




# STAVBA ZEMĚ

STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA, GEOTEKTONICKÉ HYPOTÉZY

# VĚDNÍ OBOR

- formoval se z empiricky zjišťovaných projevů exogenních procesů na litosféru a snahy vyjádřit výškopisné poměry na mapách
- samostatná věda zabývající se studiem tvarů, jejich geneze a stáří
- termín geomorfologie poprvé použil v roce 1893 J. McGee (USA, geolog)
- objektem studia je georeliéf

# PŘEDMĚT STUDIA

- georeliéf = svrchní plocha zemské kůry (místo)  
= plocha vzájemného kontaktu  
pochodů - endogenních a exogenních (interakce v čase)  
- protikladné působení  nerovnosti georeliéfu

# ZÁKLADNÍ ČLENĚNÍ GEOMORFOLOGIE

- REGIONÁLNÍ - zkoumá všechny složky georeliéfu na určitém území
- OBECNÁ - vzrůstající abstrakce, abstrahuje od geografické polohy
- TEORETICKÁ - formulace obecných pravidel a zákonitostí

# OBEČNÁ GEOMORFOLOGIE

- STRUKTURNÍ - řeší vztah: morfostruktura - povrchové tvary georeliéfu; morfostruktura – tvoří strukturně geologický základ
- KLIMATICKÁ - studuje rozdíly vývoje georeliéfu v klimatických oblastech, které se vyznačují příznačnými soubory exogenních geomorfologických pochodů závislých na klimatických podmínkách (tzv. klimatomorfogenetické oblasti)
- KLIMATOGENETICKÁ - studium klimaticky podmíněných generací tvarů na určitém území (odlišení současných tvarů od tvarů vzniklých v jiných klimatických podmínkách)

# GEOMORFOLOGIE

- DYNAMICKÁ geomorfologie- studuje geomorfologické pochody
- ANTROPOGENNÍ geomorfologie - studuje tvary vytvořené lidskou společností
- PALEOGEOMORFOLOGIE - studium georeliéfu minulých geologických období (paleogén): reliéf - pohřbený exhumovaný
- APLIKOVANÁ geomorfologie - vztah georeliéf - socioekonomické objekty

# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA

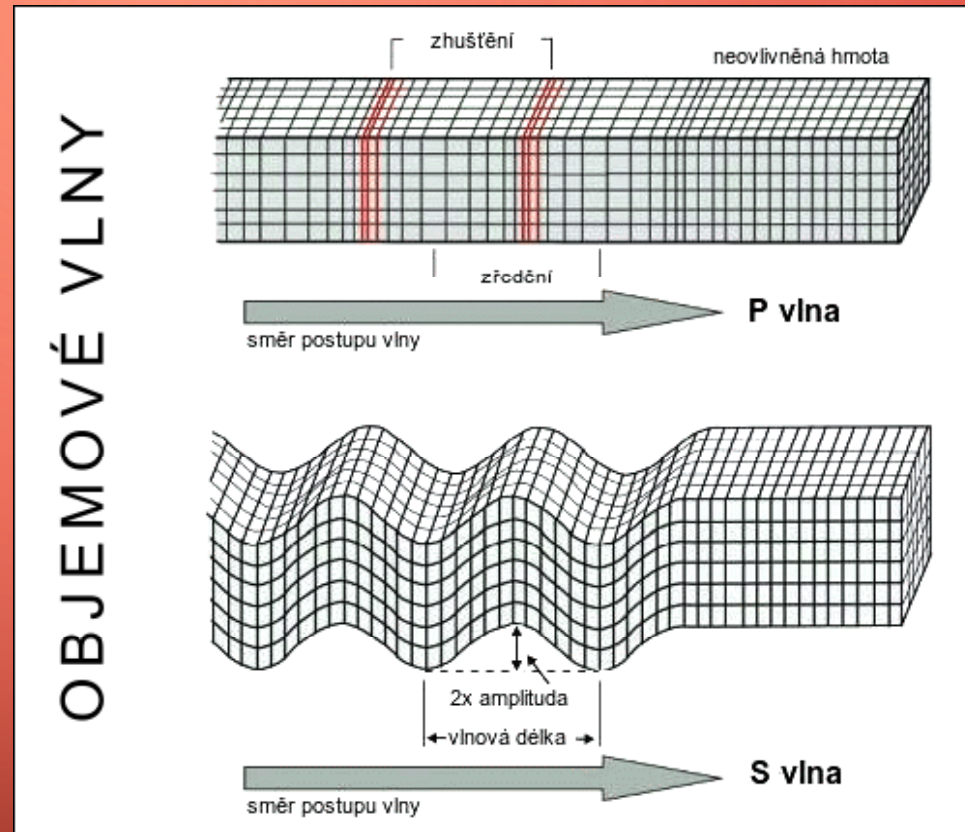
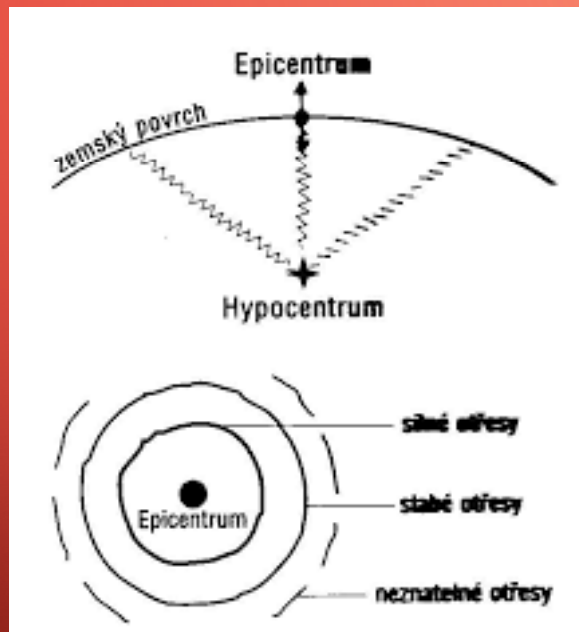
- počátek 20. století: v rámci geofyziky - dílčí disciplína: seismologie - studuje rychlost šíření, chování a původ zemětřesných vln
- 1906 - objev vnějšího zemského jádra
- („hluboko uvnitř Země existuje zóna, která se chová jako kapalina“)

# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA

- energie uvolněná při zemětřesení se šíří zemským tělesem formou vln
  - vlny P (podélné, primární) - částice kmitají ve směru šíření vln
  - vlny S (příčné, sekundární) - částice se pohybují kolmo na směr šíření vln



