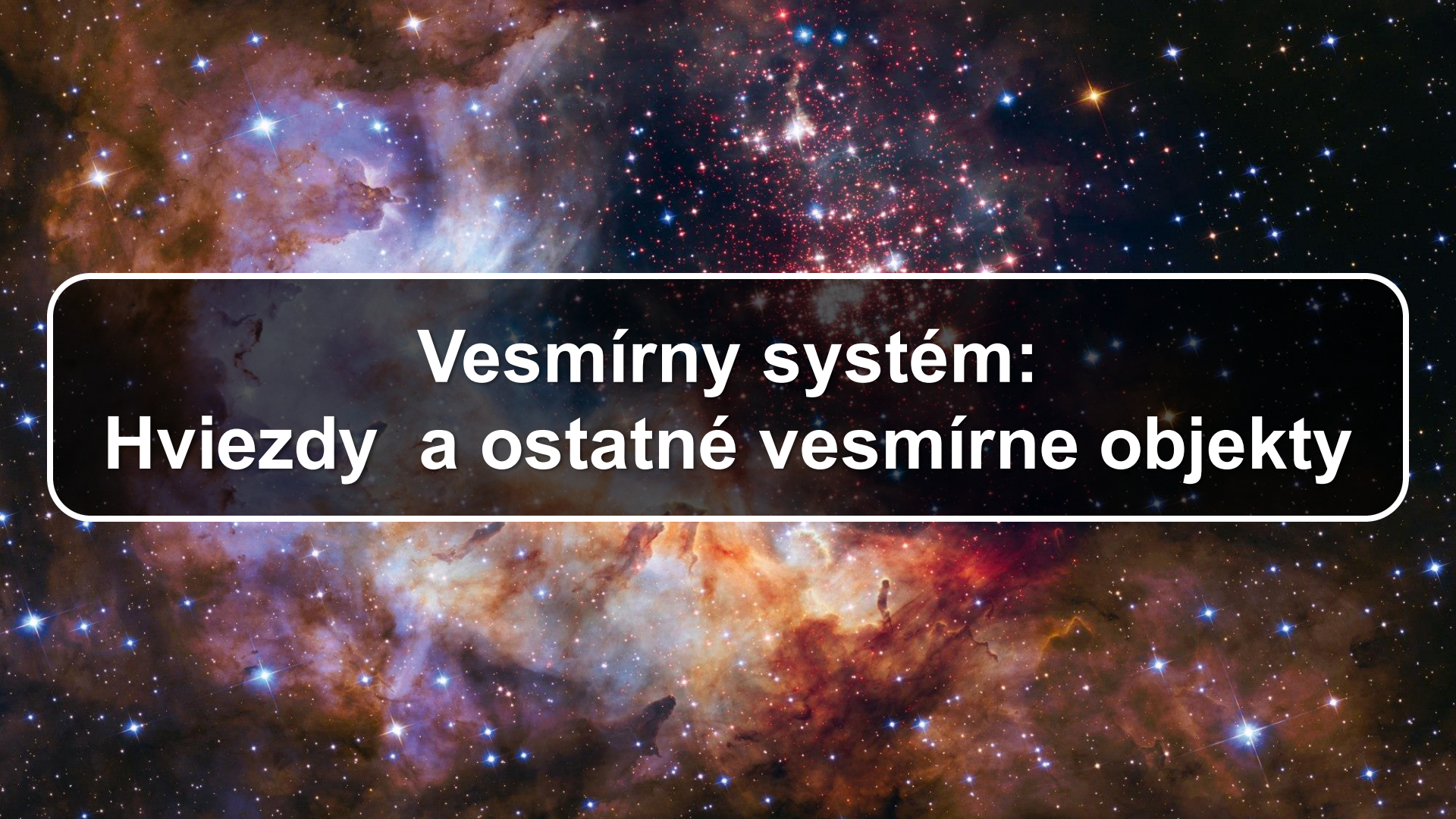


METAGEOGRAFIA A PLANETÁRNA GEOGRAFIA

Mgr. Katarína ONAČILLOVÁ, PhD.





**Vesmírny systém:
Hviezdy a ostatné vesmírne objekty**

Galaxie



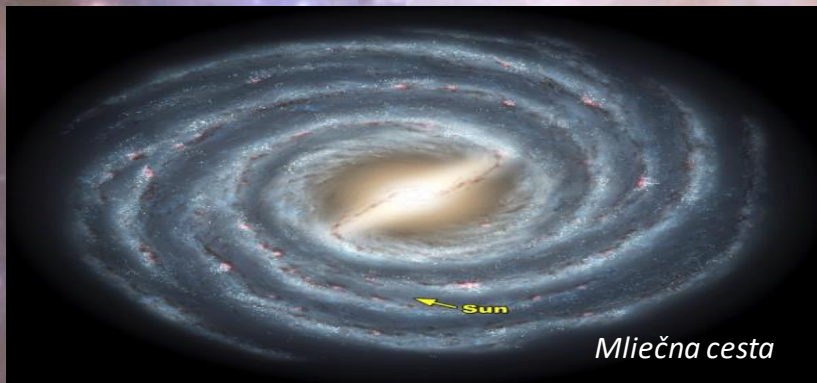
Galaxie

Galaxia - hviezdny systém
- 10 až 100 mld. hviezd.

Okrem hviezd obsahuje aj:
- *hmloviny* (mraky prachu a plynu)
- *medzihviezdny materiál*



Galaxia Andromeda

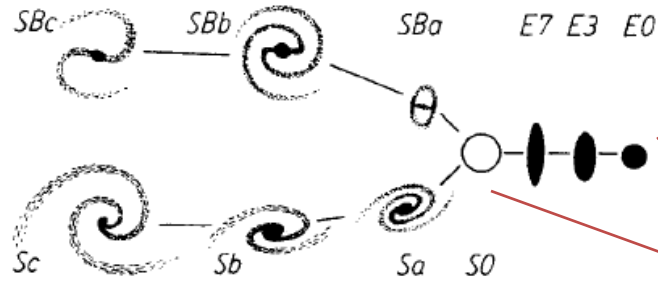


Mliečna cesta



Galaxia Textúra

Galaxie – podľa štruktúry



1.) Pravidelné galaxie:

Eliptické galaxie (E)

- elipsoidický tvar s hladkou štruktúrou
- E0 - E7 podľa zdanlivého sploštenia galaxie

Šošovkovité galaxie (S0)

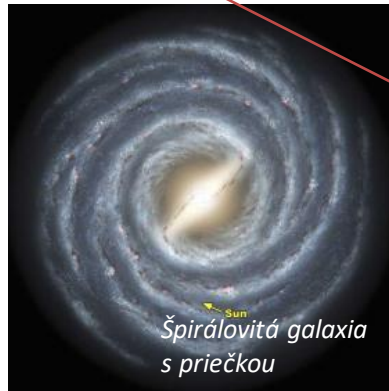
- prechodné typy medzi eliptickými a špirálovými galaxiami

Špirálové galaxie (S)

- majú špirálové ramená, vychádzajúce tangenciálne z jadra galaxie
- Sa, Sb, Sc podľa veľkosti jadra a rozvinutosti špirálovej štruktúry
- ak sú s priečkou - označené písmenom B



Šošovková galaxia NGC 5866 sa nachádza v súhvezdí Draka.



Špirálovitá galaxia s priečkou

Galaxie – podľa štruktúry

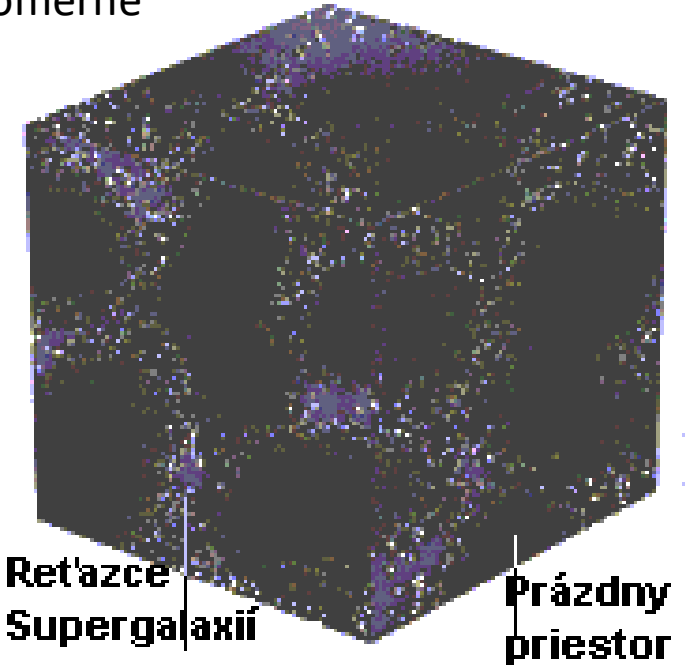
2.) Nepravidelné galaxie (Ir – irregular galaxies):

- Majú amorfnú štruktúru, relatívne malú hmotnosť a nemajú zjavné jadro



Galaxie – hierarchia

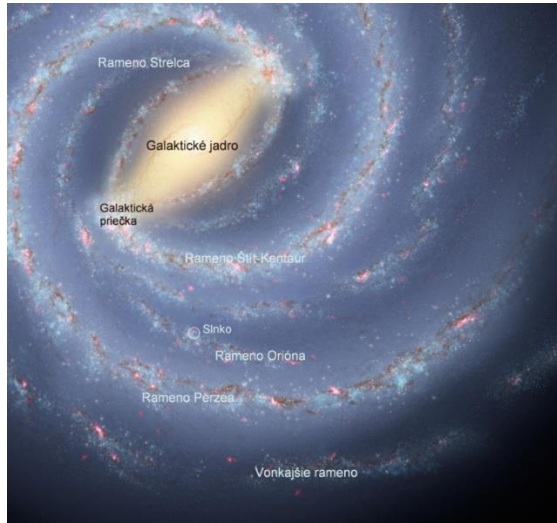
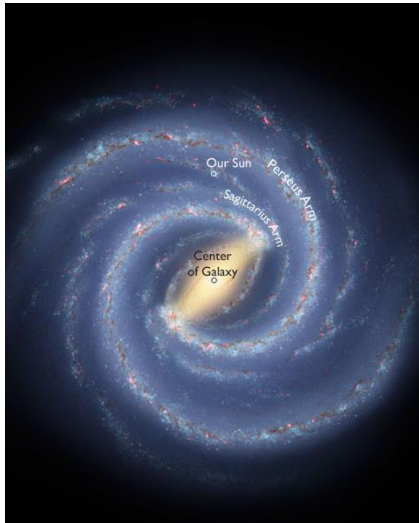
- Priestorové rozloženie galaxií vo vesmíre nie je rovnomerné
- Naša Galaxia (Mliečna cesta = Svietiaci pás) patrí do tzv. **miestnej skupiny galaxií**
- Má polomer približne 3 mil. ly (svetelných rokov)
- Miestne skupiny galaxií vytvárajú vyššie systémy – **supergalaxie (nadkopy galaxií)**
- Našu supergalaxiu tvorí približne 10 tisíc galaxií
- Priemer supergalaxie je približne 30 Mpc.
- Ešte väčšie systémy - **metagalaxie**



Metagalaxia je najväčšia poznaná časť vesmíru.

