

Geológia

Dana Sitányiová, AE114

Prednáška 1 – Stavba a vek Zeme



Program prednášok

1.	Úvod do predmetu, požiadavky na zápočet a skúšku, zemské teleso, čas v geológii
2.	Vnútoraná dynamika Zeme
3.	Horninotvorné minerály, horninotvorný cyklus
4.	Magmatické horniny
5.	Metamorfóza, metamorfované horniny
6.	Vonkajšia dynamika Zeme, exogénne činitele
7.	Voda a jej vlastnosti, chemizmus vody, podzemná voda
8.	Sedimentárne horniny
9.	Vznik a vývoj Západných Karpát
10.	Geomorfológia
11.	Geofaktory životného prostredia, monitoring, mapy
12.	Diskusia a konzultácie k predmetu

Odporúčaná literatúra

- Rybáriková – Geológia (nielen) pre stavbárov, Žilinské tlačiarne, 2004
- Šubjaková – Geológia (návody na cvičenia), EDIS Žilina, 2001
- Čabalová, Baliak, Kopecký – Geológia, STU Bratislava, 1999
- Šajgalík, Čabalová – Geológia, SNTL, 1986
- Vass, Beláček – Geológia, TU Zvolen, 1997
- Geologická mapa SR v M 1:500 000, GSSR, Bratislava
- Mosný – Hydrológia, STÚ Bratislava 2002
- Bizubová, Škvarček – Geomorfológia, UK Bratislava 2003.....

Požiadavky na absolvovanie predmetu

- Cvičenia – poznávanie hornín, iné (podľa vyučujúceho)
- Body cvičenia = max. 30
(10/testy alebo seminárna práca +20/test poznávanie hornín)
- Skúška = max. 70, písomný test, hromadný termín
- Predmet body 30 + 70 = 100 bodov
- Hodnotenie: FX < 61, E > 61, D > 69, C > 77, B > 85, A > 93

Prečo tento predmet?

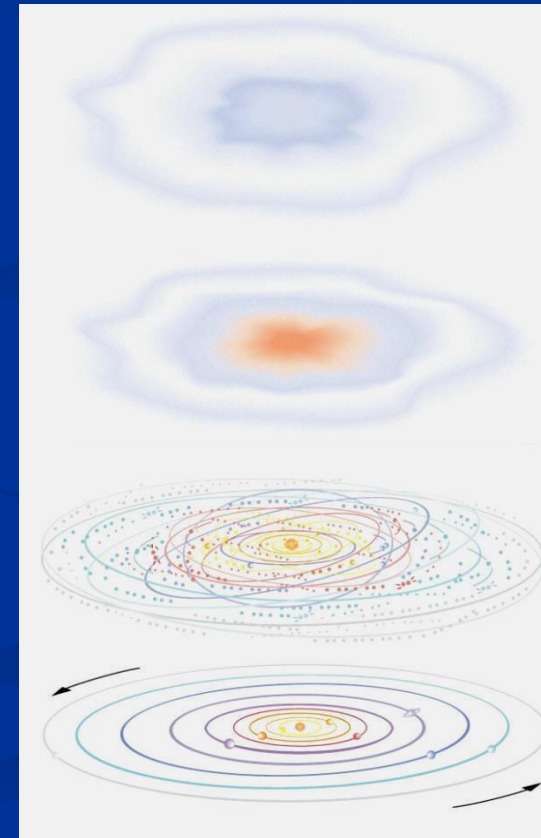
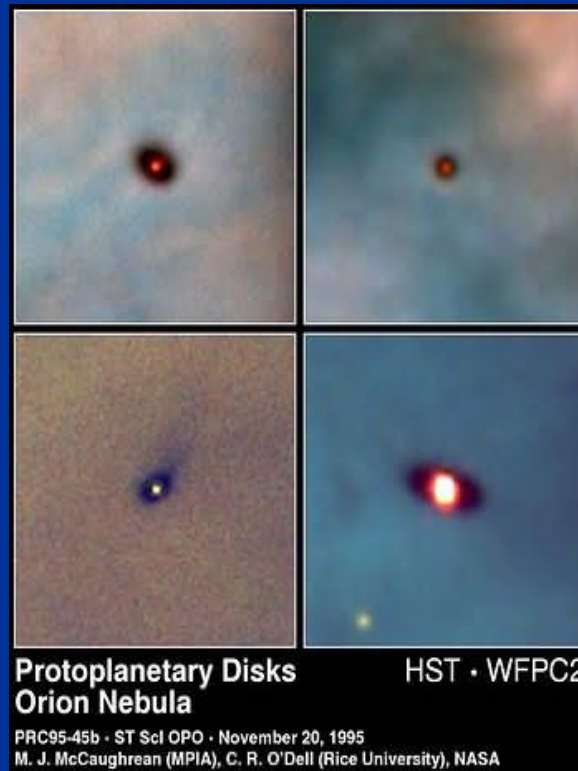
- Základová pôda
- Základové pomery
- Geofaktory – riziká a potenciály
- Stavebný materiál

Postavenie Zeme vo vesmíre

- Slnčná sústava vznikla pred cca 5 miliardami rokov zo slnečnej hmloviny.
- Skladá sa zo slnka a planét, ich mesiacov, komét, malých planétok, meteoroidov a drobného medziplanetárneho prachu.
- Slnko predstavuje viac ako 98% hmoty celej Slnčnej sústavy a celú sústavu zásobuje energiou uvoľňovanou v slnečnom jadre.
- Okolo Slnka obieha osem planét. Ich spoločnou charakteristikou je relatívne malá hmotnosť (v porovnaní s hviezdami) a nízka povrchová teplota.

Nebulárna hypotéza

Predpokladá sa, že Slnecná sústava sa vytvorila z plynnej hmloviny alebo akreačného disku. Tento predpoklad sa nazýva hmlovinová alebo nebulárna hypotéza. Nebulárnu hypotézu prvýkrát sformuloval v roku 1755 Immanuel Kant, ktorý tvrdil, že hmloviny pomaly rotujú, postupne kondenzujú a zmršťujú sa, pričom môžu vytvoriť hviezdy a planéty. Podobný model zaviedol v roku 1796 Pierre-Simon Laplace.



Planéty

Planéty slnečnej sústavy sa delia do dvoch skupín:

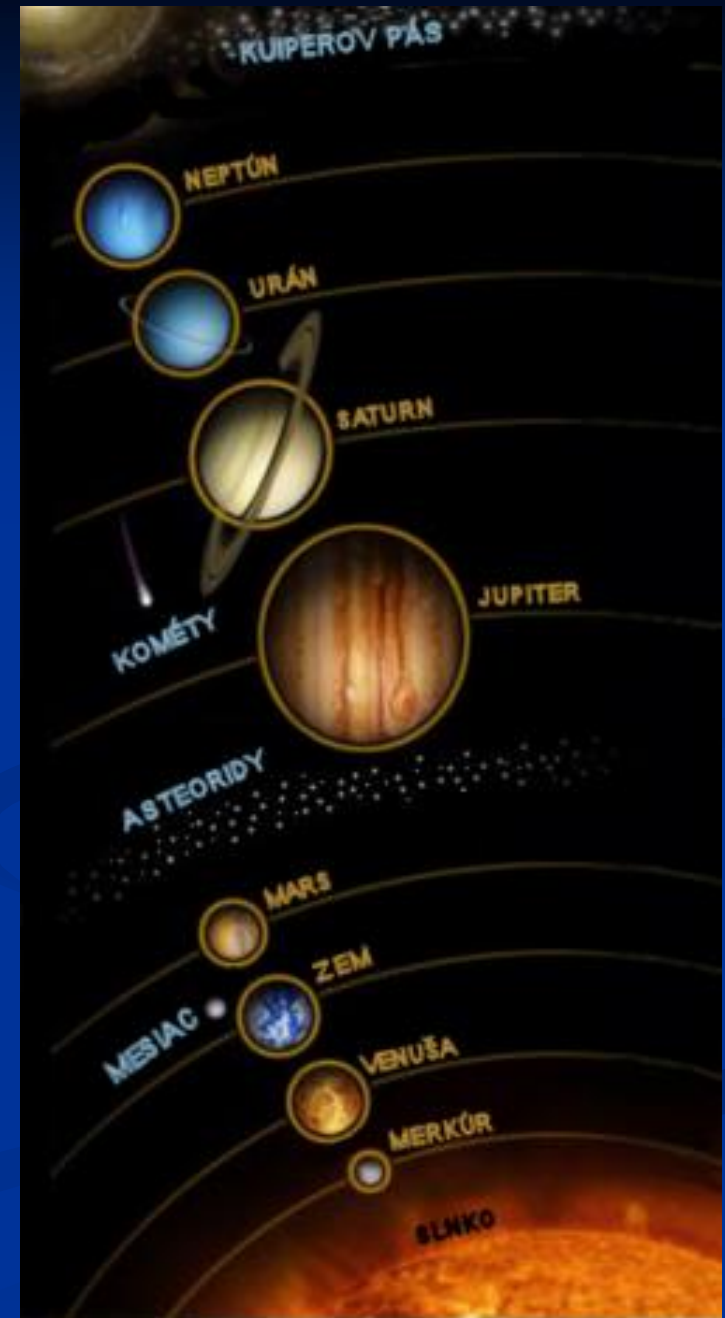
Malé, terestrické planéty:

Merkúr, Venuša, Zem,
Mars

Veľké, joviálne planéty:

Jupiter, Saturn, Urán,
Neptún

+ Pluto?



