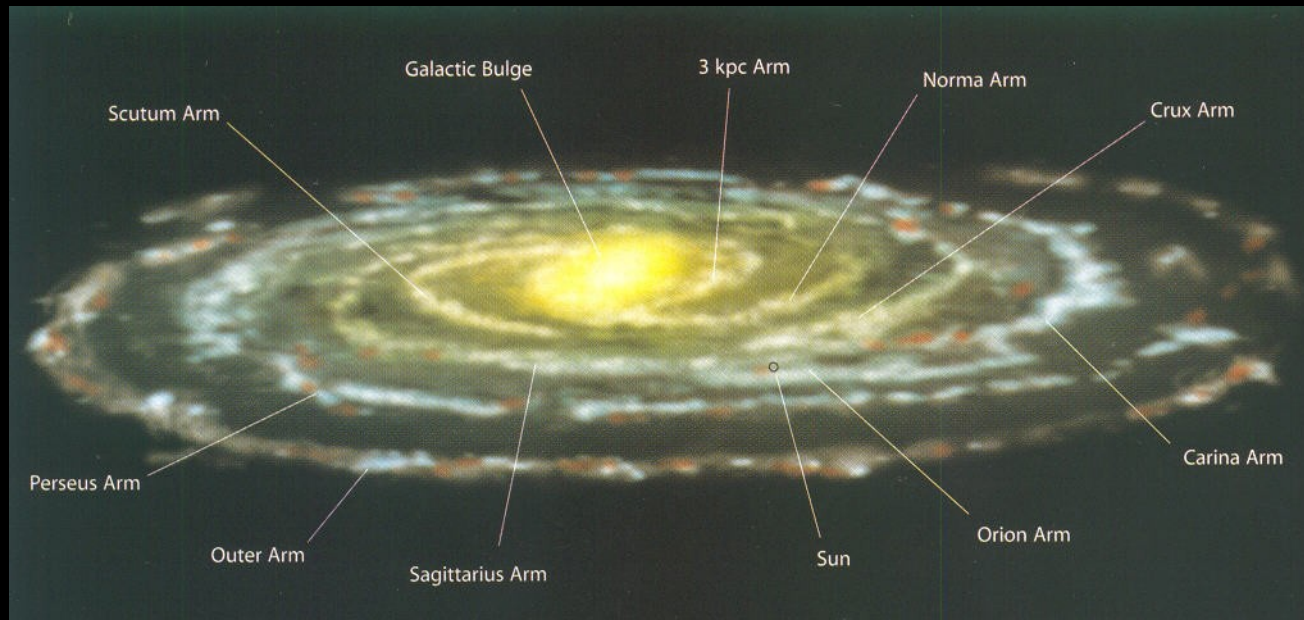


Az Univerzum szerkezete



Készítette: Szalai Tamás (csillagász, PhD-hallgató, SZTE)

Lektorálta: Dr. Szatmáry Károly (egy. docens, SZTE Kísérleti Fizikai Tsz.)

2011. március

Kifelé a Naprendszerből: A Kuiper(-Edgeworth)-öv

- A Naprendszer Neptunuszon túli tartománya
- A Naptól kb. 30 – 100 Csillagászati Egység (CSE) távolságban helyezkedik el
- Eddig több száz égitestet találtunk, de sokkal több van



Largest known trans-Neptunian objects (TNOs)



Eris



Pluto



Makemake



Haumea



Sedna



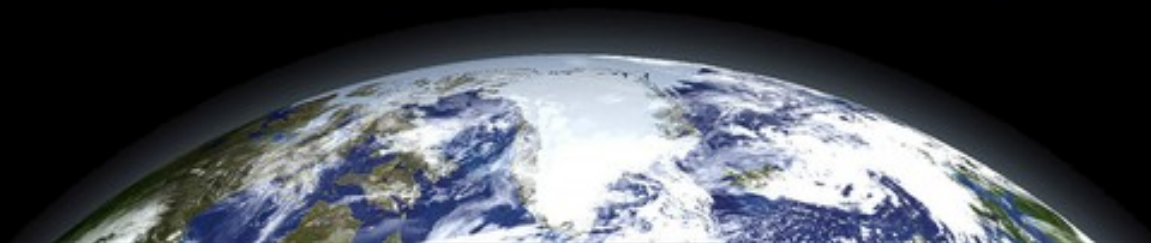
Orcus



2007 OR₁₀

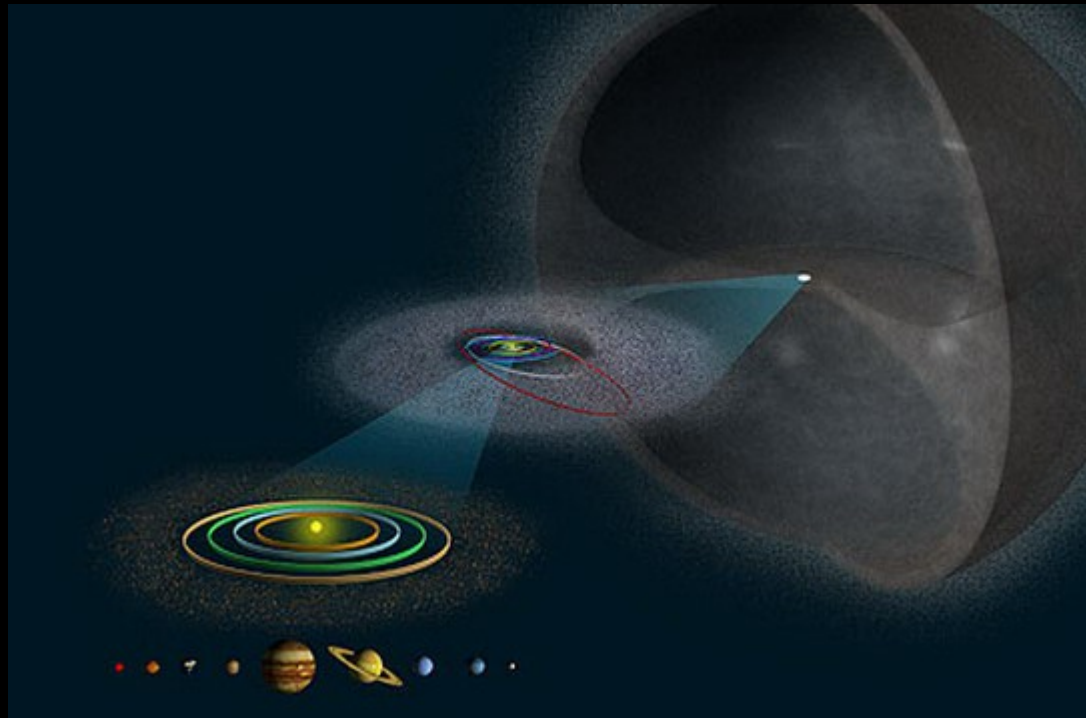


Quaoar



Az Oort-felhő

- A Naprendszer legkülső tartománya
- Átmérője kb. 100 ezer CSE (kb. 1,5 fényév)
- Gömbszimmetrikus
- Akár több milliárd
üstökös és egyéb
égitest is lehet itt!



Bolygók más csillagok körül

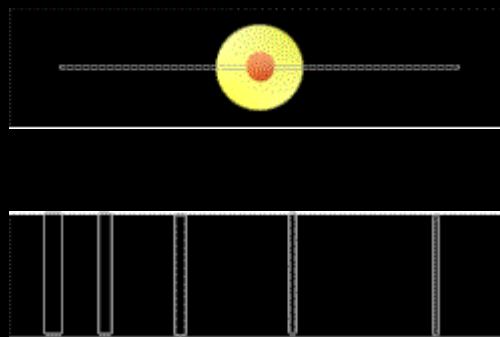
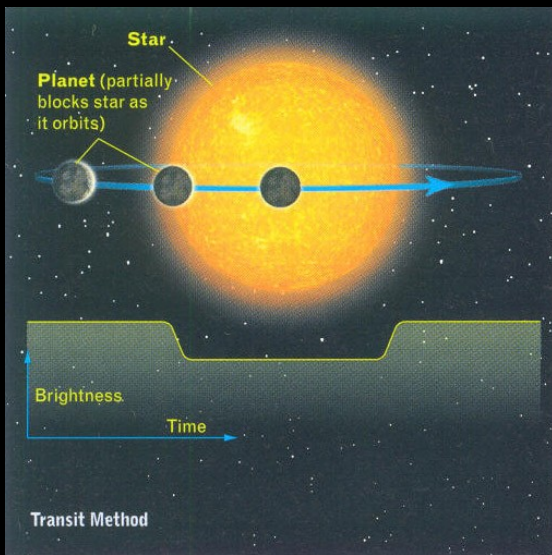
- Régi tudósok már megjósolták (Bruno, Kepler)
- 1995: az első, bizonyított felfedezés (51 Pegasi)
- Ma már több, mint 500 ún. exobolygót ismerünk (többszörös rendszereket is) (2011. március) <http://exoplanet.eu>
- Az eleinte ismert exobolygók többsége Jupiter-típusú volt, most már kisebbeket is ismerünk → hamarosan Föld-méretű bolygókat is találunk!