Galaxie – Mliečna cesta

- Špirálová galaxia (s priečkou), ktorá je časťou miestnej skupiny galaxií
- Súčasťou je naša slnečná sústava
- Bledý pás svetla vytvorený početnými vzdialenými hviezdami vzdialenejších galaktických ramien, ktoré môžeme vidieť zo Zeme



- V samotnom strede Galaxie je **galaktické jadro**

Je zložená z troch častí (podsystemov):

1. **Plochý podsystem** (rovina galaxie, galaktické jadro): hviezdne obry, hviezdokopy a hmloviny;
2. **Prechodný podsystem** (diskovitá zložka): hviezdy patriace k hlavnej postupnosti;
3. **Guľový podsystem** (galaktická koróna, galaktické halo): guľové hviezdokopy, niektoré typy premenných hviezd a iné zvláštne hviezdy

Zrod hviezd a životný cyklus hviezd



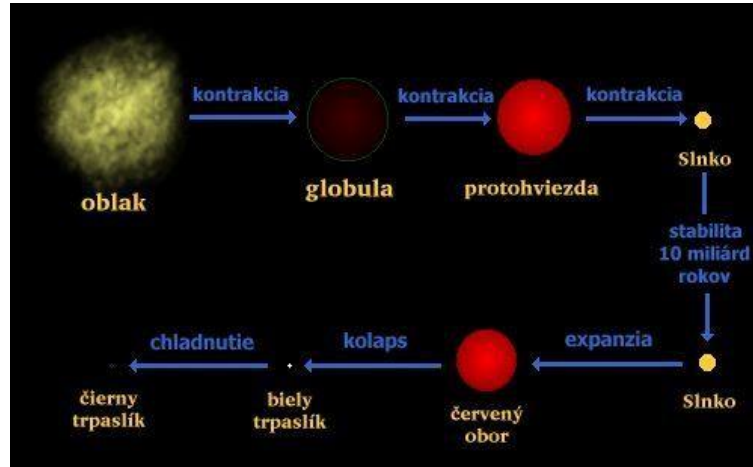
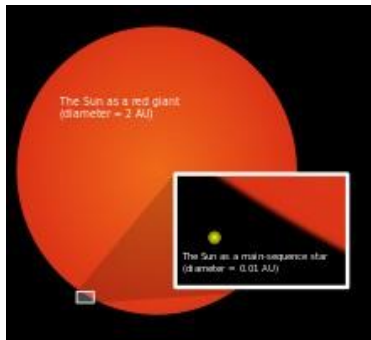
Hmlovina (Nebula)

Hmlovina/nebula (z lat. nebula - „hmla“)

- viditeľný medzihviezdny oblak plynu a prachu
- pozostatok explózie supernovy (zväčša)

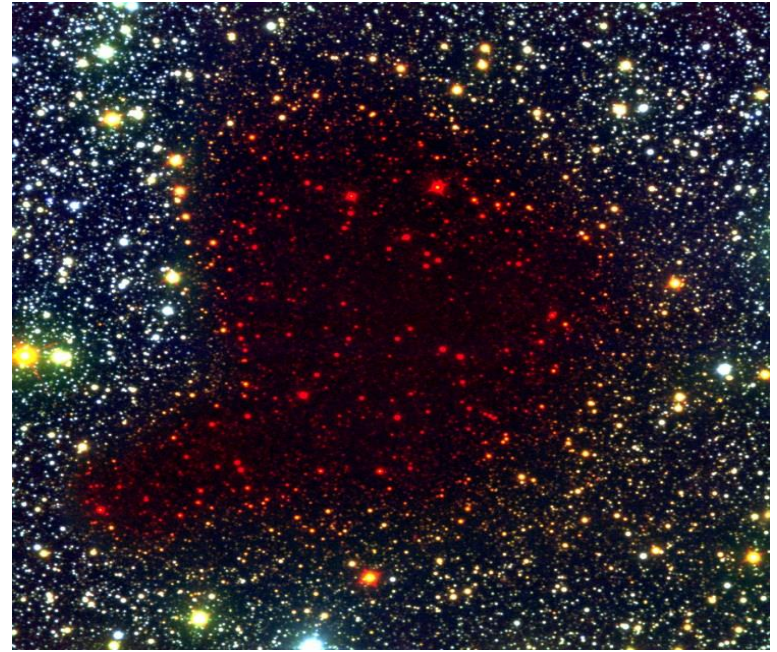
Globula - menší prachový guľový útvar na pozadí hmlovín

- väčšina hmlovín sú gravitáciou vyvolané kondenzácie plynov, kde sa rodia **protohviezdy**



Protohviezda (Prahviezda)

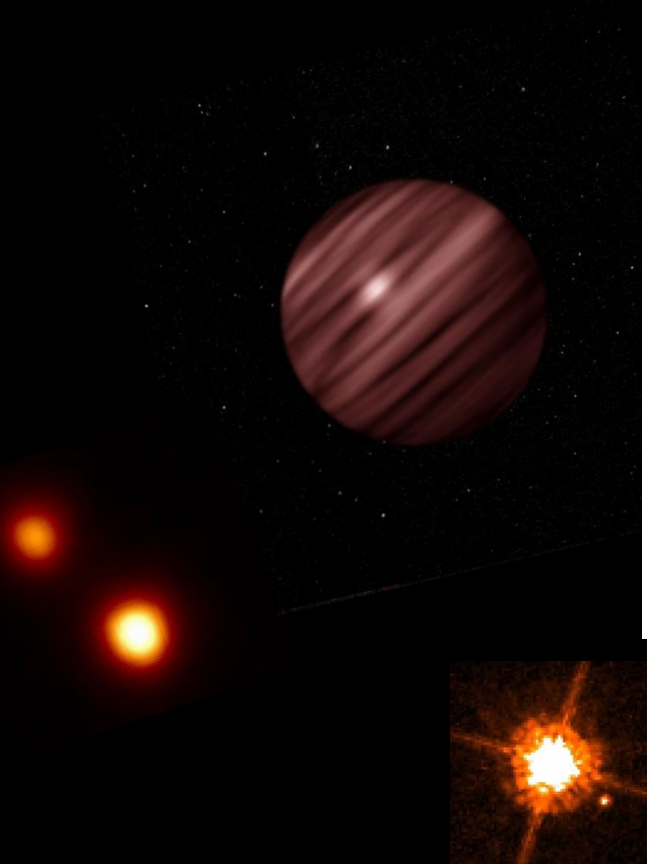
- vzniká z globuly, malej, tmavej, približne guľatej hmloviny gravitačnou kontrakciou (zahriatie)
- obdobie po začiatku kontrakcie a predtým, ako hviezda dosiahne hlavnú postupnosť
- v IR pásme cez husté oblaky prachu začínajú žiariť protohviezdy - štruktúra teploty a hustoty



Protohviezdam s hmotnosťami blízkymi hmotnosti Slnka obyčajne trvá 10 miliónov rokov, kým sa z nich vyvinú hviezdy hlavnej postupnosti. Protohviezdam s hmotnosťou 15 hmotností Slnka to trvá kratšie, okolo 100 000 rokov

Fotografia objektu Herbig-Haro 46/47 v oblasti spektra blízkeho infračerveného žiarenia. Podarilo sa tak nahliadnuť pod tmavú hmlovinu, ktorá zárodok hviezdy spravidla obklopuje.

Protohviezda (Prahviezda)



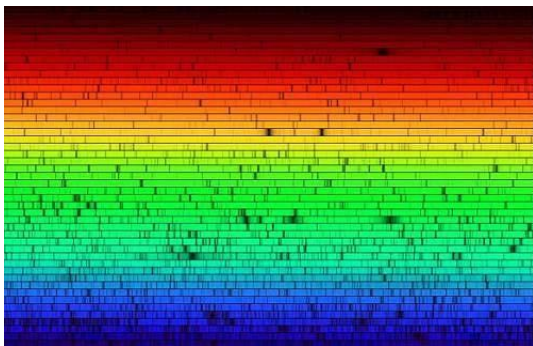
Keď protohviezda dosiahne rovnováhu, nastane jedna z dvoch vecí:

- Ak nie je dostatočná hmotnosť → **hnedý trpaslík** - „hviezda“, ktorá nevyžaruje veľa tepla a svetla
- V prípade, že obsahuje primerané množstvo hmoty, začne jadrová fúzia a vyžaruje sa svetlo → **hviezda**
- 10 miliónov – 100 000 rokov, kým sa z nich vyvinú **hviezdy hlavnej postupnosti**

Hviezdy – farba

FARBA hviezd je prejavom jej povrchovej teploty

- Hviezda nemá pevný povrch
- V prípade hviezd povrch označuje vrstvu, ktorú vidíme ako "povrch" – **fotosféru**
- **Povrchová teplota hviezd**, v ktorej sa vytvára **spektrum**, rozhoduje o charaktere spektra
- Na základe rozdielnosti **spektier** boli hviezdy roztriedené do **spektrálnych tried**



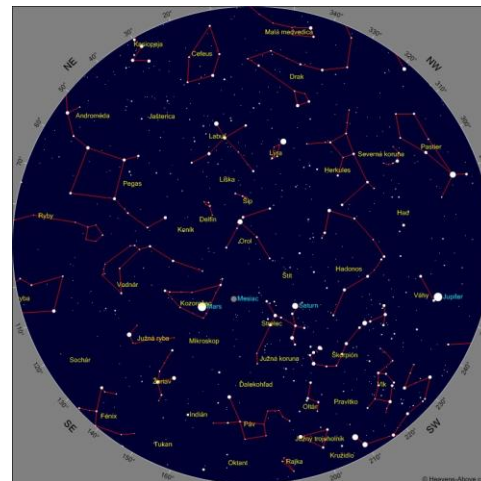
Slnečné spektrum s vysokým rozlíšením.

Hviezdy – jasnosť

JASNOSŤ hviezd patrí k základným vlastnostiam hviezd

- **Rozdielnosť v jasnosti** hviezd vyjadrujeme **triedami hviezdnych veľkostí** v logaritmickej škále
- **Pomer jasností dvoch susedných tried** sa rovná **koeficientu 2,512**, čo znamená, že každá hviezdna trieda bude **2,512-krát** jasnejšia alebo menej jasná, ako je najbližšia susedná trieda

Aj napriek tomu, že hviezdy sa v priestore pohybujú obrovskými rýchlosťami, pre človeka je tento pohyb nepostrehnuteľný. Ľudský život je totiž príliš krátkym časovým úsekom na pozorovanie takýchto zmien. Polohy hviezd na oblohe sa síce menia, ale v priebehu stoviek, až tisícok rokov. Práve podľa toho dostali hviezdy v minulosti názov „stálice“ a ľudia sa podľa nich začali orientovať. Hľadali na oblohe známe tvary, ktoré im pripomínali rôzne postavy, zvieratá alebo veci. Tak vznikli súhvezdia, ktorých je dnes na oblohe 88.



Hviezdy – veľkosť

- Rozoznávame dva typy hviezdnej veľkosti (magnitúd):
 - **zdanlivá hviezdna veľkosť** (magnitúda) – „**m**“
 - jasnosť hviezd, ako ju vidíme zo Zeme
 - **absolútna hviezdna veľkosť** (magnitúda) – „**M**“
 - jasnosť hviezd, ktorú by sme videli zo štandardnej vzdialenosti 10 pc
- **Transformačná rovnica** medzi absolútnou a zdanlivou hviezdou veľkosťou je:

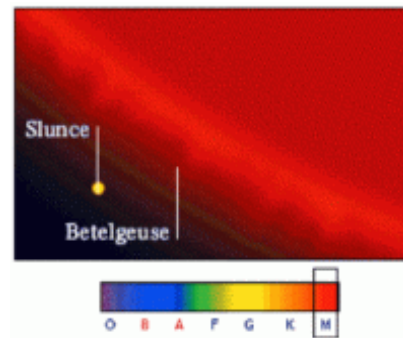
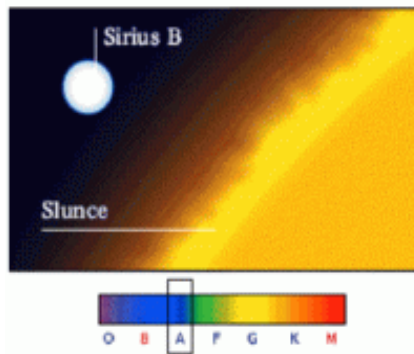
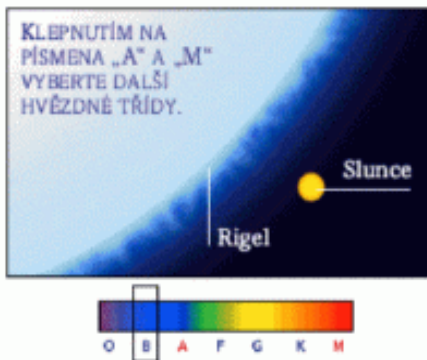
$$M = m + 5 - 5 \log r, \text{ alebo } M = m + 5 + 5 \log \pi,$$

kde M je absolútna hviezdna magnitúda, m je zdanlivá hviezdna magnitúda, r je vzdialenosť hviezd v pc, π je paralaxa hviezd.