Fyzikálne vlastnosti planét Slnečnej sústavy

Planéta	Rovníkový priemer		Hmotnosť (Zem = 1)	Hustota [kg.m ³]	Gravitačné zrýchlenie na povrchu [m.s ⁻²]
	[km]	(Zem = 1)			
Merkúr	4 879	0,38	0,055 3	5 427	3,7
Venuša	12 104	0,95	0,815	5 243	8,9
Zem	12 756	1,000	1,000	5 515	9,8
Mars	6 794	0,53	0,107	3 933	3,7
Jupiter	142 984	11,176	317,83	1326	23,1
Saturn	120 536	9,422	95,159	687	9,0
Urán	51 118	4,00	14,536	1270	8,7
Neptún	49 528	3,87	17,147	1638	11,0
Pluto	2 300	0,18	0,002 1	1960	0,6

Zem



Zem v číslach

Rovníkový priemer:	12 756 km
Hmotnosť:	$5,976 \cdot 10^{24}$ kg
Dĺžka dňa:	23 h 56 m 4 s
Dĺžka roka:	365,256 d

Zem - fakty

- je najväčšia medzi terestrickými planétami.
- atmosféra Zeme je do značnej miery ovplyvnená biosférou a je zložená z dusíka (78 %), kyslíka (21 %), argónu (necelé 1 %) a zbytok tvorí premenlivé množstvo vodných pár, oxid uhličitý a ďalšie plyny.
- atmosferický tlak - 100 kPa (na hladine mora).
- vo výške 20-30 km je zvýšená koncentrácia ozónu, ktorá chráni Zem pred nebezpečným ultrafialovým žiarením (ozónová vrstva).
- Teploty sa pohybujú od $-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ (v Antarktíde) do $+60\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Sahara, Údolie smrti v USA). Priemer = $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Zemská os sa odchyľuje od kolmice na rovinu zemskej dráhy o $23,5^{\circ}$ → dochádza ku striedaniu ročných období.

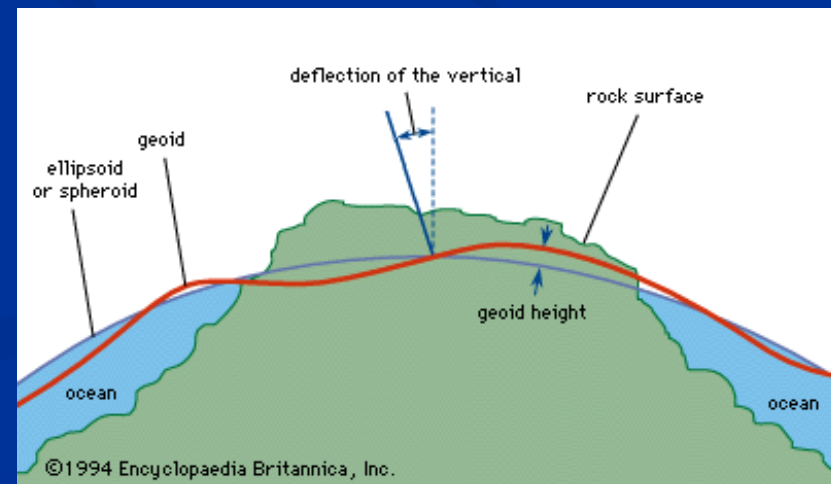
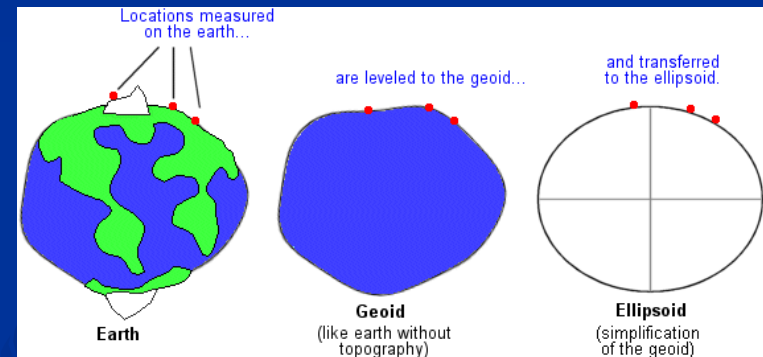
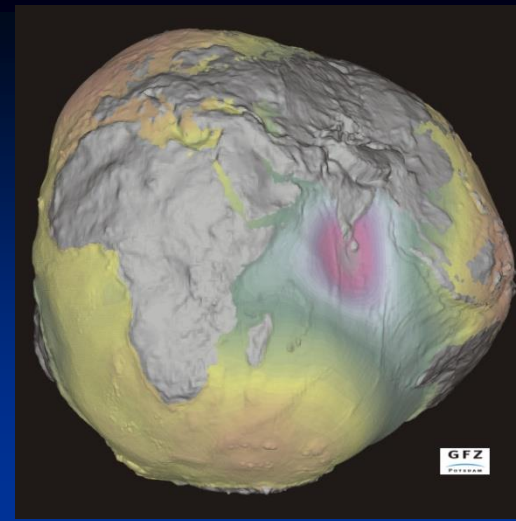
Mesiac

- Okolo Zeme obieha mesiac, v priemernej vzdialenosti 384 400 km od Zeme
- Má priemer 3 476 km.

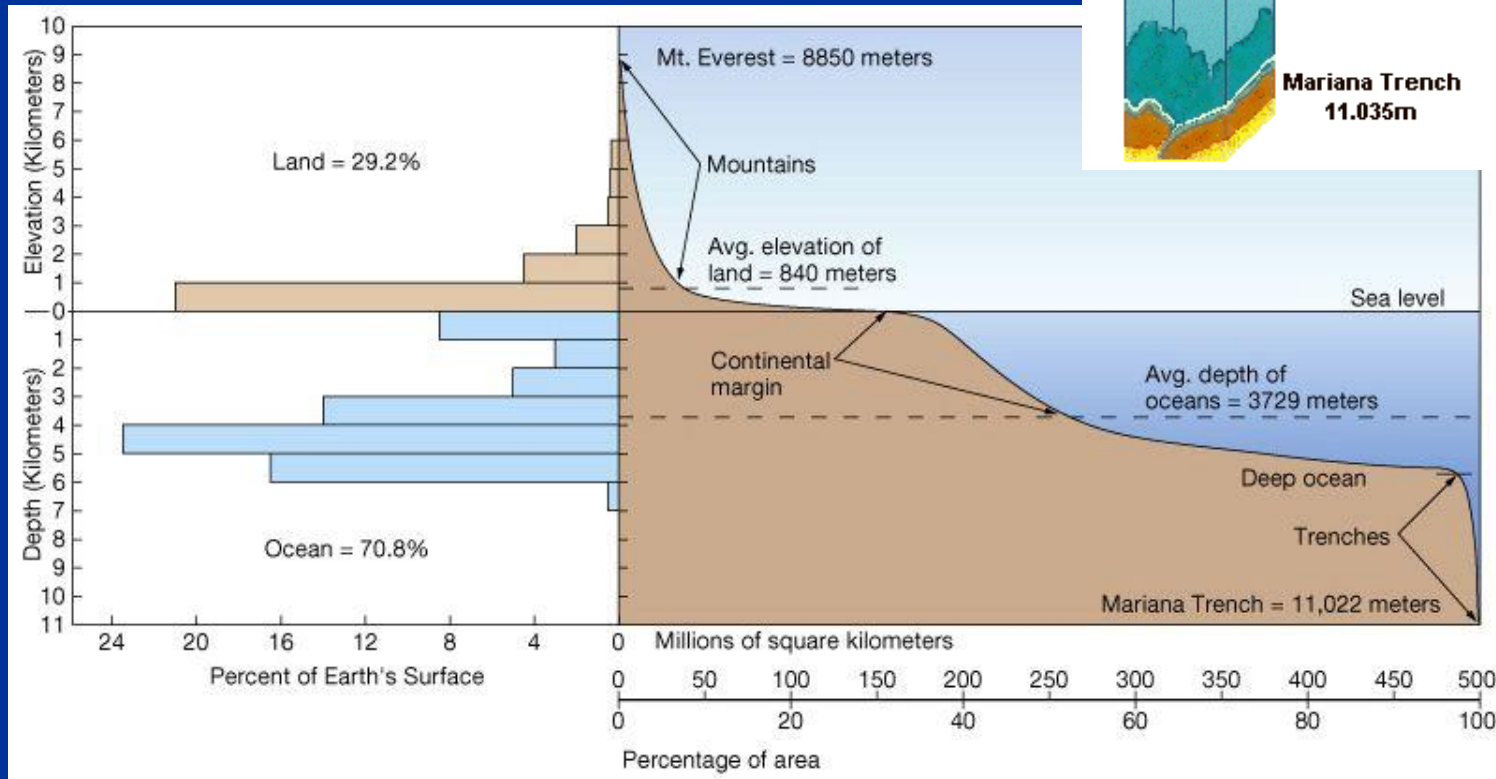
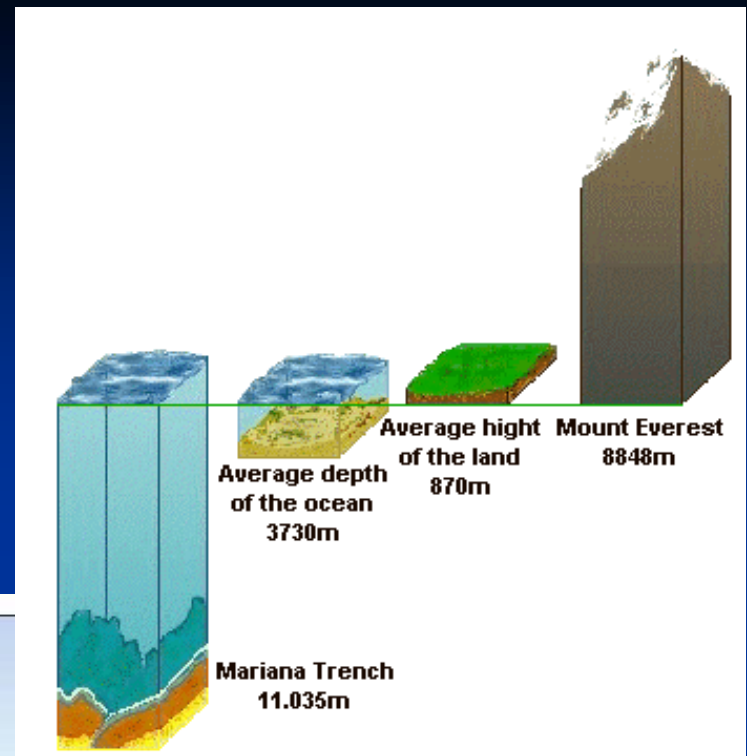