# SEISMICKÉ VLNY

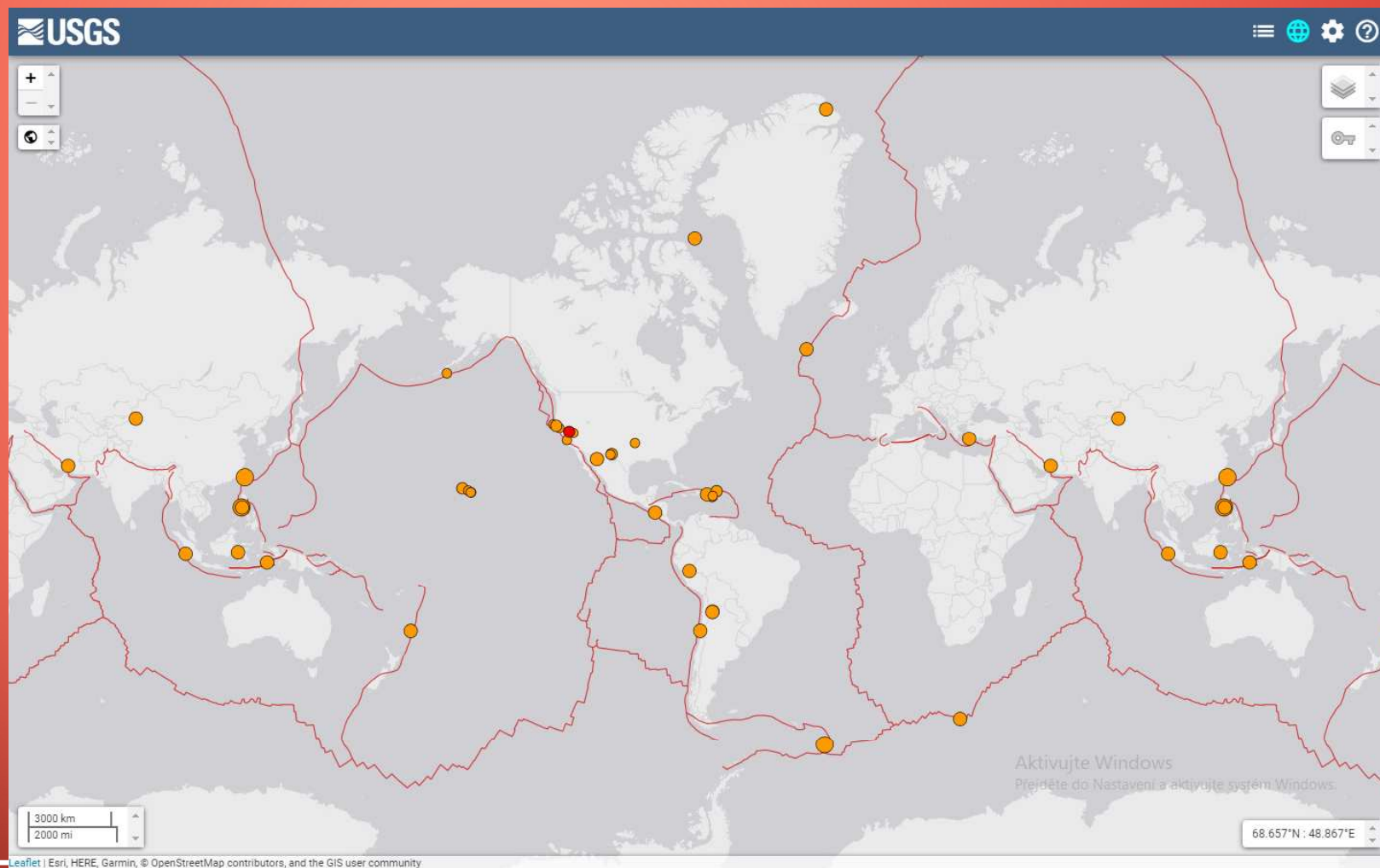


[https://www.ig.cas.cz/wp-content/uploads/2020/11/brozura\\_zemetreseni.pdf](https://www.ig.cas.cz/wp-content/uploads/2020/11/brozura_zemetreseni.pdf)

# MODERNÍ METODY VÝZKUMU ZEMSKÉHO TĚLESA

- Seismická tomografie
  - obdoba lékařské počítačové tomografie
  - využívá digitální seismogramy k rekonstrukci stavby Země
  - využívá se principu tomografické rekonstrukce
- Princip: rozdílnost času průchodu seismických vln podle typů prostředí
- Výsledek: 3D model variací rychlostí v zemském nitru od svrchní kůry po zemský plášť

Ukázka z webu americké geologické služby (USGS): zemětřesení 26.9.2021, web je on-line



[HTTPS://EARTHQUAKE.USGS.GOV/EARTHQUAKES/MAP/?EXTENT=10.48781,-144.22852&EXTENT=58.58544,-45.79102](https://earthquake.usgs.gov/earthquakes/map/?extent=10.48781,-144.22852&extent=58.58544,-45.79102)

# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA

- 1909 - chorvatský geolog Mohorovičić objevil v hloubce 35 - 40 km zónu změny rychlosti šíření vln (studoval zemětřesení ve Skopje)
- 1914 - Gutenberg - v hloubce 2900 km objevil hranici plášť x jádro
- 1953 - australský geofyzik Bullen sestavil seismický model Země
- 1965 - vrtné výzkumy na Zemi

