

# Prírodné zdroje – geológia a hydrológia

Dana Sitányiová

Blok AE 114

Prednáška – Stavba a vek Zeme



# Program prednášok

1.	Úvod do predmetu, požiadavky na zápočet a skúšku. Témy pre ročníkový projekt. Zemské teleso, geológia a čas.
2.	Horninotvorné minerály
3.	Vnútrotná dynamika Zeme
4.	Vonkajšia dynamika Zeme, Metamorfóza
5.	Exogénne činitele, Sedimentárne horniny, Podzemná voda.
6.	Vznik a vývoj Západných Karpát, Geomorfológia
7.	Geofaktory životného prostredia, monitoring, mapy
8.	Pedológia úvod do predmetu
9.	Pedológia
10.	Pedológia
11.	Pedológia
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.....

# Postavenie Zeme vo vesmíre

- Slnčná sústava vznikla pred 5 miliardami rokov zo slnečnej hmloviny.
- Slnčná sústava sa skladá 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.



# Planéty

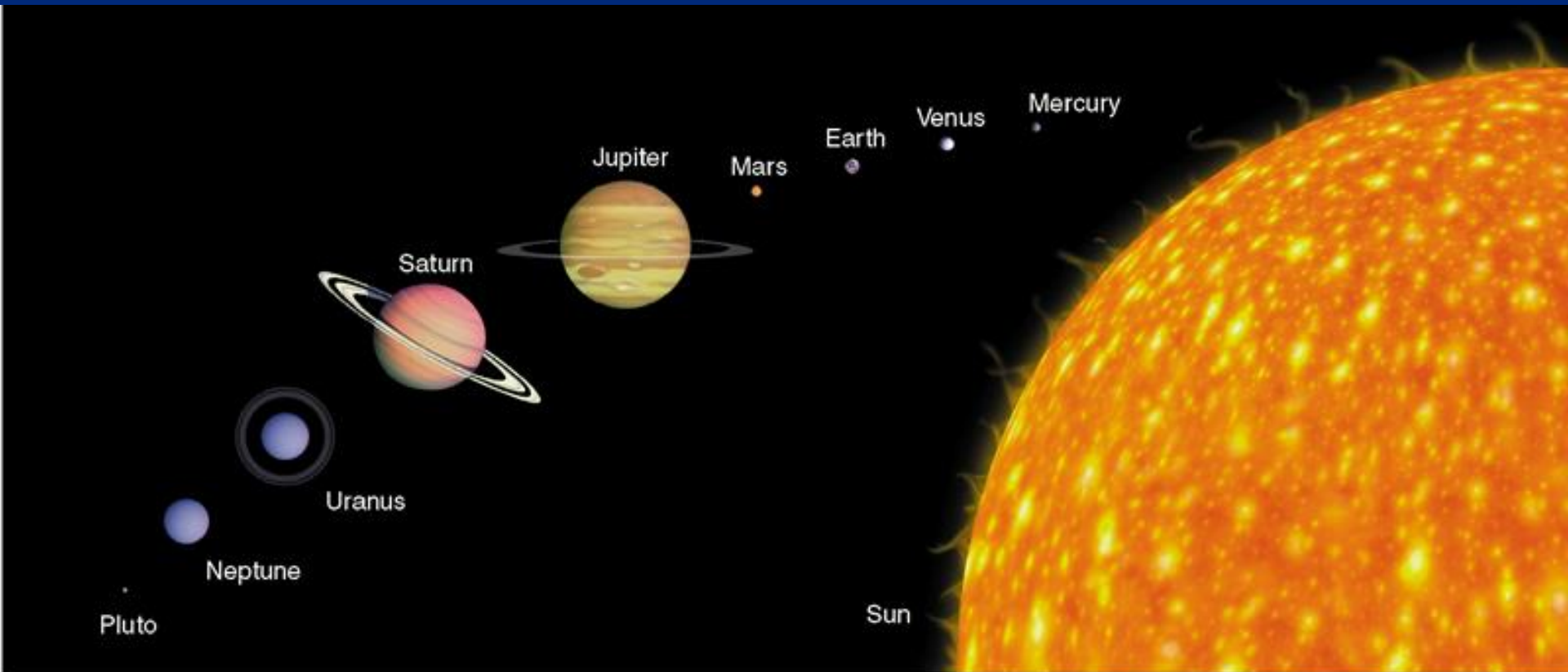
Planéty slnečnej sústavy sa delia do dvoch skupín:

Malé alebo terestrické planéty: Merkúr, Venuša, Zem, Mars

Veľké alebo joviálne planéty: Jupiter, Saturn, Urán, Neptún

+ Pluto

# Slnečná sústava



# Fyzikálne vlastnosti planét Slnecnej sústavy

Planéta	Rovníkový priemer		Hmotnosť (Zem = 1)	Hustota [kg.m <sup>3</sup> ]	Gravitačné zrýchlenie na povrchu [m.s <sup>-2</sup> ]
	[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.