Hviezdy – jasnosť a teplota hviezd

Jasnosť hviezd

- **Jasnosť hviezd závisí** na intenzite jej žiarenia
- Vo viditeľnom spektre sa meria v **magnitudách**
- Čím nižšie je číslo magnitudy (aj záporné), tým je hviezda jasnejšia
- Spektrálna klasifikácia hviezd (založená na teplote hviezdneho povrchu – fotosfére) rozlišuje **7 spektrálnych tried (O, B, A, F, G, K, M)**



Hviezdy – farba, jasnosť a teplota hviezd

● 7 spektrálnych tried

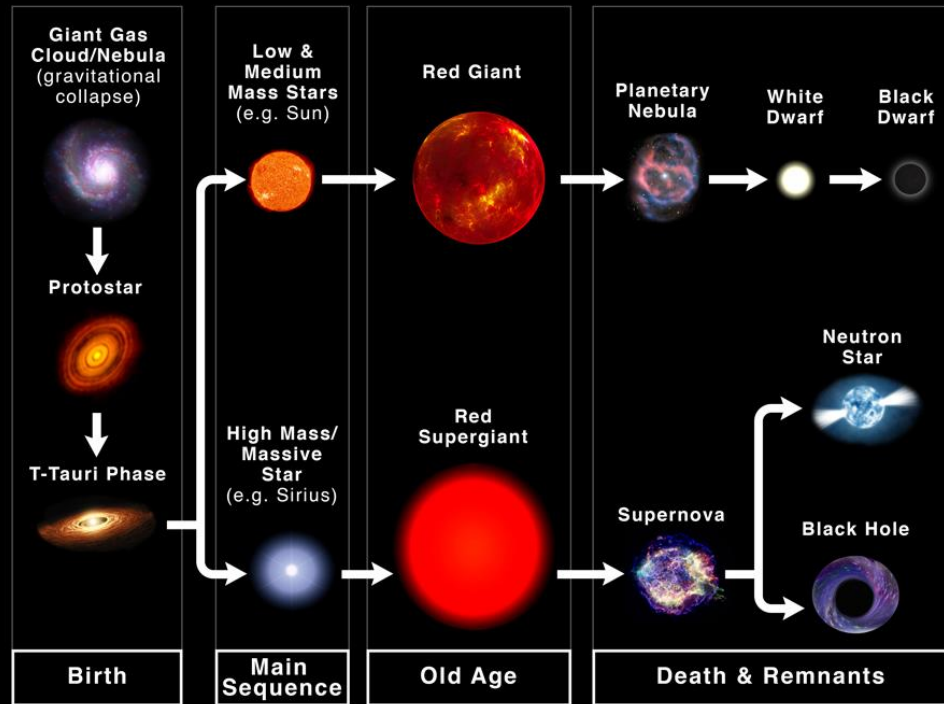
Trieda	Teplota (kelvin)	Dohodnutá farba	Zdanlivá farba	Hmotnosť (hmotnosť Slnka)	Polomer (polomer Slnka)	Svietivosť (bolometrická)	Podiel
O	$\geq 30,000$ K	modrá	modrá	$\geq 16 M_{\odot}$	$\geq 6.6 R_{\odot}$	$\geq 30,000 L_{\odot}$	$\sim 0.00003\%$
B	10,000–30,000 K	biela až modrobiela	modrobiela	2.1–16 M_{\odot}	1.8–6.6 R_{\odot}	25–30,000 L_{\odot}	0.13%
A	7,500–10,000 K	biela	biela až modrobiela	1.4–2.1 M_{\odot}	1.4–1.8 R_{\odot}	5–25 L_{\odot}	0.6%
F	6,000–7,500 K	žltobiela	biela	1.04–1.4 M_{\odot}	1.15–1.4 R_{\odot}	1.5–5 L_{\odot}	3%
G	5,200–6,000 K	žltá	žltobiela	0.8–1.04 M_{\odot}	0.96–1.15 R_{\odot}	0.6–1.5 L_{\odot}	7.6%
K	3,700–5,200 K	oranžová	žltooranžová	0.45–0.8 M_{\odot}	0.7–0.96 R_{\odot}	0.08–0.6 L_{\odot}	12.1%
M	$\leq 3,700$ K	červená	Oranžovo-červená	$\leq 0.45 M_{\odot}$	$\leq 0.7 R_{\odot}$	$\leq 0.08 L_{\odot}$	76.45%

Zánik hviezd

2 spôsoby, ako môže hviezda zaniknúť:

- ak má hviezda **nízkú hmotnosť**, vonkajšie vrstvy vytvoria **hmlovinu** a z jadra sa vytvorí **biely trpaslík**
- ak má **veľkú hmotnosť** - masívna explózia známa ako **supernova**, zvyšné jadro sa potom premení na **neutrónovú hviezdu** alebo **čiernu dieru**

Life Cycle of a Star

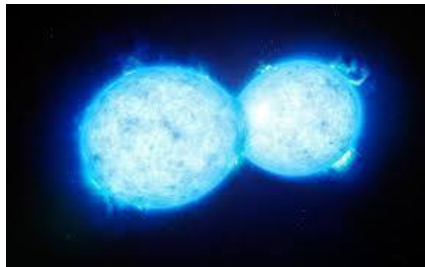


Hviezdy – dvojhviezdy, viacnásobné hviezdy, neutrónové hviezdy, premenné hviezdy, pulzary

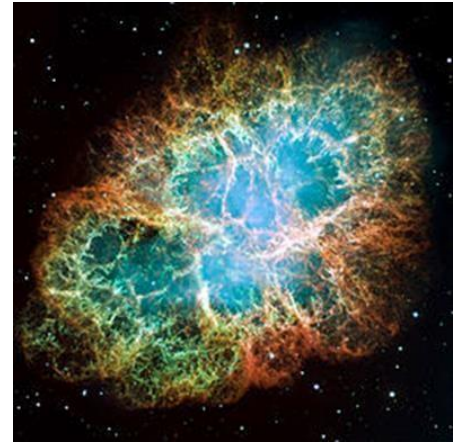
- Dvojhviezdy - skupinový hviezdny útvar s **dvomi členmi (hviezdami)**
 - základ - jasnejšia hviezda, slabšia - sprievodca
- Viacnásobné hviezdy – spojenie **troch, alebo viac hviezd**
- Hviezdokopy - pomerne **tesná skupina väčšieho počtu hviezd**, ktoré sú navzájom gravitačne viazané, majú približne rovnaký vek a pôvod
- Neutrónové hviezdy - formujú sa zo zvyškov jadier hviezd, ktoré explodovali ako **supernovy**
- Premenné hviezdy - hviezdy, ktoré menia svoju jasnosť
- Pulzary - rotujúce neutrónové hviezdy so silným magnetickým poľom, ktoré vysielajú pravidelné **pulzy (záblesky)** vln v rôznych častiach **elektromagnetického spektra**. Najznámejší pulzar je **Krabej hmloviny**



Hviezdokopy



Kontaktná dvojhviezda

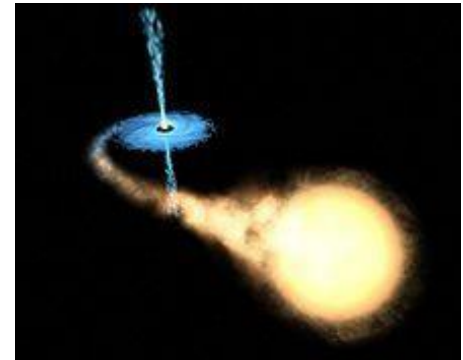


Messierov Objekt 1, Krabej hmlovina. V strede hmloviny sa nachádza pulzar: neutrónová hviezda rotujúca 30-krát za sekundu.

Ostatné vesmírne objekty – čierne diery

- **Čierna diera** alebo **gravitačný kolapsar** je koncentráciou hmoty so skoro nekonečnou hustotou
- Jej **gravitačná sila** zabraňuje úniku akýchkoľvek častíc (s výnimkou efektu nazývaného kvantové tunelovanie)
- Z toho vyplýva, že **nič** nemôže uniknúť gravitácii čiernej diery, preto sa nazýva „čierna“
- Čierne diery sa formujú zo zvyškov jadier hviezd, ktoré explodovali ako **supernovy**

Simulovaný pohľad na čiernu dieru v blízkosti Mliečnej cesty. Diera váži 10 hmotností slnka a vzdialená je približne 600 km.



Umelecká predstava čiernej diery s blízko obiehajúcou spoločnicou, ktorá presahuje jej Rocheovu medzu. Dovnútra padajúca hmota formuje akréčný disk, pričom časť hmoty je vytryskovaná vysokoenergetickými polárnymi prúdmi.

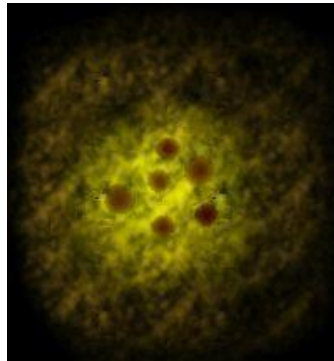
Ostatné vesmírne objekty – hmloviny, globule, kvazary

- **Hmloviny/**nebuly (z lat. nebula - „hmla“) je viditeľný medzihviezdny oblak plynu a prachu
- **Globule** - menšie prachové útvary guľového tvaru na pozadí hmlovín
- **Kvazar** - mimogalaktický objekt ktorý sa vyznačuje kvázi hviezdным vzhľadom (odtiaľ anglický názov *quasar: quasi-stellar radio source*), v ďalekohľade sa javí ako slabá hviezda, veľmi silným elektromagnetickým žiarením, premenlivosťou intenzity žiarenia, emisnými čiarami v spektre, veľkým červeným posunom spektrálnych čiar



Hmlovina Triangulum Emission NGC 604 leží v špirálovitom ramene galaxie M33, vzdialenej 2,7 milióna svetelných rokov od Zeme.

Príklad globuly



Umelecké znázornenie ULAS J1120+0641, veľmi vzdialeného kvazaru, poháňaného čiernou dierou s hmotnosťou 2 milióny hmotností Slnka.