Tvar Zeme

- Aristoteles ako prvý dospel k názoru že Zem je guľatá.
- Zem nie je presná guľa, ale je na póloch sploštená. (rovníkový priemer: 12 756 km, poludníkový priemer: 12 713 km).
- Tvar Zeme najpresnejšie vystihuje geoid. Geoid je matematický model povrchu Zeme pri strednej hladine oceánu, je to ekvipotenciálna plocha ku gravitácii, t.j. plocha s rovnakou úrovňou tiažového zrýchlenia.
- Kartografia využíva pravidelný tvar - referenčný elipsoid.

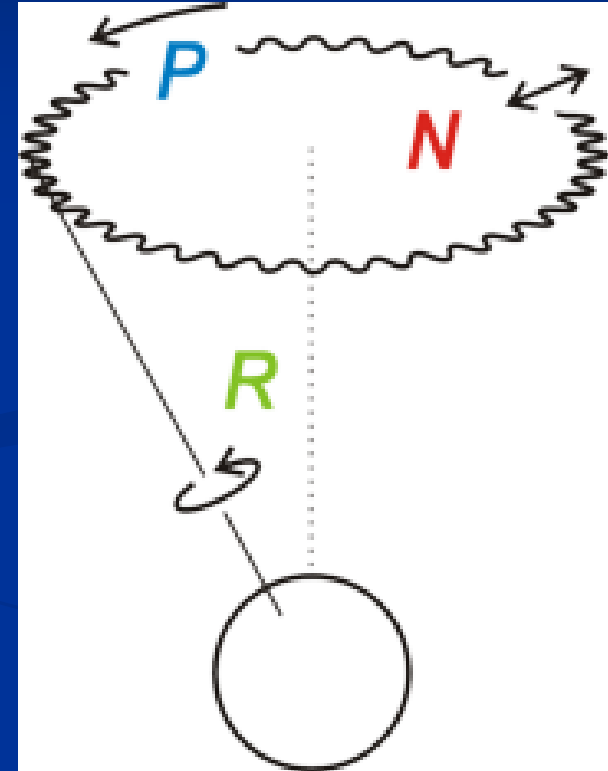


Hypsografická krivka

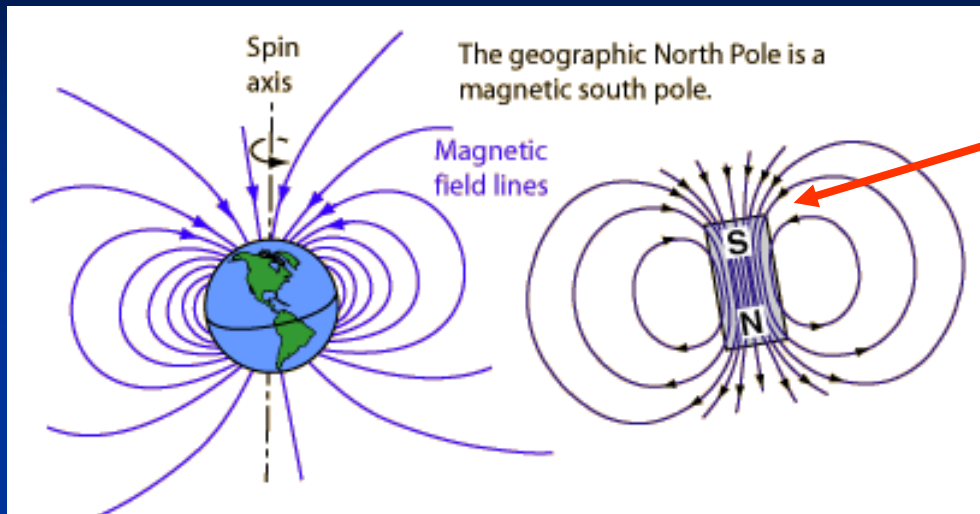


Pohyby Zeme

- **R**otácia okolo osi trvá 23 hodín, 56 minút a 4,091 sekúnd
- Zem obehne Slnko za 365,2564 dní (rýchlosť - 30 km/s)
- **P**recesný pohyb – krúživý pohyb zemskej osi (25 800 rokov)
- **N**utačný pohyb (18,6 roka)
- Perihélium 147 098 074 km
0,983 289 9 AU, Afélium
152 097 701 km 1,0167103 AU



Magnetické pole Zeme

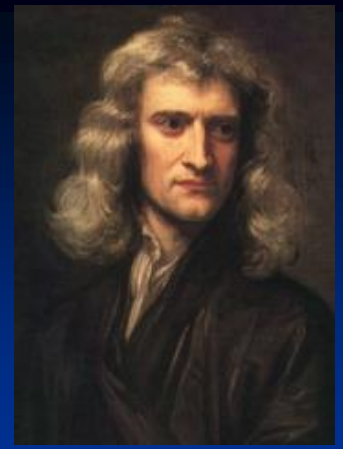


Geografický Severný pól je magnetický južný pól

- Vo vnútri, na povrchu a v priestore okolo Zeme existuje magnetické pole.
- Je dôsledkom hydromagnetických procesov, ktoré prebiehajú v kvapalnom a elektricky vodivom zemskom jadre.
- Teória vzniku a udržiavania geomagnetického poľa na tomto princípe sa nazýva teória hydromagnetického dynama.

Gravitácia

$$F = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

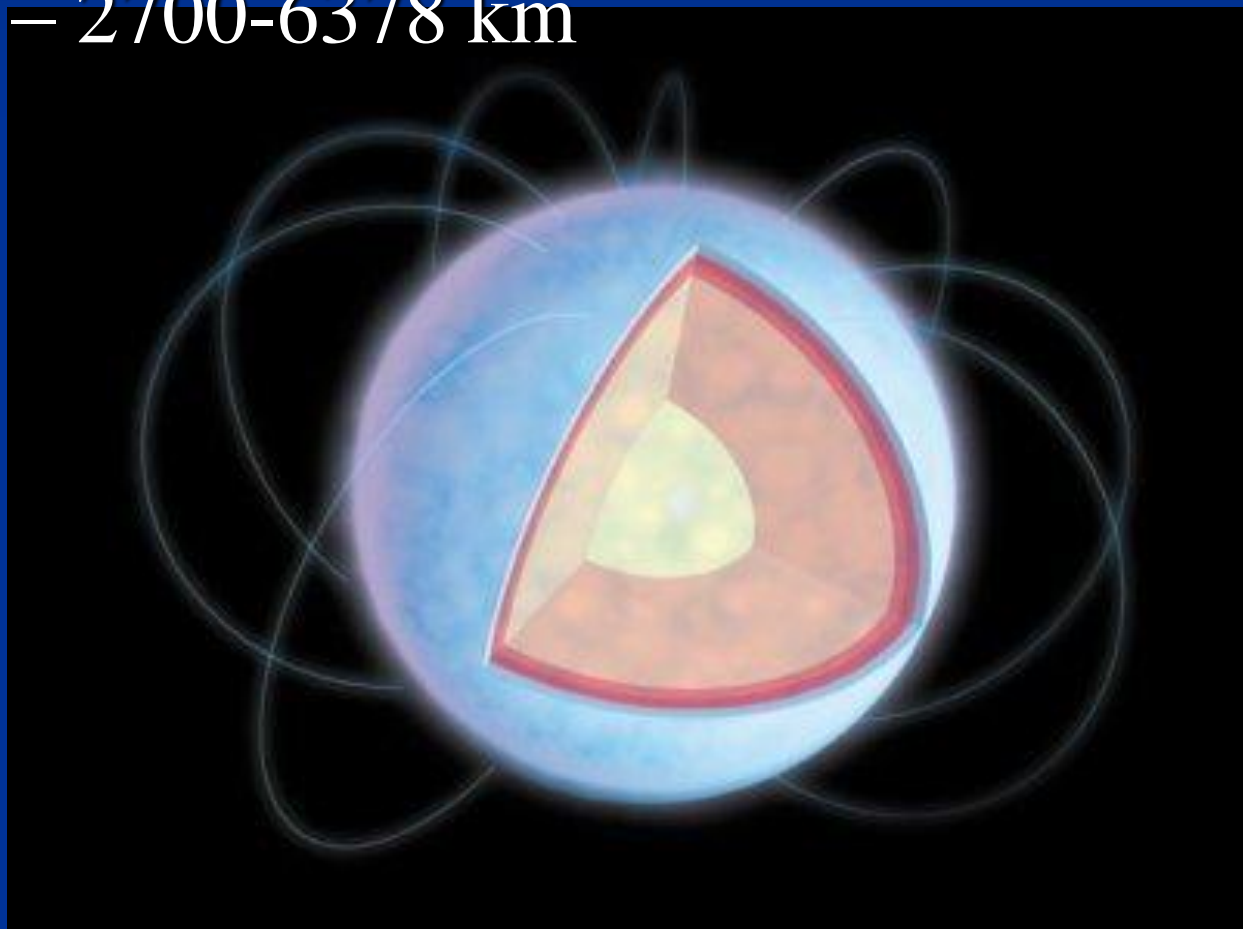


- Gravitácia je príťažlivá sila pôsobiaca medzi hmotnými telesami.
- Gravitácia patrí medzi sily pôsobiace na diaľku, vytvára gravitačné pole.
- Gravitačná sila má rozhodujúce postavenie v dynamike vesmíru, stavbe galaxií, hviezdokop i slnečnej sústavy.
- Je dôležitá pre príliv a odliv, formovanie pohorí, stavbu tiel rastlín i živočíchov.

