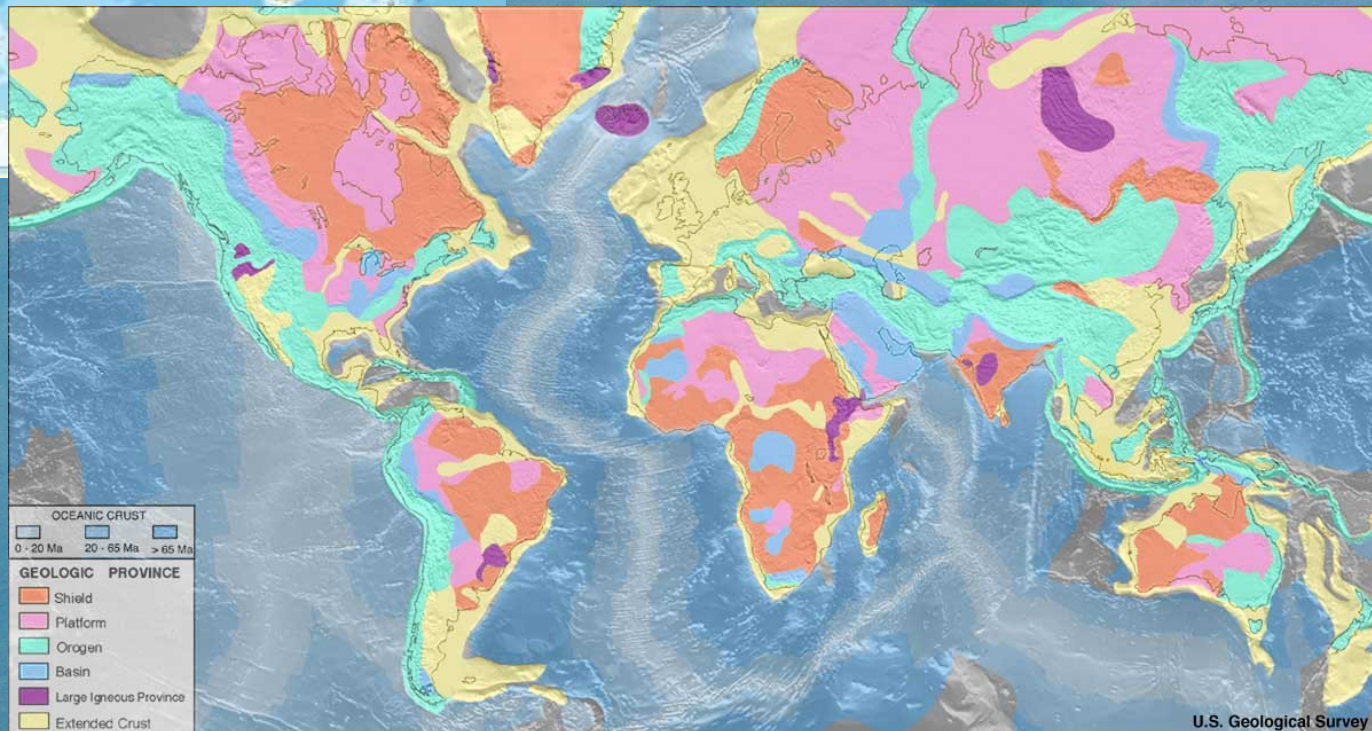
An aerial photograph of a vast glacier system. A prominent, narrow ice stream flows from the top center towards the bottom right, flanked by wider, flatter ice shelves. The ice appears white and textured, with some meltwater channels visible. The overall scene is a high-altitude, cold environment.

Geologický vývoj kontinentů

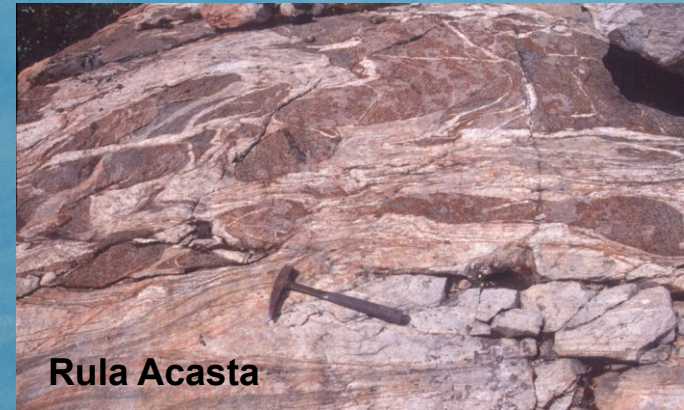
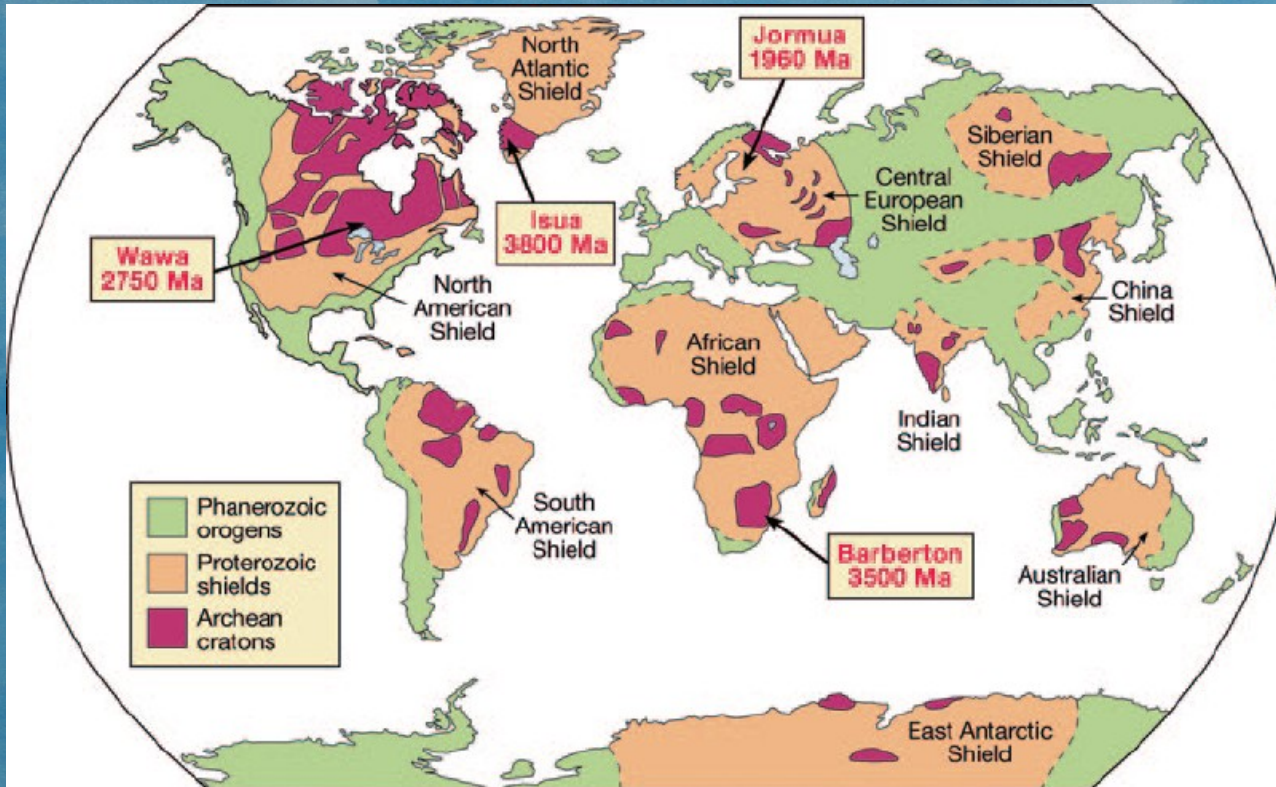
Stavba kontinentů



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

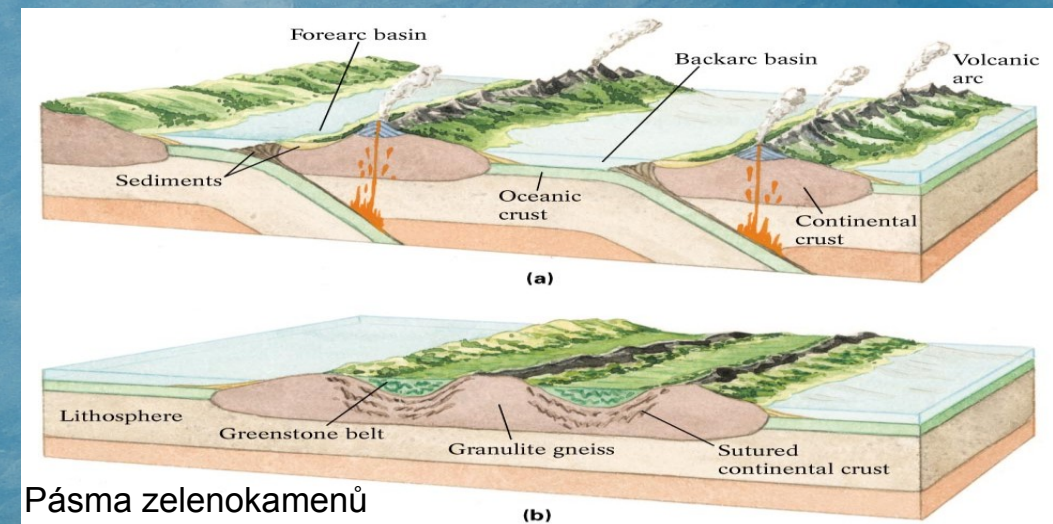
Rozrůznění prostředí – eroze, sedimentace, vulkanismus.