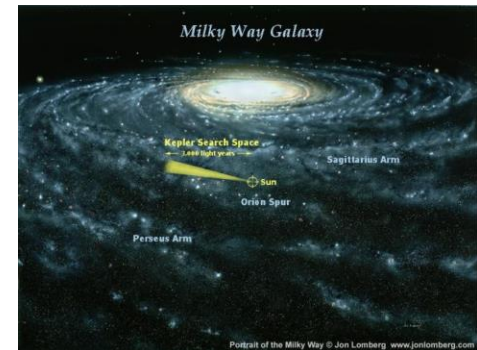
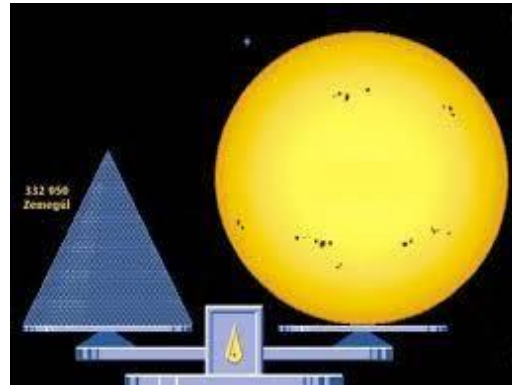


Slnko

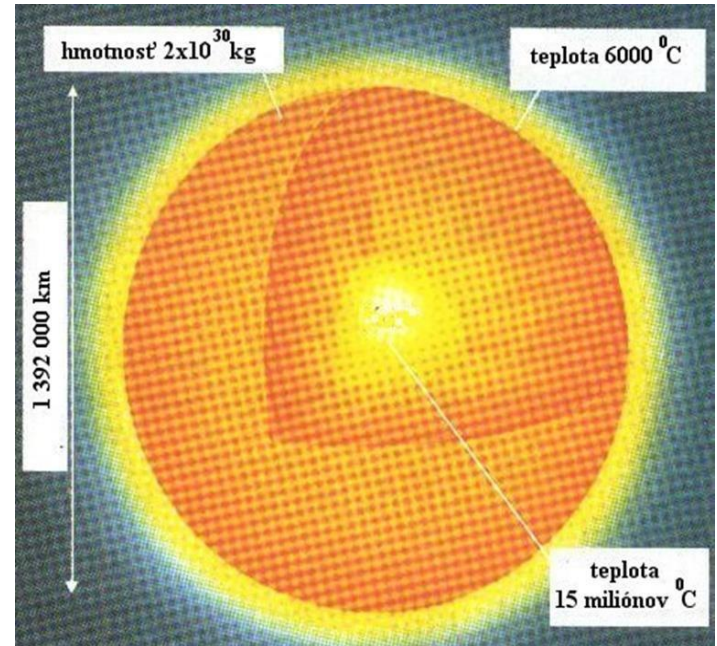
Slnko – základné poznatky a údaje

– najbližšia a najjasnejšia hviezda vzhľadom k Zemi

- Spolu so slnečnou sústavou je súčasťou galaxie „Mliečna cesta“
- Má priemer **1 392 000 km** (109 zemských priemerov)
- Jeho hmotnosť je **$1,99 \cdot 10^{30} \text{ kg}$** (99,8 % hmotnosti celej slnečnej sústavy).
- Priemerná hustota je **$1,4 \cdot 10^3 \text{ kg} \cdot \text{m}^{-3}$**



- Slnko je guľa žiariaceho plynu, a preto sa neotáča okolo svojej osi ako tuhé teleso
- Na rovníku sa otočí približne raz za 25 dní, zatiaľ čo v oblasti pólův raz za každých 35 dní (diferenciálna rotácia)



Svetlo zo Slnka na Zem ide asi 8 minút.

Diferenciálna rotácia: Rotácia, pri ktorej oblasti rozlične vzdialené od rotačnej osi alebo od rovníka majú rôznu uhlovú rýchlosť.

Slnko – základné poznatky a údaje

- **Naše Slnko je hviezda** hlavnej postupnosti už asi 4,5 miliardy rokov a zostane ňou ďalších 4,5 miliárd rokov.
- **Keď sa v jadre** minú zásoby vodíka, zväčší sa a stane sa z neho **červený obor** (jedno zo záverečných štádií vývoja hviezd).

Červený obor je veľká hviezda mimo hlavnej postupnosti typu K alebo M, červenej farby.



Porovnanie rozmeru Slnka po jeho premene na červeného obra so súčasným rozmerom.

Slnko – základné poznatky a údaje

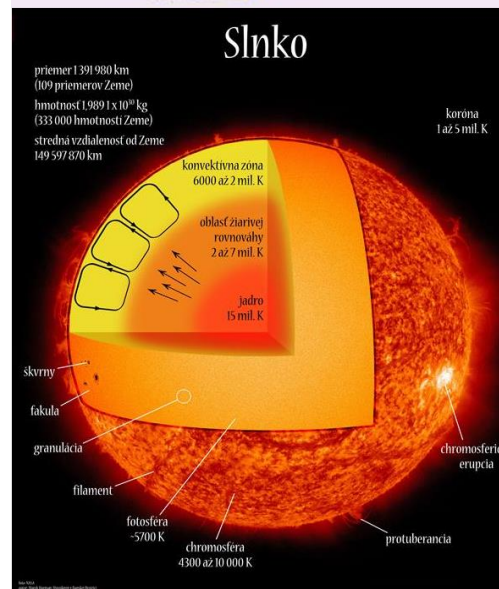
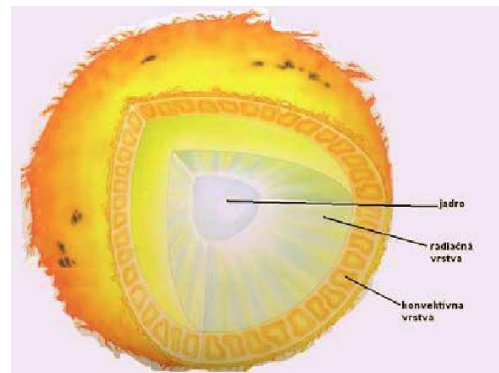
- Slnko je tvorené dvomi časťami:

- a) **slnčným vnútrom**
- b) **slnčnou atmosférou**

- **SLNEČNÉ VNÚTRO**

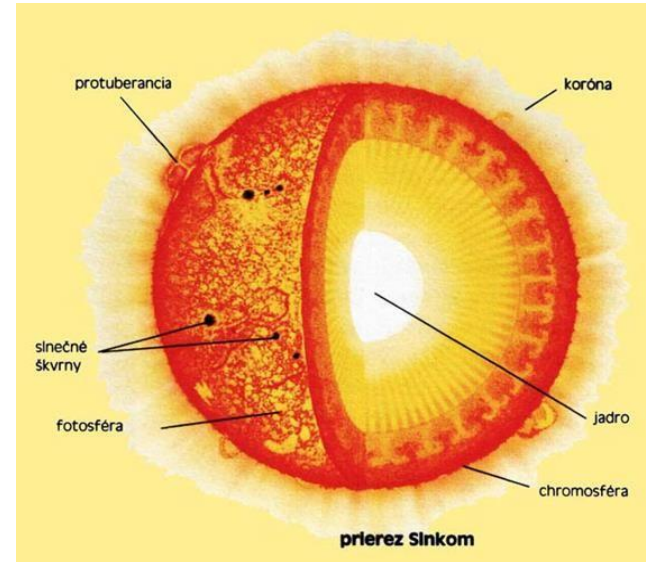
- tvorí prevažnú časť Slnka
- **pozostáva z troch vrstiev:**

1. **Jadro** je najvnútornejšou vrstvou Slnka. Prebiehajú tu jadrové (termonukleárne) reakcie
2. Smerom navonok nasleduje **radiačná vrstva**
- uvoľnená energia sa šíri k povrchu vo forme fotónov
3. Nad radiačnou vrstvou je **konvektívna vrstva**
- prenos energie je konvekciou (prúdením).



Slnko – zloženie

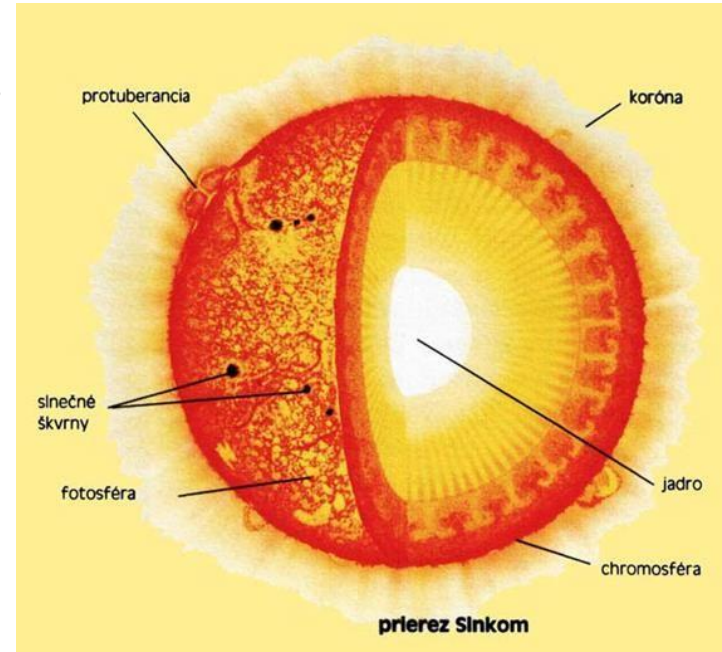
- **Slnčná atmosféra** – viditeľná časť Slnka, ktorá má malú hustotu a je rozsiahla
- **Atmosféra Slnka** sa začína kvázi povrchom: **fotosférou** – viditeľný slnečný disk, ktorý vnímame ako povrch Slnka. Priemerná teplota fotosféry je **5 500 °C**.
- Hrúbka fotosféry je **300 km**. Vo fotosfére sú pozorovateľné útvary: **slnečné škvrny, granulácie, fakulové polia a ďalšie**.



Atmosféra Slnka: fotosféra, chromosféra, koróna.

Slnko – zloženie

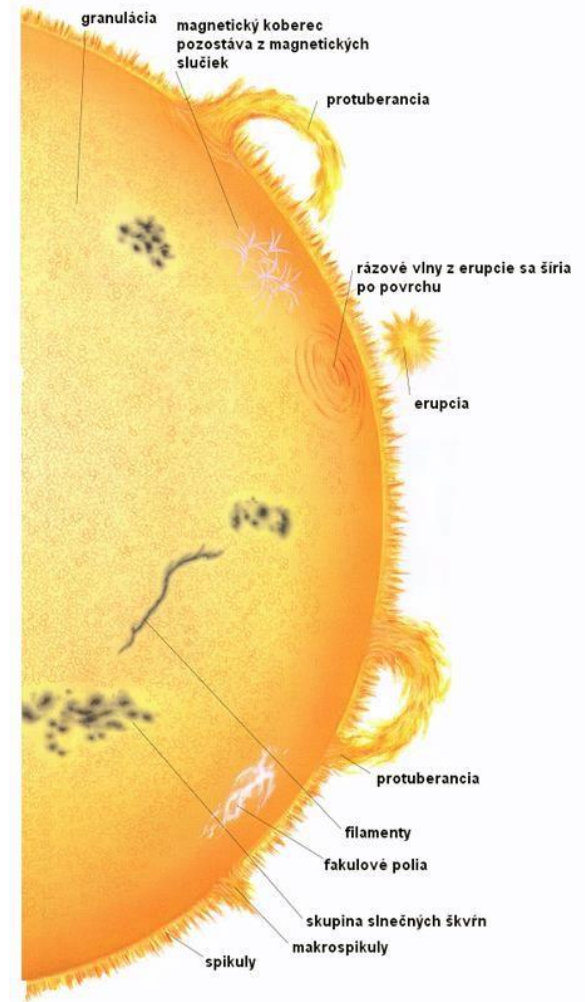
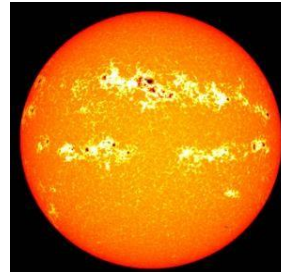
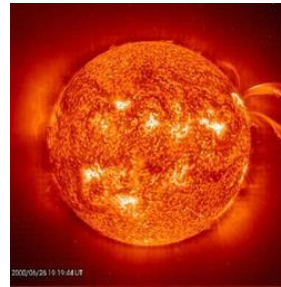
- Nad fotosférou je riedka **chromosféra**, dobre pozorovateľná najmä pri úplnom zatmení Slnka. Siahá približne do výšky **14 000 km** nad fotosférou.
- **Koróna** je najvrchnejšou vrstvou slnečnej atmosféry siahajúca do vzdialenosti **niekoľko slnečných polomerov**. Skladá sa z riedkeho plynu, ktorý môže dosiahnuť teplotu **3 mil. °C**



