



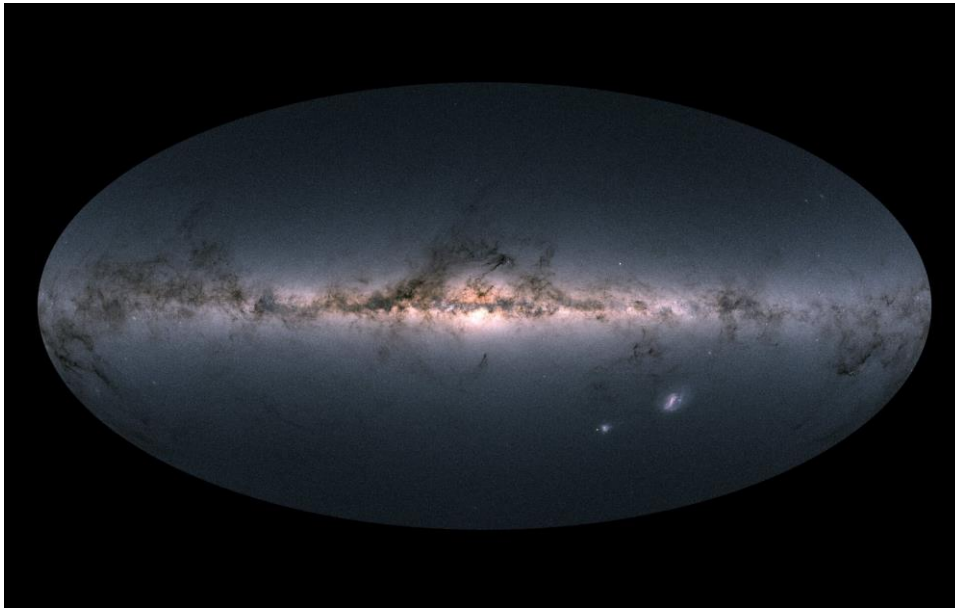
Universum nu

8. Vintergatan

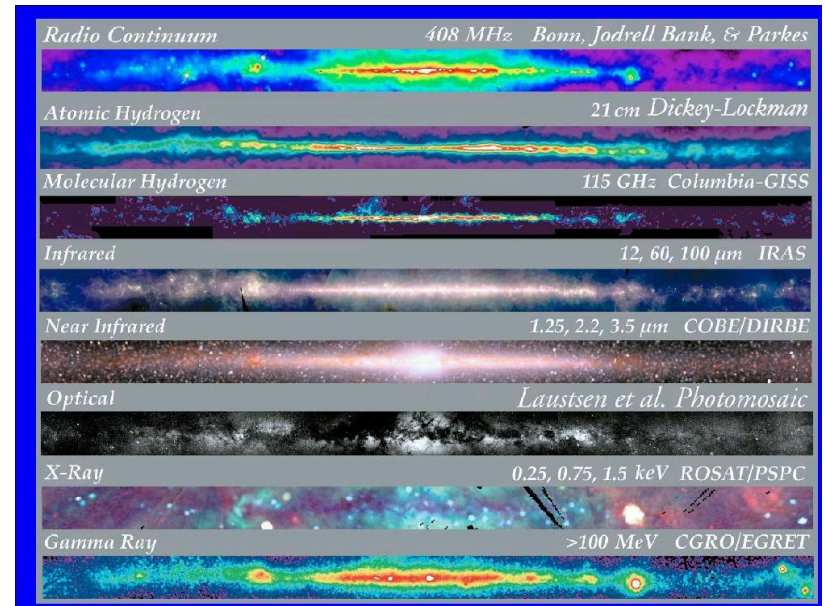
Universum nu, 22.3 2024, TH



8. Vintergatan – vår hemgalax



Vintergatan i synligt ljus (GAIA/ESA).



Vintergatan i olika våglängder.