Keressünk bolygókat!

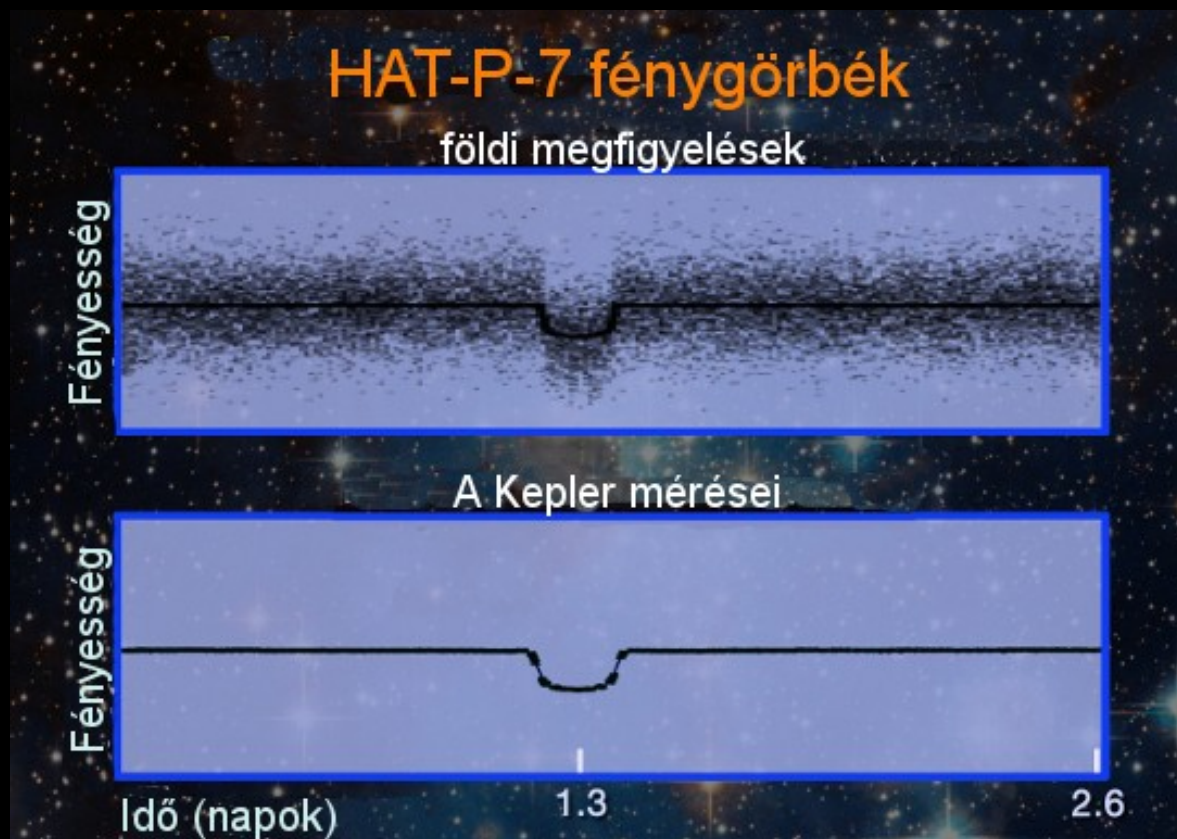
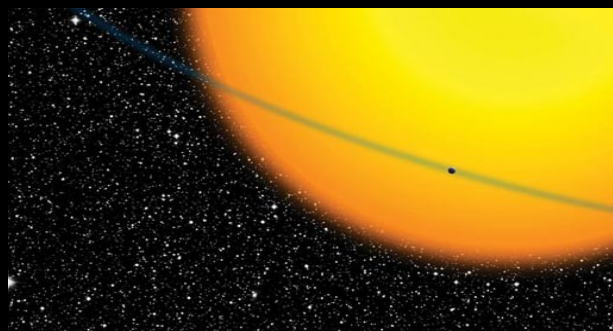
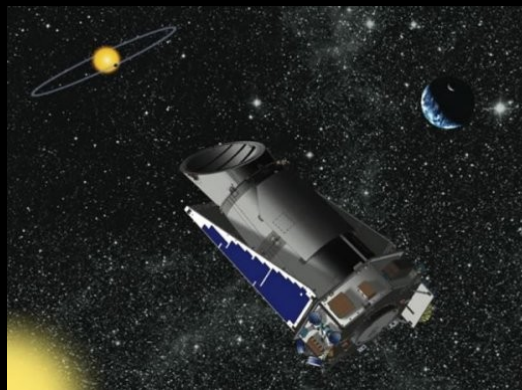
- Bolygóátvonulás módszere
- Színképelemzés → a csillag kis mértékű mozgása a színképvonalak apró eltolódásában jelentkezik
- Eszközök: kis távcsövektől az űrtávcsövekig
- Magyar sikerek:
HAT (Hungarian Automated Telescope) → már 30 bolygó

(2011. március)

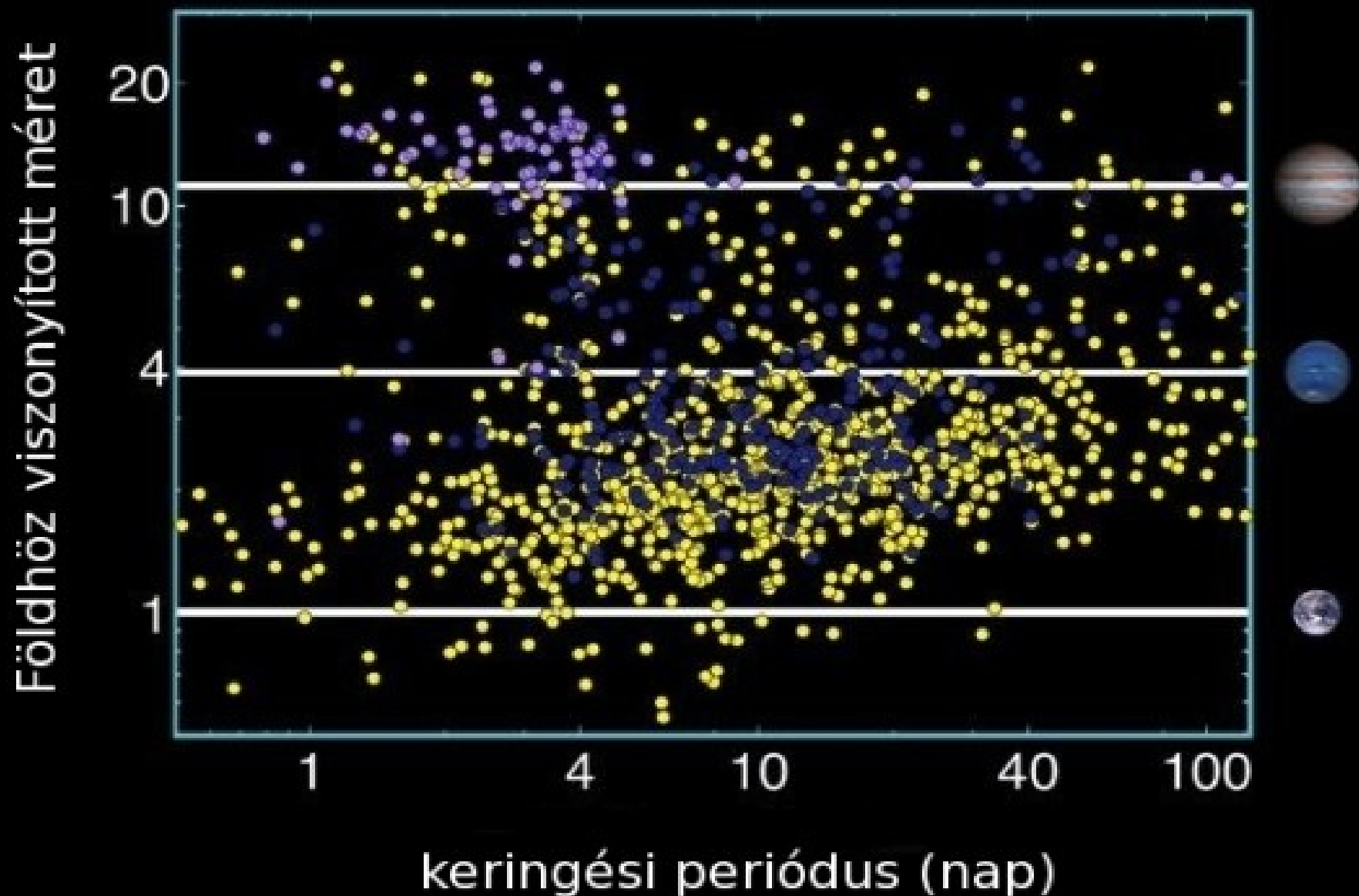


A Kepler-űrtávcső

- Talán a jelenlegi „legfontosabb” csillagászati eszköz
- 2 magyar alcsoport-vezető
(Dr. Kiss L. László, Dr. Szabó Róbert – MTA KTM CSKI)
- **Több száz** bolygójelöltet talált már (Föld-szerűeket is)!