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.

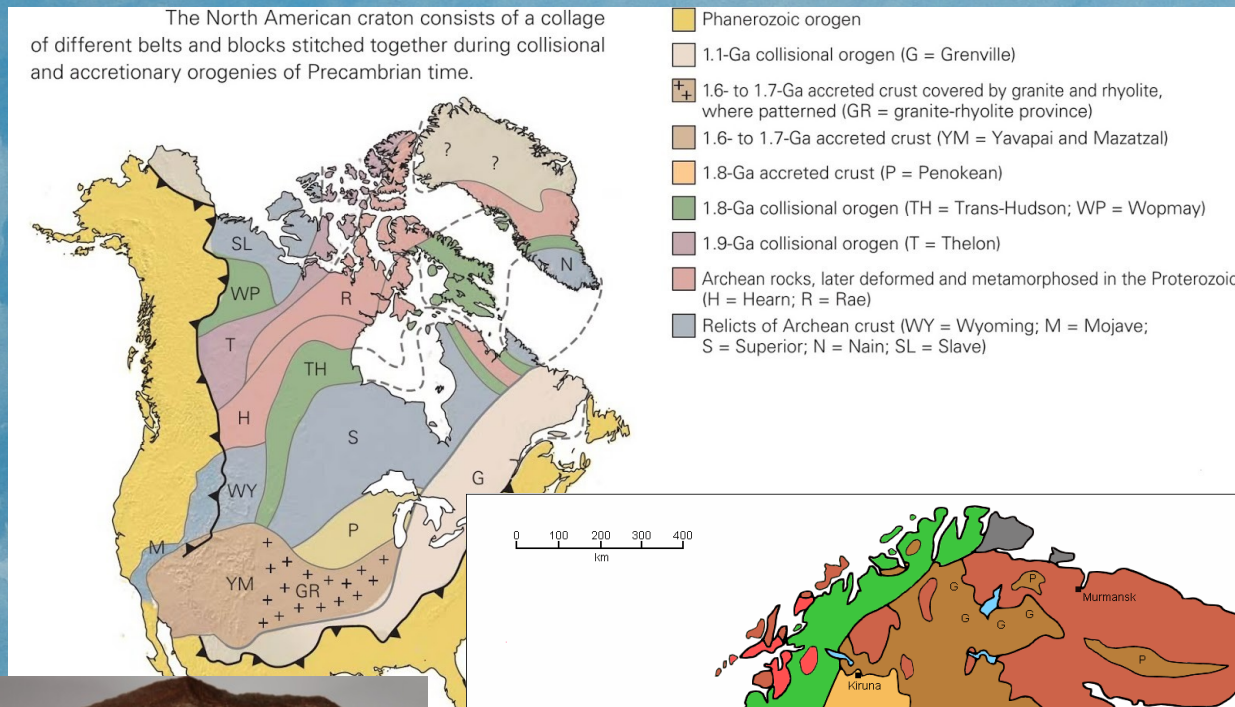
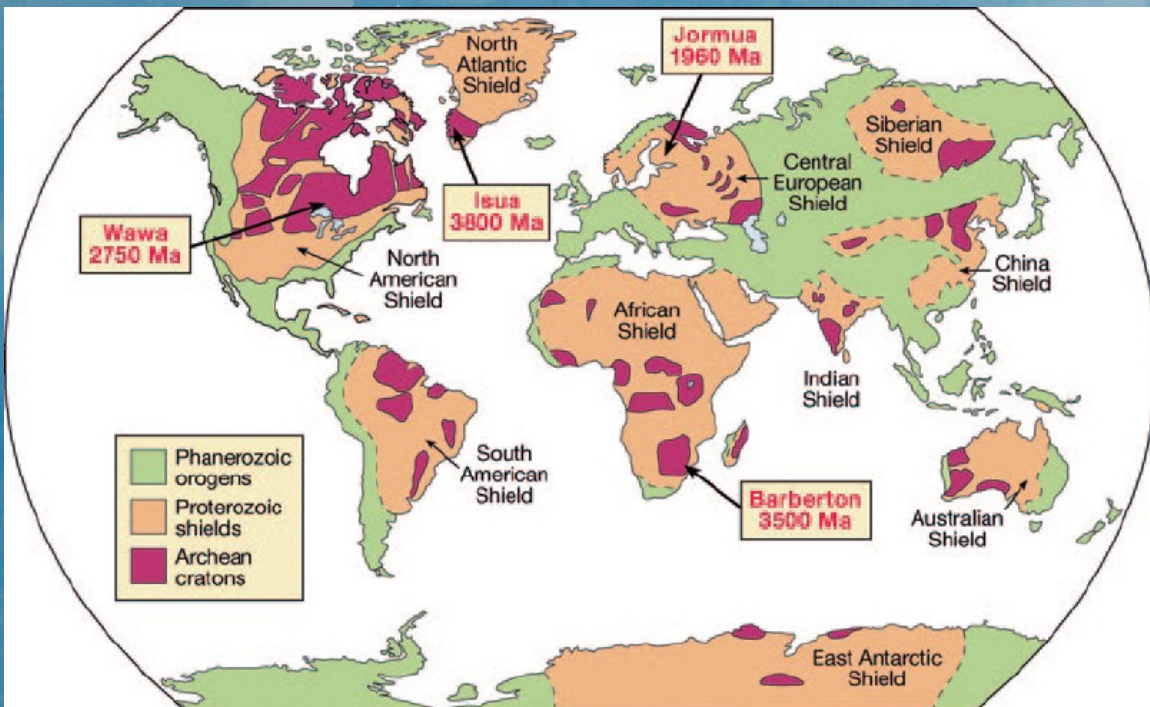
První superkontinent okolo 2,7 Ga.



Pásma zelenokamenů

(b)

První superkontinenty - proterozoikum



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

Četné kolize – orogeneze - superkontinent

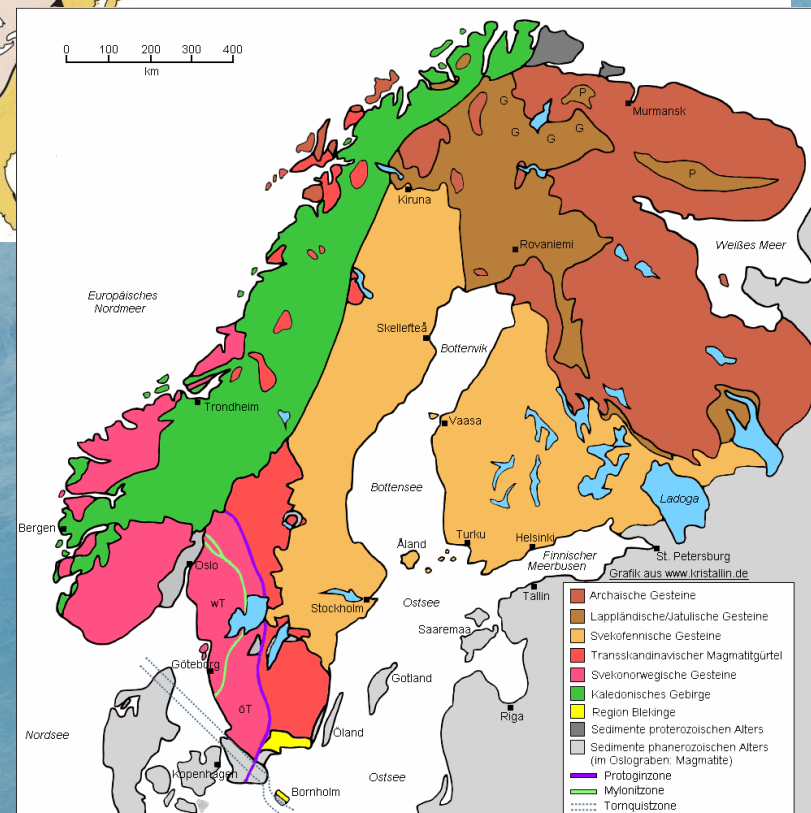
Široké šelfy s klastickou a karbonátovou sedimentací, rozvoj
 jednobuněčných a později i mnohobuněčných

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

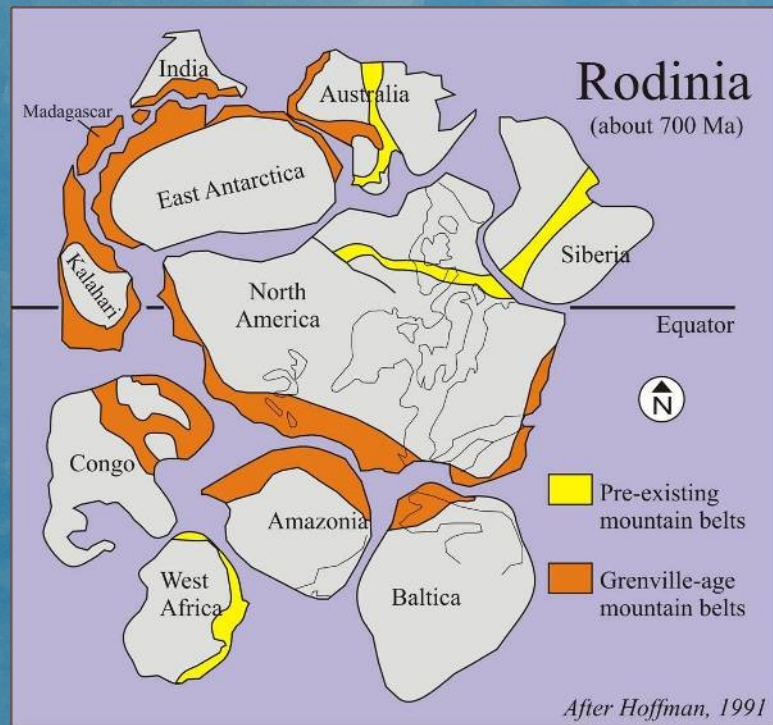
První pouště (kolem 1,2 Ga)
 Ledovcové
 sedimenty
 Laurentský štít