Slnko – pozorovateľné javy na povrchu Slnka

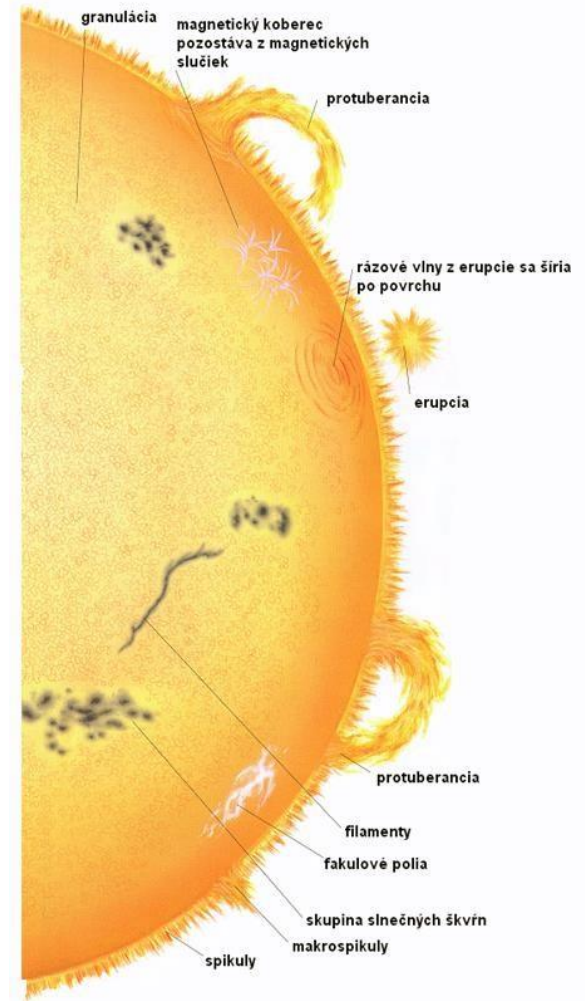
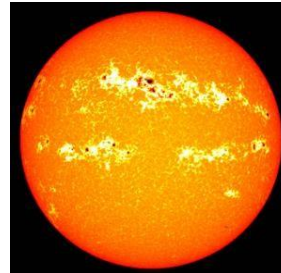
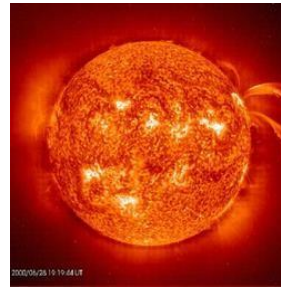
Pozorovateľné javy v slnečnej atmosfére

- **Granulácia:** zrnitosť povrchu spôsobená konvektívnymi bunkami (krúžiacimi prúdmi horúceho plynu). Granule majú priemer asi 1 000 km
- **Erupcie:** prudké výbuchy v chromosfére nad skupinami škvŕn, vyvolané uvoľnenou magnetickou energiou
- **Protuberancia:** masa plynu visiaca v atmosfére Slnka. Sú vytvarované do obrovských slučiek alebo oblúkov magnetickými poľami nad skupinami slnečných škvŕn



Slnko – pozorovateľné javy na povrchu Slnka

- **Filamenty** vznikajú proturbenciou a pretože majú nižšiu teplotu ako okolitá plazma, stávajú sa viditeľnými, ako tmavšie vláknité štruktúry
- **Fakulové polia** sú horúce, biele oblasti, ktoré sa objavujú po zániku slnečných škvŕn
- **Spikuly** sú malé neustále sa meniace výbežky plynu v chromosfére
- **Slnečné škvŕny** sú tmavé oblasti plytkých depresí, ktoré vznikajú vírivými pohybmi látky, pri ktorých sa plyn v oblasti škvŕny rozpína a tým sa ochladzuje na teplotu o 1000 až 2000 °C nižšiu, ako je teplota fotosféry

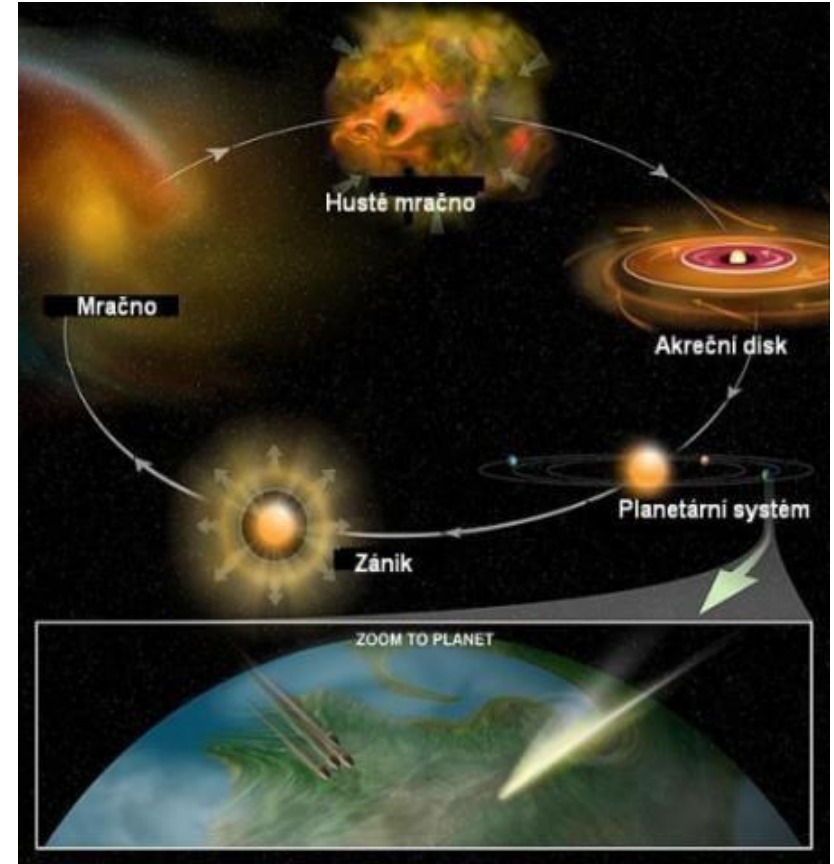




**Vznik Zeme,
Informatívny prehľad poznatkov o ďalších významných
vesmírnych telesách (Slnko, Mesiac)**

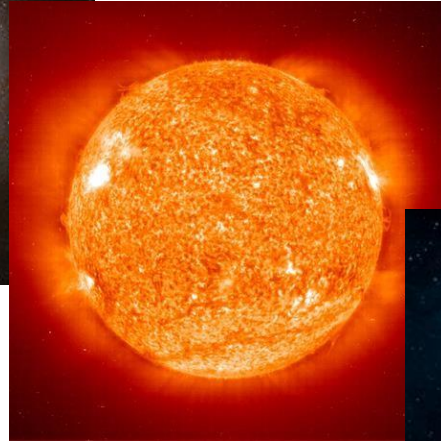
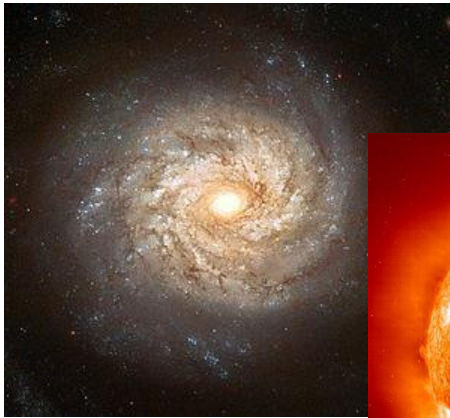
Vznik Zeme vo vesmíre

- Zem pravdepodobne vznikla vtedy, keď sa drobné kúsky vesmírnych trosiek (**planetesimály**) začali zhlukovať, lebo ich stláčala dohromady vzájomná príťažlivosť.



Vznik Zeme vo vesmíre

Keď sa z víriaceho oblaku hviezdneho prachu tvorila Zem, jednotlivé kúsky sa zrážali dohromady takou silou, že mladá planéta sa zmenila na **žeravú guľu**. Potom pomaly chladla a na jej povrchu sa vytvorili **svetadiely a oceány**.



Vznik Zeme vo vesmíre

- **Približne pred 4,5 miliardy rokov narazil** na Zem balvan veľkosti Marsu. Materiál vyrazený zo Zeme týmto nárazom sa nakopil na jednom mieste a vytvoril **Mesiac**.
- **Nárazom, ktorý** sformoval Mesiac, sa Zem veľmi zohriala.
- **Rádioaktívny rozpad** zohrial Zem ešte viac.
- **Povrch Zeme** dlhý čas pokrývali vybuchujúce sopky.
- **Železo a nikel sa roztavili**, klesali do stredu a vytvorili **jadro**.
- **Ľahšie prvky**, ako napr. hliník, kyslík a kremík, plávali na povrchu a po ochladení vytvorili **zemskú kôru**.



Stavba Zeme

Základné rozdelenie navrhol K. E. Bullen (podľa správania sa prechádzajúcich seizmických vln):

- **ZEMSKÁ KÔRA:**

- Pevninská kôra
- Oceánska kôra

fázový prechod: Mohorovičičova diskontinuita

- **ZEMSKÝ PLÁŠŤ:**

- Najvrchnejšia časť plášťa (*litosféra*)
- Vrchný plášť (*astenosféra*)
- Spodný plášť

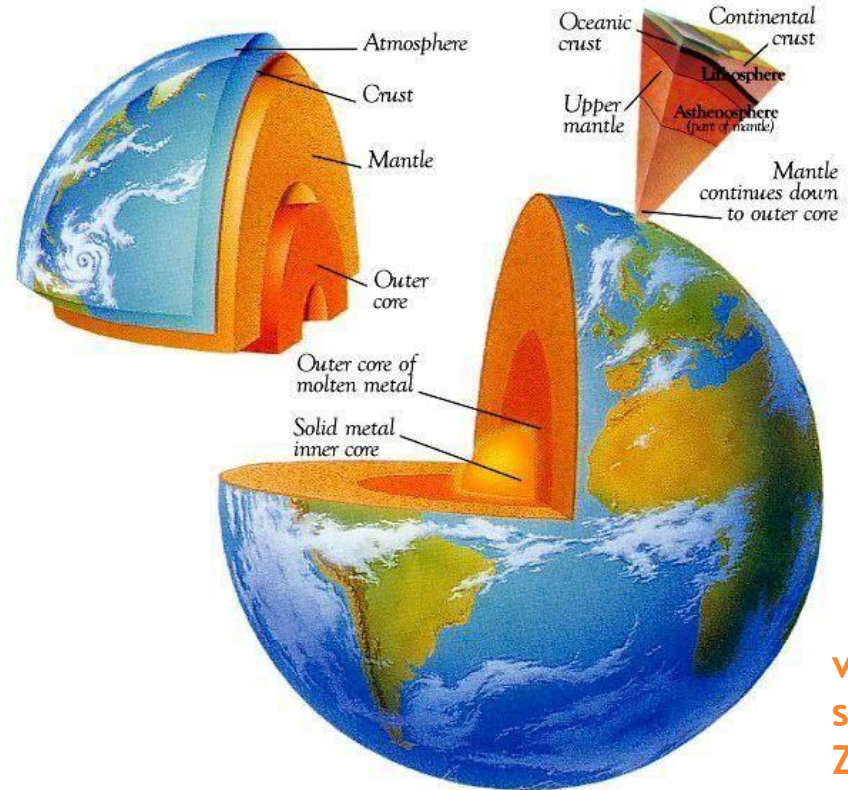
fázový prechod: Gutenbergova diskontinuita

- **ZEMSKÉ JADRO:**

- Vonkajšie jadro

prechodná zóna

- Vnútornejšie jadro



Gutenbergova diskontinuita alebo *D''-zóna* je rozhranie medzi plášťom a jadrom Zeme. Lokalizovaná je v hĺbke asi 2 700–2 900 km pod povrchom Zeme. Je charakteristická zmenou hustoty z $5,7 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ na $11 \text{ kg} \cdot \text{dm}^{-3}$ a zmenou rýchlosti prechádzajúcich seizmických vln