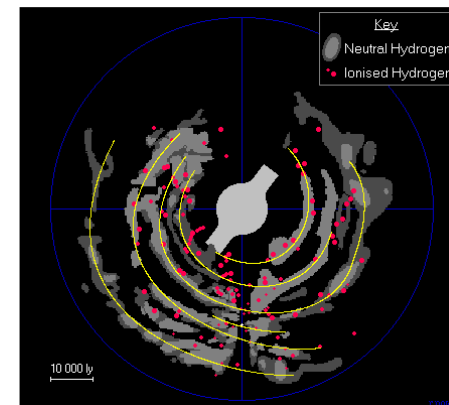
Uppgift

- Varför är det mycket svårare att studera vår egen galax' struktur än andra galaxers?



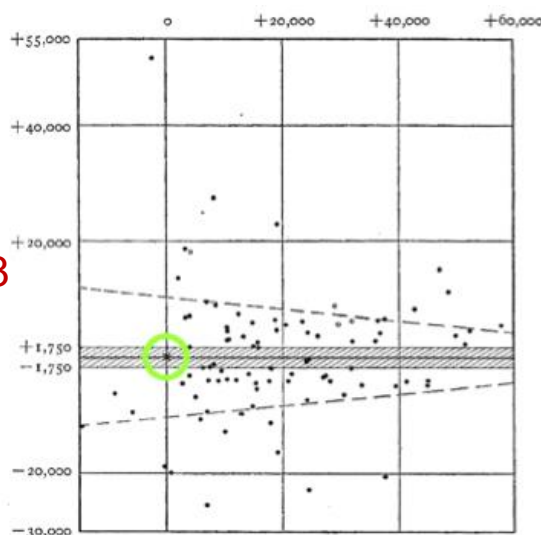
8.1 Utforskning av Vintergatan

- Vintergatan syns som ett dimmaktigt bälte över himmelen.
- På grund stoft i galaxens plan ser vi i synligt ljus endast de närmaste spiralarmarna.
- I 21 cm:s radiovågor kan spiralarmarna urskiljas.
- I infrarött framträder Vintergatans skiva och centrum.

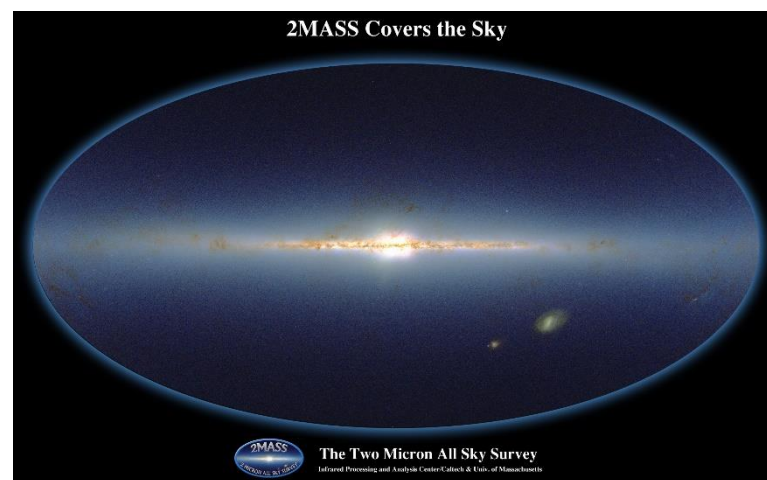


Vintergatans spiralarmar syns i 21 cm:s strålning.

Fördelningen av klotformiga stjärnhopar => Vintergatans massmedelpunkt ca 8 kpc från solen (Shapley 1918).