Nejstarší pustinné
 sedimenty
 Baltický štít

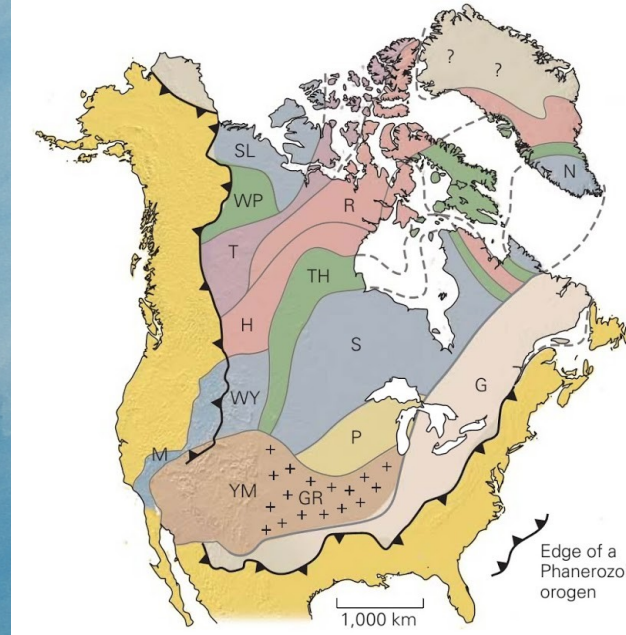


Superkontinent Rodinia- závěr proterozoika

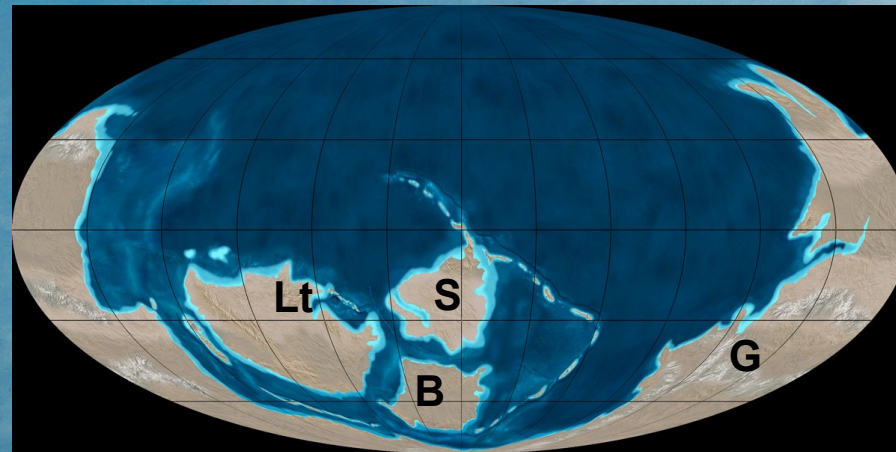
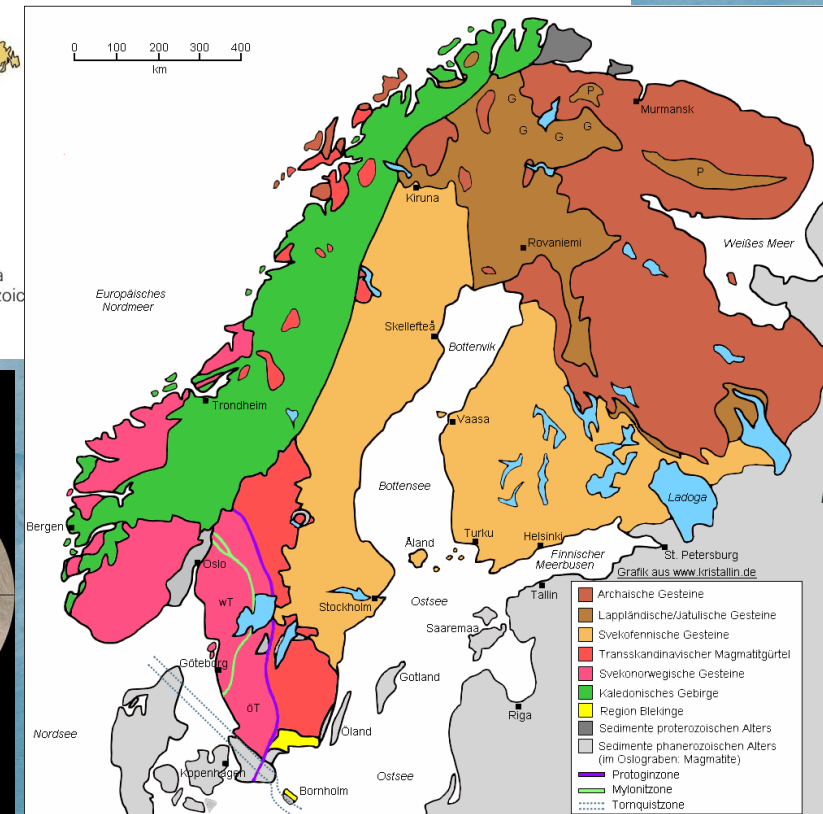


Grenvilská orogeneze (1 Ga) – vznik superkontinentu Rodinia

The North American craton consists of a collage of different belts and blocks stitched together during collisional and accretionary orogenies of Precambrian time.



- Phanerozoic orogen
- 1.1-Ga collisional orogen (G = Grenville)
- 1.6- to 1.7-Ga accreted crust covered by granite and rhyolite, where patterned (GR = granite-rhyolite province)
- 1.6- to 1.7-Ga accreted crust (YM = Yavapai and Mazatzal)
- 1.8-Ga accreted crust (P = Penokean)
- 1.8-Ga collisional orogen (TH = Trans-Hudson; WP = Wopmay)
- 1.9-Ga collisional orogen (T = Thelon)
- Archean rocks, later deformed and metamorphosed in the Proterozoic (H = Hearn; R = Rae)
- Relicts of Archean crust (WY = Wyoming; M = Mojave; S = Superior; N = Nain; SL = Slave)



Rozpad Rodinie

Lt – Laurentie (laurentský štít)

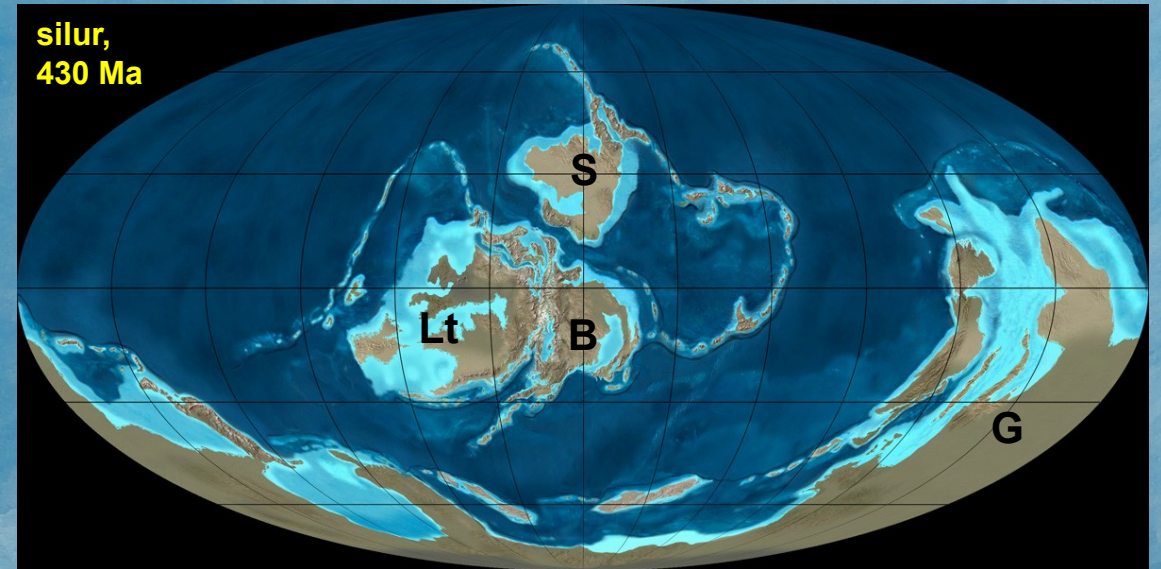
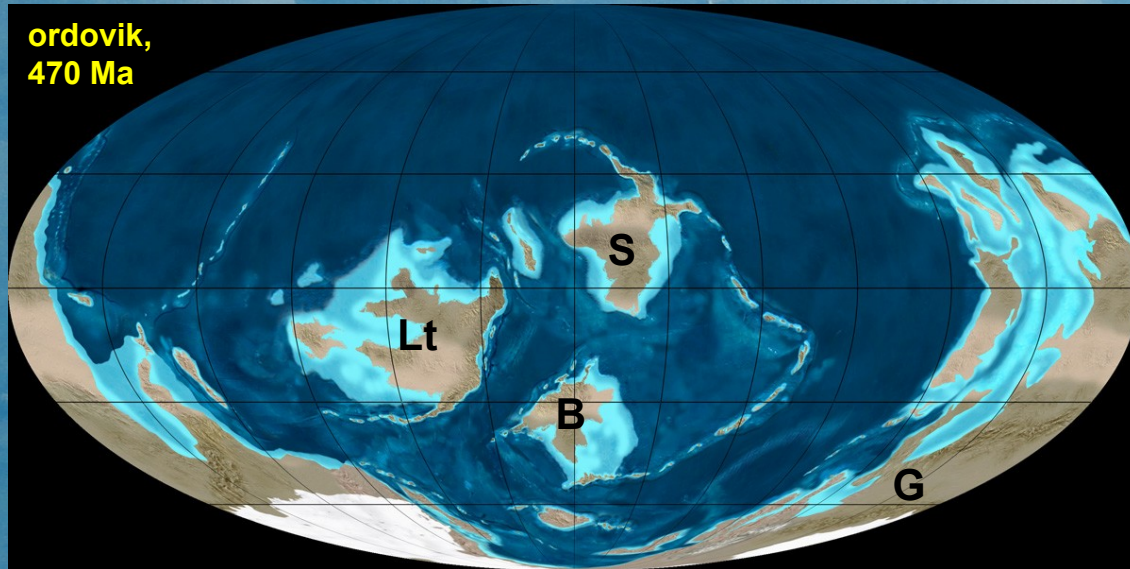
B – Baltika (baltský štít)