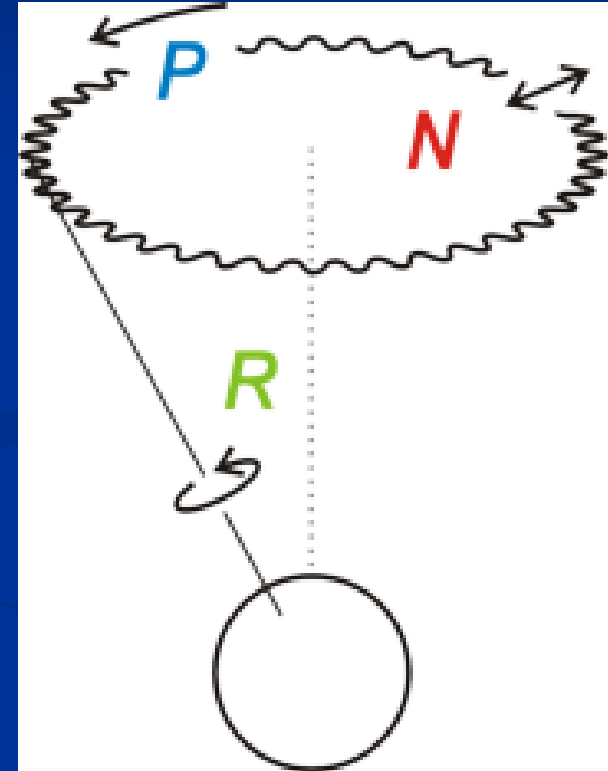


# Tvar Zeme

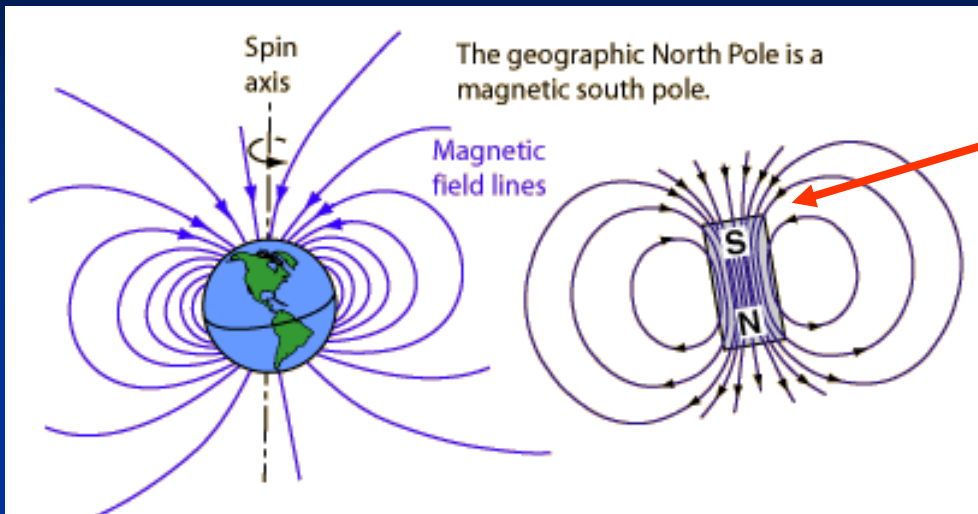
- Aristoteles ako prvý dospel k názoru že Zem je guľatá.
- Zem nie je presná guľa, ale je na póloch sploštená. (rovníkový priemer: 12 756 km, poludníkový priemer: 12 713 km).
- Tvar Zeme najpresnejšie vystihuje geoid. Geoid je matematický model povrchu Zeme pri strednej hladine oceánu, je to ekvipotenciálna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

# Pohyby Zeme

- **R**otácia okolo osi trvá 23 hodín, 56 minút a 4,091 sekúnd
- Zem obieha 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

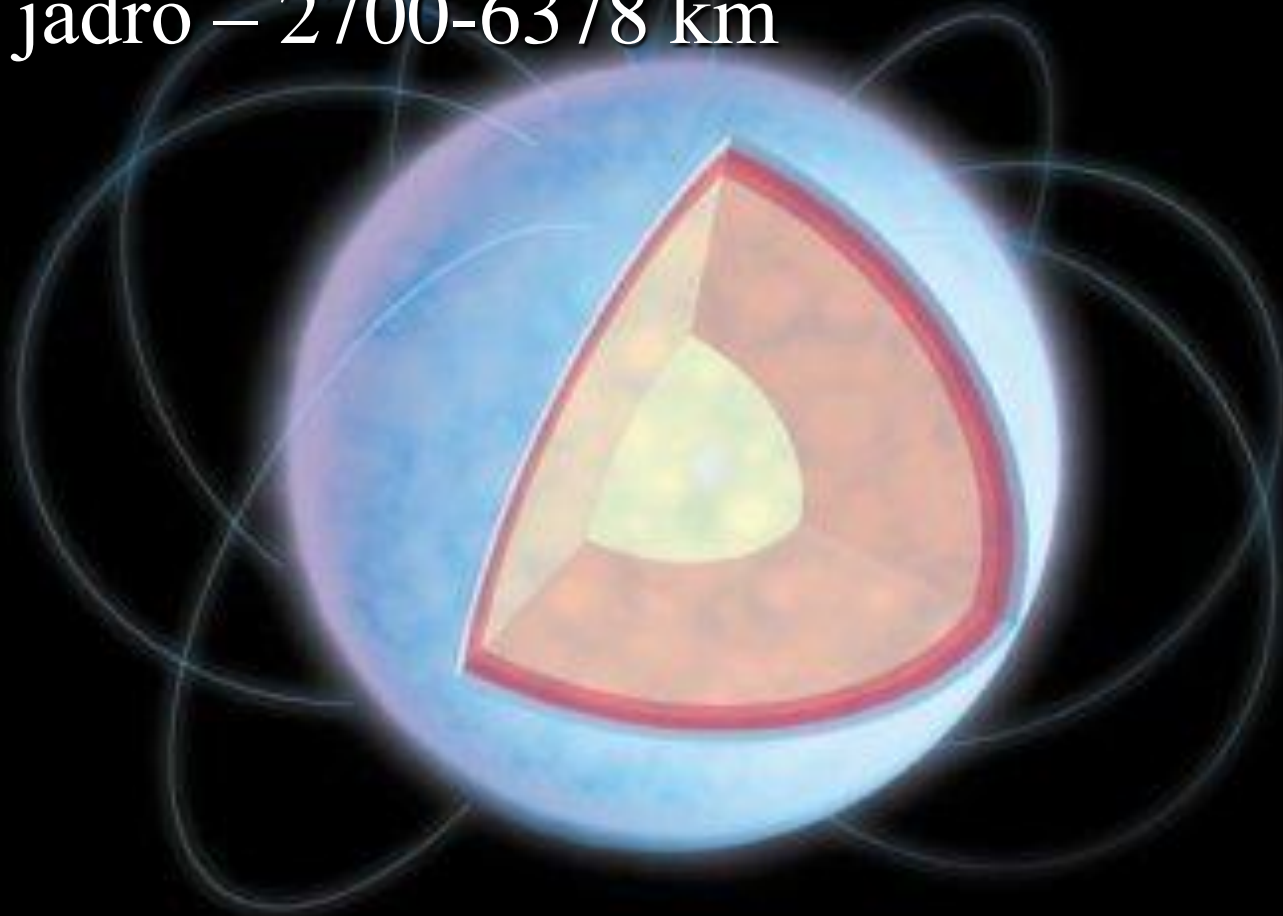
$$F = \kappa \frac{m_1 m_2}{r^2},$$

- 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 tel rastlín i živočíchov.