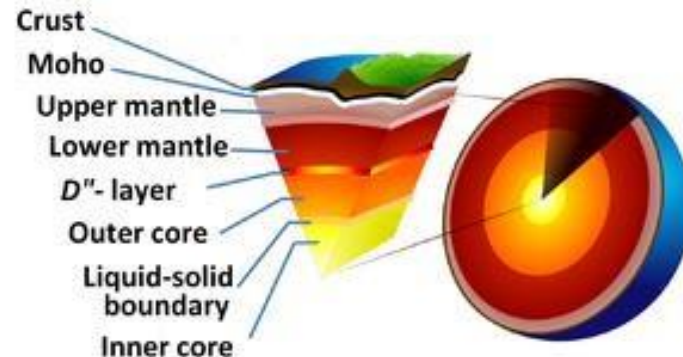
Stavba Zeme

Hrúbka jednotlivých vrstiev Zeme a ich charakteristiky					
vrstva	Hĺbkový interval	Rýchlosť seizmických vln (km.s ⁻¹)		Hustota	Tlak
	(km)	P-vlny	S-vlny	(kg.dm ⁻³)	(10 ¹¹ Pa)
kôra	0 - 40	rôzne	rôzne	2,7 - 3,0	0,14
astenosféra	33 - 410	7,8 - 9,0	4,4 - 4,9	3,3 - 3,4	0,39
vrchný plášť	410 - 1000	9,0 - 11,3	5,0 - 6,4	4,0 - 4,5	1,01
spodný plášť	1000 - 2900	11,3 - 13,6	6,4 - 7,3	4,5 - 5,7	1,37
vonkajšie jadro	2900 - 4980	8,1 - 10,4	vymiznutie	11,3	3,17
prechodná zóna	4980 - 5120	10,4 - 9,5	vymiznutie	17,3	3,64
vnútorné jadro	5120 - 6378	10,8 - 11,4	3,3 - 3,6	-17	-4

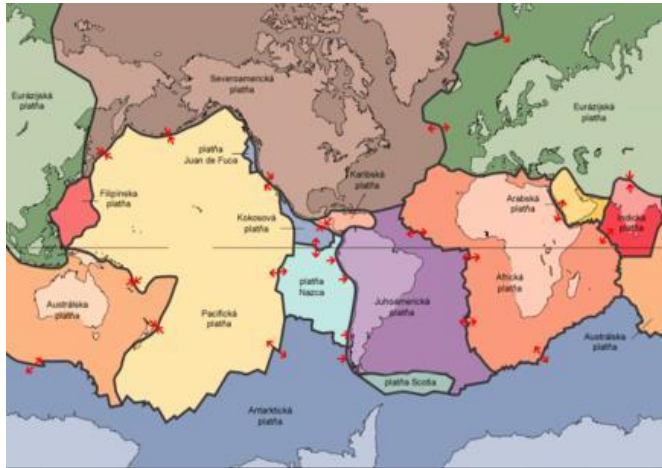
Stavba Zeme

- Mohorovičičova diskontinuita (skrátene aj Moho) je rozhranie medzi **zemskou kôrou** a **zemským plášťom**
- Charakteristická **náhlou** zmenou hustoty z **2,9** na **3,3 kg.dm⁻³**, čím vzniká odrazová plocha pre zemetrasné vlny
- Jej **hĺbka je väčšia** pod kontinentmi (v Himalájach viac ako **70 km**), menšia pod oceánmi (niekedy menej ako **5 km**).

Najväčšia hrúbka Moho pod európskym kontinentom je v oblasti Pobaltia, kde sa blíži ku 70 km.

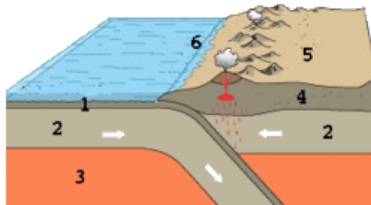


Stavba Zeme



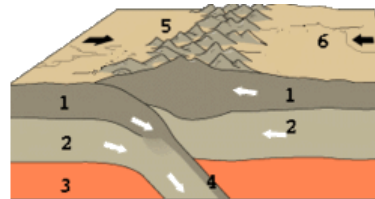
Kontinentálne platne

- zmapované v druhej polovici 20. st.



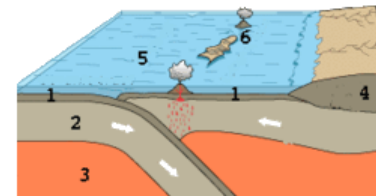
Kolízia oceán-kontinent:

1 Oceánska kôra. 2 Litosféra.
3 Astenosféra. 4 Pevninská kôra.
5 Vulkanický oblúk. 6 Hlbokomorská priekopa.



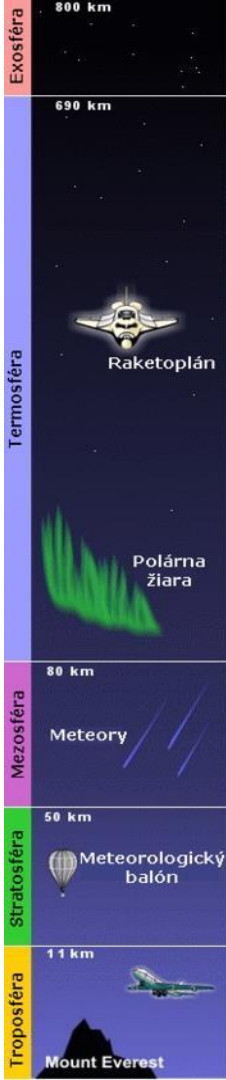
Kolízia kontinent-kontinent:

1 Kontinentálna kôra. 2 Litosféra.
3 Astenosféra. 4 Zanikajúca kontinentálna kôra. 5 Vysokohorský chrbát. 6 Náhorná plošina.



Kolízia oceán-oceán:

1 Oceánska kôra. 2 Litosféra.
3 Astenosféra. 4 Kontinentálna kôra. 5 Hlbokomorská priekopa. 6 Ostrovný vulkanický oblúk.

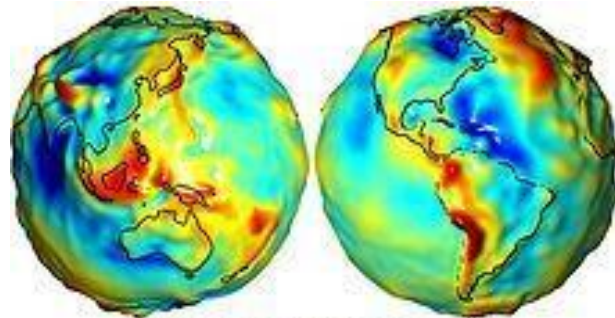
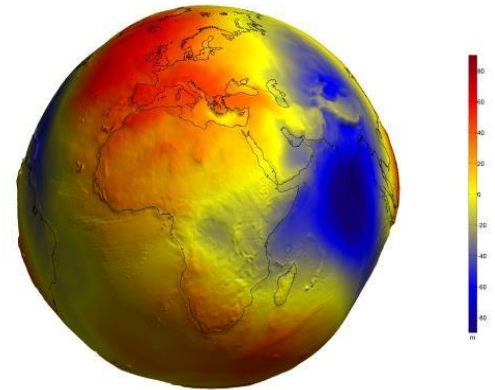
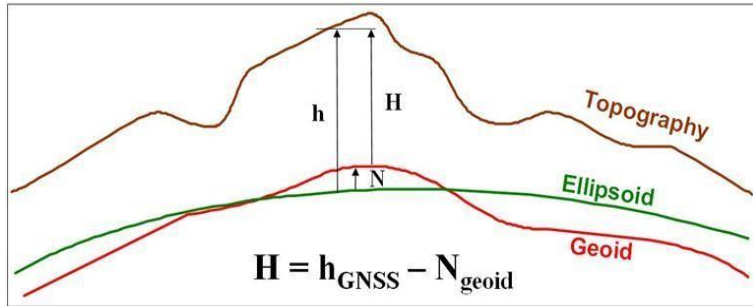


Atmosféra Zeme vonkajšia stavba Zeme

Z hľadiska zmeny teploty s výškou v danej časti atmosféry sa zemská atmosféra delí na viacero vrstiev zdola nahor:

- **troposféra** (s biosférou), ohraničuje ju tenká tropopauza
- **stratosféra** (s ozónosférou), ohraničuje ju tenká stratopauza
- **mezosféra** (so spodnou ionosférou), ohraničuje ju tenká mezopauza
- **termosféra** (s hornou ionosférou a polárnou žiarou), ohraničuje ju termopauza
- **exosféra** (s magnetosférou), prechod v medzi-planetárny priestor (často považovaná za časť termosféry)

Tvar Zeme základné pojmy

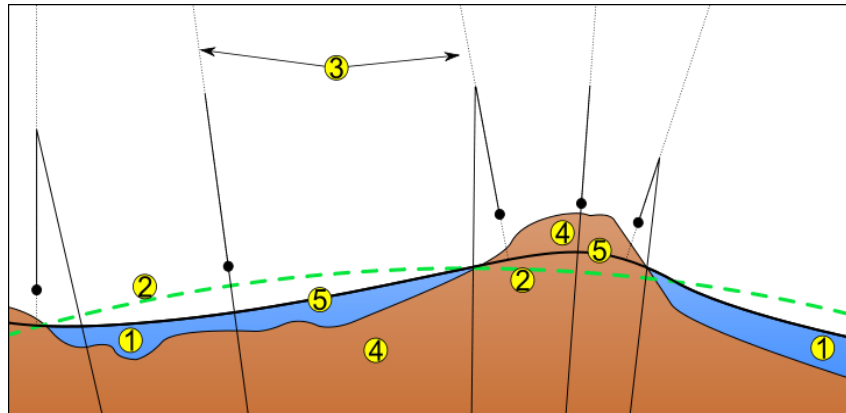


Earth's Gravity field Anomalies [milligals]
-50 -40 -30 -20 -10 0 10 20 30 40 50

Troj-rozmená vizualizácia zvlnenia geoidu v gravitačných jednotkách.

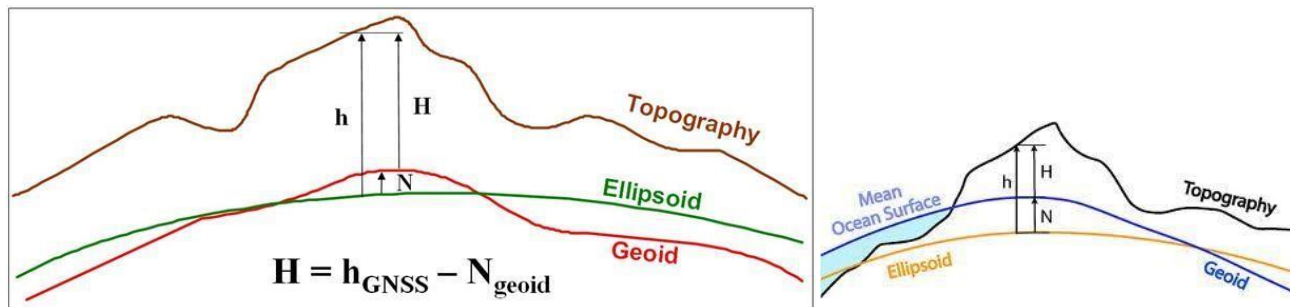
Tvar Zeme základné pojmy

- **Geoid** je fyzikálny model povrchu Zeme pri strednej hladine svetových oceánov. Je definovaný ako ekvipotenciálna plocha voči gravitácii, t. j. plocha s rovnakou úrovňou gravitačného potenciálu, na ktorý je vektor tiažového zrýchlenia kolmý
- **Geoid určuje** na zemskom povrchu **nadmorskú výšku** v danom výškovom systéme.
- **Geoid sa voči** referenčnému zemskému elipsoidu môže líšiť až o **± 100 m**.



1. Oceán
2. Elipsoid
3. Lokálny zvislý smer
4. Kontinent
5. Geoid

Tvar Zeme základné pojmy



H – ortometrická výška (nadmorská výška)

h – elipsoidická výška (geodetická výška)

N – výška geoidu nad elipsoidom (undulácia geoidu)

Slovensko: Baltský výškový systém po vyrovnaní (v SR záväzne od r. 1957)

Záväzný geodetický referenčný systém na celom území štátu, definovaný vychádzim výškovým bodom, ktorým je nula stupnice morského vodočtu v Kronštadte (pri Sankt Peterburgu) a súborom normálnych výšok z medzinárodného vyrovnania nivelačných sietí.

Z histórie:

1952-1957: Slovensko – prechod na Baltský výškový systém.