# NEJHLUBŠÍ VRT

- poloostrov Kola (u města Zapolarnyj) - v roce 1989 dosaženo hloubky 12 262 m
- 1965: rozhodnuto o lokalizaci
- původní cílová hloubka: 15 km • s vrtáním hlubokého vrtu se začalo v roce 1970
- v roce 1983 dosaženo hloubky 12 000 m
- z technických důvodů muselo být vrtání zastaveno + od hloubky 7 800 m se začal vrtat nový stvol, který v roce 1989 dosáhl hloubky 11 600 m
- v roce 1989 vrt dosáhl hloubky 12 262 m a v roce 1992 bylo další vrtání z důvodu složitých podmínek, zejména vysoké teploty, zastaveno

# KOLSKÝ SUPERHLUBOKÝ VRT (КОЛЬСКАЯ СВЕРХГЛУБОКАЯ СКВАЖИНА (СГ-3))



[nejhlubší vrt světa je na poloostrově Kola - Bing images](#)

# HLUBOKÉ VRTY VE STŘEDNÍ EVROPĚ

- Horní Falc (u města Windischeschenbach) - vrtán v letech 1991-1994 - dosažena hloubka 9 100 m
- Vídeňská pánev (S od Vídně) - v 80. letech 20. století; ložiska ropy - dosažena hloubka 8 553 m
- ČR - vrt Jablůnka 1 (1982 - hloubka: 6 506 m) světový rekord: důl Vojtěch (1875 - dosaženo 1 km; jáma č. 16 : 1 838 m) Další hluboké vrty: vrty Šaštín 12 (Slovensko), Hanušovice–1, vrt Np–1 (2 156 m) - v letech 1971 až 1972 odvrtán do podloží východočeské křídly u obce Nepasice (10 km od Hradce Králové)

[https://mapy.geology.cz/vrtna\\_prozkoumanost/](https://mapy.geology.cz/vrtna_prozkoumanost/)

# WINDISCHENSCHENBACH



<https://www.bbkult.net/cz/addresses/68403-geo-centrum-u-kontinentalniho-hlubinneho-vrtu-windischeschenbach-kulturni-poklad/>