S – Siberie (angarský štít)

G – Gondwana – formuje z prekambričských základů Afriky, JA, Arab. pol., Austrálie, Antarktidy a Indie na přelomu prekambria a paleozoika (**kadomská neboli panafrická orogeneze**).

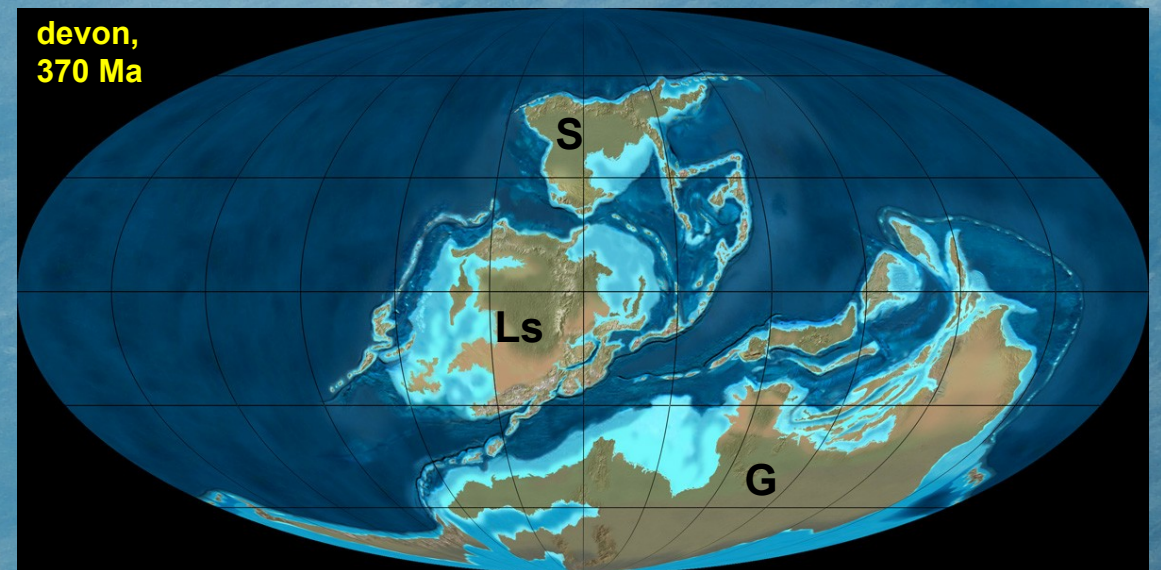
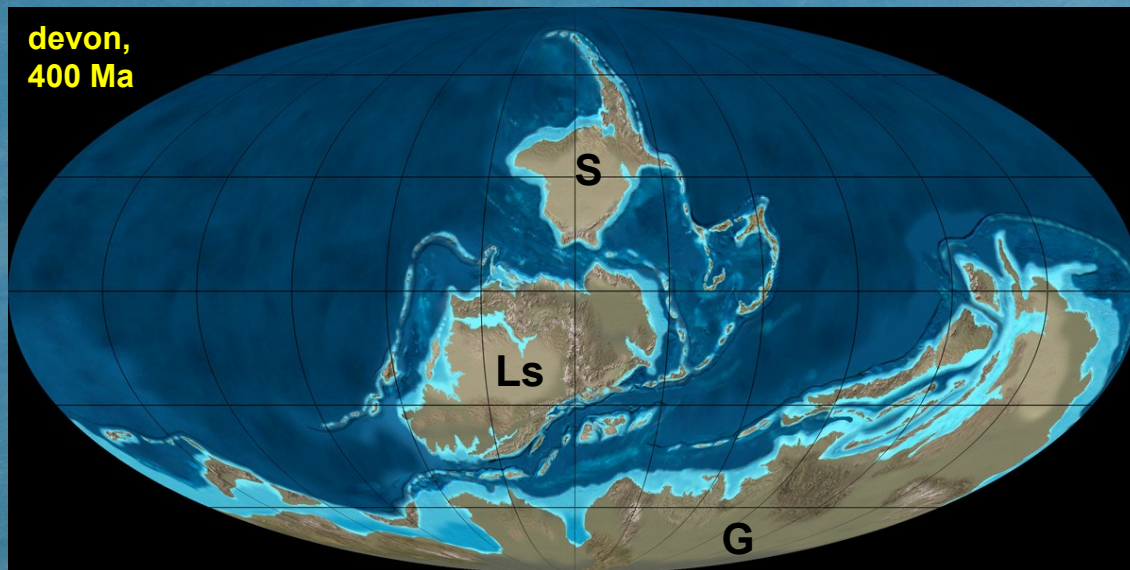
S růstem Rodinie spojeno i další velké zalednění (Snowball Earth, závěr proterozoika - kryogén)

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 vyšších rostlin z vody na souš (svrchní silur-spodní devon).**

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

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

První suchozemští obojživelníci.