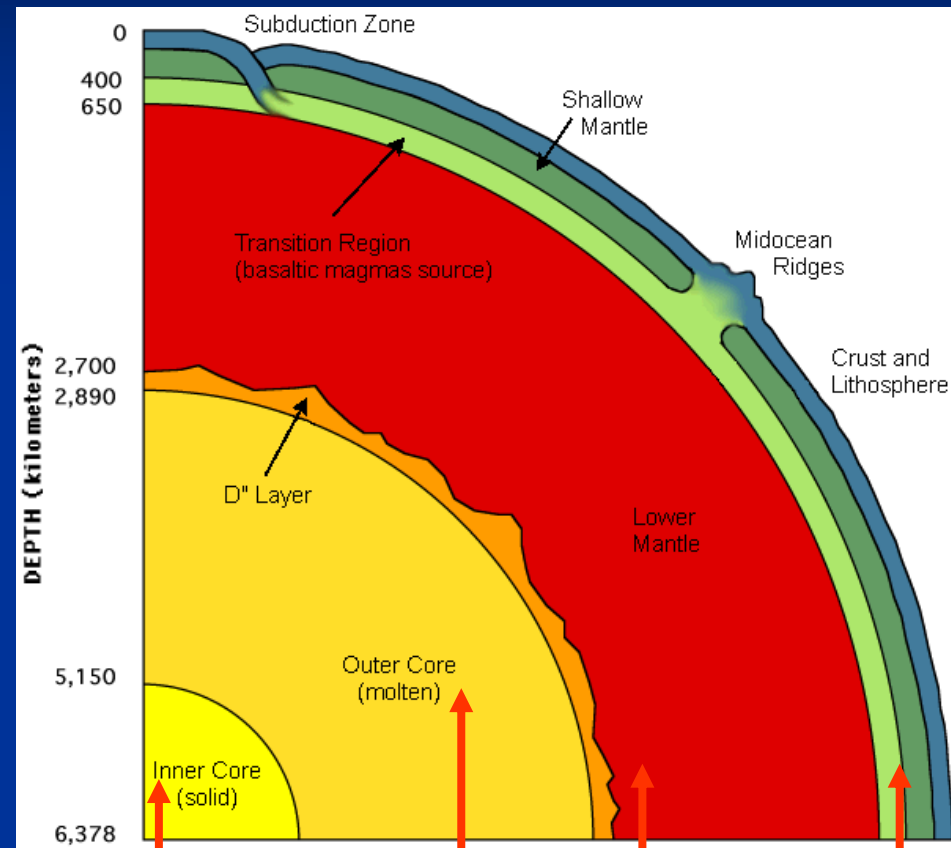


# Zemská kôra

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



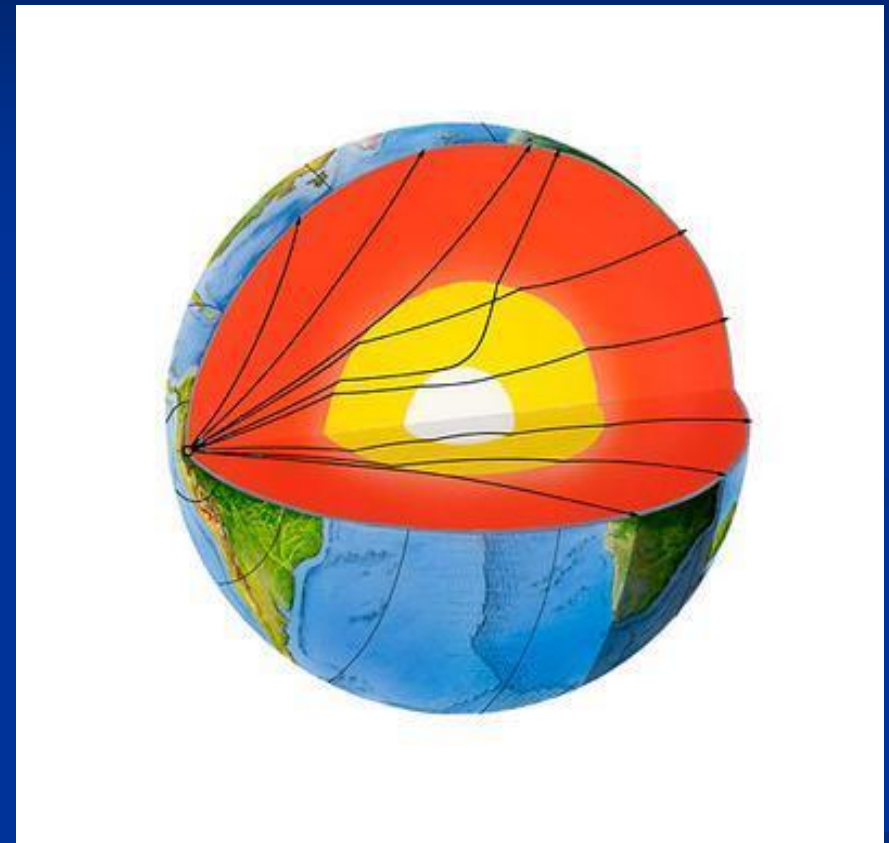
# Stavba Zeme



vnútorné a  
vonkajšie jadro

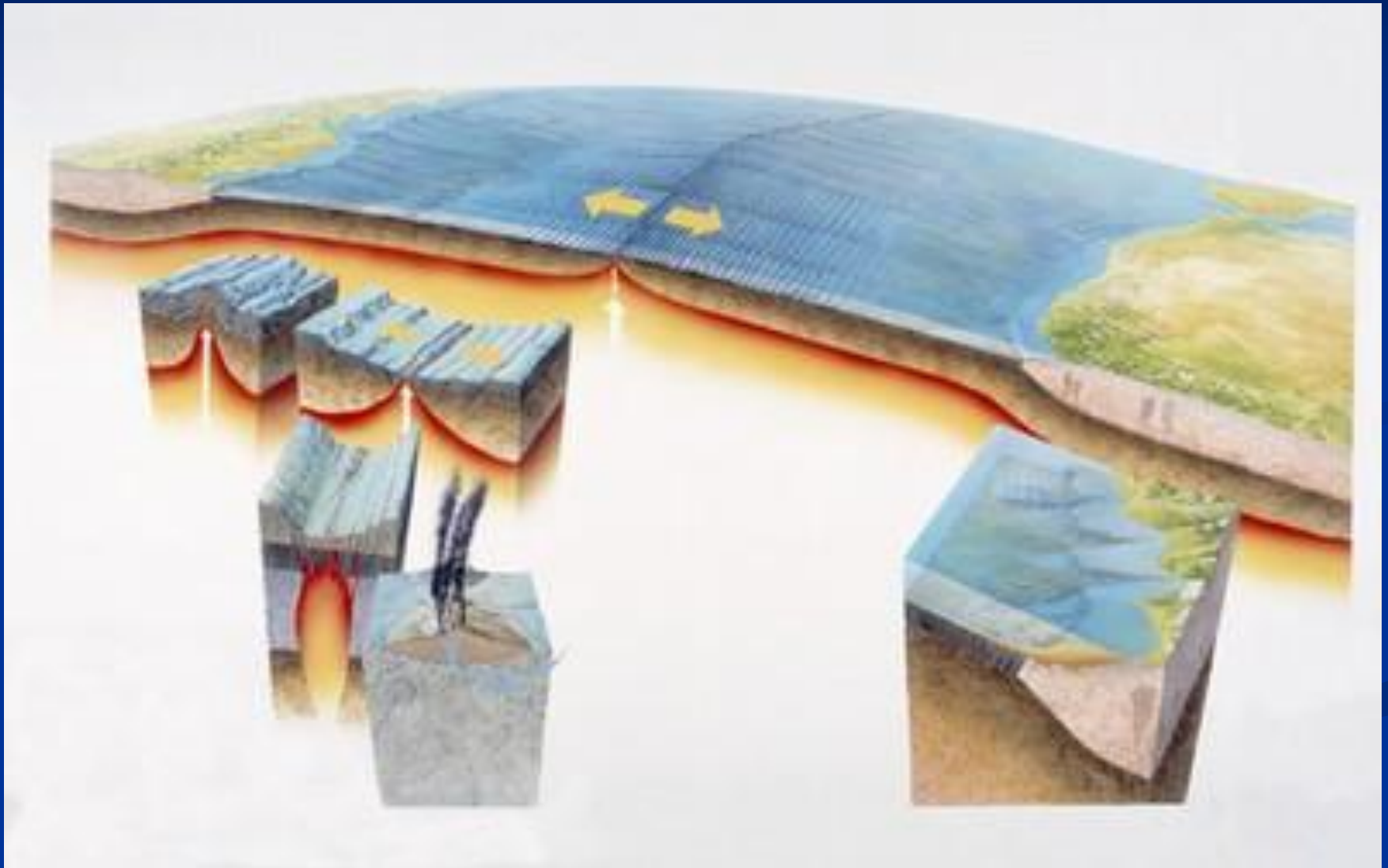
plášť

kôra

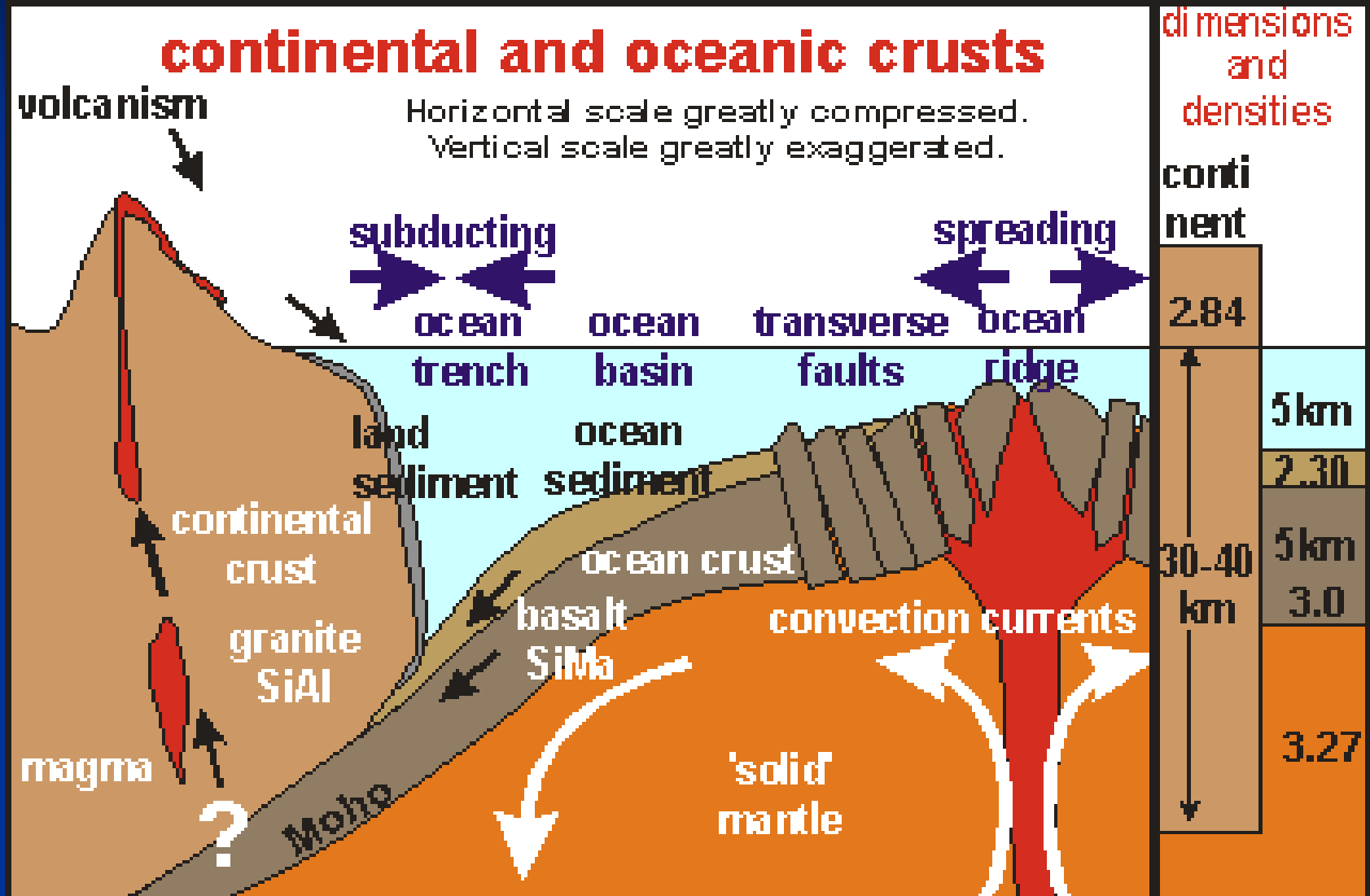


Šírenie seizmických vln v  
zemskom telese