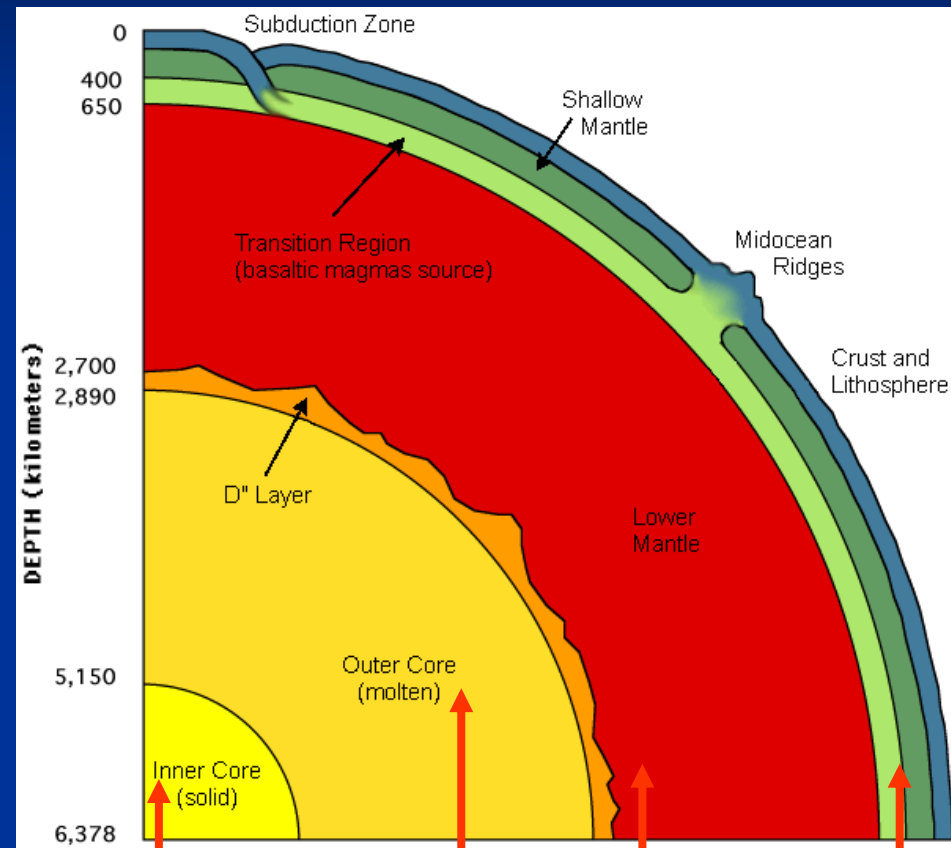


Zemská kôra

- Zemská kôra – 10-80 km
- Zemský plášť – 80-2700 km
- Zemské jadro – 2700-6378 km

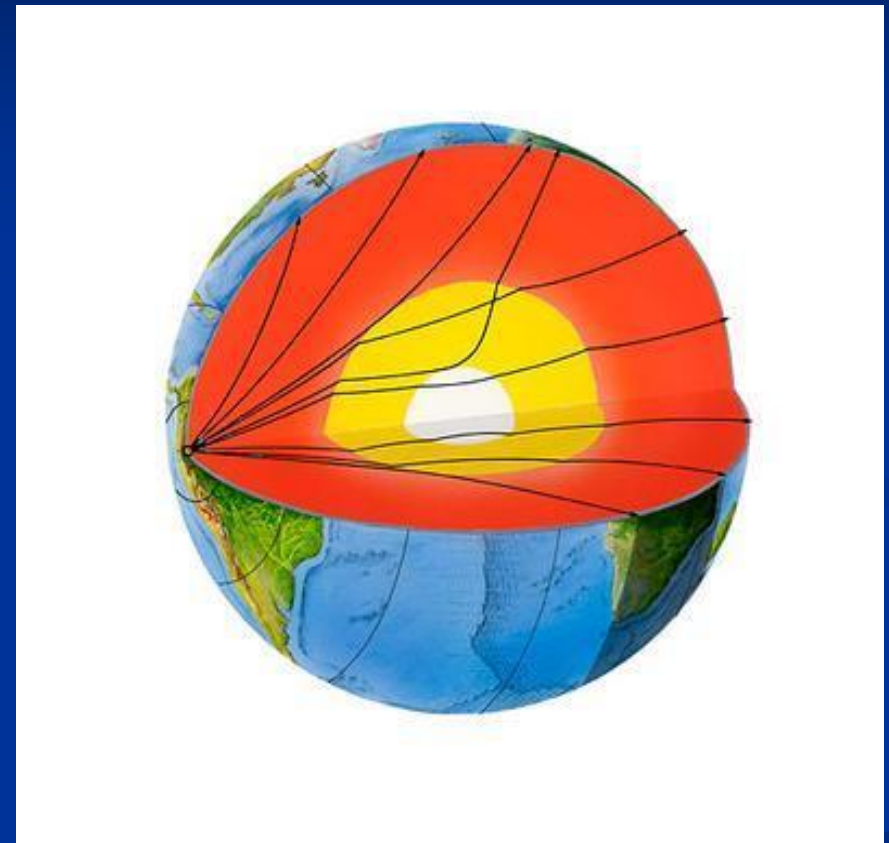


Stavba Zeme



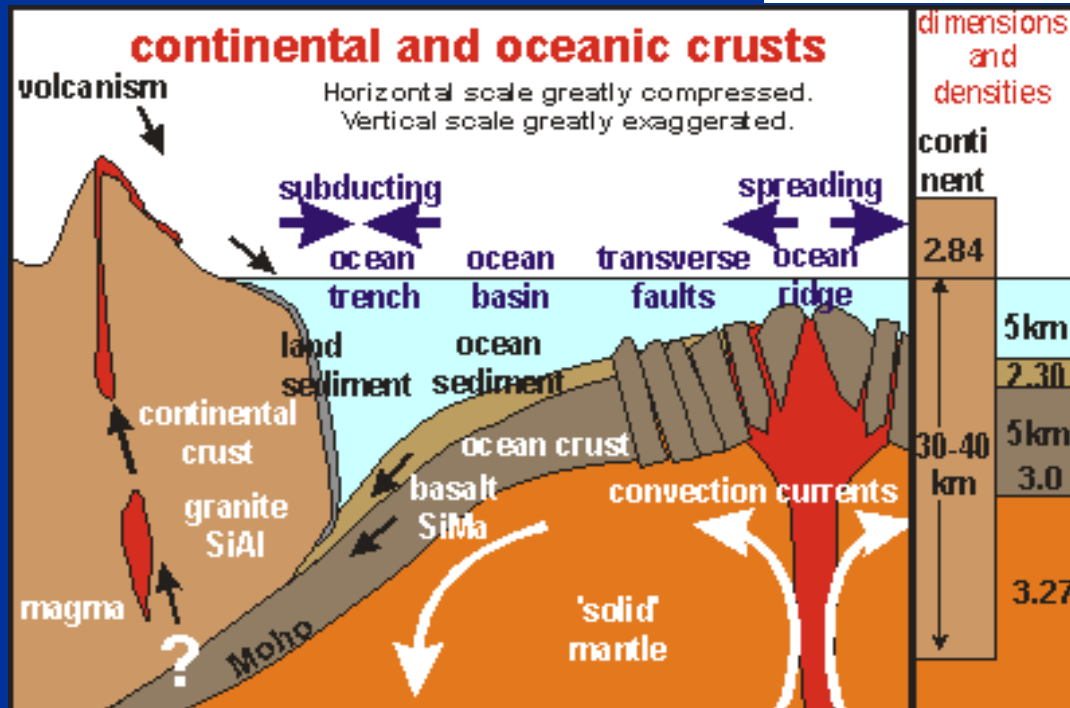
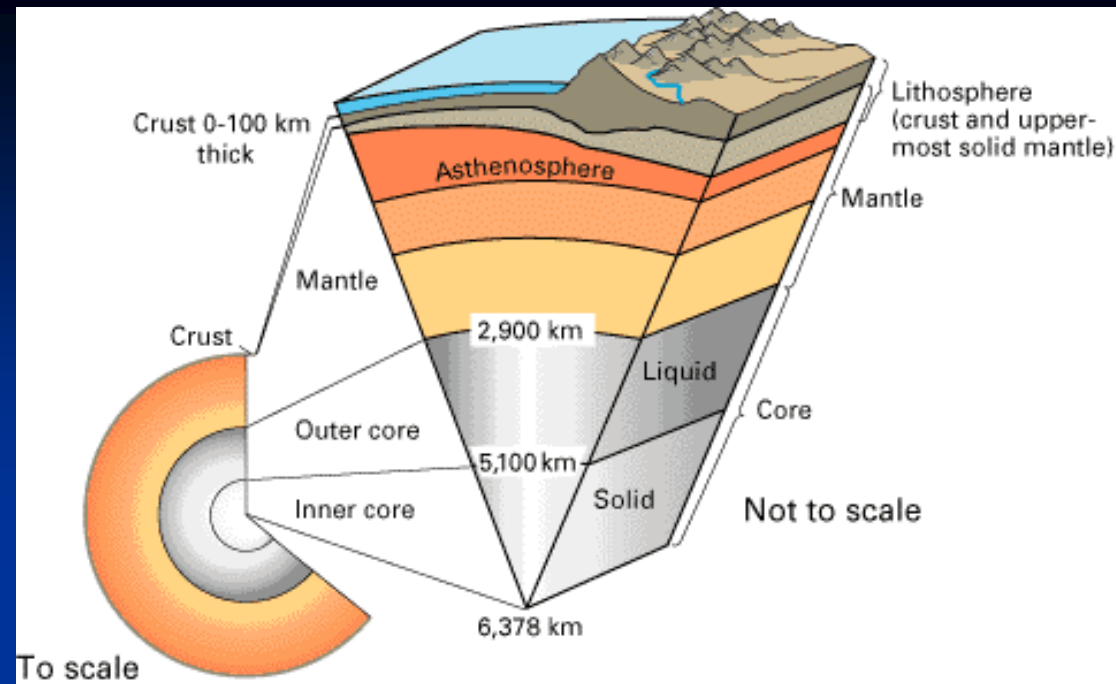
vnútorné a
vonkajšie jadro