Ichthyostega -lebka

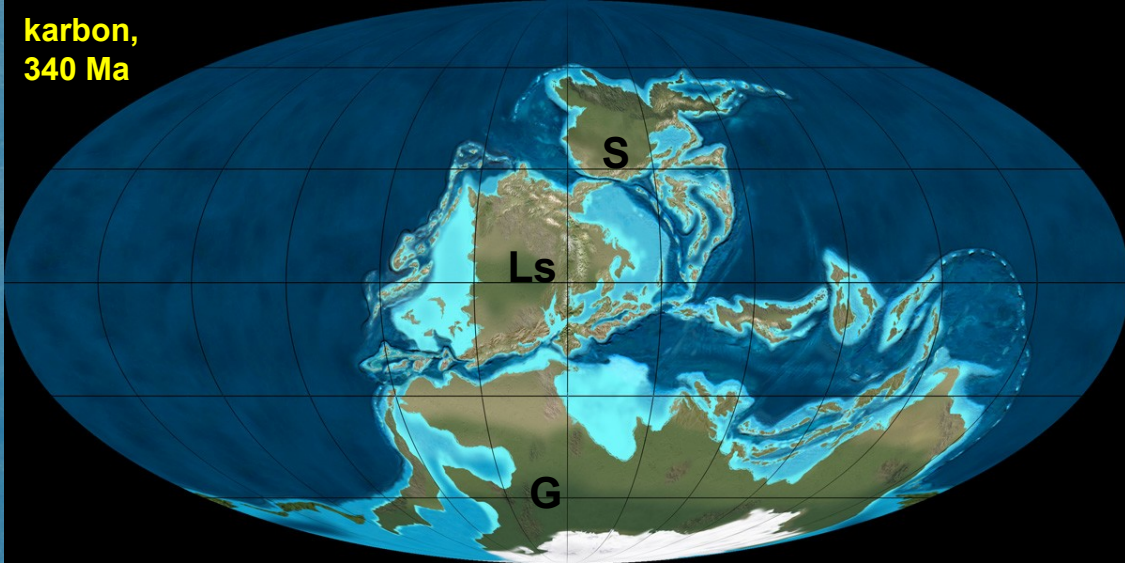


Ichthyostega –zadní končetina

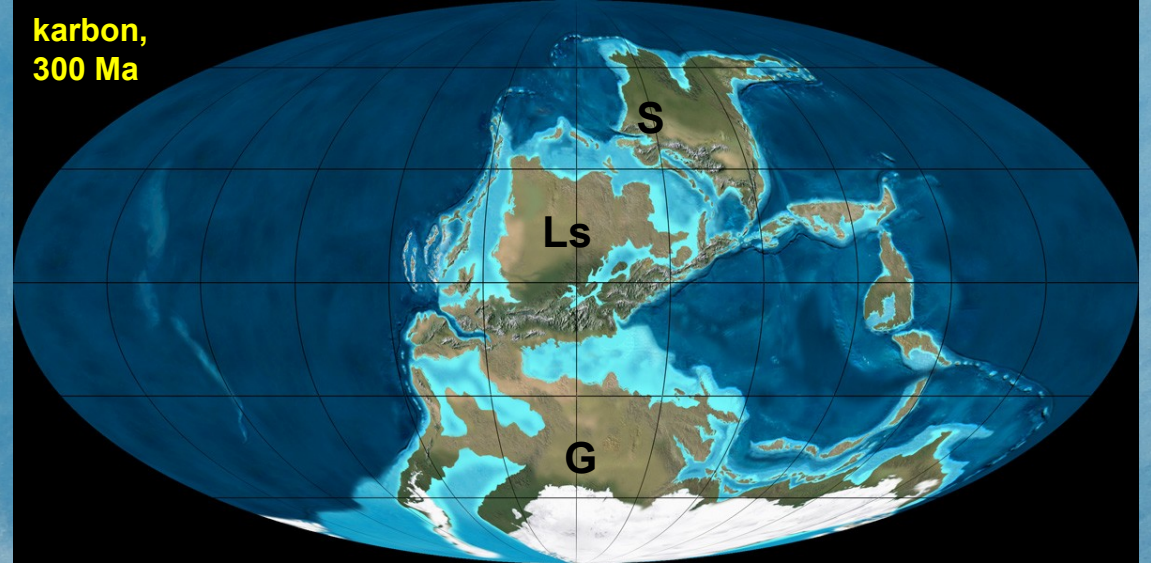


Superkontinent Pangea – mladší paleozoikum

karbon,
340 Ma



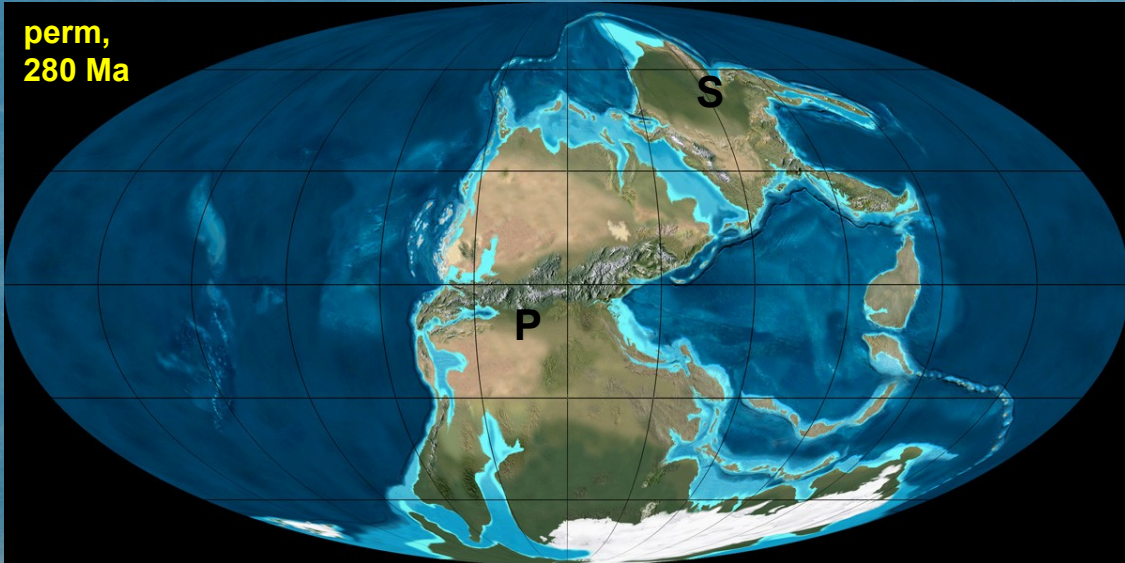
karbon,
300 Ma



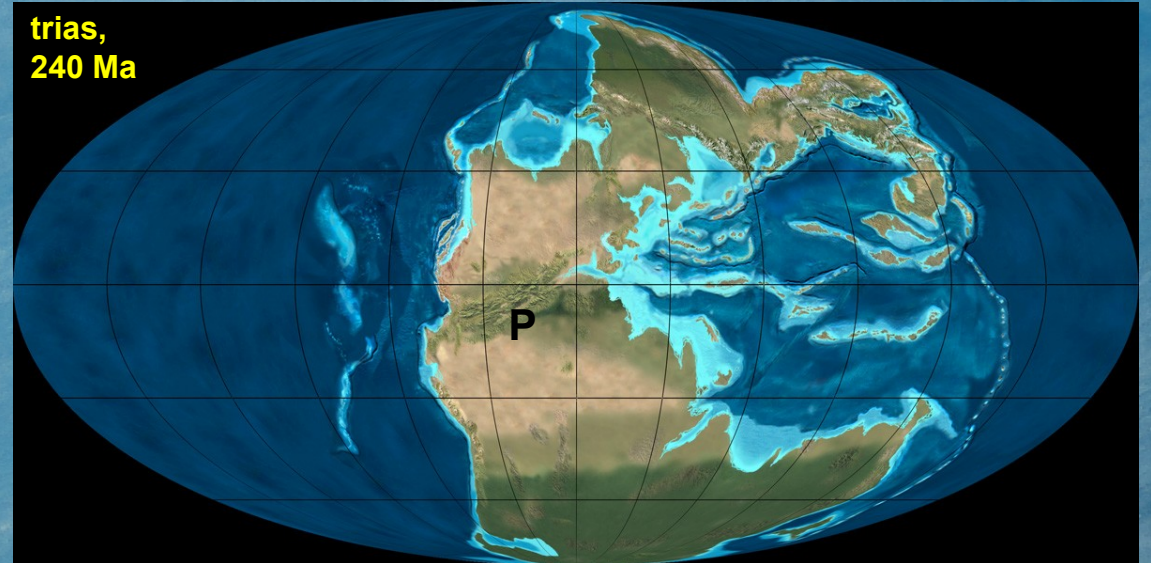
Ls – Laurusie, S – Siberie (angarský štít),
G – Gondwana, P – Pangea

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

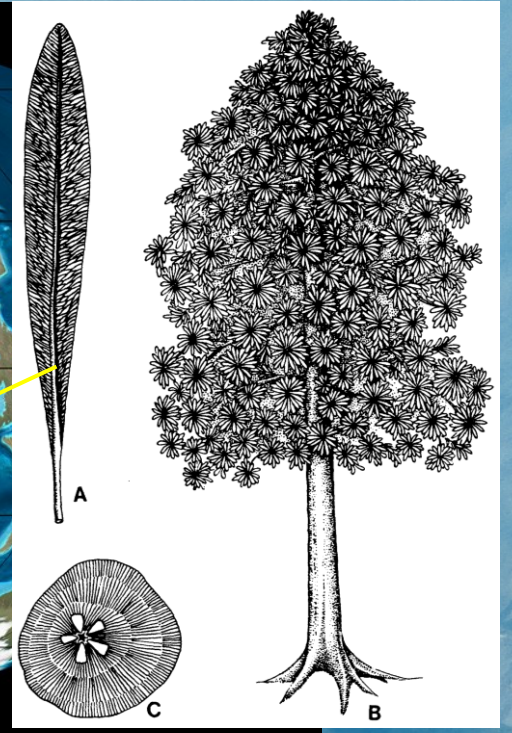
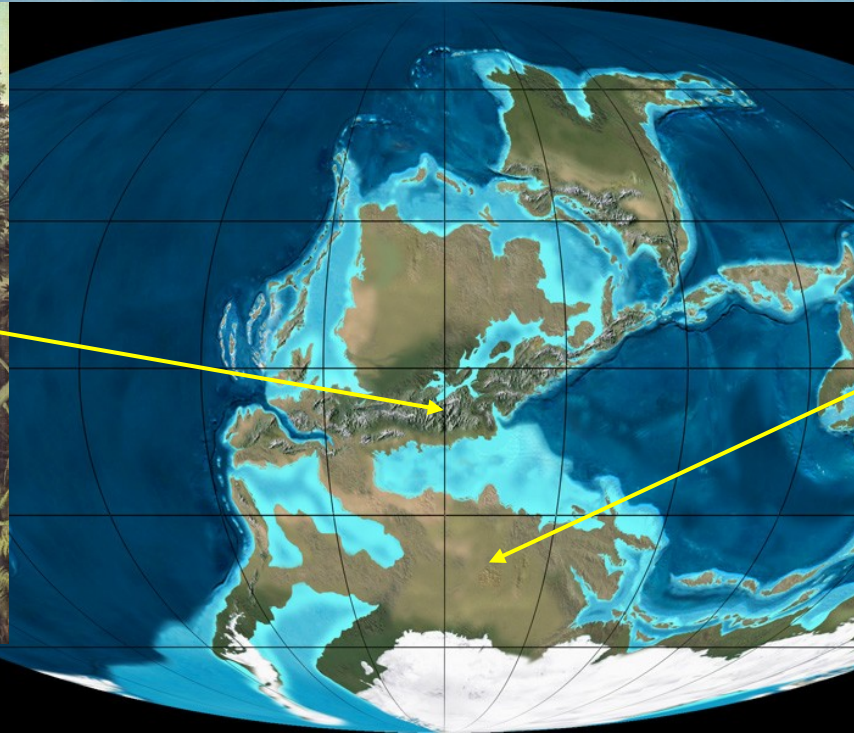
perm,
280 Ma