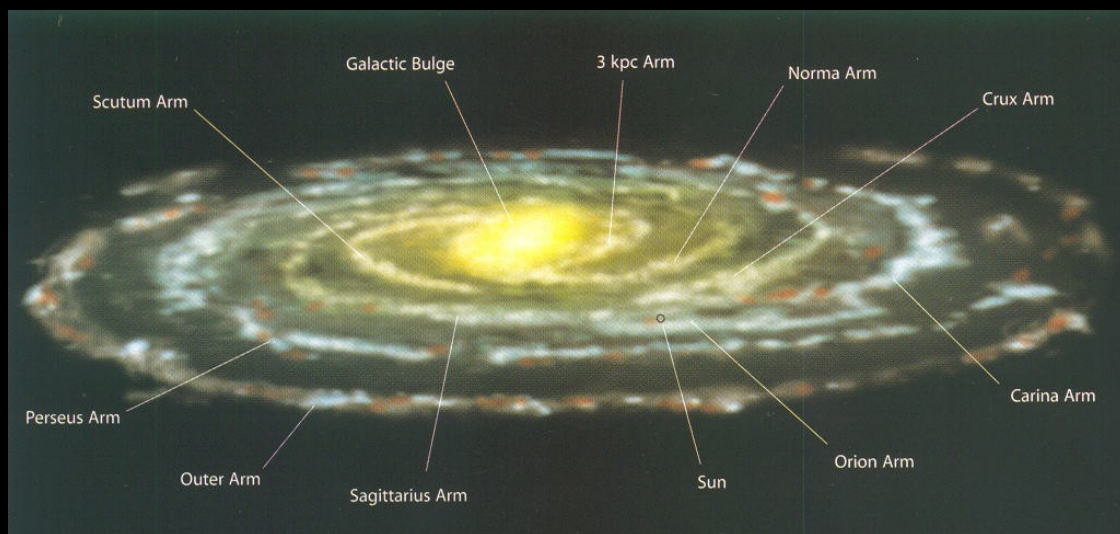
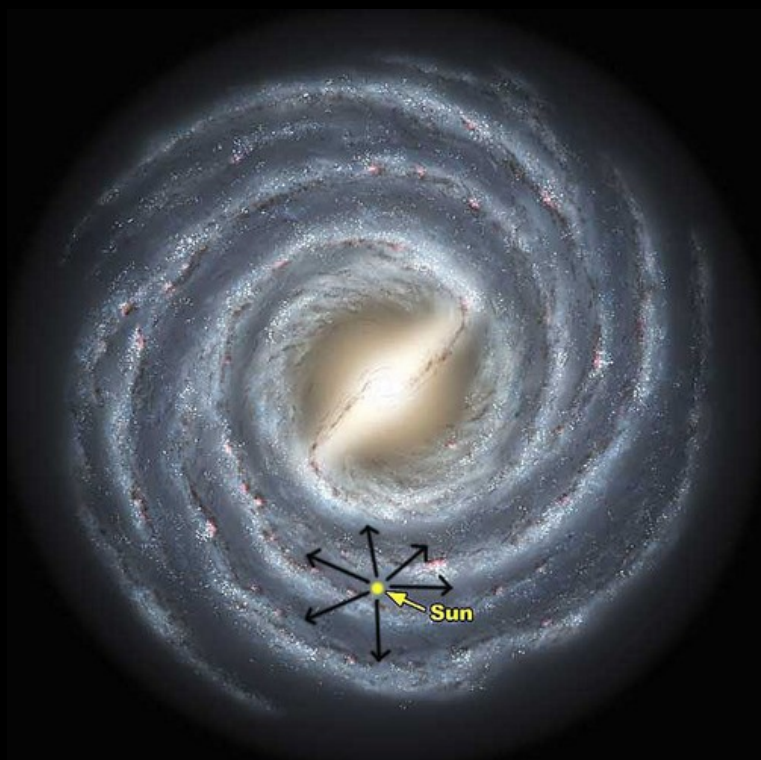


Kepler bolygójelöltek 2011. február 1.



A Nap helye a Tejútrendszerben

- Napunk egy teljesen átlagos, ún. sárga törpecsillag
- A Tejútrendszerben mintegy **200 milliárd** csillag van!
- Tejútrendszer átmérője: kb. 100 000 fényév
- Naprendszerünk a központtól kb. 27-28 ezer fényévre van



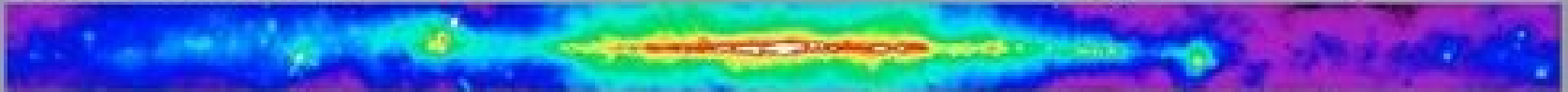
- Mivel galaxisunk, a Tejútrendszer síkjában vagyunk, kívülről nem láthatjuk
- Az égbolton látható „Tejút” nem más, mint a Galaxis korongjának síkja