# Zemská kôra – stredooceánsky chrbát



# Stavba kôry



# Globálna tektonika

Island leží na rozhraní dvoch litosferických dosiek





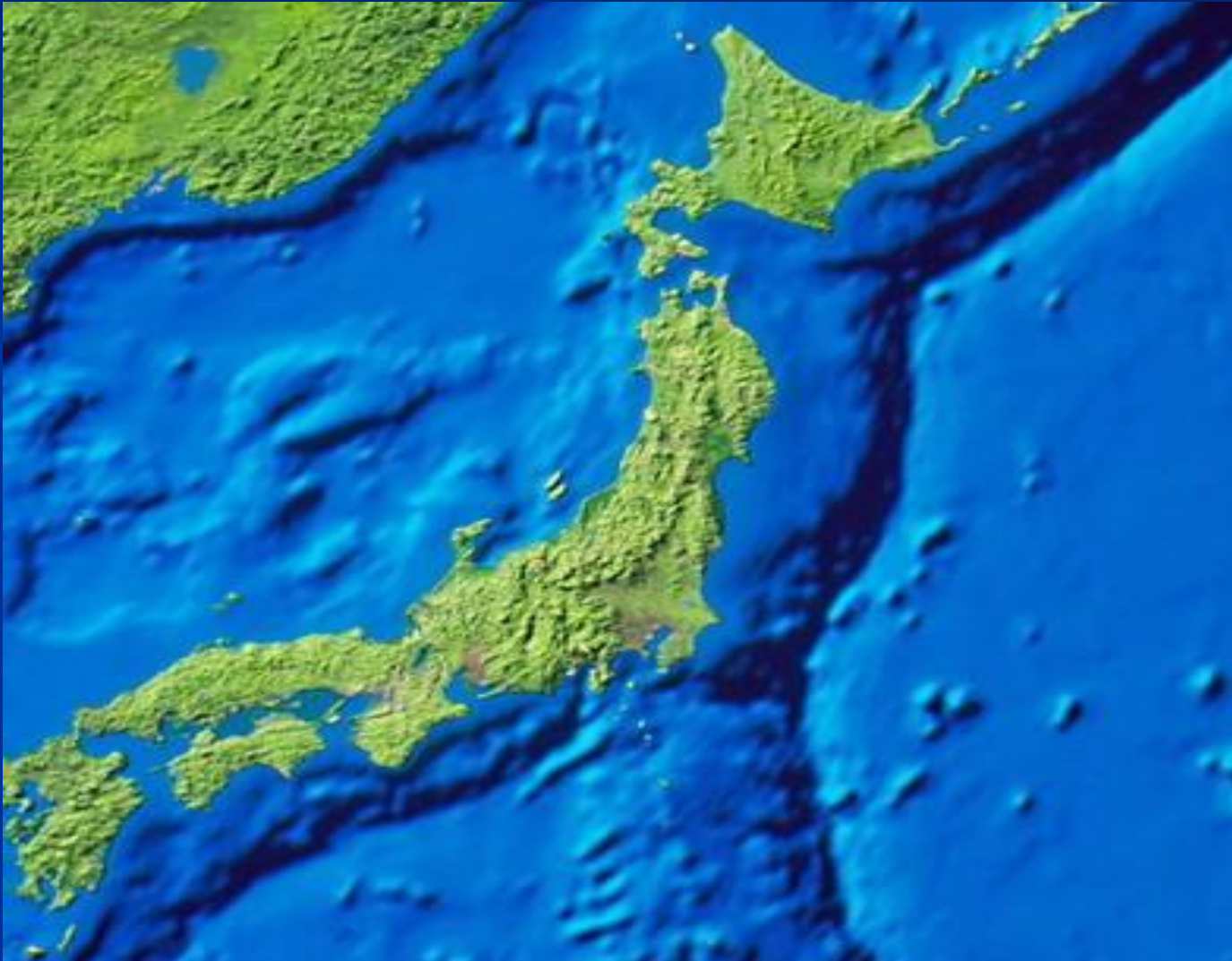
# Styk dosiek - SA a európska - Island



# Island – gejzír (prejav tektoniky na povrchu)

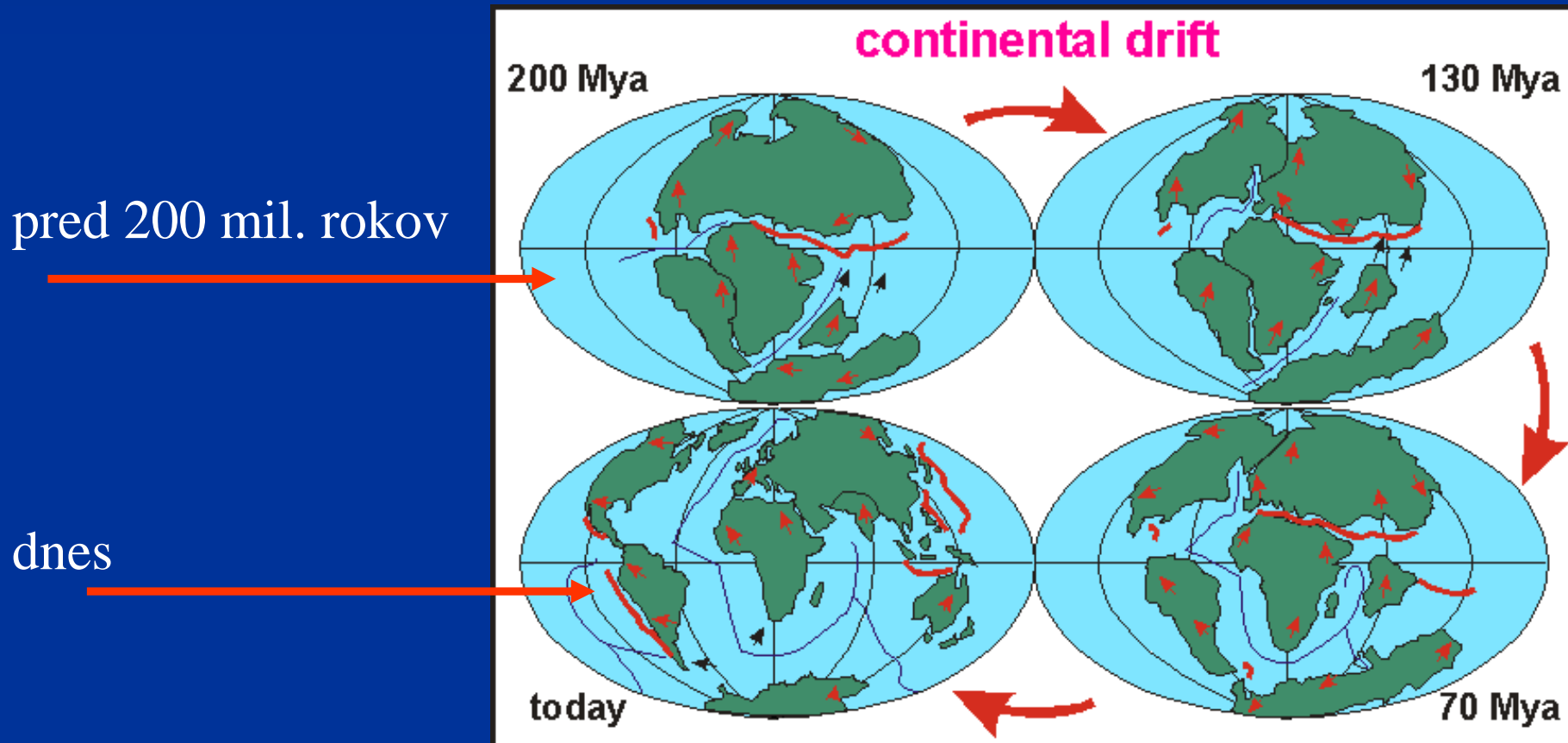


# Japonsko – subdukčná zóna



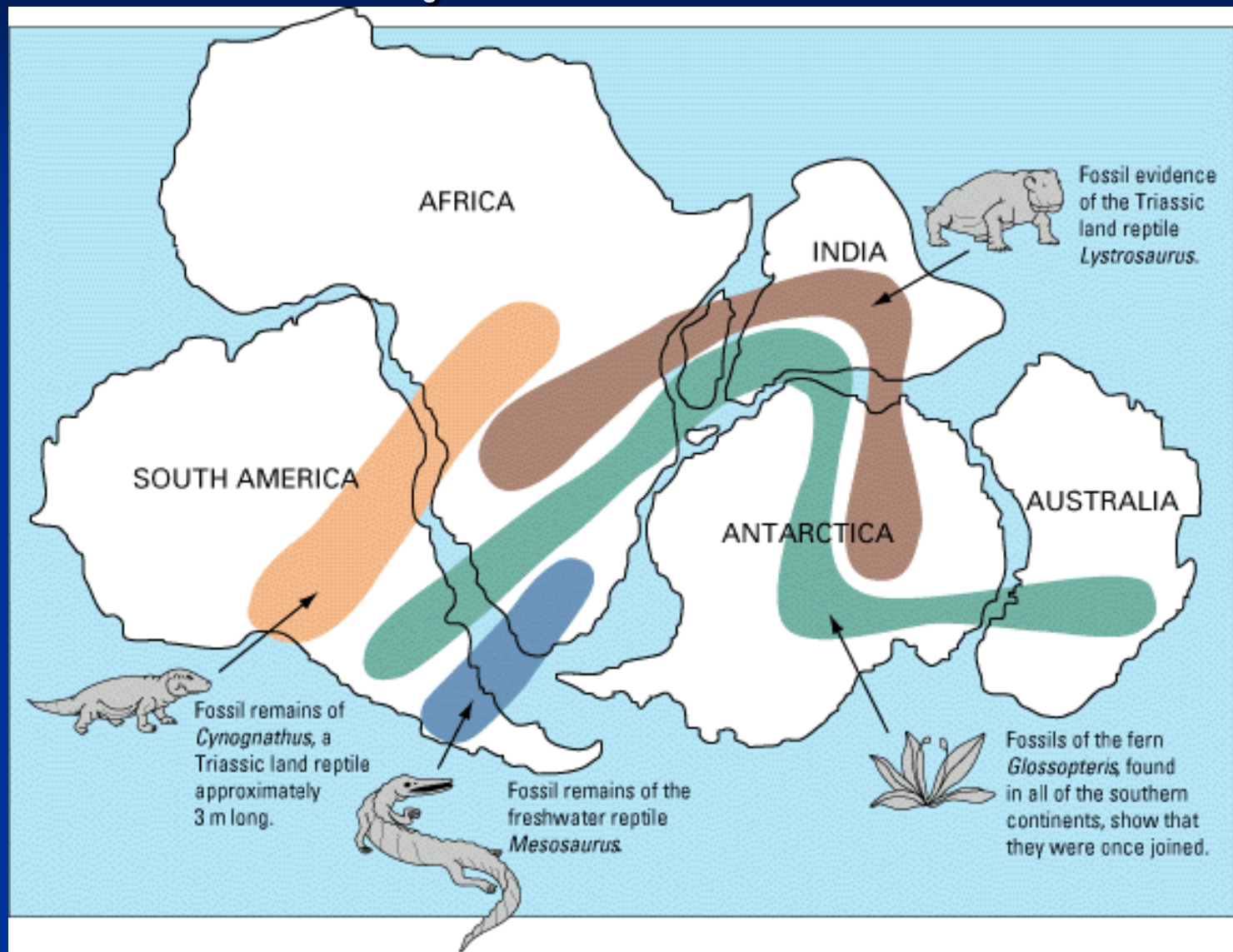