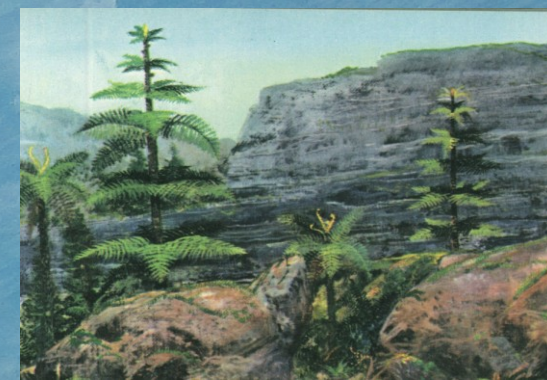
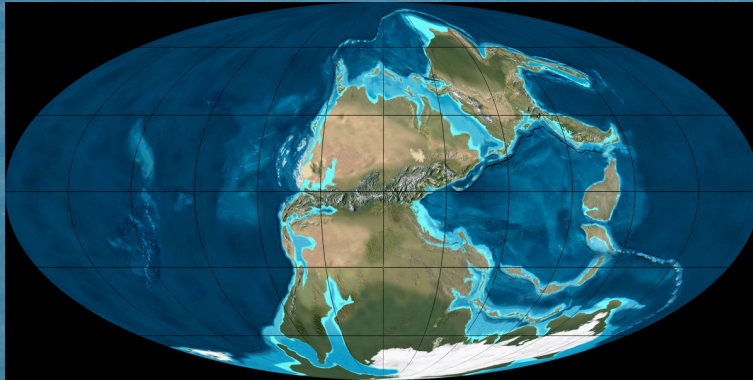
trias,
240 Ma



Klimatická zonace – „icehouse“



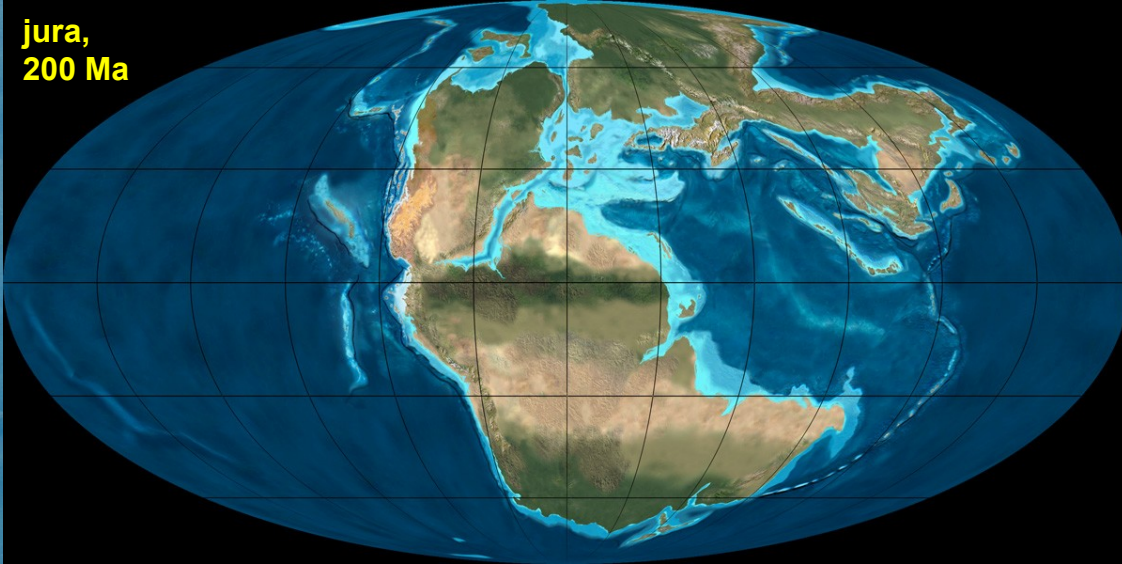
Karbon – 3 bioprovincie : 1) **tropická** – flóra stromových kaprad'orostů; 2) **gondwanská** – mírné klima jižní polokoule - glossopterisová flóra s letokruhy (vliv zalednění); 3) **angarská** (Sibiř) – střední šířky severní polokoule, nahosemenné, prvosemenné, kaprad'orosty



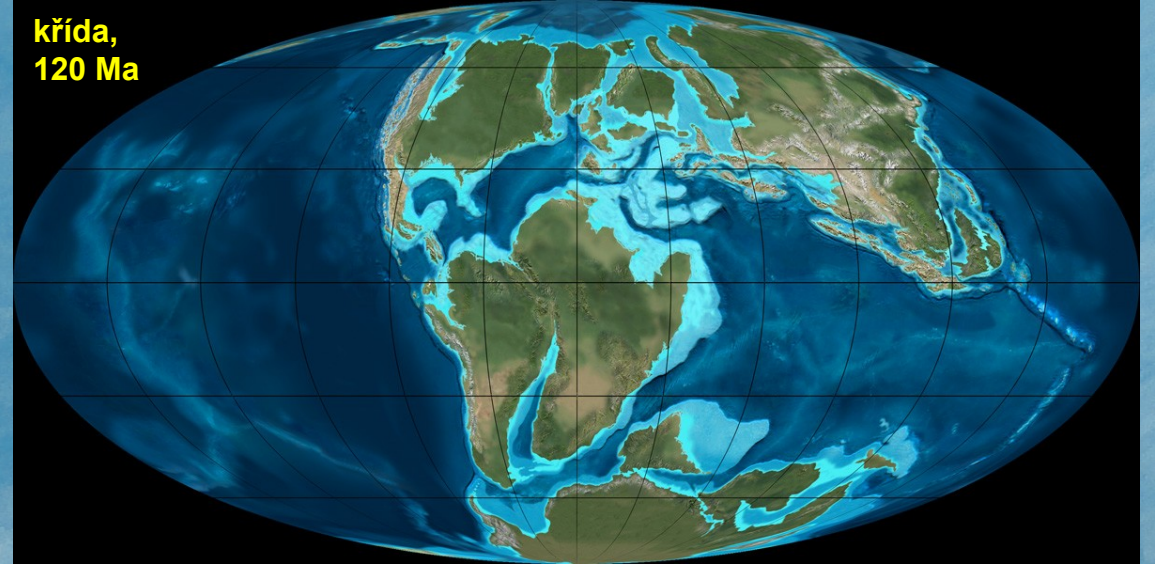
Perm – maximální plocha souše – aridizace – **globální rozšíření nahosemenných rostlin** méně náročných na vláhu.

Rozpad Pangei, vznik Atlantiku a dnešního vzhledu planety - mezozoikum

jura,
200 Ma

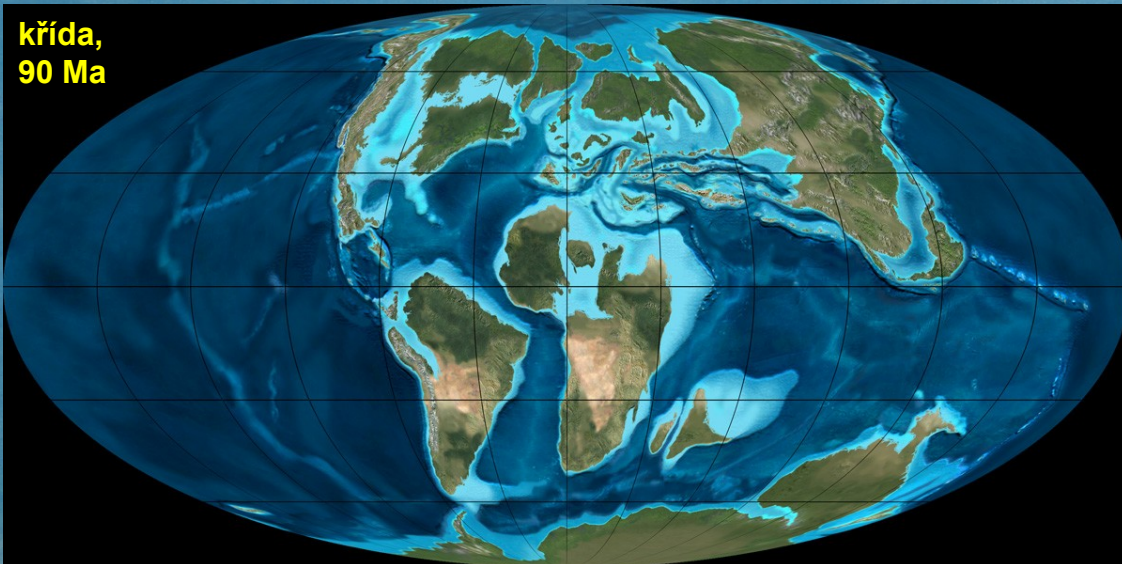


křída,
120 Ma

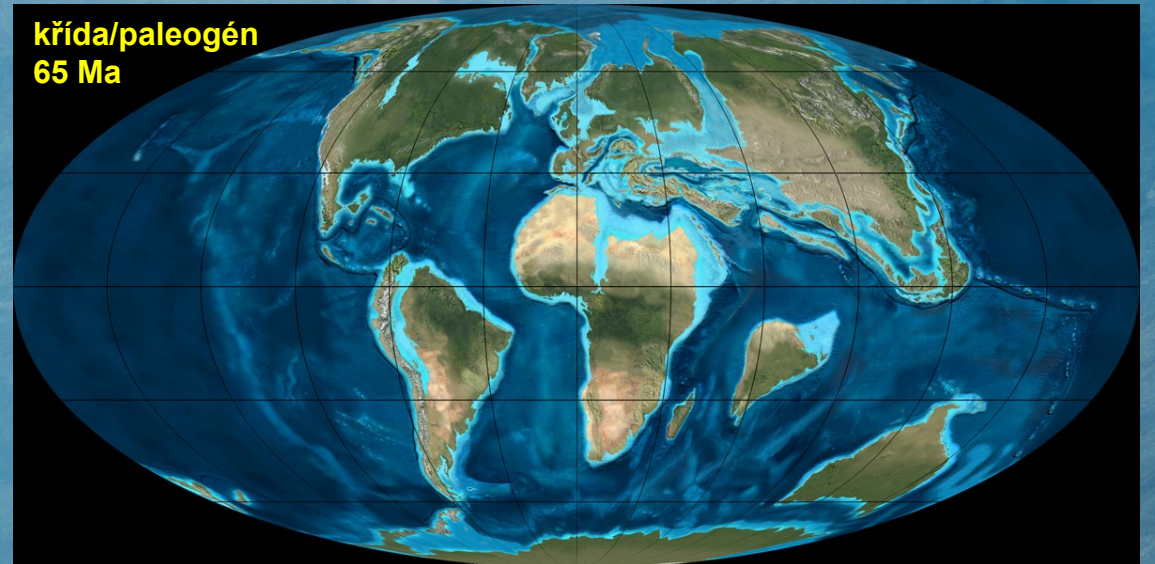


Trias: příkopové propadliny v linii variského pohoří. *Trias* – začátek *kříd*y: otevírání centrálního Atlantiku mezi Severní Amerikou a Afrikou, v této době maximální vzdálení Afriky od Eurasie. *Křída*: severní větev Atlantiku mezi Evropou a Severní Amerikou, oddělení Jižní Ameriky od Evropy. Pohyb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