plášť kôra



Šírenie seizmických vln v
zemskom telese

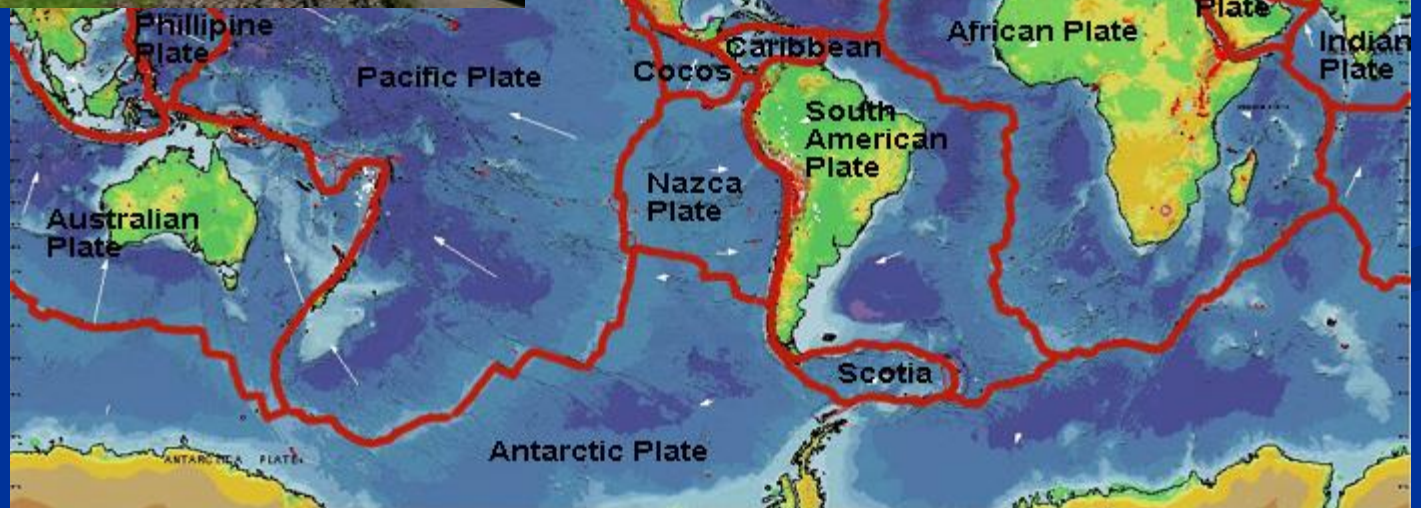
Stavba kôry



Globálna tektonika



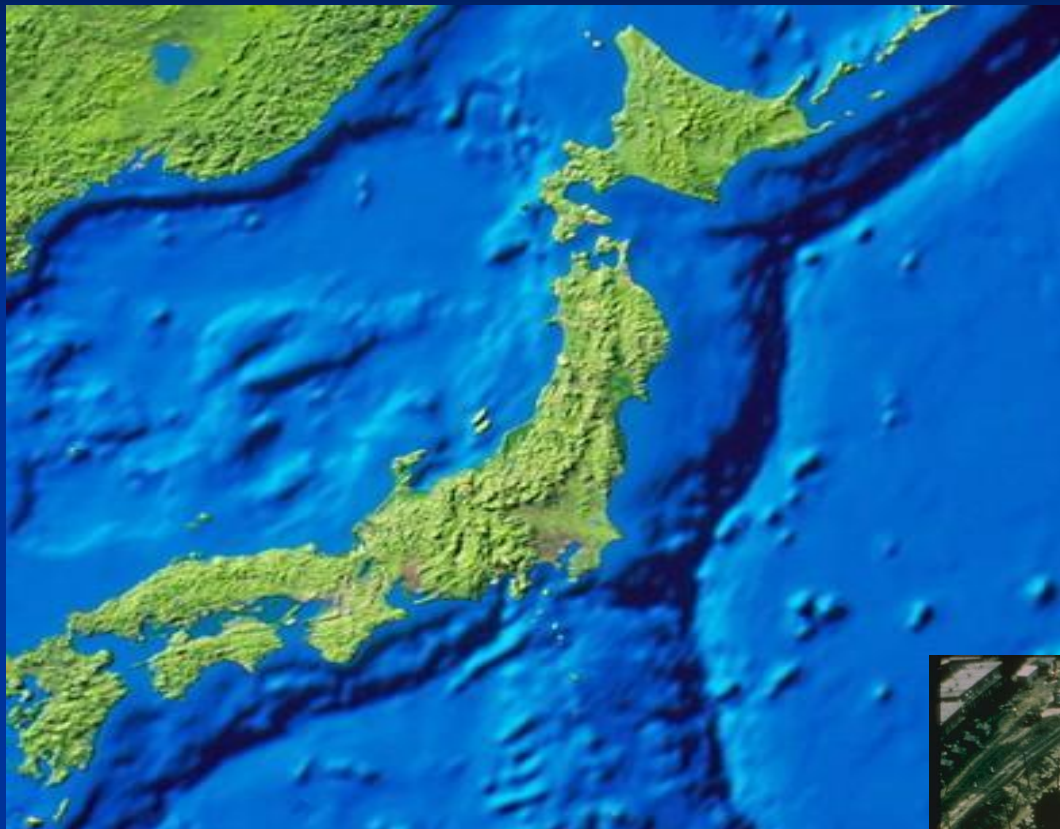
Styk dosiek - SA a európska - Island



Island – prejavy tektoniky na povrchu



Japonsko – subdukční zóna

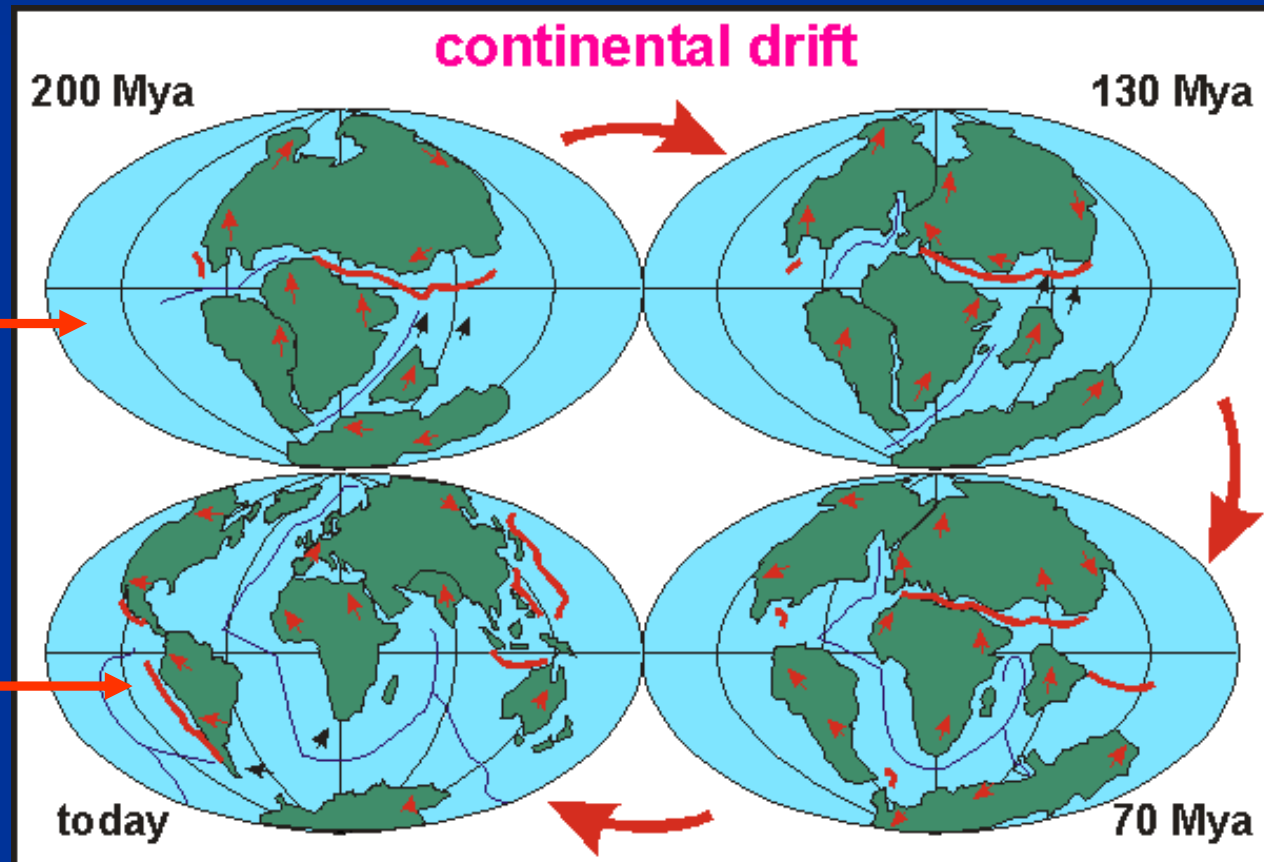


Kontinentálny drift

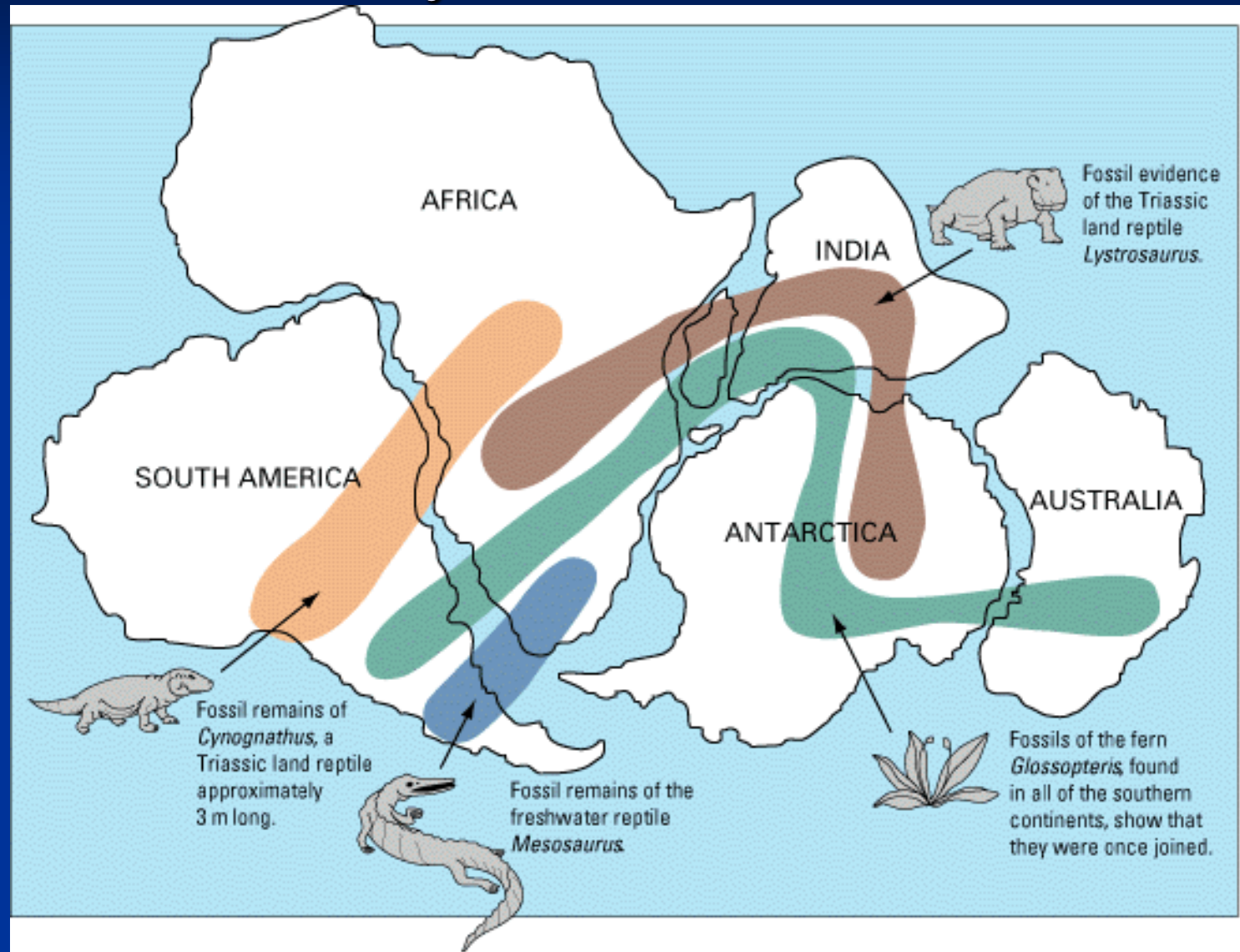
- Alfred Wegener, 1912 – teória kontinentálneho driftu
- Superkontinent Pangea pred 250 mil. rokmi

pred 200 mil. rokov

dnes