# Kontinentálny drift

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





# Dôkazy teórie driftu – výskyt druhov na viacerých kontinentoch





# 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

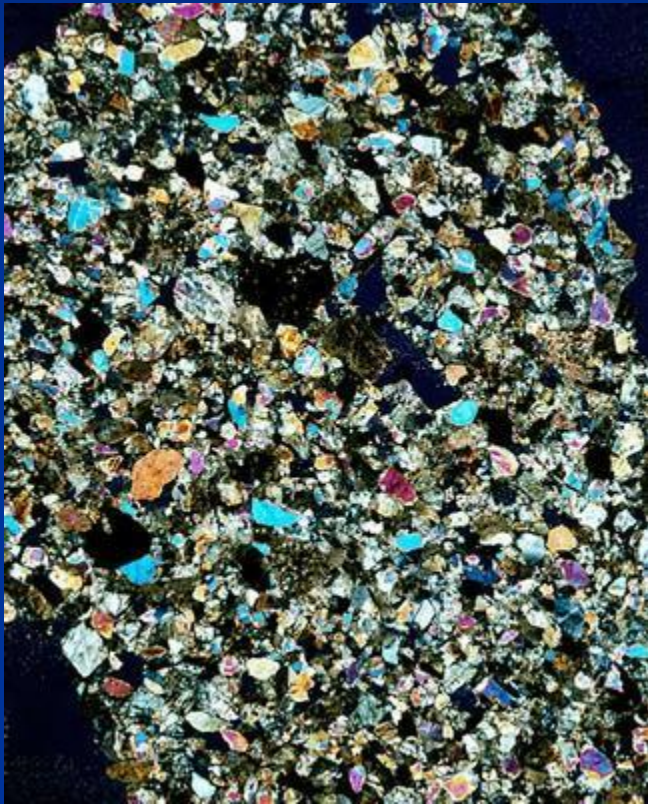


sedimentárne

pyroklastické



# Minerály pod mikroskopom



# 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

# 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 natoľko, 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.



# Zloženie atmosféry

- hrúbka 800 km
- troposféra (s biosférou),
- stratosféra (s ozónosférou),
- mezosféra, (so spodnou ionosférou),  
termosféra (s hornou ionosférou a polárnou  
žiarou),
- exosféra (s magnetosférou), prechod v  
medziplanetárny priestor

# Atmosféra

Exosféra

800 km

Termosféra

690 km

Mezosféra

80 km

Stratosféra

50 km

Troposféra

18 km

Plyn

podľa [NASA](#)

dusík (N<sub>2</sub>)

78,084%

kyslík (O<sub>2</sub>)

20,946%

argón (Ar)

0,9340%

oxid uhličitý (CO<sub>2</sub>)

365 ppmv

neón (Ne)

18,18 ppmv

hélium (He)

5,24 ppmv

metán (CH<sub>4</sub>)

1,745 ppmv

kryptón (Kr)

1,14 ppmv

vodík (H<sub>2</sub>)