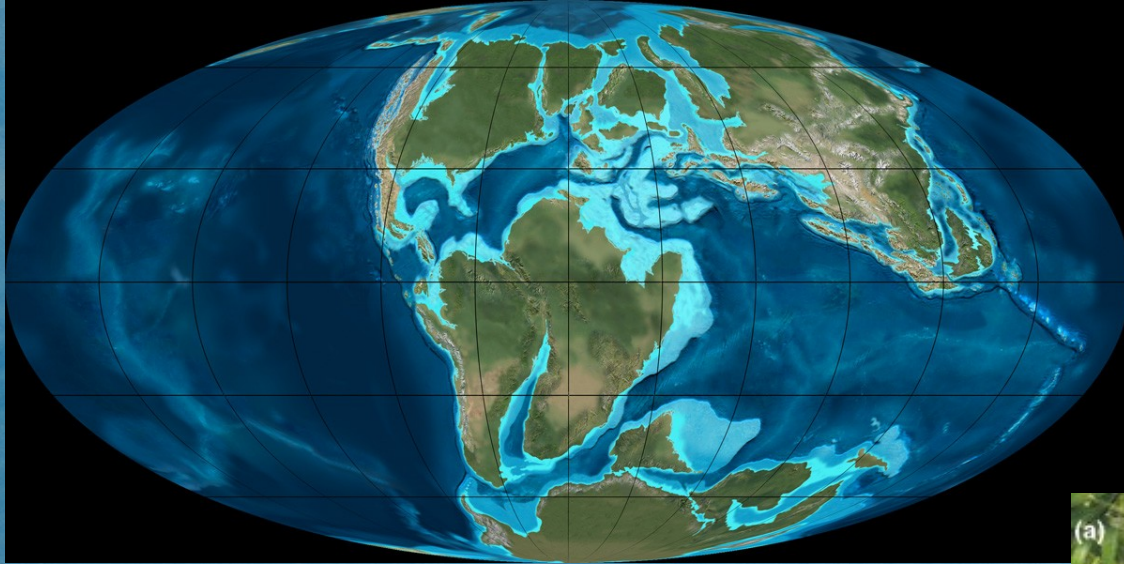
křída,
90 Ma



křída/paleogén
65 Ma



Rozpad Pangei - greenhouse – jura, křída



Globálně velmi teplé klima

Pevniny v nižších šířkách.

Nová moře (Atlantik),

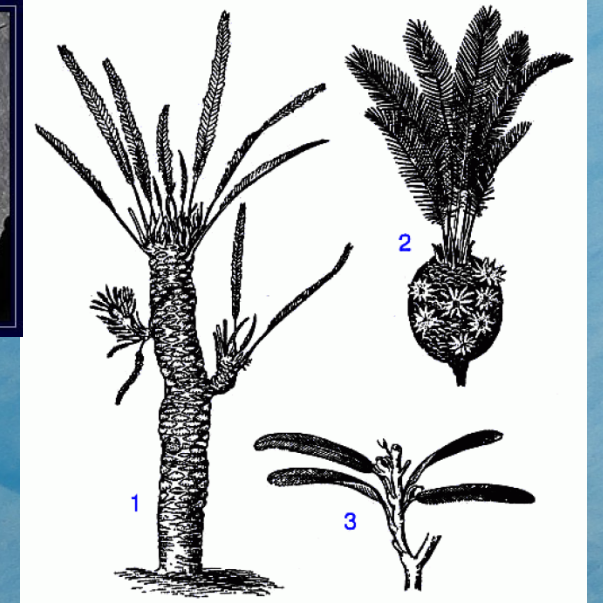
Značná plocha nových šelfových moří, průlivy až do vysokých zeměpisných šířek obou polokoulí.

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

Bez polárního zalednění



Podozamites, svrchní trias, cykasovitá rostlina, Grónsko



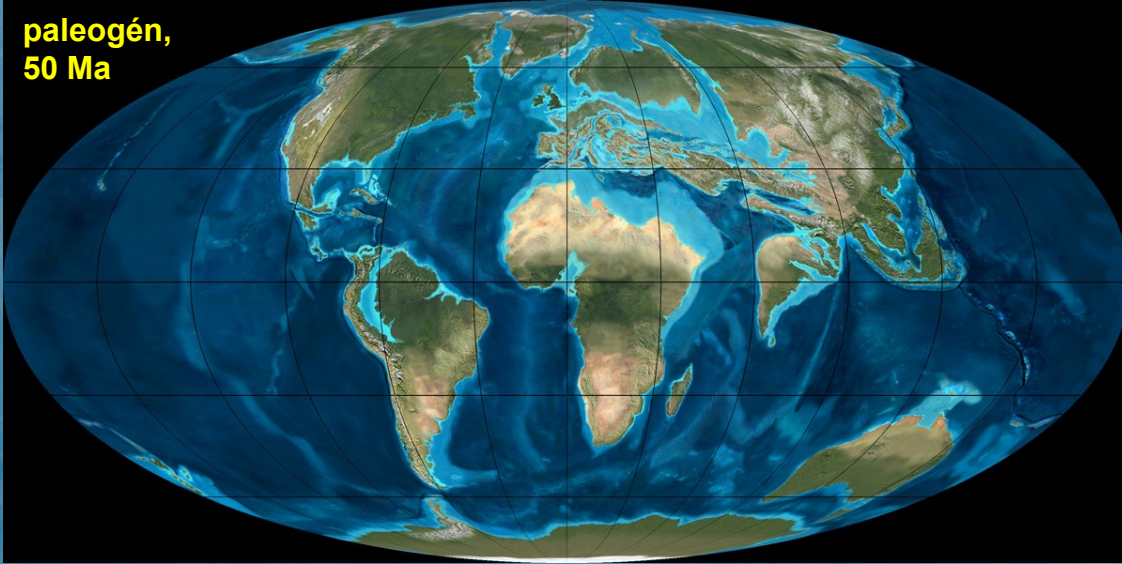
Rekonstrukce pralesní vegetace vých. Grónska ve svrchním triasu.



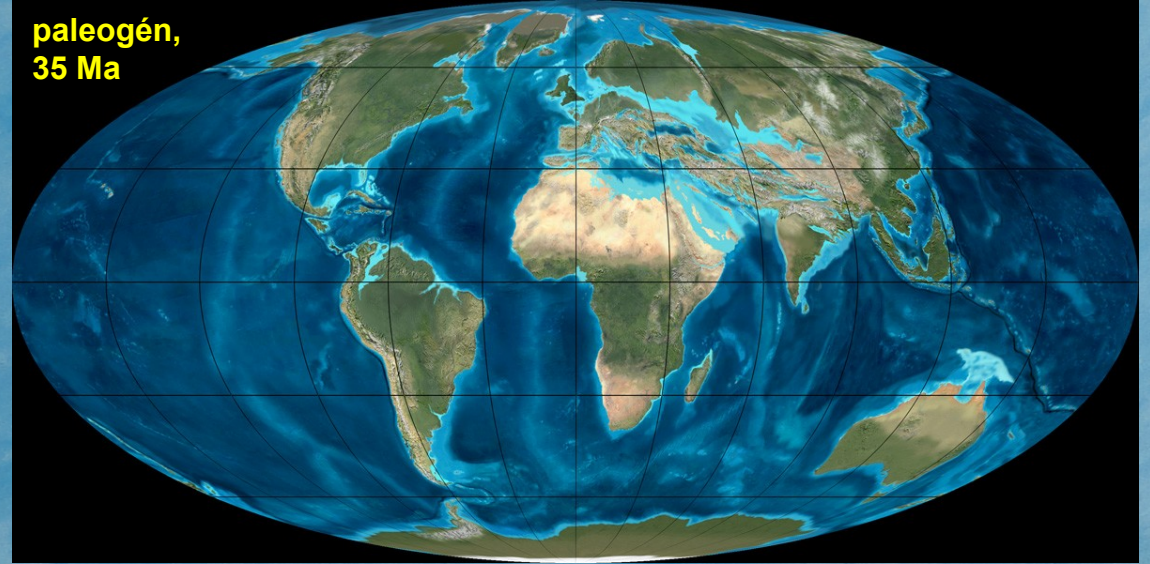
Gingkovité rostliny, vých. Grónsko.