Dôkazy teórie driftu – výskyt druhov na viacerých kontinentoch



Zem – astrálne obdobie

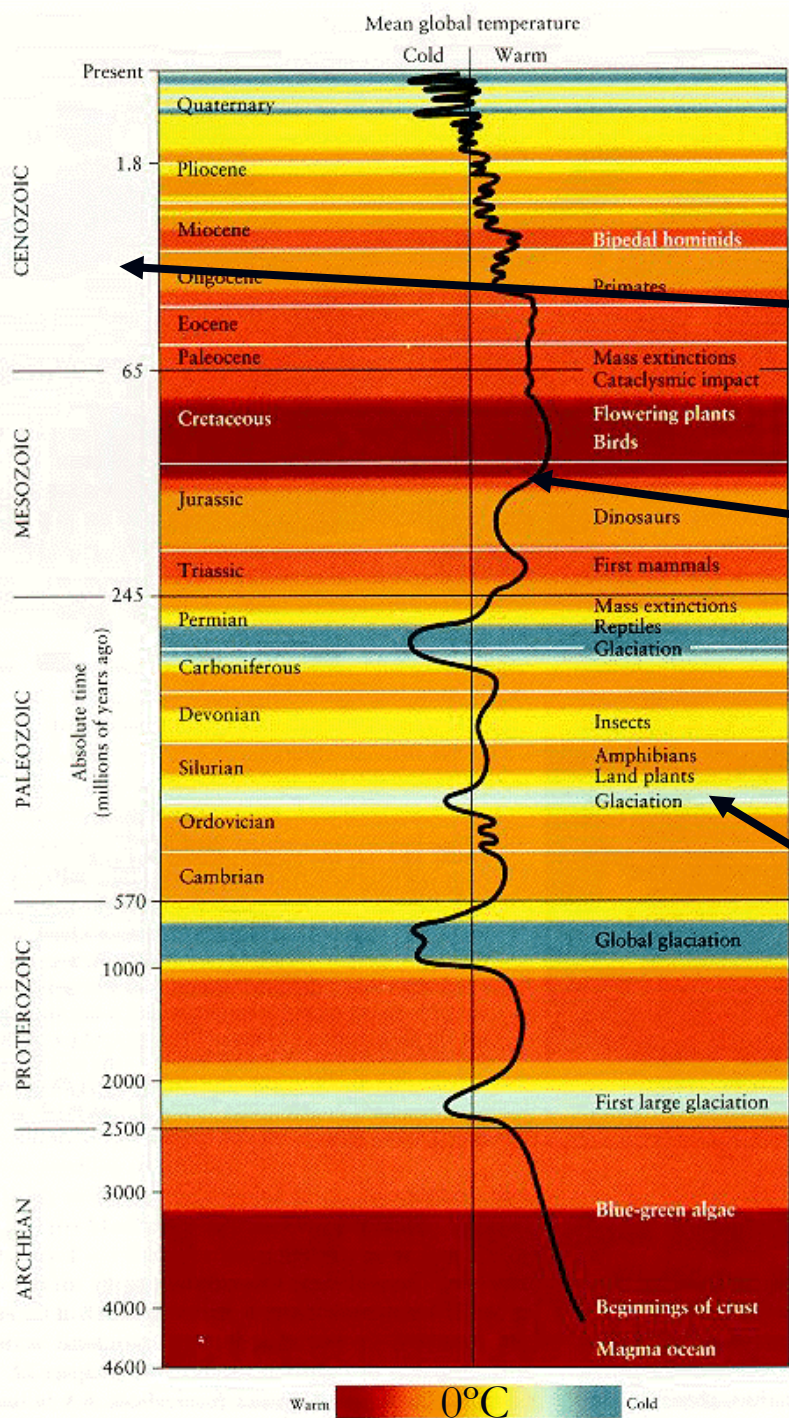
- Vek Zeme je približne 4,5 miliardy rokov.
- Rádiometrickým datovaním zirkónu z Jack Hills v Austrálii bol stanovený jeho vek na 4,4 mld. rokov.
- Utváranie Zeme akréciou tuhých častíc sa začalo čoskoro po vzniku inklúzií a meteoritov pri vzniku sl. sústavy – astrálne obdobie.
- Diskovité teleso zložené zo zamrznutých vodných a amoniakových pár s prímiesou niektorých ľahších prvkov (vodíka, dusíka, hélia) a ťažkých prvkov a ich zlúčenín.