A Tejútrendszer különböző hullámhosszakon nézve

Radio Continuum

408 MHz Bonn, Jodrell Bank, & Parkes



Atomic Hydrogen

21 cm Dickey-Lockman



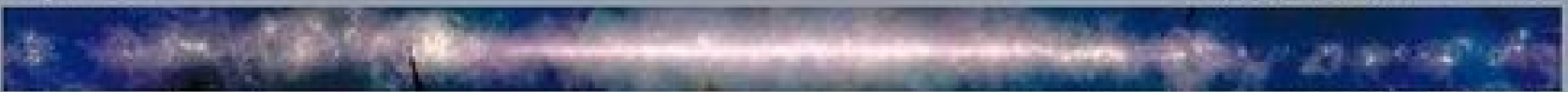
Molecular Hydrogen

115 GHz Columbia-GISS



Infrared

12, 60, 100 μm IRAS



Near Infrared

1.25, 2.2, 3.5 μm COBE/DIRBE



Optical

Laustsen et al. Photomosaic



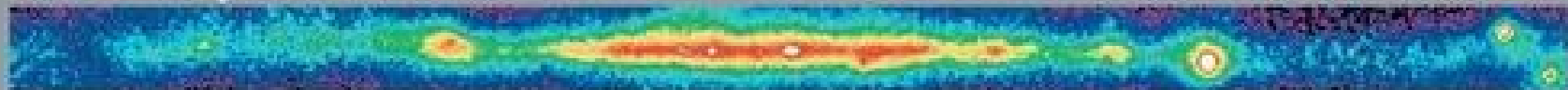
X-Ray

0.25, 0.75, 1.5 keV ROSAT/PSPC

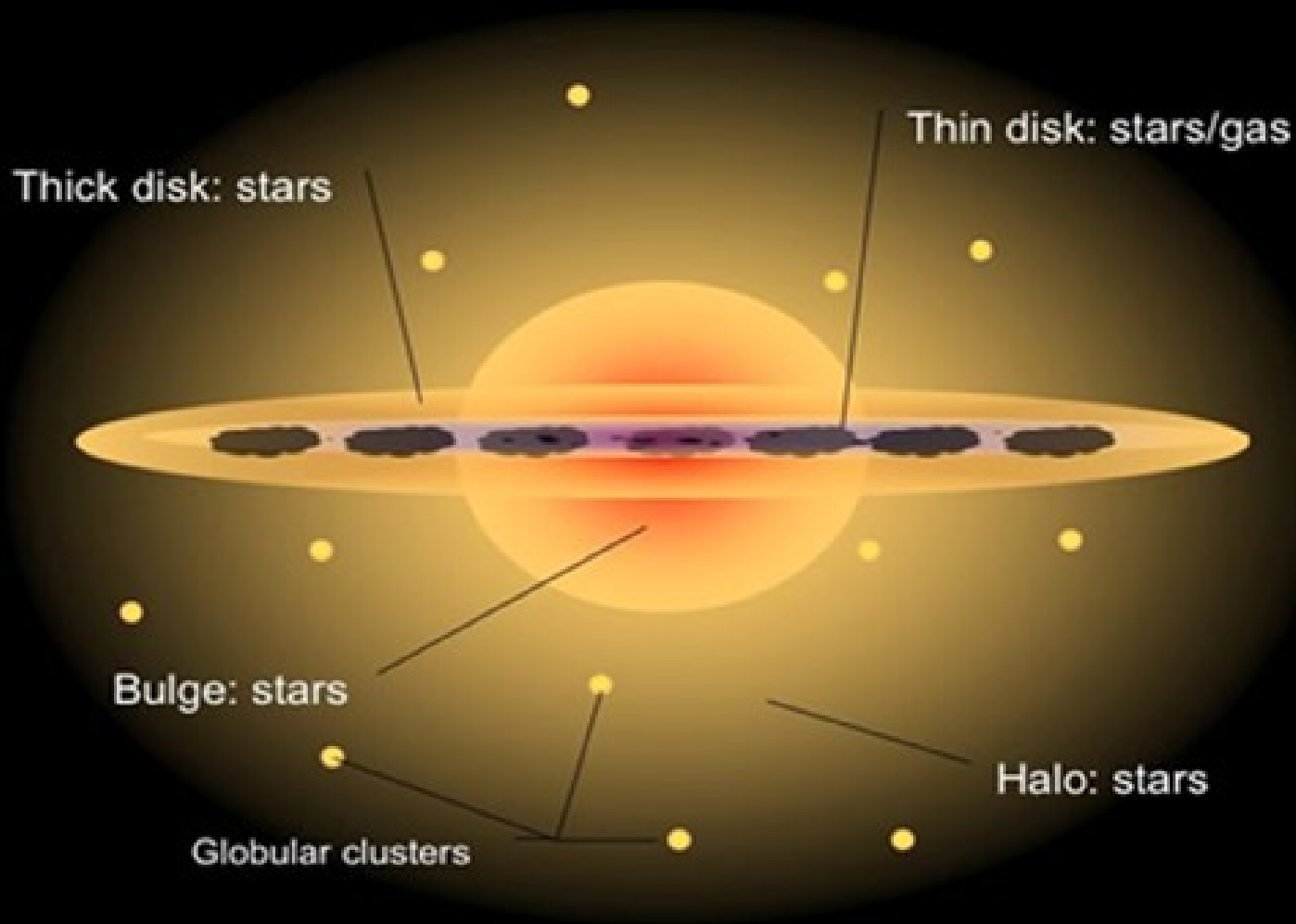


Gamma Ray

>100 MeV CGRO/EGRET

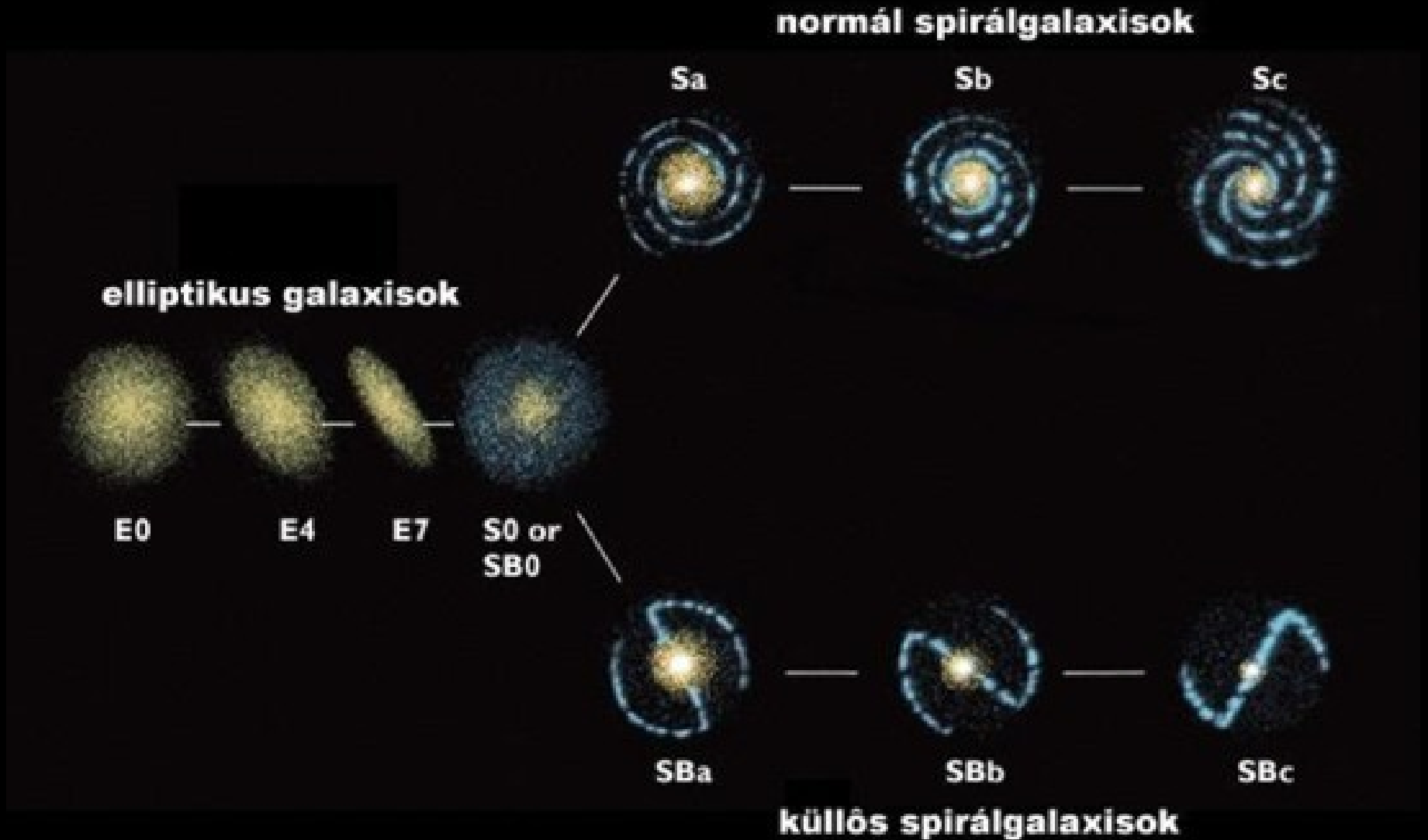


A Tejútrendszer szerkezete



- **Mag:** < 0,3 fényév méretű tartomány, az égbolt legerősebb rádióforrása (Sagittarius A*)
→ valószínűleg egy kb. 4,5 millió naptömegű fekete lyuk
- **Dudor (bulge):** 8-10 ezer fényév átmérőjű, gömbszimmetrikus központi tartomány; fiatal csillagok + gömbhalmazok
- **Korong (disc):** itt van a csillagok és a csillagközi anyag (gáz+por) nagy része; 100 ezer fényév átmérő, spirálkarok (2 nagyobb és több kisebb)
- **Halo:** 160 ezer fényév átmérőjű, gömbszimmetrikus tartomány; öreg csillagok, gömbhalmazok; valószínűleg körülötte egy sötét anyagból álló halo van
- **Korona:** “forró” (nagy sebességű részecskékből álló), ritka H-gáz

A galaxisok osztályozása



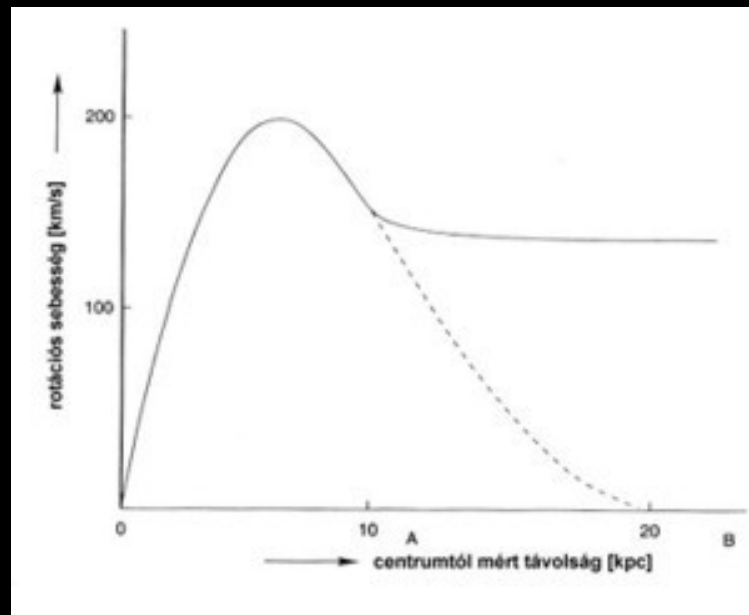
Tejútrendszerünk „testvérei”, a spirálgalaxisok