Universum nu, våren 2024

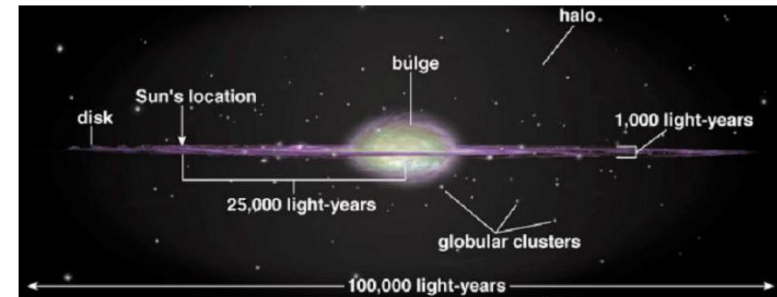
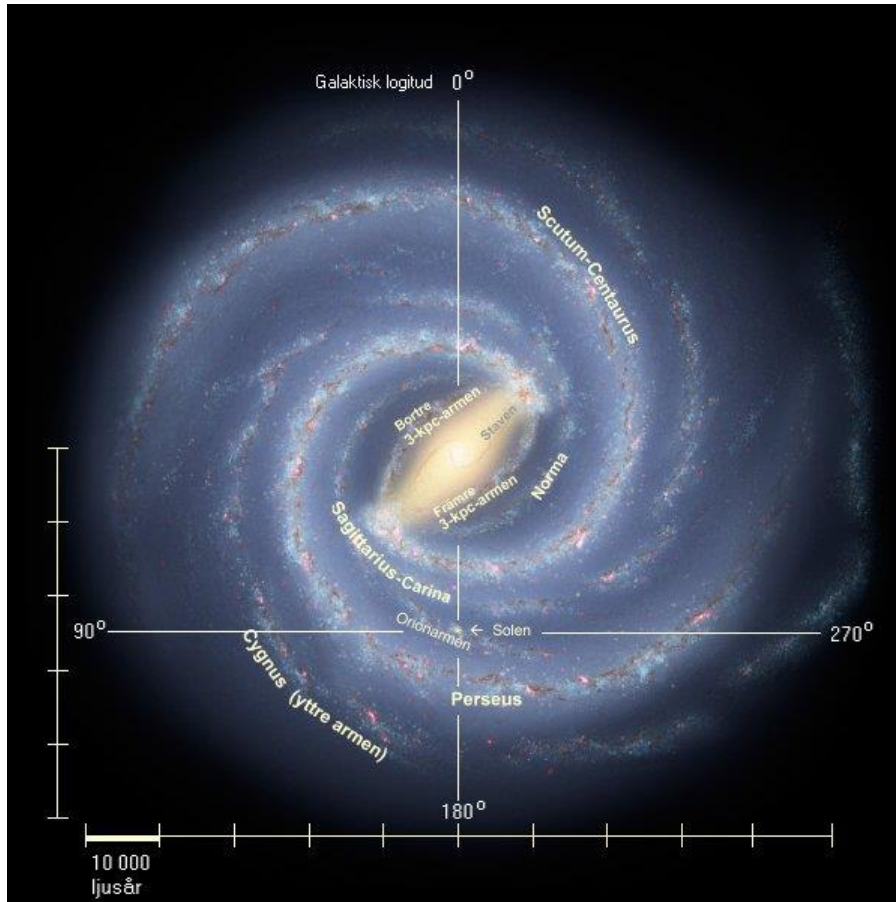


Vintergatan i infrarött.