Vývoj zemskej kôry

- Vývoj delíme na kvalitatívne odlišné etapy - *éry*, ktoré na seba nadväzovali, ale navzájom sa odlišovali.
- Rozmedzím medzi týmito etapami sú obdobia veľkých zmien zemského povrchu, spôsobených vývojom vnútorných častí zemského telesa.
- Rozlišujeme päť alebo šesť takých veľkých ér.
- Éra sa delí na menšie časové úseky - *útvary*.
- Zoradením vzniká *stratigrafická tabuľka* - geologický kalendár - zmeny zemského povrchu aj biosféry.

Stratigrafická tabuľka

Éra		Útvar		Spodné časové hranice v mil. r.	Vývoj života
Kenozoikum	štvrtohory	holocén pleistocén		0,01 2	Homo erectus – Homo sapiens sapiens
	treťohory	pliocén miocén oligocén eocén paleocén		5 22 38 54 65	Cicavce, kone, opice, prudký rozvoj rastlín
Mezozoikum	druhohory	krieda/ Alpínska etapa jura trias		135 190 225	veľjaštery, žaby, vtáci, hady, cykasy, kvitnúce rastliny
Paleozoikum	prvohory	mladšie	380 345	Hercýnska etapa	hmyz, plazy, paprade, plavúne - uhlie
		staršie	395 430 500 580	Kaledonská a Asyntská etapa	horotvorné procesy trilobity, stavovce, hlavonožce, žraloky, riasy
Proterozoikum	starohory	Predasyntská etapa		2500	život v moriach, sinice vrásnenie
Archeozoikum	prahory	Predasyntská etapa		3800	zárodoky budúcich kontinentov sopečná činnosť jednobunkovce
Kozmické (astrálne obdobie)		Predasyntská etapa		4750	vznik zemskeho telesa vytváranie kôry



Present



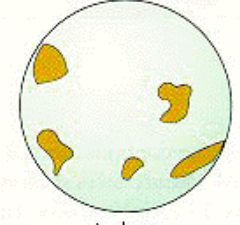
Permian



Cambrian



Proterozoic



Archean

Vývoj zemskej kôry

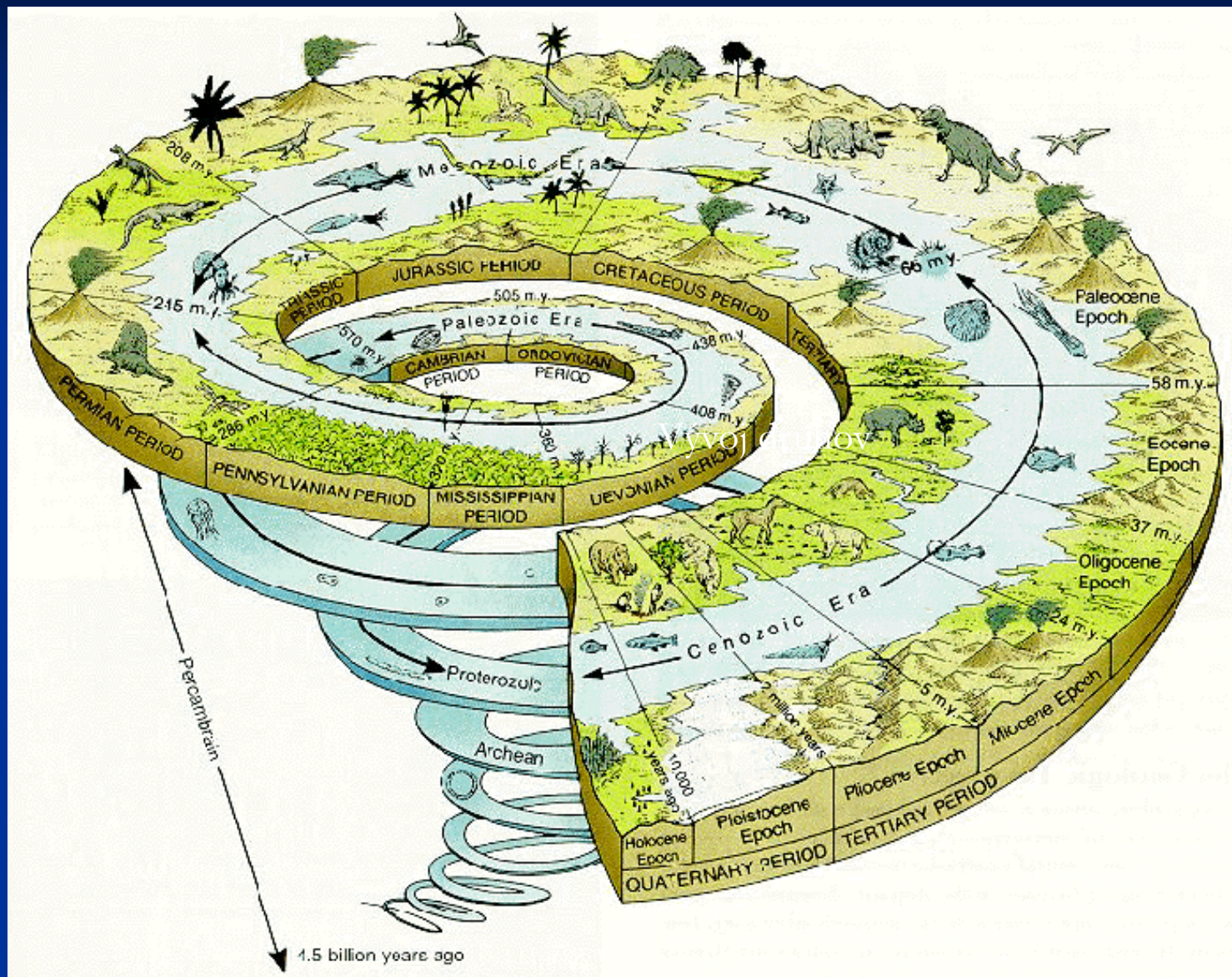
Časová os

Stredná globálna teplota

Pohyb kontinentov

Vývoj druhov

Špirála života – vývoj druhov



Vývoj kôry

Pred 4,3 miliardami rokov

- povrch Zeme lávový,
- silná sopečná činnosť,
- vytvorilo sa husté jadro zo železa s prímiesou niklu,
- druhotné ovzdušie prevažne z oxidu uhličitého, vodnej pary a dusíka
- postupné ochladzovanie

Vývoj kôry

Pred 4 miliardami rokov

- Klesla teplota ovzdušia natol'ko, že sa vodná para začala zrážať a pršalo milióny rokov.
- Na konci tohto obdobia sa zemský povrch ochladil a voda zalievala časť zemskej kôry, vytvárali sa moria a oceány.
- Súvislá vrstva oblačnosti sa trhala a na Zem prvý raz zasvietilo Slnko. Svietivosť Slnka bola cca o 40% menšia ako dnes, avšak jeho ultrafialové žiarenie bolo asi desaťtisíckrát intenzívnejšie.
- Slnečný vietor bol taký mohutný, že odvial prvotnú atmosféru Zeme.

Vývoj kôry

Pred 3,8-3,5 miliardami rokov

- Vytvorili sa podmienky vzniku života. Živé organizmy boli výhradne jednobunkové, mikroskopických rozmerov a ich životným prostredím bola voda.

Pred 570 miliónmi rokov

- Zemská kôra nadobudla vlastnosti dnešnej zemskej kôry.

Pred 200 miliónmi rokov

- Dnešné kontinenty sa v tejto dobe postupne odtrhli od jedinej prapevniny zvanej Pangea, ktorá bola obklopená jediným praoceánom nazvaným Pantalasa. Pangea sa rozpadla na južnú pevninu - Gondwanu a severnú pevninu - Lauráziu.

Vývoj kôry

Pred 65 miliónmi rokov

- V tejto dobe vznikol Indický oceán, oddelila sa Austrália od Antarktídy, India narazila na Euráziu, čoho dôsledkom je vyvrásnenie najmohutnejšieho pohoria sveta -- Himaláji. Pohyby kontinentov pokračujú naďalej.