A galaxisok forgása

- A Kepler-törvények értelmében egy galaxis forgási sebességének sugárfüggése a centrumtól nagy távolságban:

$$v = \sqrt{\frac{GM(r)}{r}}$$



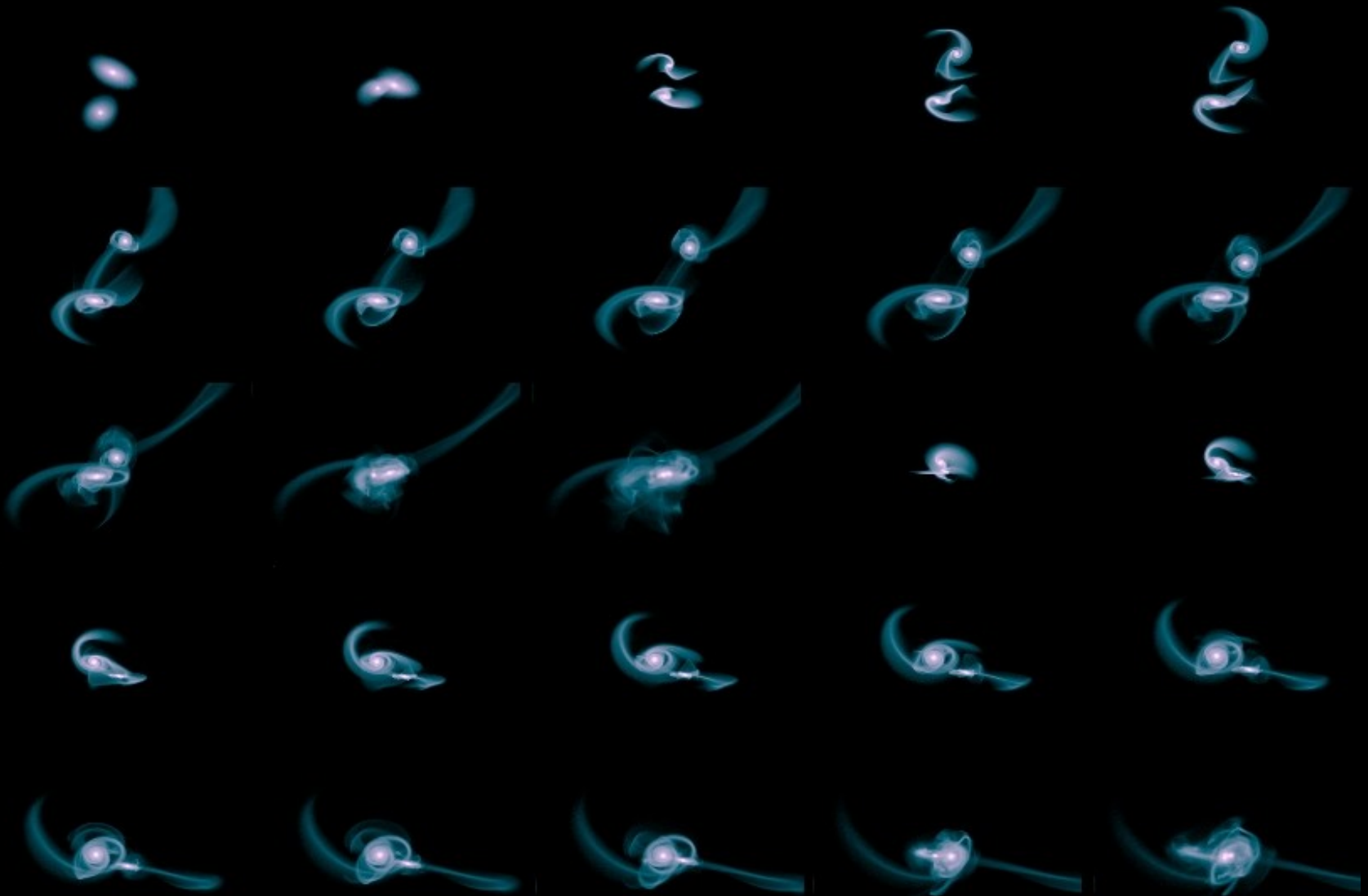
A rádiócsillagászati mérések segítségével felvett, valódi görbék azonban nem csökkennek, hanem konstansnak tűnnek; eszerint $M(r) \sim r$ – azaz a galaxisok tömege a sugár növekedésével a látható kiterjedésen túl is nő → **vagyis a galaxisok külső tartományaiban rengeteg sötét anyag van**

Kölcsönható galaxisok

- Sok ütköző, kölcsönható galaxist figyelünk meg
- Fontos szerepe lehet a galaxisfejlődésben
- A Tejútrendszer is nyelt el korábban kisebb törpegalaxisokat, és néhány millió év múlva ütközni fog az Androméda-galaxissal
- De: ezek nem „merev testek” ütközései, inkább egybeolvadások

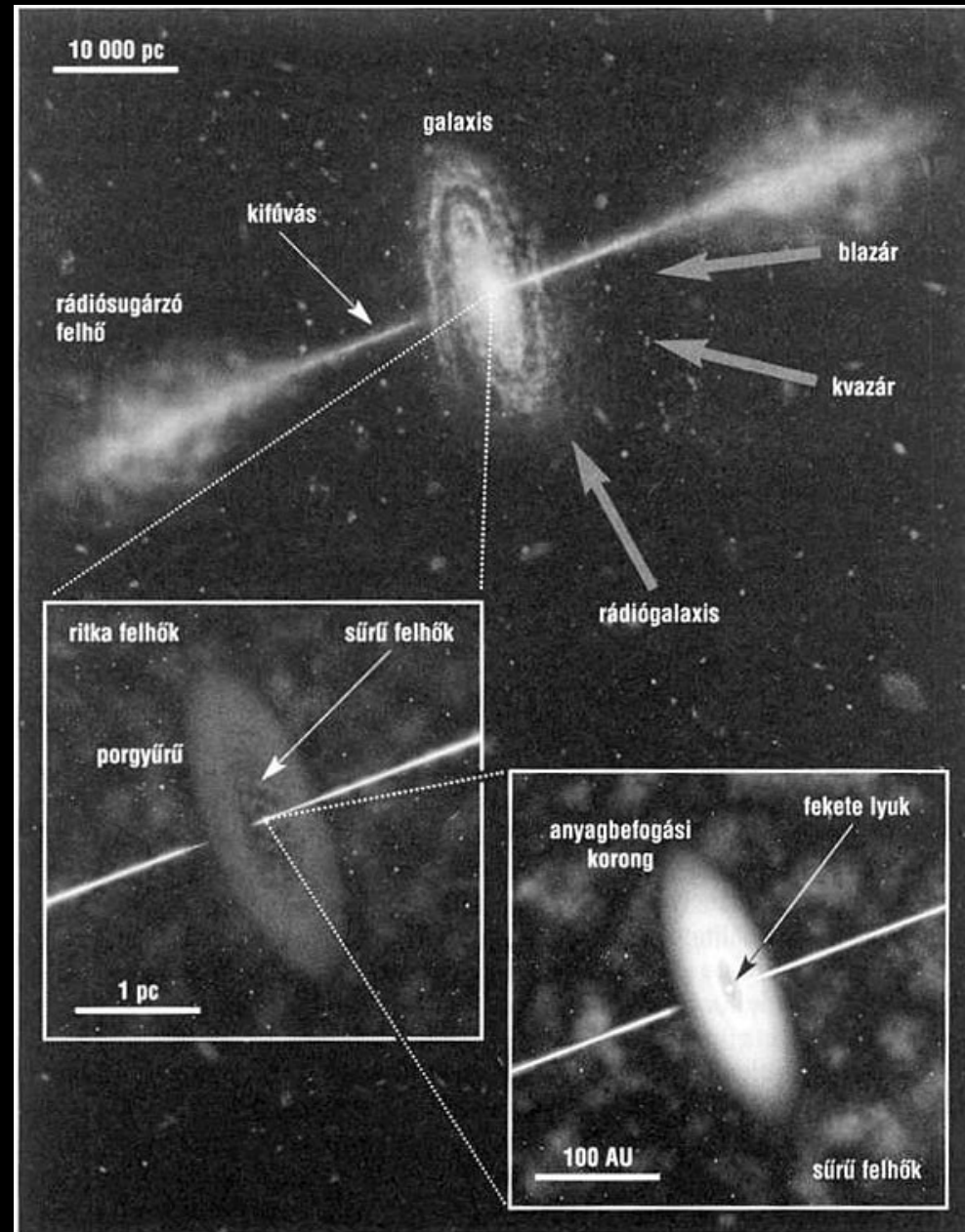


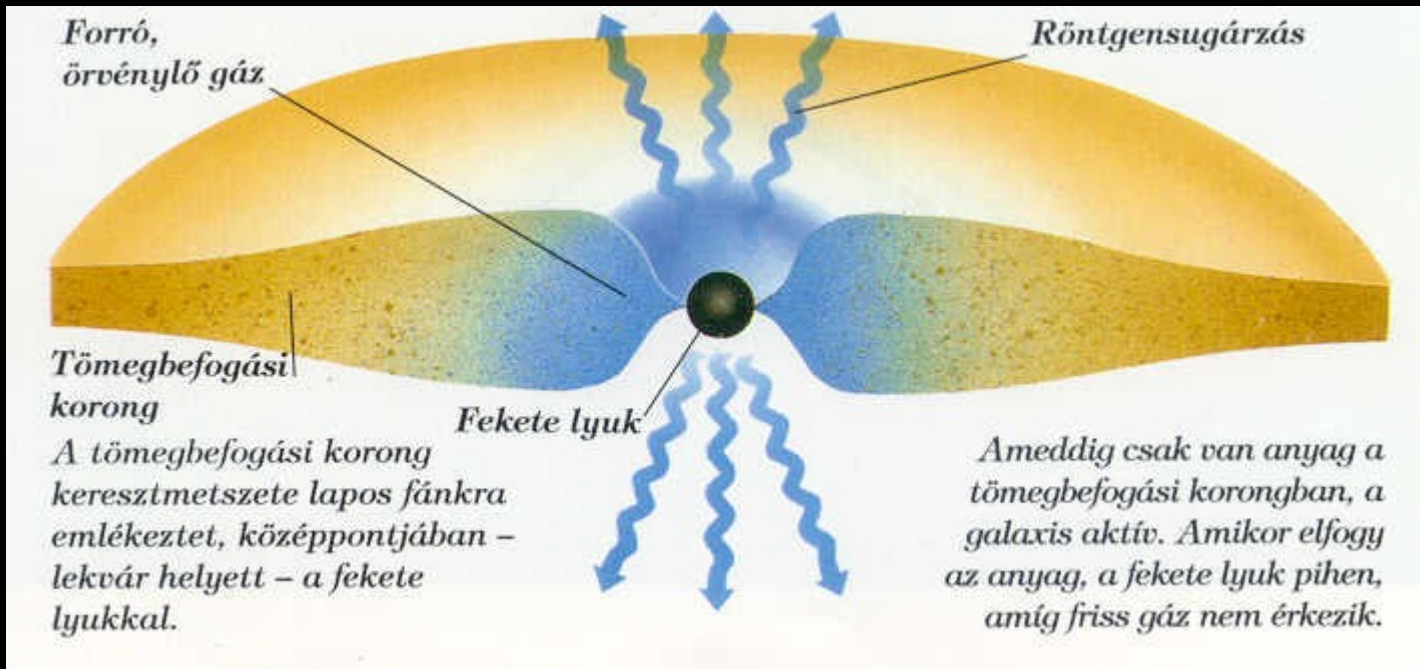
Egy galaxisütközés lefolyása (szimuláció)