www.helsinki.fi/yliopisto



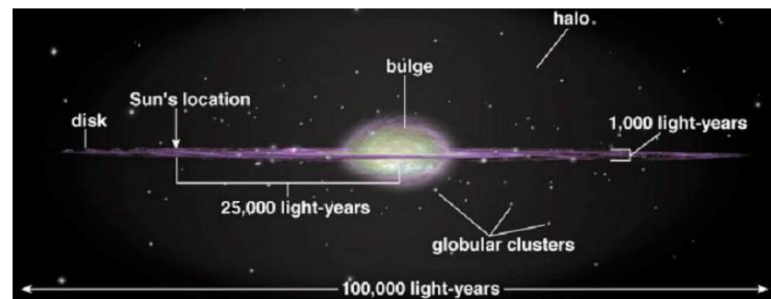
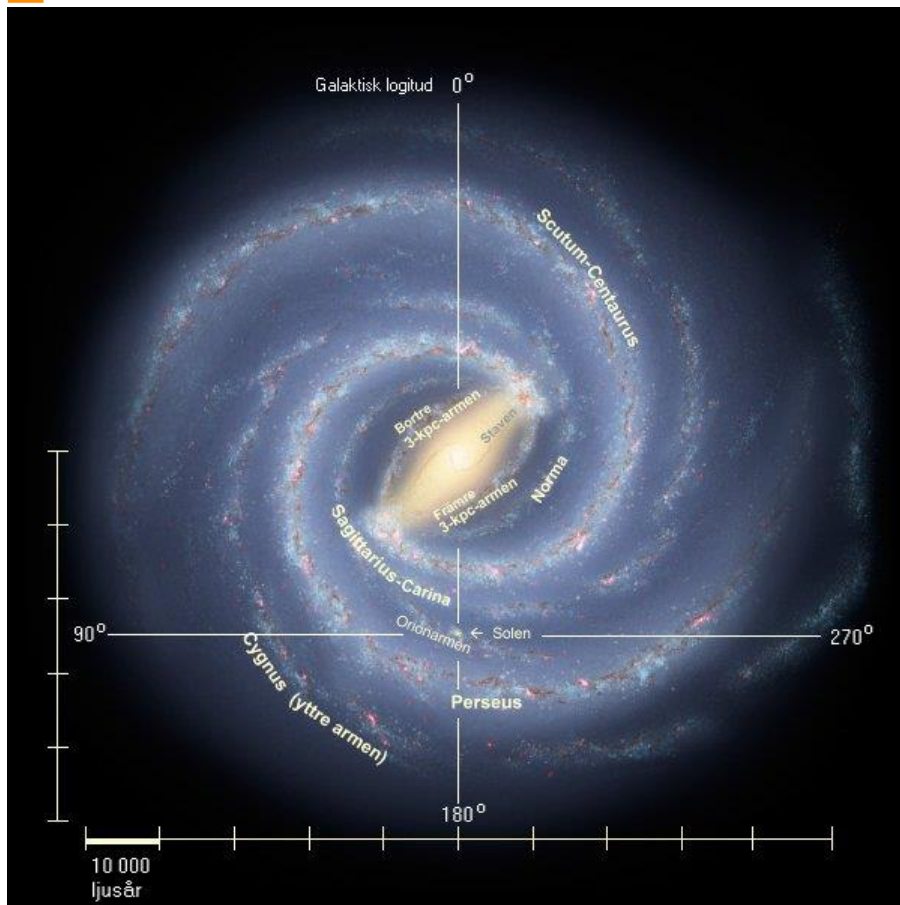
8.2 Vintergatans struktur



- Spiralgalax med 200-400 miljarder stjärnor
- diskusliknande skiva, ca 2 kpc tjock, ca 30 kpc i diameter.
- utbuktande kärna med hög stjärntäthet
- antagligen stavform + spiralarmar
- sfärisk halo med klotformiga stjärnhopar
- korona med gles het gas
- mörk materia



8.3 Vintergatans stjärnpopulationer



Två populationer av stjärnor i Vintergatan:

- *Population I:*

- stjärnor som rör sig i närapå cirkulära banor i Vintergatans plan
- yngre stjärnor
- nya bildas i spiralarmarna

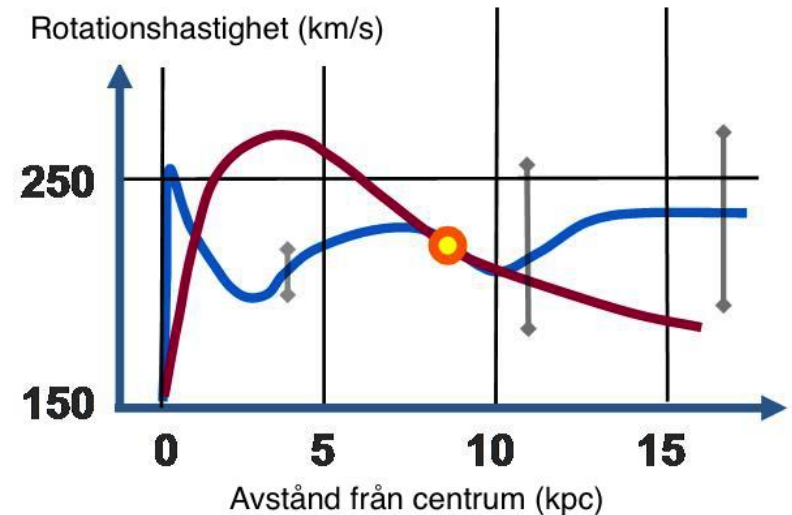
- *Population II:*

- stjärnor i banor oberoende av Vintergatans plan, t.ex. klotformiga stjärnhopar
- gamla stjärnor (t.o.m. ~ 13 miljarder år gamla)