Zemská kôra – 0,3 % zemského polomeru

- **Kontinentálna** (horniny: granitoidy, metamorfity, bazaltoidy) priem. hrúbka 45 km
- **Oceánska** (horniny: sedimenty, ultrabáziká) priem. hrúbka 5 km
- **Prechodný typ** (horniny: prevládajú bazalty)

Horniny - typy

- **Magmatické** (vyvreté)
- **Sedimentárne** (usadené)
- **Metamorfované** (premenené)
- **Pyroklastické** (zmiešané)

Hlavné prvky v zemskej kôry: O, Si, Al, Fe, Ca,
Na, K, Mg

- Prvky a zlúčeniny tvoria minerály
- Mineralógia – veda o mineráloch
- Petrografia – veda o horninách
- Minerály tvoria horniny

magmatické

Horniny

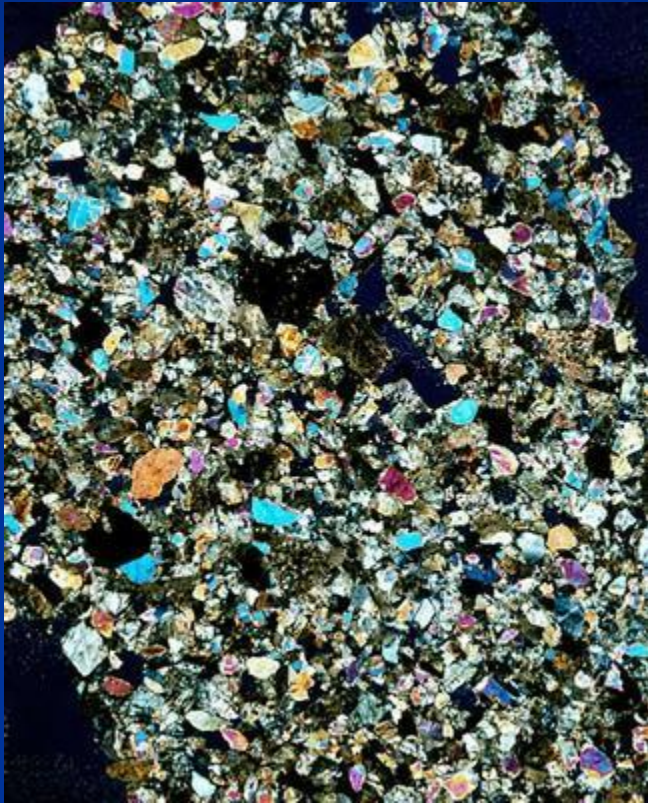
metamorfované



sedimentárne

pyroklastické

Minerály pod mikroskopom



Atmosféra

Exosféra

800 km

Termosféra

690 km

Mezosféra

80 km

Stratosféra

50 km

Troposféra

18 km

podľa [NASA](#)

Plyn

dusík (N₂)

78,084%

kyslík (O₂)

20,946%

argón (Ar)

0,9340%

oxid uhličitý (CO₂)

365 ppmv

neón (Ne)

18,18 ppmv

hélium (He)

5,24 ppmv

metán (CH₄)

1,745 ppmv

kryptón (Kr)

1,14 ppmv

vodík (H₂)

0,55 ppmv



Metódy určovania veku

Metódy absolútneho datovania

- Chronometrické, presné
- Vychádzajú z polčasu rozpadu rádioaktívnych prvkov

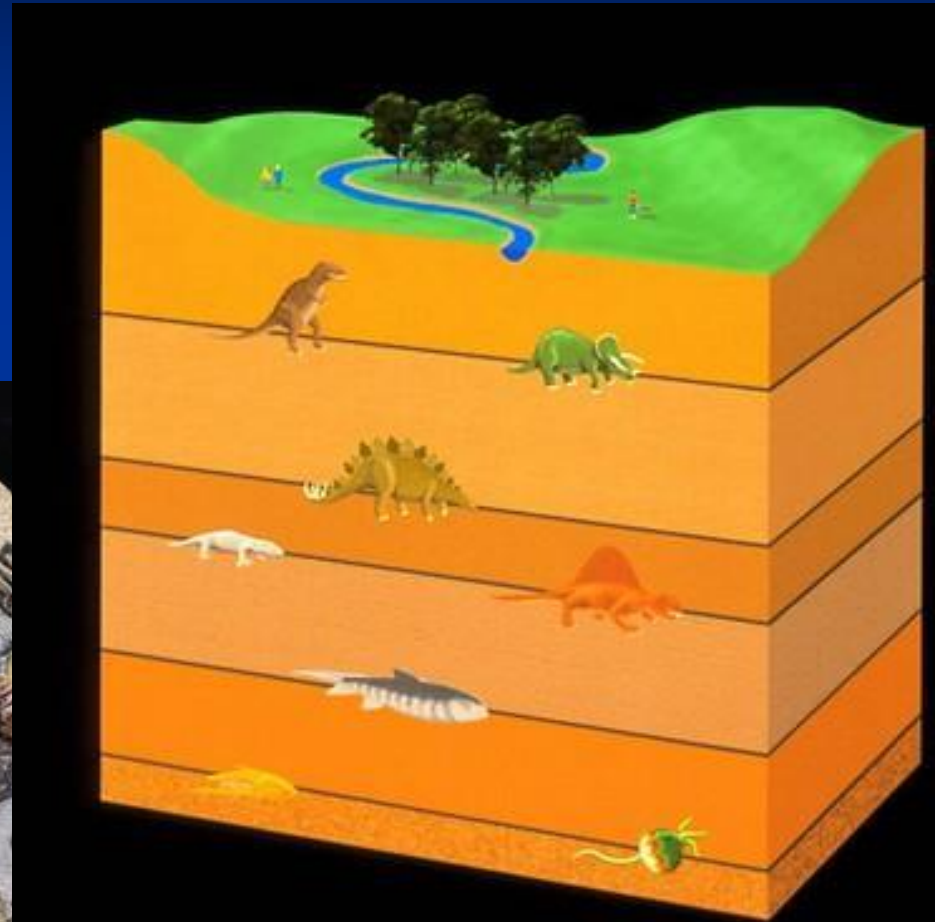
^{238}U , ^{235}U , ^{232}Th , ^{87}Rb , ^{40}K , ^{14}C (60 000 rokov)

- Sleduje sa pomer medzi množstvom produktov rozpadu a množstvom materských rádioaktívnych prvkov.

Metódy relatívneho datovania

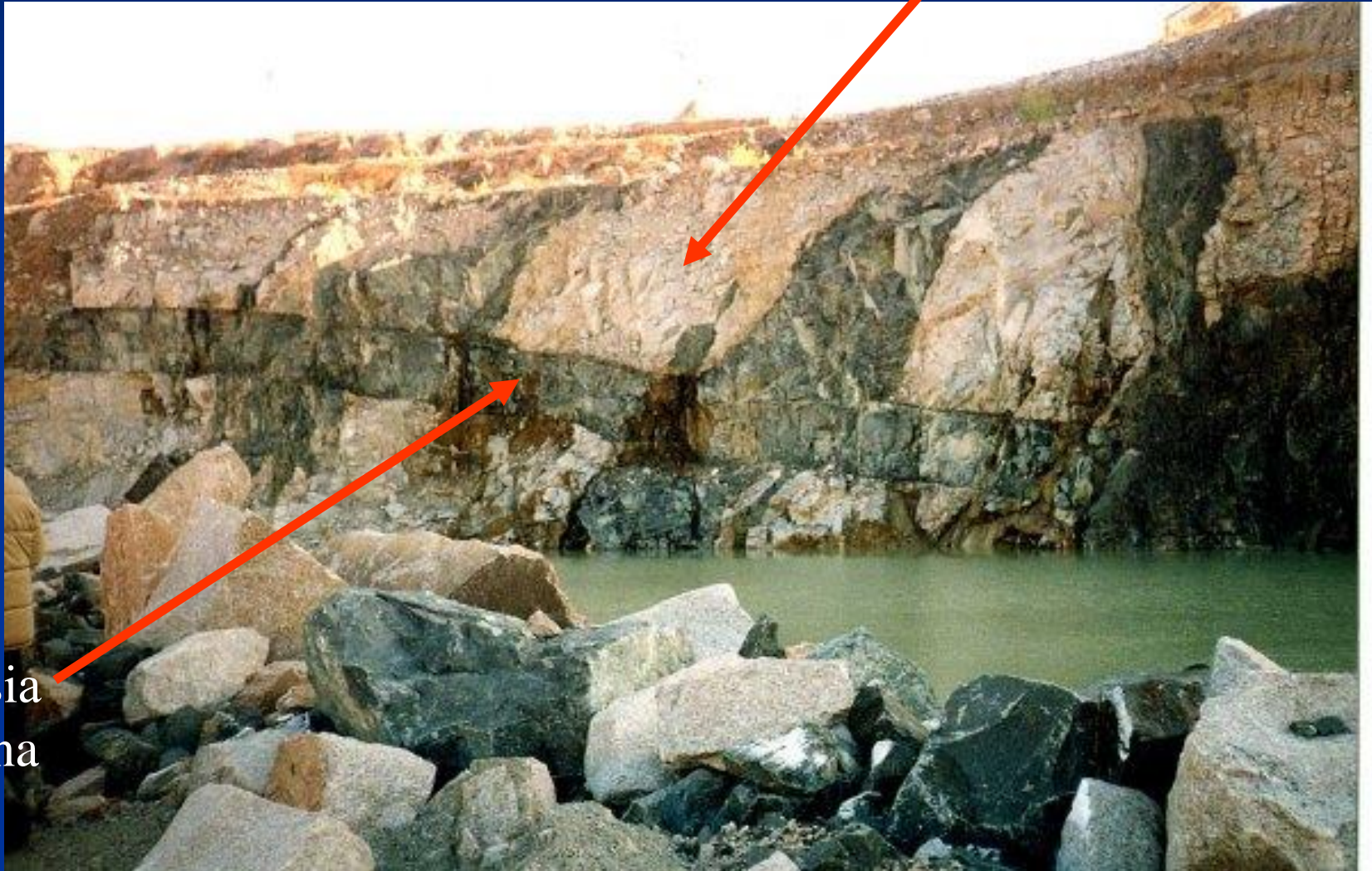
- Sú založené na porovnávaní a sú menej presné
- Stratigrafia - princíp superpozície = vrstvy sú v slede zdola od najstarších po najmladšie (v normálnom uložení)
- Biostratigrafia - skameneliny – život v určitom časovom období, tzv. hlavné skameneliny
- Palynologické datovanie - peľové metódy
- Porovnávanie geol. procesov
- Zaľadnenie
- ...

Vrstvy a skameneliny



Relatívna metóda – geologické procesy

strašia hornina



mladšia
hornina