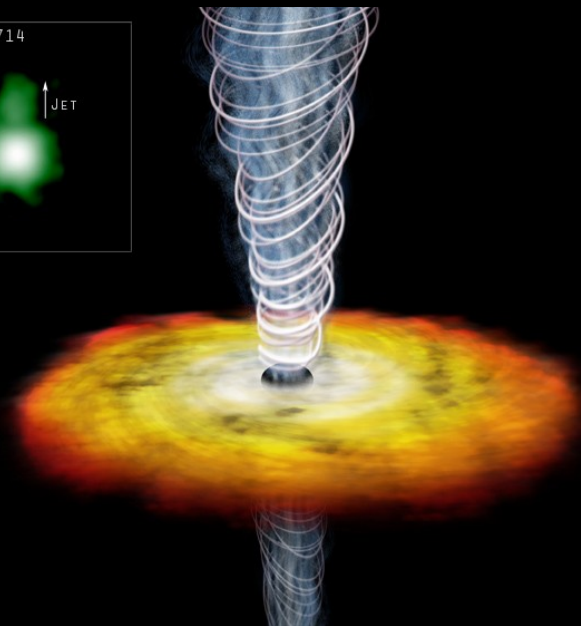
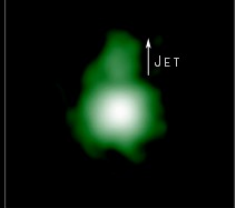
Aktív galaxisok

- Centrumukban szupernehéz, aktív fekete lyuk
- Erős rádió- és röntgensugárzás (gyorsuló részecskék sugárzása)

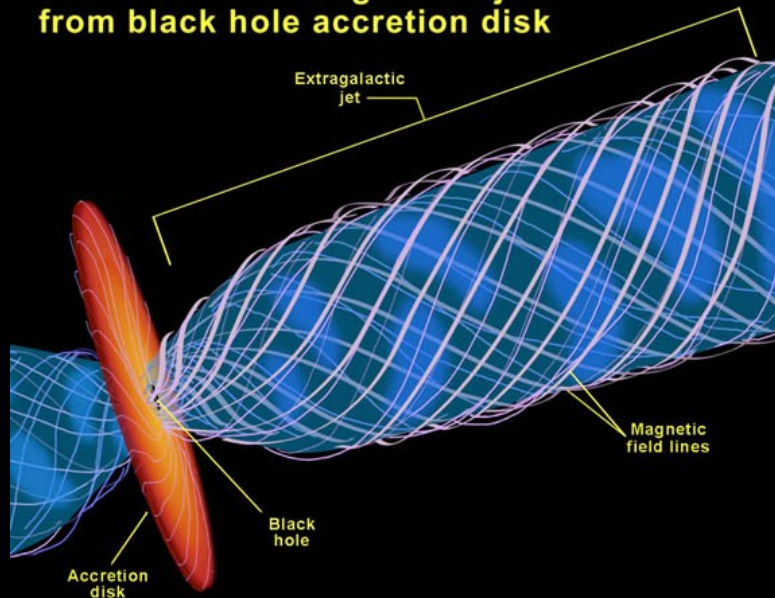




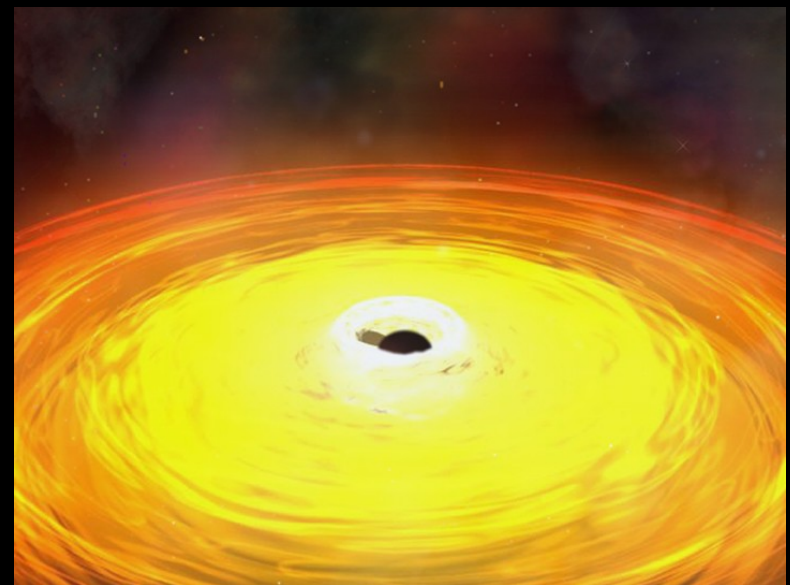
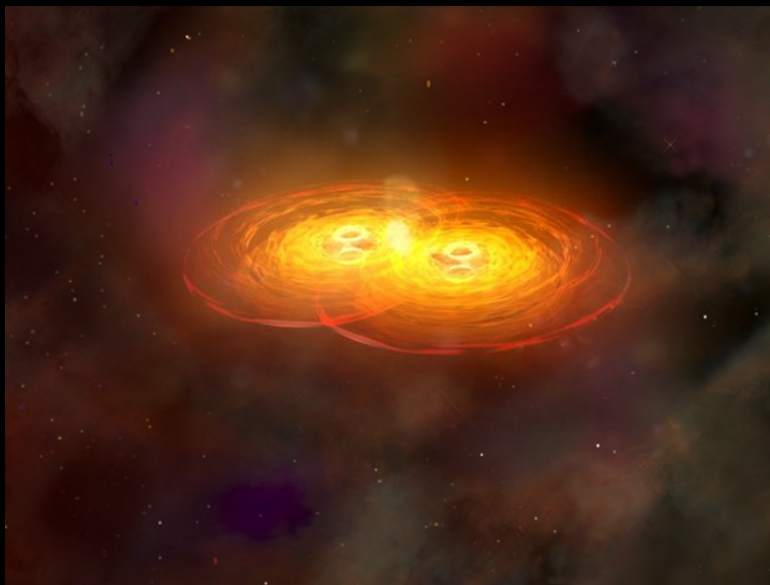
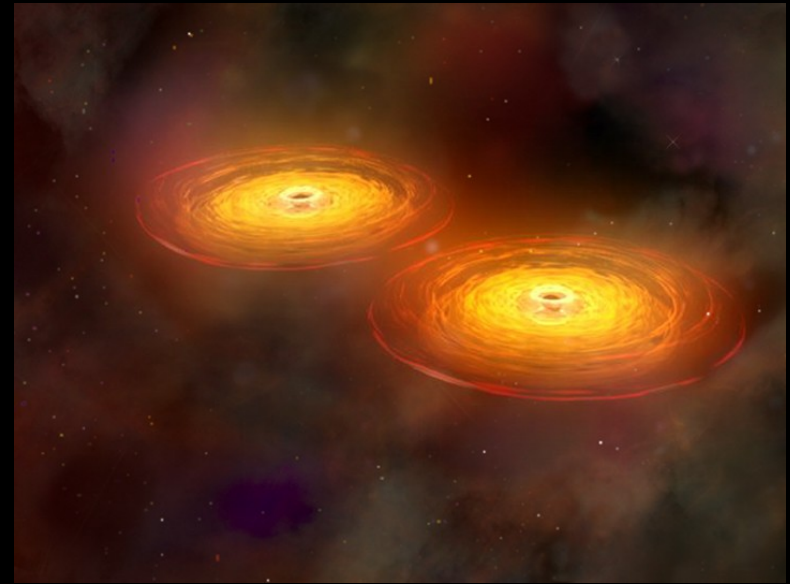
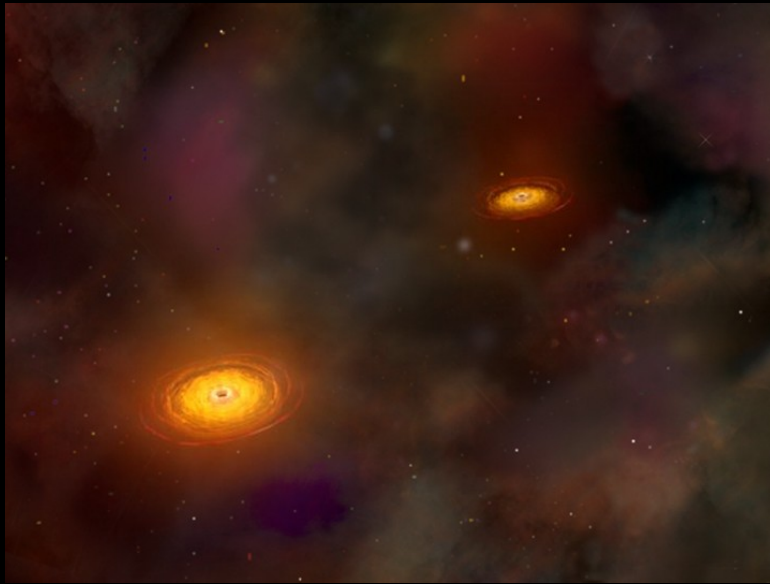
GB1508+5714