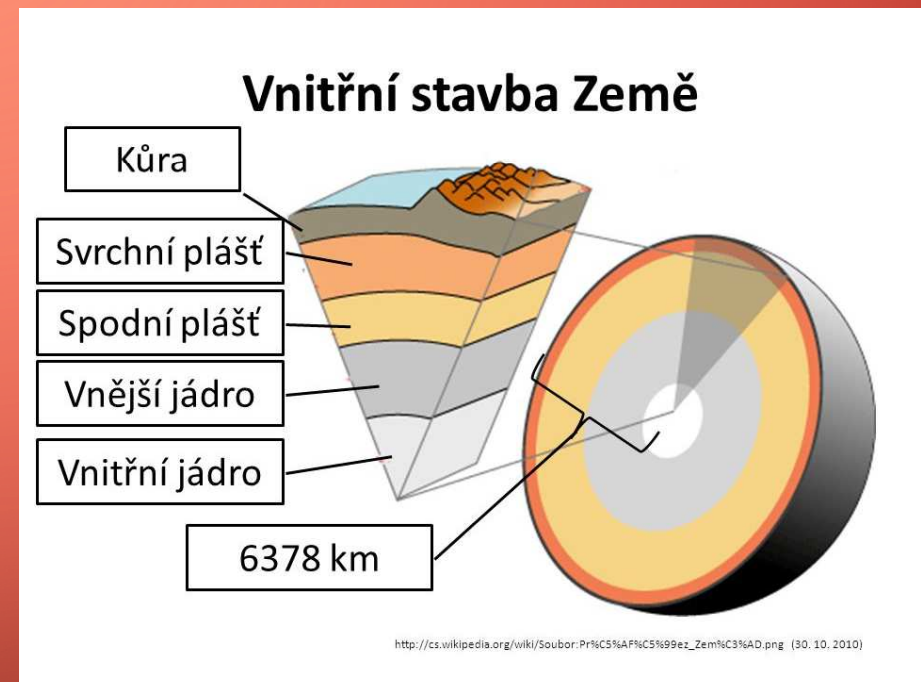


# HISTORIE VÝZKUMU OCEÁNSKÉHO DNA A KŮRY

- 1854 - první batymetrická mapa Atlantského oceánu; všechny hloubky změřeny lotováním; do roku 1900 .....18 400 měření
- 1873 - Challenger → mapa hlubokomořských sedimentů, salinity a teploty
- 1885 - založen oceánografický ústav v Monaku → vydány batymetrické mapy všech oceánů ( 1:10 mil.)
- 1957 - 1958 Mezinárodní geofyzikální rok – 1. velký projekt hlubokých vrtů do oceánské zemské kůry: vědecký výzkumný program MOHOLE, cíl: dosažení nejsvrchnější části Mohorovičičovy hranice diskontinuity • 1959 - 1965 UNESCO - výzkum Indického oceánu • 1969 - Challenger II - zařízení pro vrty
- 1991 - nejhlubší vrt (504 B) ..... 2 km (Kokosová deska )

# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA

Zemská kůra do 30-80 km  
Svrchní plášť do 300-400 km  
Střední plášť kolem 1000 km  
Spodní plášť do 2 900 km  
Vnější jádro  
Vnitřní jádro



# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA: ZEMSKÁ KŮRA

- Hustota zemské kůry se pohybuje mezi 2,7 až 2,9 g.cm<sup>-3</sup> . Je tvořena kyslíkem (46%), křemíkem (28%) a hliníkem (8%). Hlavními nerosty jsou oxidy a křemičitany. Mocnost zemské kůry je velice proměnlivá v závislosti na reliéfu. Připadá na ni jen 1,5 % celkové hmotnosti naší planety. Nejhlubší vrty do zemské kůry (12 km) jsou na poloostrově Kola (Rusko).

# ZEMSKÁ KŮRA

- 1) pevninský- nejstarší a má největší mocnost (20 - 80 km), skládá se ze 3 vrstev sedimentární, granitové a čedičové
- 2) oceánský - je tvořen sedimentární vrstvou, čedičovou (bazaltovou vrstvou), její mocnost (tloušťka) se pohybuje od 6 km do 15 km, tvoří dna oceánu, pánve, příkopy
- 3) přechodný- je tvořen sedimentární vrstvou, a čedičovou (bazaltovou vrstvou), nejsilnější je na kontinentech pod pohořími (30-40 km, v Himalájích 80 km, nejtenčí 6-8 km) pod oceány, kde chybí žulová vrstva, v Českém masívu se mocnost kůry pohybuje kolem 35 km (Kašparovský, 2008)

# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA: ZEMSKÝ PLÁŠŤ

- Zemský plášť je složen ze tří Bullenových zón (svrchní, střední a spodní plášť). Je tvořen převážně křemičitany, oxidy železa a hořčíku. Jeho hustota se zvyšuje s hloubkou a činí 3,3 až 9,4 g.cm<sup>3</sup>. Na zemský plášť připadá 67,5 % celkové hmotnosti planety.

# PLÁŠŤ

- Svrchní plášť (zóna B) se rozkládá od Mohorovičičovy plochy diskontinuity do hloubky 300 až 400 kilometrů. Je tvořena spodní částí litosféry a plastickou astenosférou (z řečtiny - asthenes=slabý). Je to tzv. žhavá tekutá část pláště. (Litosféra, 2015). Ve svrchním plášti prudce narůstá teplota. Hustota se pohybuje mezi 3,5 až 4 g.cm<sup>-3</sup>.
- Střední plášť (zóna C) je v hloubce asi jednoho 1 000 km.
- Spodní plášť (zóna D) se nachází v hloubce okolo 2 900 km a zasahuje tak až na rozhraní zemského jádra.

# STAVBA ZEMSKÉHO TĚLESA: JÁDRO

- Jádro Země je neustále udržováno ohromným tlakem v polotekutém stavu při vysoké teplotě (obaleno magmatem). Jeho teplota je asi 5 800°C. Hustota se pohybuje v rozmezí 11,3 až 17,3 g.cm<sup>-3</sup> a hmotnost tvoří asi 31% celkové hmotnosti Země.