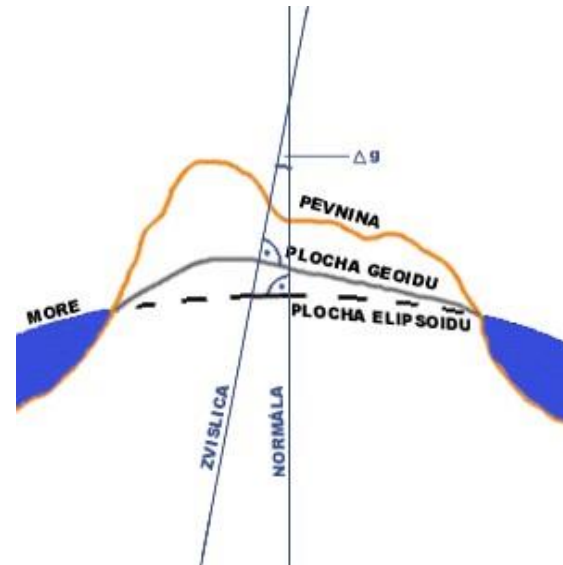
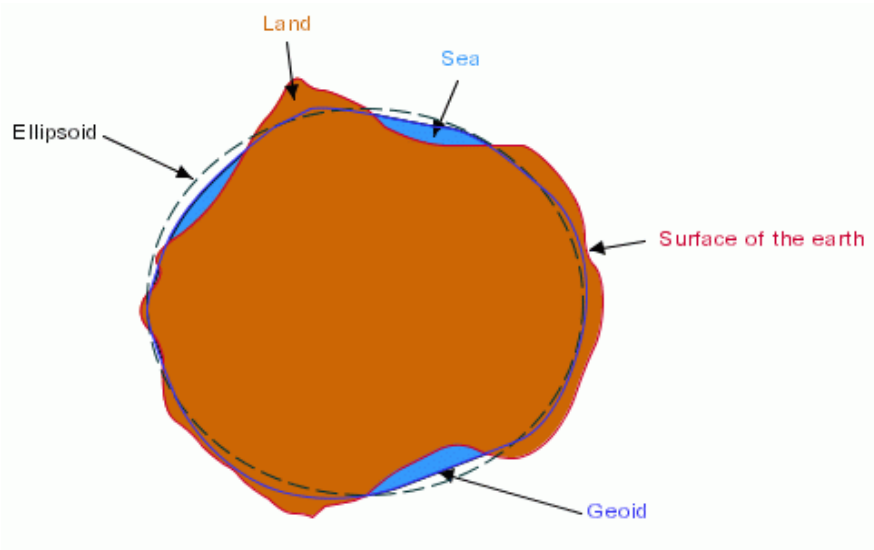
Rakúsko-Uhorská monarchia (+Slovensko): Jadranský výškový systém (Terst) (1872-1896+do konca 2. sv. vojny ČSR).

Diferencia u ZVB Lišov medzi Baltom a Jadranom je 388,6 mm. Baltský v.s. je nižší než Jadranský v.s.. Diferencie sú v rozmedzí 350 až 420 mm (závisí od zem. šírky. a zem. dĺžky).

Tvar Zeme základné pojmy

- **Referenčný elipsoid (RE)** (medzinárodný elipsoid)

- rotačný elipsoid, ktorého povrch sa používa v kartografickej praxi
- vedľajšia polos referenčného elipsoidu musí byť rovnobežná s osou zemskou



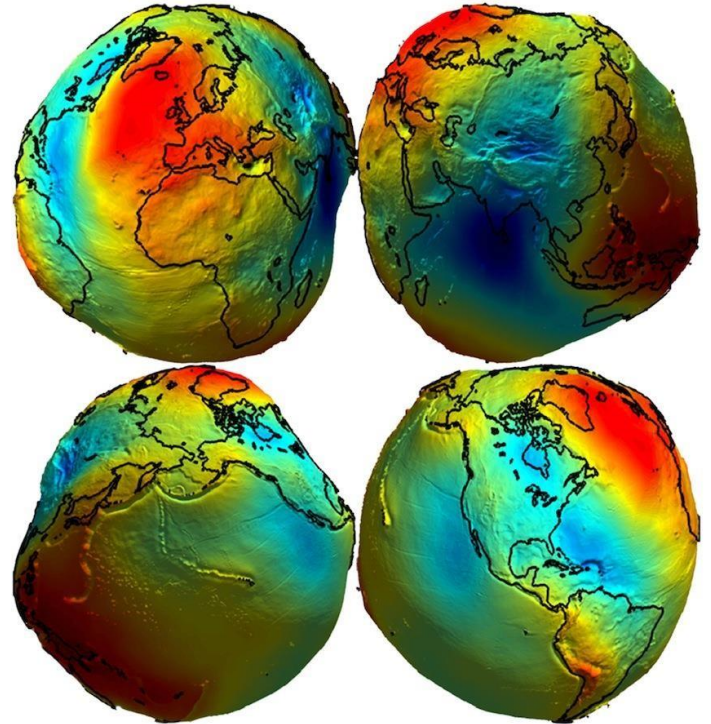
Tvar Zeme výškové systémy

Rotačný elipsoid

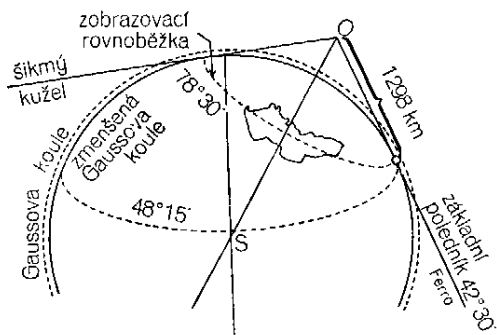
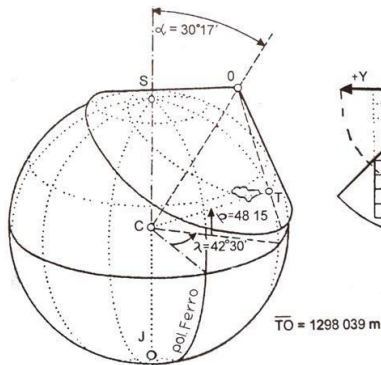
Názov elipsoidu	Rok	Hlavná polos (a) vyjadrená v m	Vedľajšia polos (b) vyjadrená v m	Sploštenie (i)	Územie
Besselov	1841	6 377 397,2	6 356 079,0	1/299,15	Stredná Európa
Hayfordov	1909	6 378 388	6 356 912	1/297	Severná Amerika
Krasovského	1940	6 378 245	6 356 863	1/298,3	ZSSR a bývalý východný blok (Východná a Stredná Európa)
GRS 1980	1980				
WGS 84	1984	6 378 137	6 356 752,3	1/298,25	celý svet

Tvar Zeme výškové systémy

- **Kardioid** – družicové snímky poukazujú, že Zem má srdcovitý tvar
- Južná a severná polos Zeme ako kardioidu nie sú rovnaké
- **Kratšia je južná polos o 70 – 100 m,**
- väčšie pólové sploštenie na južnej pologuli



Tvar Zeme výškové systémy



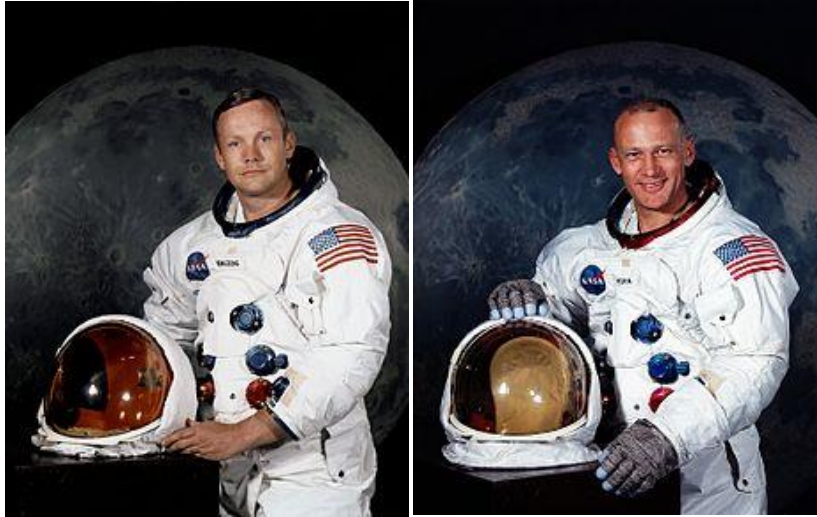
- **Jednotná trigonometrická sieť katastrálna (JTSK), alebo S–JTSK (Systém jednotnej trigonometrickej siete katastrálnej)** je pravouhlá súradnicová sieť používaná v geodézii na území Českej republiky a Slovenska (pre geodetické práce v civilnom sektore).
- Vychádza z tzv. Křovákovo zobrazenia (stanoveného [Josefom Křovákem](#) v roku 1922), ktorého snahou bolo zaviesť taký pravouhlý súradnicový systém, v ktorom by sa celá (v tej dobe novo vzniknutá Československá republika) nachádzala v prvom kvadrante a mala by tak obe súradnice kladné.
- *Kladná časť osi X tohto súradnicového systému je smerovaná k juhu, osi Y vždy k západu.*



Mesiac

V roku 1969 pristáli **Neil Armstrong** a **Buzz Aldrin** ako prví ľudia na Mesiaci.

Neil Armstrong a Buzz Aldrin v roku 1969.



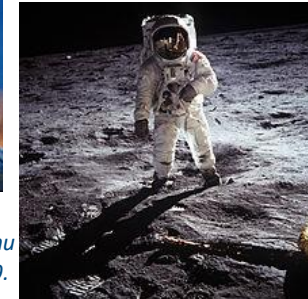
Armstrong zostupuje na povrch Mesiaca, 20. júl 1969.



Apollo 11



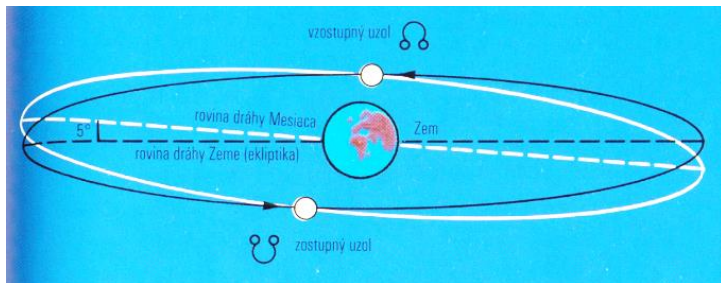
Buzz Aldrin na povrchu Mesiaca, 20. júl 1969.



Neil Alden Armstrong (5. august 1930 – † 25. august 2012) a Buzz Aldrin (* 20. január 1930) z kozmickej lode Apollo 11 ako prví ľudia 20. júla 1969 pristáli na Mesiaci. Celkovo Armstrong strávil na povrchu Mesiaca 2 hodiny a 16 minút.*

Mesiac

- Vesmírne teleso **obiehajúce okolo Zeme**
- Jediný **prirodzený satelit** zeme
- **Pohybuje sa** okolo zeme po dráhe tvaru elipsy, ktorej rovina zvierá s rovinou ekliptiky zeme uhol s hodnotou **$5^{\circ} 8' 40''$** a pretína ekliptiku v **mesačných uzloch**
- **Zohráva dôležitú úlohu** pri udržiavaní sklonu osi rotácie zeme → stabilné striedanie ročných období
- **Priemerná vzdialenosť** medzi mesiacom a zemou je **384 403 km**
- **Priemer Mesiaca** je **3 476 km**



Mesačný povrch.



Mesiac, ako ho vidí pozorovateľ na Zemi.



Mesiac nemá iné formálne meno ako „Mesiac“, aj keď sa občas nazýva **Luna** (latinský výraz pre „mesiac“), aby bol odlišený od bežných „mesiacov“. Jeho symbolom je kosák (Unicode: ☾). Okrem slova lunárny sa k odkazu na Mesiac používa aj grécky výraz „kmeň“- **selen** (podľa gréckej bohyně Mesiaca Seléné) (selenocentrický, Seleniti, atď.).