8.4 Vintergatans rotation

- Vintergatan roterar differentiellt (inte som en fast kropp).
- Rotationen beskrivs med *Oorts lag*.
- Ett varv för solen tar ca 250 milj. år.
- Rotationskurvan avslöjar mängden massa: Större massa \Leftrightarrow snabbare rotation.
- Rotationskurvan avslöjar stora mängder av *mörk materia*.



Observerad rotationskurva och **beräknad** utan mörk materia (Wikipedia).



8.5 Vintergatans spiralarmar

- Spiralarmarna inte en fast struktur: Skulle inte bestå p.g.a. Differentialrotationen.
- Två teorier, som inte utesluter varandra:
 - **Täthetsvåg**: Samverkan av all materia och kollisioner med mindre galaxer.
 - **SSPSF-modellen** (*stochastic self-propagating star formation*): Stjärnvindar och supernovor => Chockvåg.

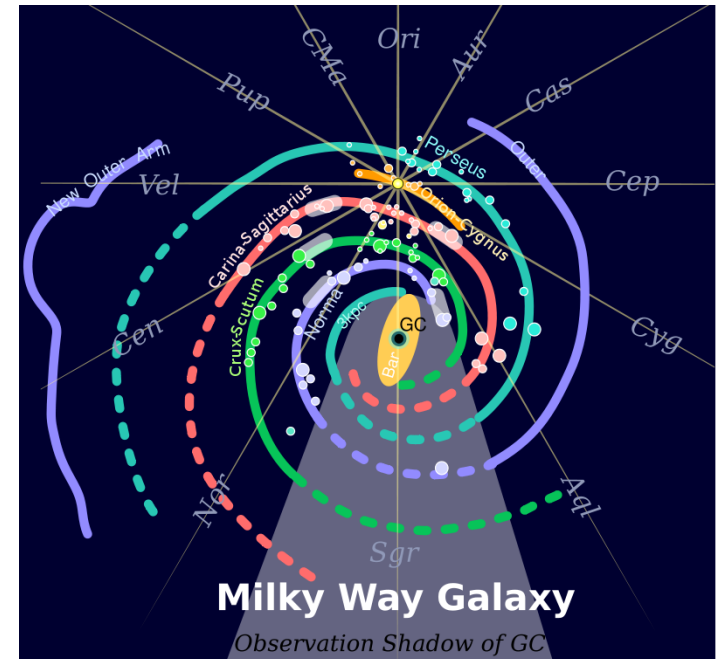


Bild: Wikimedia