0,55 ppmv



# Metódy určovania veku

## Metódy absolútneho datovania

- Chronometrické, presné
- Vychádzajú z polčasu rozpadu rádioaktívnych prvkov

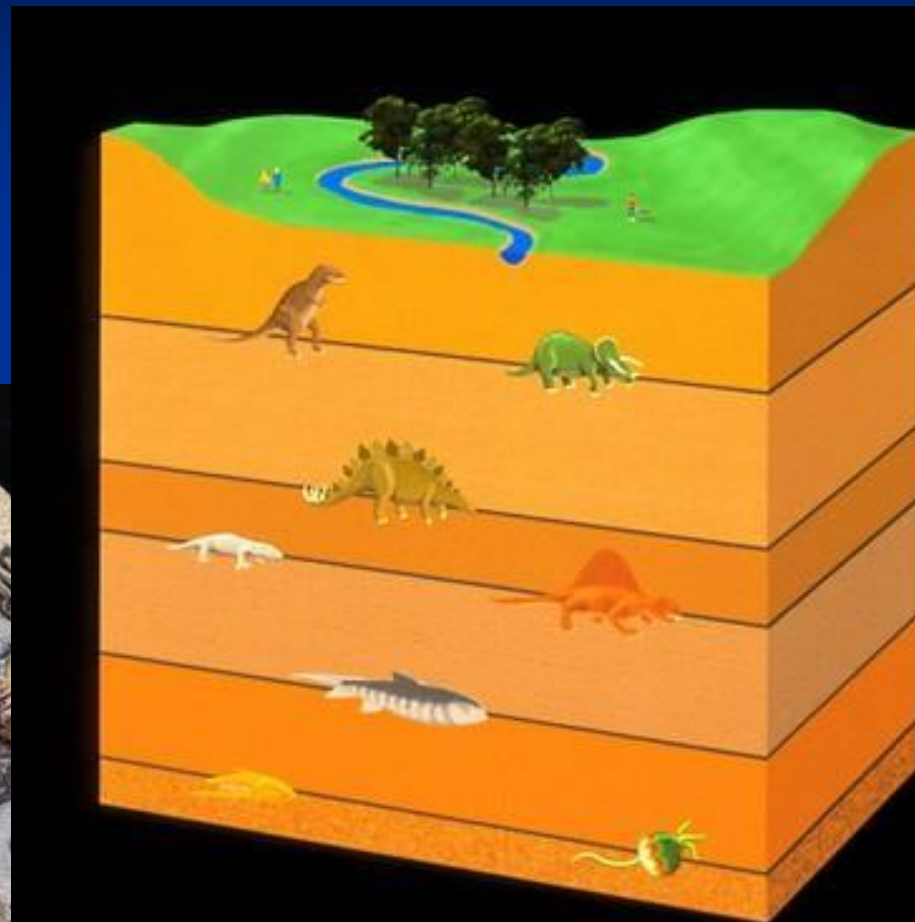
$^{238}\text{U}$ ,  $^{235}\text{U}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ,  $^{87}\text{Rb}$ ,  $^{40}\text{K}$ ,  $^{14}\text{C}$  (60 000 rokov)

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

# Metódy relatívneho datovania

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

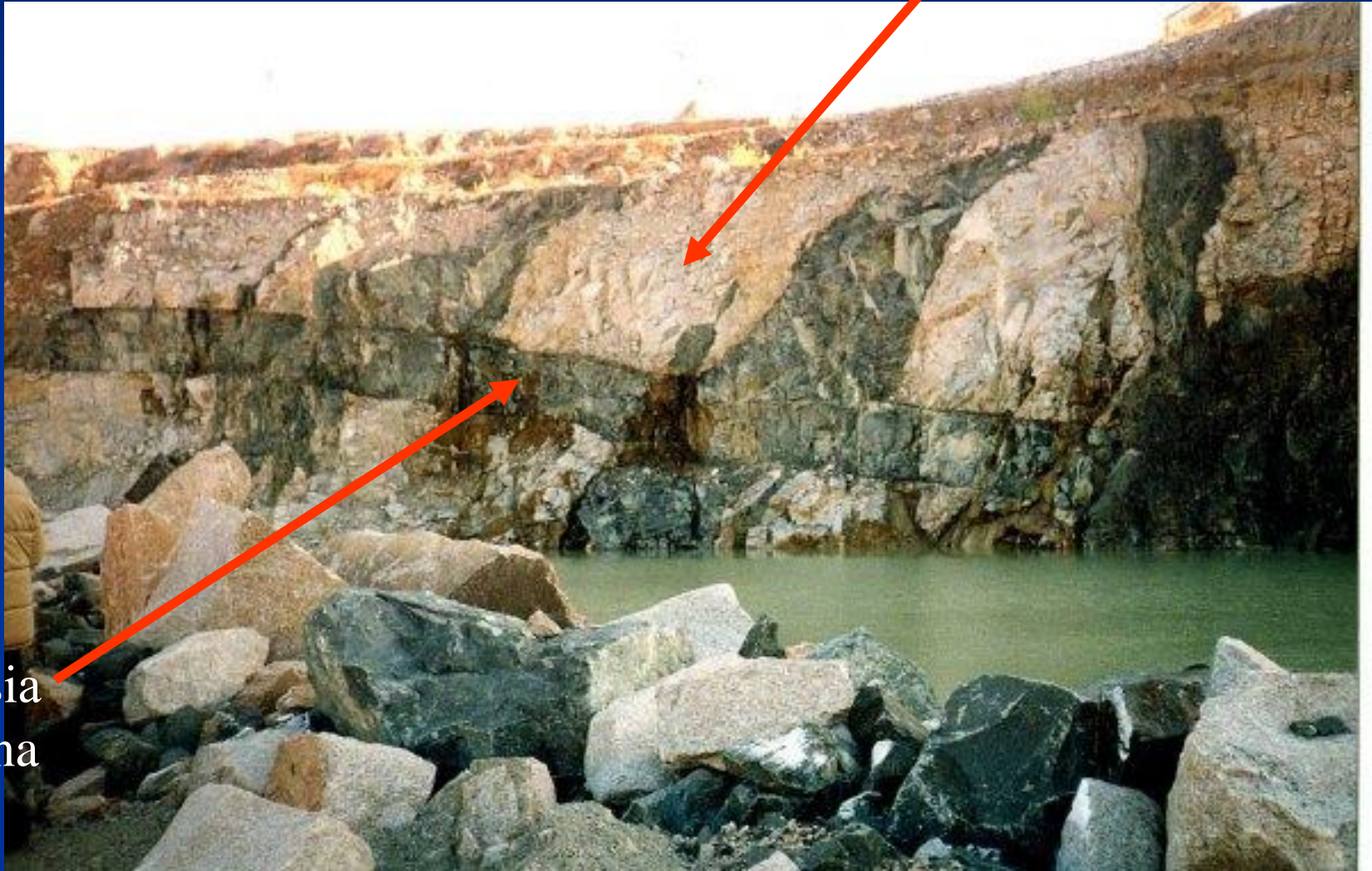
# Vrstvy a skameneliny





# Relatívna metóda – geologické procesy

strašia hornina



mladšia  
hornina

# E-zdroje pre prednášku

- <http://astroportal.sk>
- <http://www.zemepis.com>
- [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)