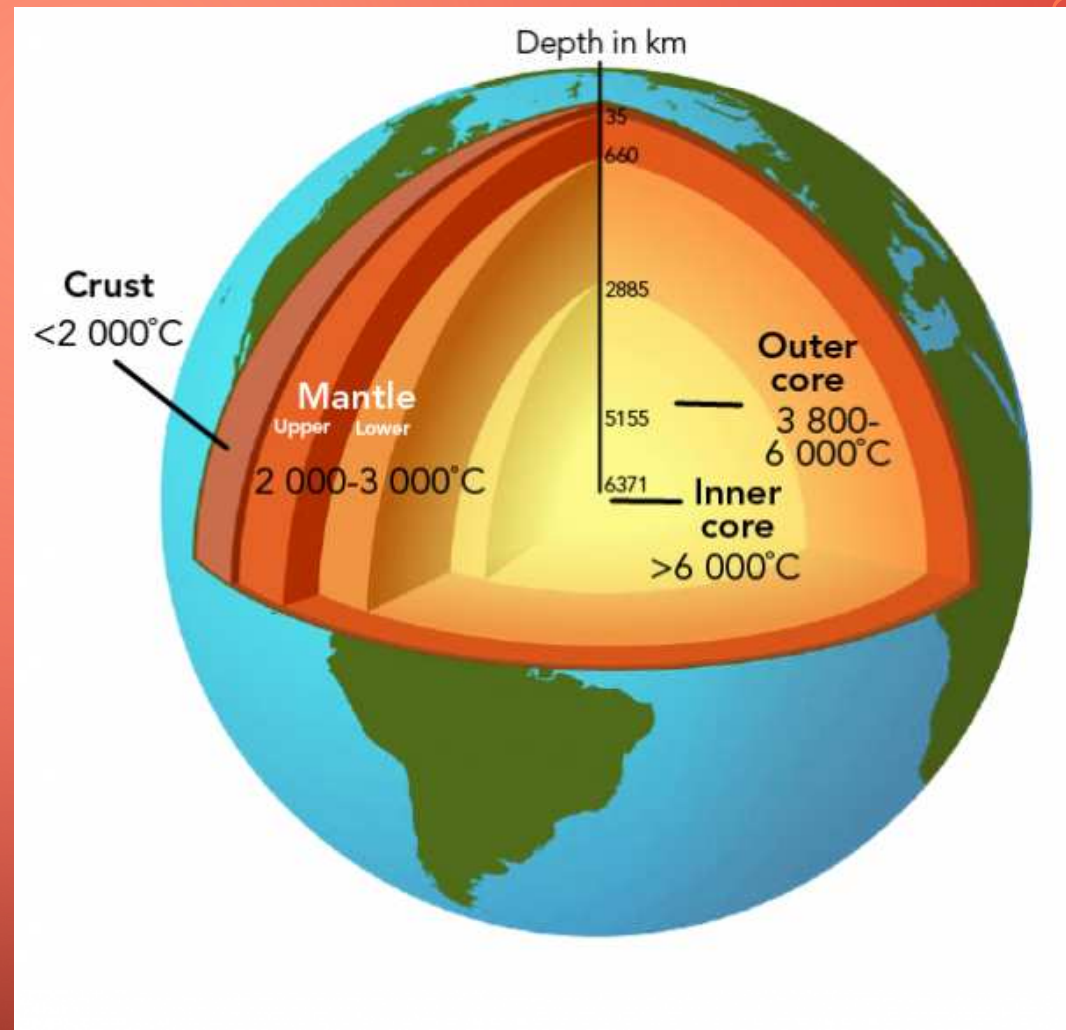
# JÁDRO

- 1) Vnější jádro (zóna E)- polotekuté, silně magmatické, zasahuje do hloubky 4980 km (litosféra). Teploty se zde pohybují mezi 3 700 až 4 300 °C, hustota je 10 až 12 g . cm<sup>-3</sup> . Vnější jádro je generátorem magnetického pole Země.
- 2) Přejídná vrstva (zóna F)- odděluje vnější a vnitřní jádro
- 3) Vnitřní jádro (jadérko) (zóna G)- tvořeno velmi žhavou pevnou směsí železa a niklu (Litosféra, 2015). Má mocnost 1 200 km a je zřejmě v pevném stavu. Teplota je mezi 4 300 až 7 200 °C, hustota mezi 15 až 17 g.cm<sup>-3</sup>. Vnitřní jádro je zdrojem vnitřní energie Země, neboť zde dochází k rozpadu radioaktivních prvků.



# TEPLOTA ZEMĚ

- Zemské jádro - teploty odhadnuté jen o něco málo nižší než na povrchu Slunce  
teplota ve středu naší Země - asi 5 500°C - 6 000°C (Nature, 30. 9. 1999)



# TYPY ZEMSKÉ KŮRY

- kontinentální (pevninská) – tvořená sedimentární, granitickou a bazaltovou vrstvou
- oceánská – tvořená sedimentární a bazaltovou vrstvou oceánská vrstva:
  - I. s mořskými sedimenty
  - II. bazaltová třetihory a čtvrtohory
  - III. jurské až eocénní sedimenty + bazické a ultrabazické horniny + metamorfity ve facii zelených břidlic