Formation of extragalactic jets from black hole accretion disk



Szupernehéz fekete lyukak összeolvadása (szimuláció)

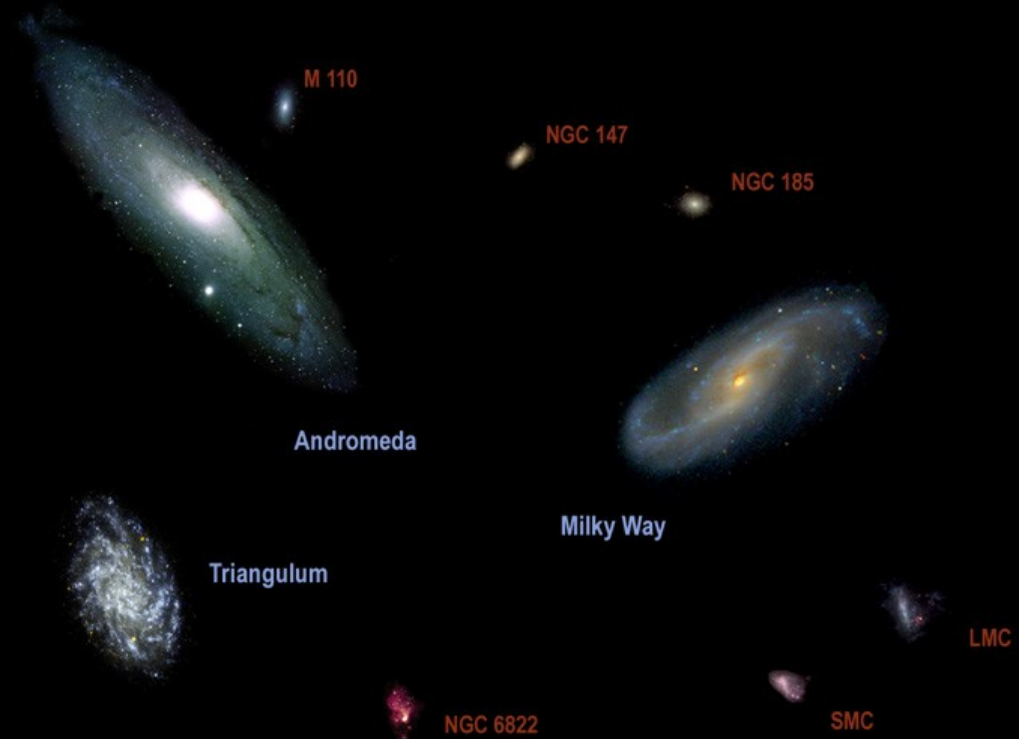


Galaxishalmazok

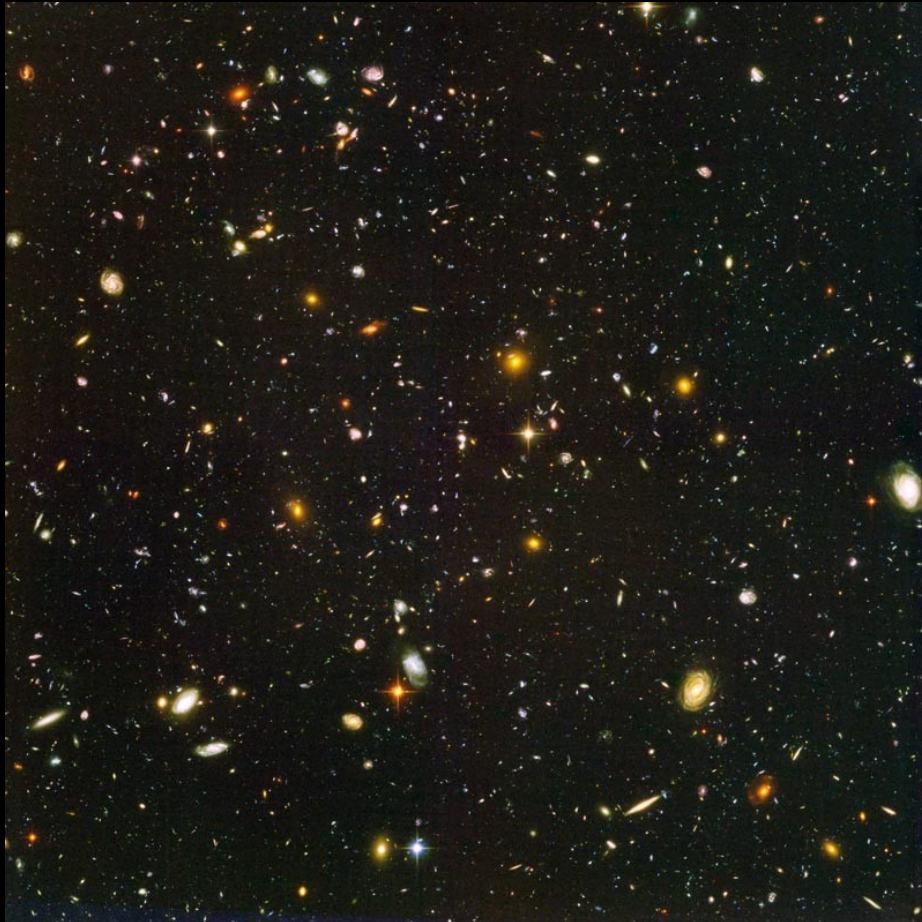
- A galaxisok galaxishalmazokba, azok pedig szuperhalmazokba tömörülnek
- A Tejútrendszer a **Lokális Halmazban** van

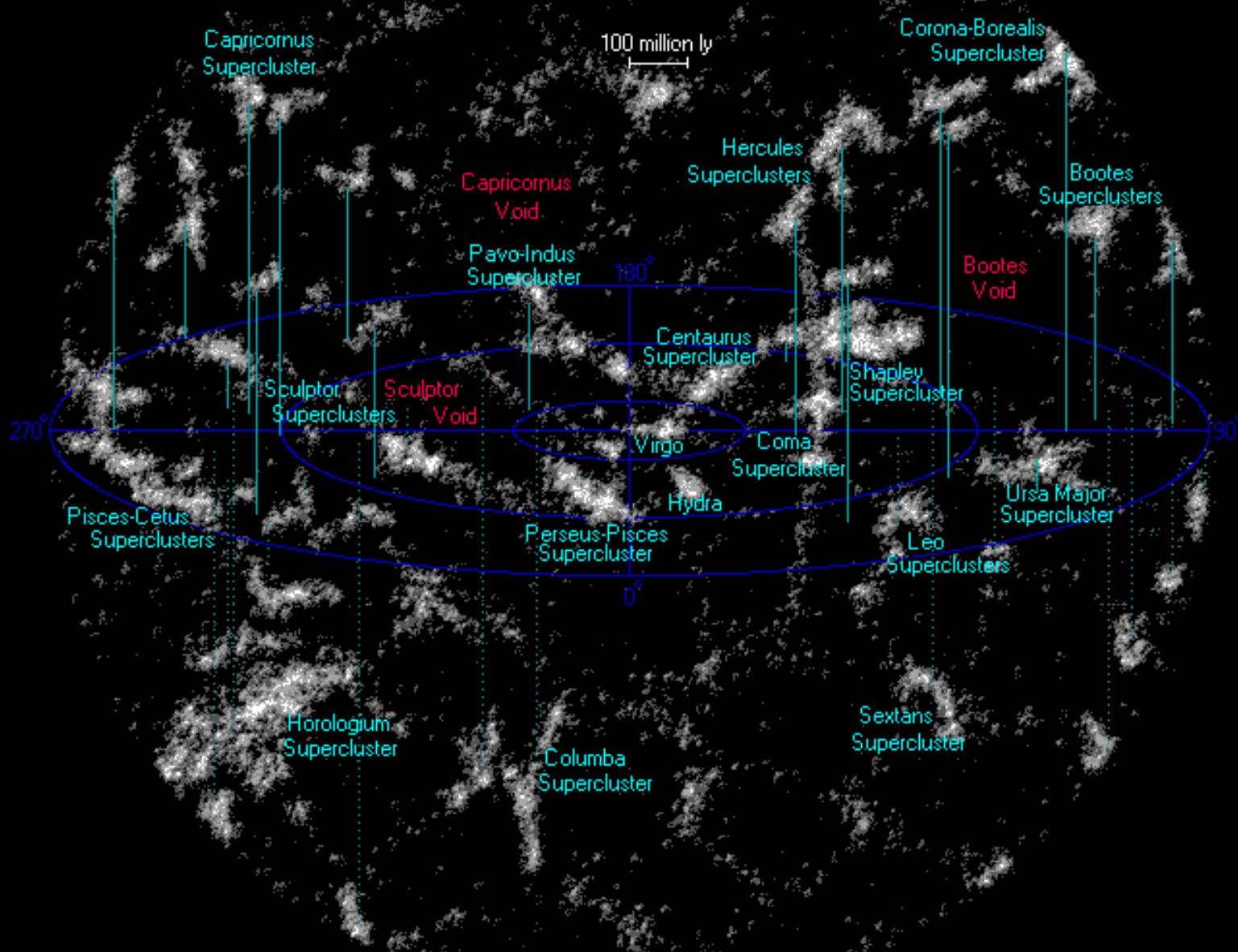
A Lokális Halmaz:

- Androméda-galaxis
- Tejútrendszer
- Nagy Magellán-felhő
- Kis Magellán-felhő
- Triangulum-galaxis
- Még kb. 50 törpegalaxis



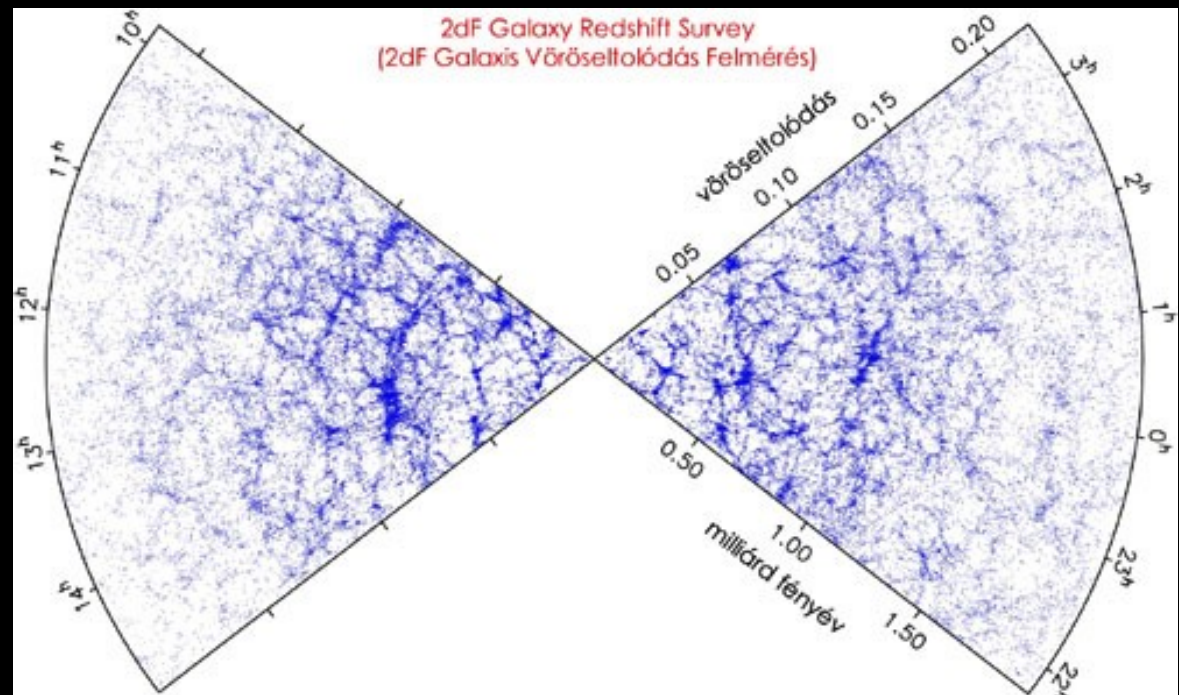
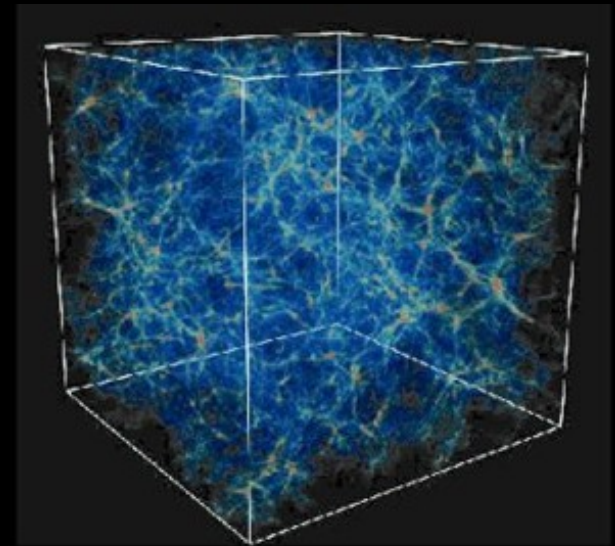
- Messzebb nézve rengeteg galaxist és galaxishalmazt látunk





Nagyléptékű szerkezet:
szálas vagy buborékos!

Az Univerzum nagy része
„üres”, legalábbis nem
látható...



Az Univerzum összetétele

Az Univerzum összetétele (jelenlegi ismereteink szerint):

- ~ 5% „normál” (barionikus) anyag
Csillagok, bolygók, kompakt égitestek (fekete lyukak, neutroncsillagok, ...), galaxisok, csillagközi anyag ...
- ~ 25% sötét anyag

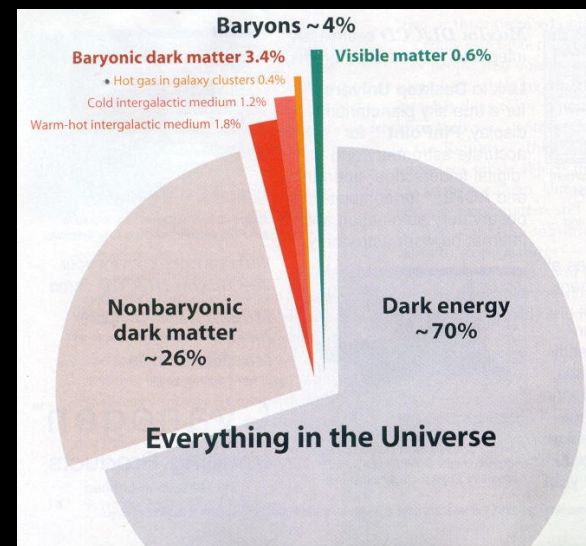
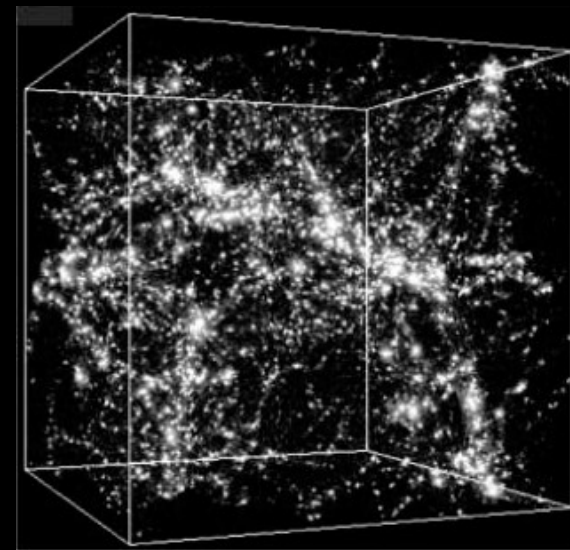
Szupernehéz részecskék?

Ismeretlen típusú égitestek?

- ~ 70% sötét energia

Antigravitációs hatás

Összetétel: ???



Hasznos információforrások:

Könyvek:

- Univerzum (2006, IKAR, szerk.: M. Rees)
- SH Atlasz – Csillagászat (2002, Athenaeum 2000, szerk.: J. Herrmann)
- Amatőr csillagászok kézikönyve (2009, MCSE, szerk.: Mizser A.)

MCSE Meteor havi folyóirat + Csillagászati évkönyvek

Feltárul a Világegyetem – Természet Világa különszám (2009)

Internet:

- tudasbazis.csillagaszat.hu
- hirek.csillagaszat.hu
- www.urvilag.hu
- www.mcse.hu (Magyar Csillagászati Egyesület oldala)
- astro.u-szeged.hu (Szegedi Csillagvizsgáló oldala)

<http://astro.u-szeged.hu/oktatas/csillagaszat.html> **Letölthető segédanyag!**

- icsip.elte.hu (ELTE interaktív csillagászati portál)