Rozpad Pangey – vývoj do recentu

paleogén,
50 Ma

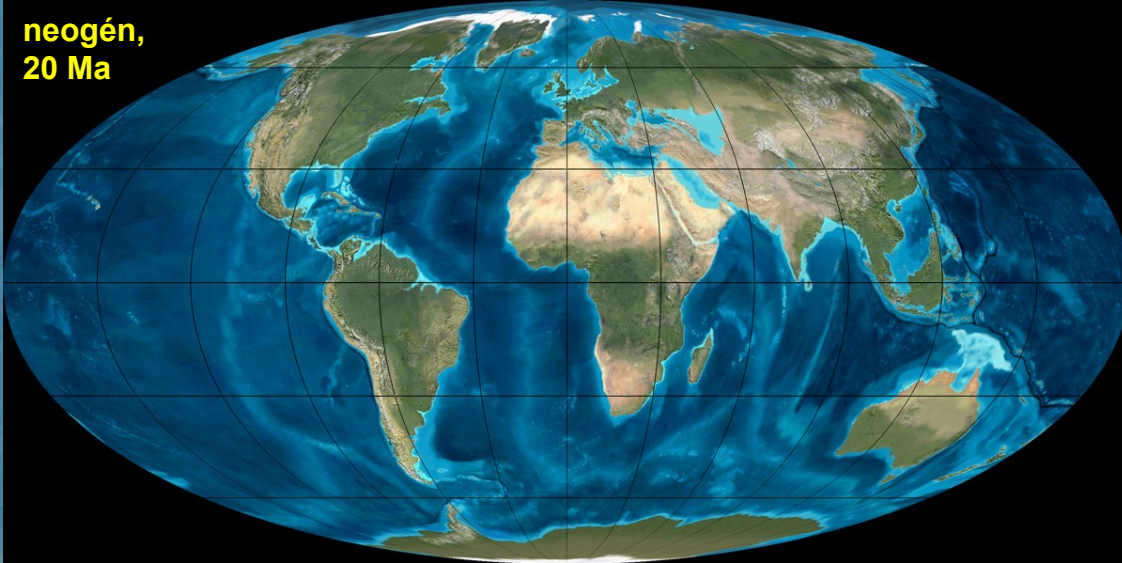


paleogén,
35 Ma

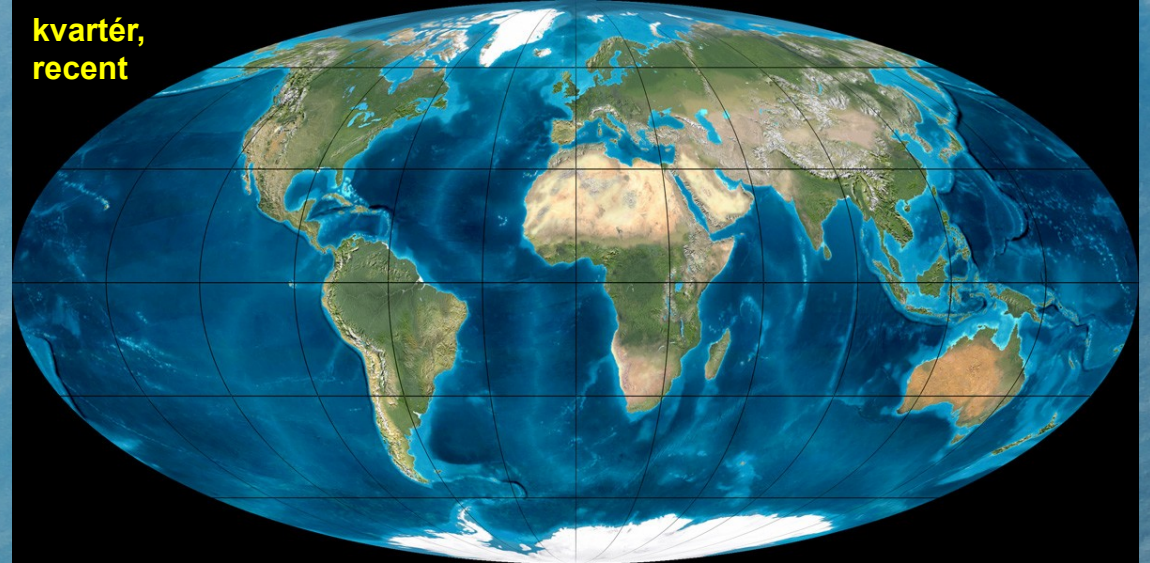


Rozdělení Pangey – nový Wilsonův cyklus. Oddělení **bloku Indie-Austrálie-Antarktida** uprostřed jury. **V paleogénu naposledy globální rozšíření teplomilné flóry.** Rozpad bloku I-A-A a postupný **přesun Antarktidy do jihopolární pozice** během křídý a paleogénu. Současně pokračující **posun Severní 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

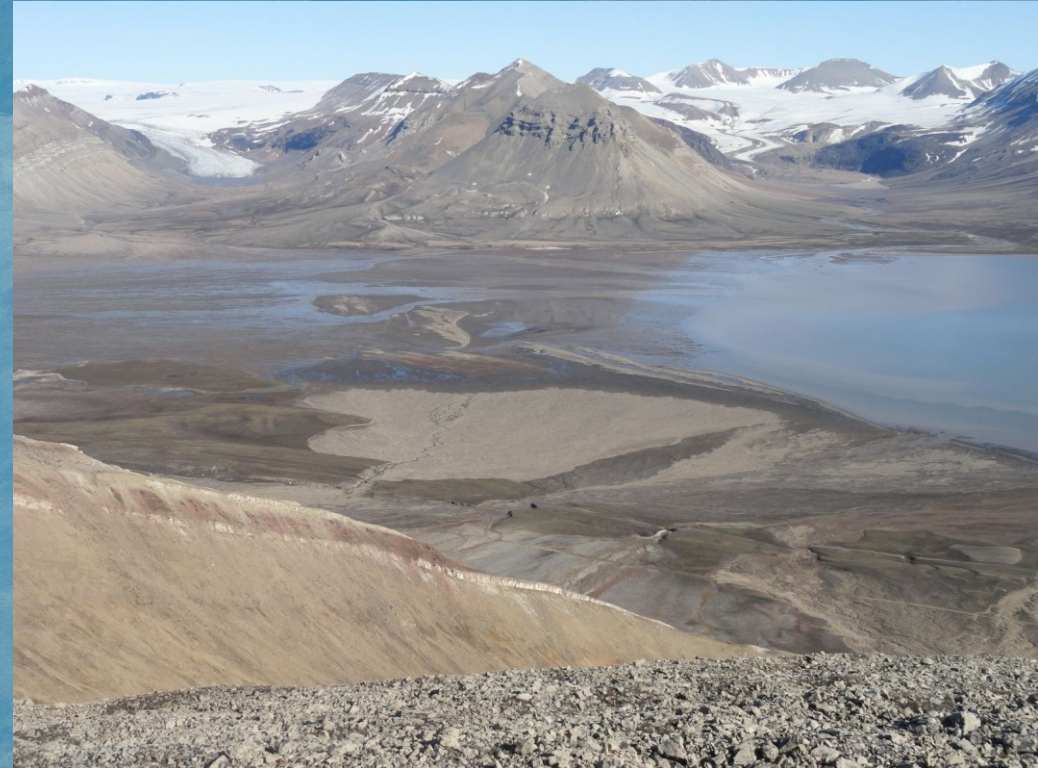


Ve volné přírodě roste *Metasequoia glyptostroboides* už jen v Číně



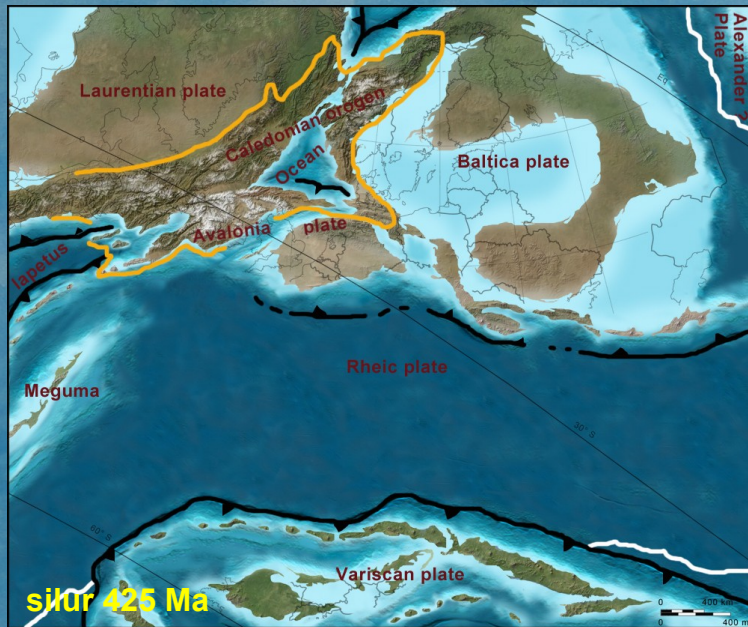
Metasequoia, paleocén, Longyearbyen, Spitsbergen

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



Kambrium)– základy českého masivu tvořily geotektonicky a geograficky samostatné drobné terány (můžeme si představit jako malé ostrovy nebo i zaplavenou kůru pevninského typu) budované prekambriky 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 driftují spolu s Gondwanou směrem k Laurentii a Baltice (od začátku devonu Laurussii).

Zánik oceánské litosféry prooceánu 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 – diferenciací 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.