- přechodná – geosynklinální – typická pro geosynklinály a přechodné oblasti mezi kontinenty a oceány - riftogenní – vázaná na mobilní zóny v oceánech

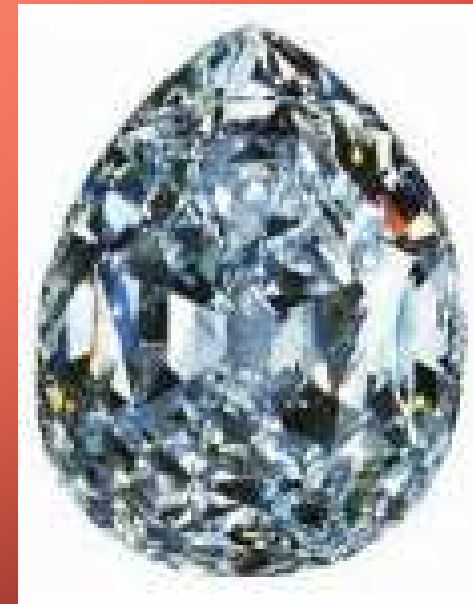
# CHEMICKÉ SLOŽENÍ ZEMSKÉHO TĚLESA (%)

	Zemská kůra		Zemský plášť	Zemské jádro
	kontinentální	oceánská		
SiO <sub>2</sub>	69	48	43	-
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14	15	-	-
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> + FeO	4	11	12	90
CaO	-	11	3	-
MgO	-	9	37	-
NiO	-	-	-	8
ostatní	13	6	5	2
	100	100	100	100

# SLOŽENÍ VRSTEV Z KOVOVÝCH PRVKŮ

- Zemská kůra – astenosféra
- Zemský plášť – odpovídá staršímu termínu SIMA
- Zemské jádro – odpovídá staršímu termínu NiFe (poloměr: 3 478 km)
  
- existence kovového jádra → magnetické pole Země

C (UHLÍK)- VÝROBA 2000 °C, TLAK >60000 ATM  
(6GPA), PROSTŘEDNÍ VNĚJŠÍHO PLÁŠTĚ



Cullinan 621g tedy 3106 karátů ( rok1905)

# MODRÝ DIAMANT

diamant Oppenheimer, největší  
vivid blue diamant na světě, který  
se v rámci aukce prodal za 57,5  
milionů dolarů a měl 14,62 karátů (1  
karát=0,2 g)



Karát - tato jednotka byla historicky odvozena z hmotnosti semene svatojánského chleba (lat. *Ceratonia siliqua*), které bylo ve středověku používáno v Arábii a Persii pro určování ceny drahých kamenů.