Mesiac

- Základnými pohybmi Mesiaca sú: **rotačný pohyb** okolo vlastnej osi
a **obežný pohyb** po eliptickej dráhe okolo Zeme
- Mesiac rotuje okolo svojej osi v smere **od západu na východ** (smer priamy)
- Doba rotácie Mesiaca sa rovná jeho obežnej dobe okolo Zeme (merané voči hviezdám): **27 d. 7 h. 43 min. 11,5 s** (siderický mesiac)
- Vplyvom librácie Mesiaca môžeme postupne vidieť takmer **60 %** mesačného povrchu
- **Najznámejšie teleso** s viazanou rotáciou (vznik spôsobujú slapové sily centrálného telesa) - spomaľovanie rotácie obiehajúceho telesa, až napokon po veľmi dlhom čase ostane teleso otočené k materskému telesu stále tou istou



Librácia - veľmi pomalá oscilácia, skutočná alebo zdanlivá, satelitu alebo obežnice pozorovanej z väčšieho nebeského telesa, ktoré satelit obieha. Vďaka librácii sme schopní zo Zeme pozorovať približne 60% povrchu Mesiaca.

Librácia Mesiaca ma 3 príčiny:

1. sklon osi otáčania Mesiaca k obežnej rovine okolo Zeme (nastáva podobný jav ako sú ročné obdobia na Zemi pri obehu Slnka)
2. excentricita obežnej dráhy (obežná dráha je elipsa a preto sa na nej Mesiac pohybuje rôznou rýchlosťou (pozri druhý Keplerov zákon) striedavo tak predbieha, resp. mešká za rotáciou okolo vlastnej osi)
3. rotácia Zeme (pozorovateľ pozoruje Mesiac z rôznych uhlov).

Mesiac

Synodický mesiac - čas medzi dvomi novmi Mesiaca: **29 d.12 h.44 min.2,8s.**

- toľko trvá, aby Mesiac zaujal to isté miesto voči Slnku

Mesiac tropický - obežná doba k jarnému bodu: **27 d. 7 h. 43 min. 4,6 s**

Mesiac anomalistický – doba medzi dvoma po sebe nasledujúcimi prechodmi perigeom:

- **27 d. 13 h. 18 min. 33,1 s**

Mesiac drakonický - doba, ktorú potrebuje Mesiac, aby opäť dospel do výstupného uzla svojej dráhy:

- **27 d. 5 h. 5 min. 35,8 s**



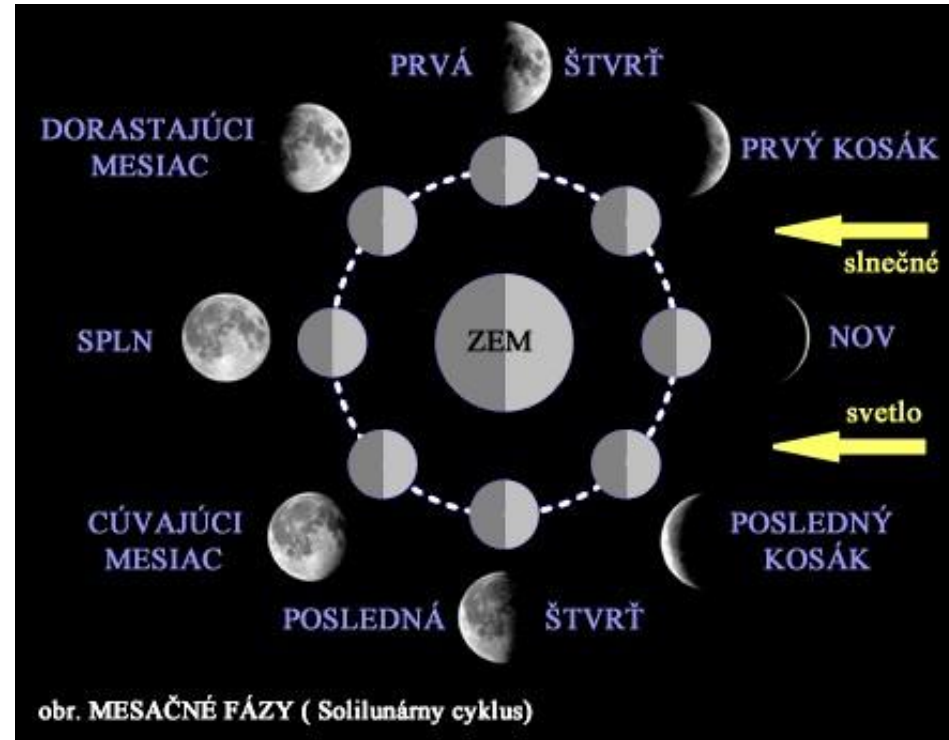
Librácia - veľmi pomalá oscilácia, skutočná alebo zdanlivá, satelitu alebo obežnice pozorovanej z väčšieho nebeského telesa, ktoré satelit obieha. Vďaka librácii sme schopní zo Zeme pozorovať približne 60% povrchu Mesiaca.

Librácia Mesiaca ma 3 príčiny:

- 1. sklon osí otáčania Mesiaca k obežnej rovine okolo Zeme (nastáva podobný jav ako sú ročné obdobia na Zemi pri obehú Slnka)*
- 2. excentricita obežnej dráhy (obežná dráha je elipsa a preto sa na nej Mesiac pohybuje rôznou rýchlosťou (pozri druhý Keplerov zákon) striedavo tak predbieha, resp. mešká za rotáciou okolo vlastnej osi)*
- 3. rotácia Zeme (pozorovateľ pozoruje Mesiac z rôznych uhlov).*

Mesiac

- Mesiac rovnako ako planéty len odráža slnečné svetlo
- Keď Mesiac je medzi Slnkom a Zemou, osvetlená polovica je od nás odvrátená - Mesiac je v **nove**
- Keď je na opačnej strane než Slnko, vidíme celú osvetlenú pologuľu Mesiaca – Mesiac je v **splne**
- Ak Mesiac, Zem a Slnko zvierajú spolu uhol 90° , z povrchu Mesiaca vidíme približne $\frac{1}{4}$ - Mesiac je v **štvrti**
- Prvá a posledná štvrt' sa označujú ako **kvadratury**, spln a nov ako **syzygie**



Mesiac

Výpočet dátumu veľkonočných sviatkov:

❖ *Veľkonočná nedeľa (V.N.) vždy prvá nedeľa po splne Mesiaca a po jarnej rovnodennosti*

-2014:	15.4.	SPLN (utorok)	20.4.	V.N.
-2015:	4.4.	SPLN (sobota)	5.4.	V.N.
-2016:	23.3.	SPLN (streda)	27.3.	V.N.
-2017:	11.4.	SPLN (streda)	16.4.	V.N.
-2018:	31.3.	SPLN (sobota)	1.4.	V.N.
-2019*:	19.4.	SPLN (piatok)	21.4.	V.N.
-2020:	8.4.	SPLN (streda)	12.4.	V.N.
-2021:				
-2022:				
-2023:				
-2024:				

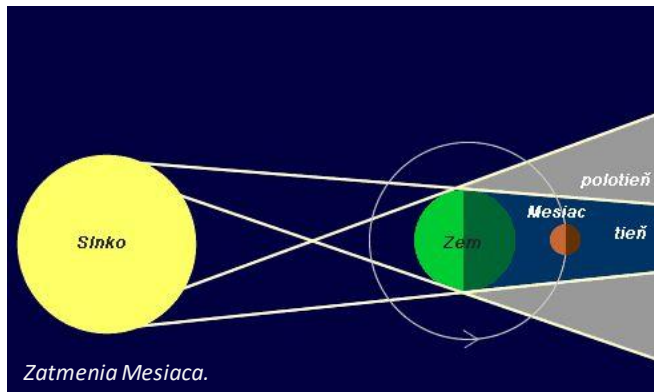
* Rarita roku 2019: jarňá rovnodennosť 21.3.2019 (štvrtok), spln: 21.3.2019

Mesiac

- **Zatmenie Mesiaca** je prírodný úkaz, ktorý nastáva vtedy, ak sa Slnko, Zem a Mesiac dostanú do **jednej priamky a zemský tieň dopadne na Mesiac**
- Dochádza k nemu vždy, keď je Mesiac v splne a zároveň je v blízkosti ekliptiky

TYPY ZATMENÍ:

- **polotieňové** – Mesiac vstúpi len do polotieňa Zeme
- **čiastočné** – Mesiac sčasti vstúpi do úplného tieňa Zeme a časť ostáva v polotieni
- **úplné** – Mesiac úplne vstúpi do tieňa Zeme



Aj pri úplnom zatmení Mesiaca sa často stáva, že Mesiac nie je celkom neviditeľný, ale je čiastočne osvetlený svetlom, ktoré sa láme v zemskej atmosfére. Svetlo je po prechode atmosférou Zeme v dôsledku rozptylu ochudobnené o modrú zložku a dodáva Mesiacu červenú až tmavočervenú farbu.

Mesiac

Slapy - periodické zmeny rozloženia zemskej hmoty vznikajúce v podstatnej miere vplyvom obehu a prítlačlivých síl **Mesiaca**, v menšej miere aj vplyvom **Slnka**

Slapy na Zemi

- **Najsilnejšie sa prejavujú** ako periodické zmeny vodnej hladiny morí a oceánov a vzdušných mäs
- **V dôsledku rotácie Zeme** prebiehajú slapy s periódou mesačného obehu vzhľadom na bod na rotujúcej Zemi zhruba za **24 h. 50 min.**
- **Každých 12 h 25 min nastáva preto príliv.**

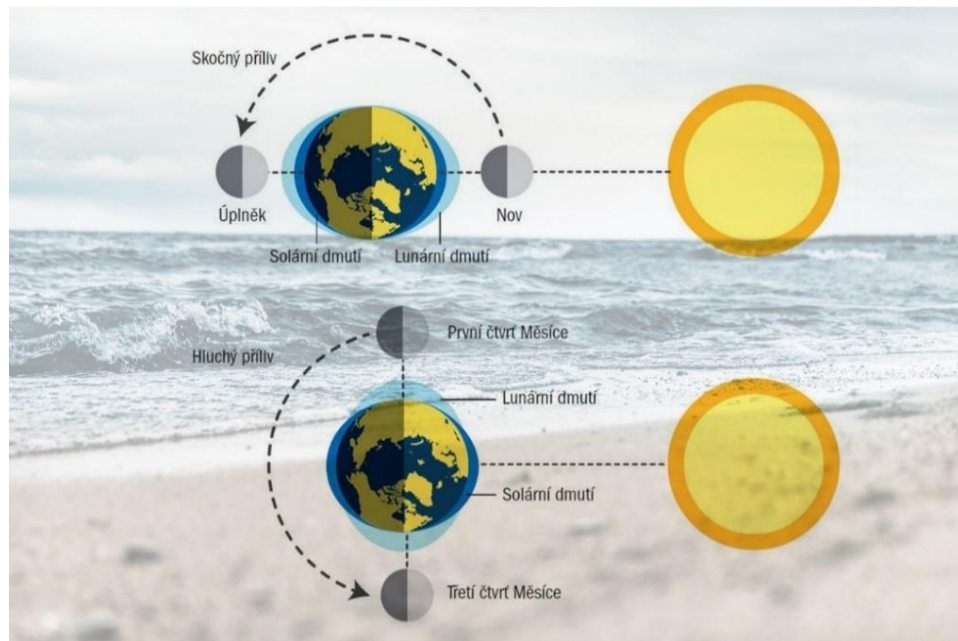


V Európe je najväčšie rozpätie prílivu a odlivu pobrežia vo Francúzsku, a to v zátok Mont-Saint-Michel, kde dosahuje asi 13 až 15 metrov. Odlivom sa obnažuje morské dno do vzdialenosti 10 až 15 km od pobrežia.

Mesiac

Podľa toho, v akej fáze sa Mesiac nachádza / v akej polohe sa nachádzajú Zem, Mesiac a Slnko, rozoznávame:

- skočný príliv – Zem, Mesiac aj Slnko na jednej priamke – 2x za mesiac;
- hluchý príliv – Zem, Mesiac a Slnko spolu tvoria pravý uhol – 2x za mesiac - tento príliv má o niečo menšiu silu ako skočný



**Ďakujem
za pozornosť**