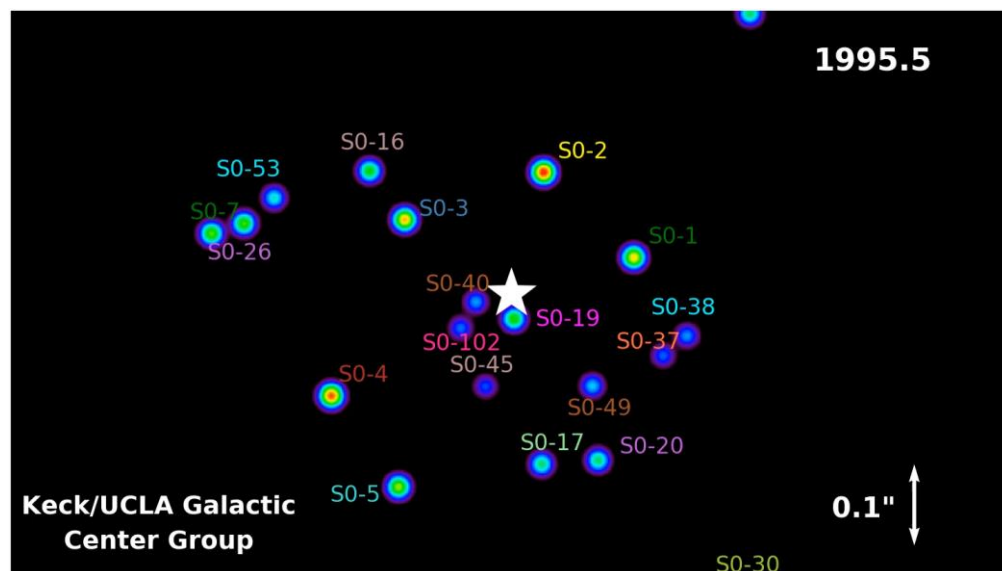
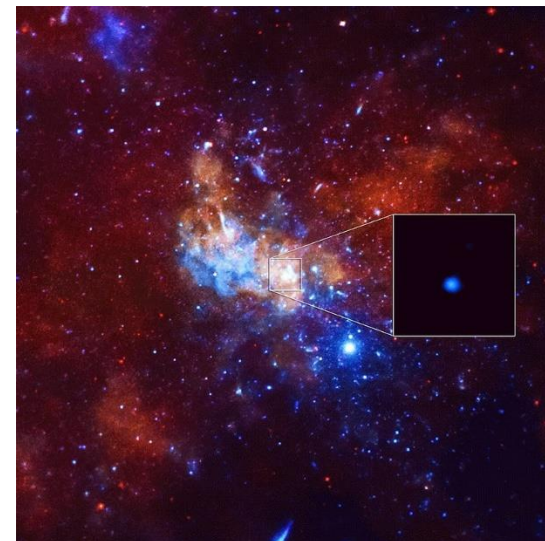
- Materian komprimeras i spiralarmarna => Nya stjärnor bildas.



8.6 Vintergatans centrum

- Observeras med infraröd-, röntgen- och radioteleskop.
- I Vintergatans centrum finns ett *supermassivt svart hål Sagittarius A**, som är omringad av en stjärnhop:
 - Avstånden mellan stjärnorna $< 1/10$ ljusår
 - Stjärnornas rörelse nära centrum och snabba förändringar i ljusstyrka => *supermassivt svart hål*.

Röntgenutbrott i Vintergatans centrum (NASA).

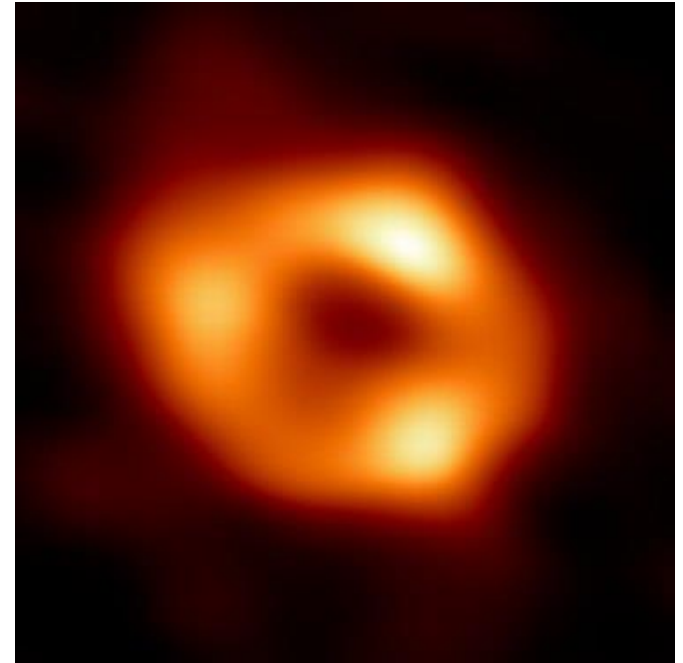


Objekt som rör sig i Vintergatans centrum.



8.7 Vintergatans supermassiva svarta hå

- Massan ca 4 milj. M_{\odot} .
- Händelsehorisont = Schwarzschild radie ca 12 milj. km.
- Rotationshastigheten mindre än 10 % av maximala.
- \Rightarrow Rotationsperiod > 40 min.

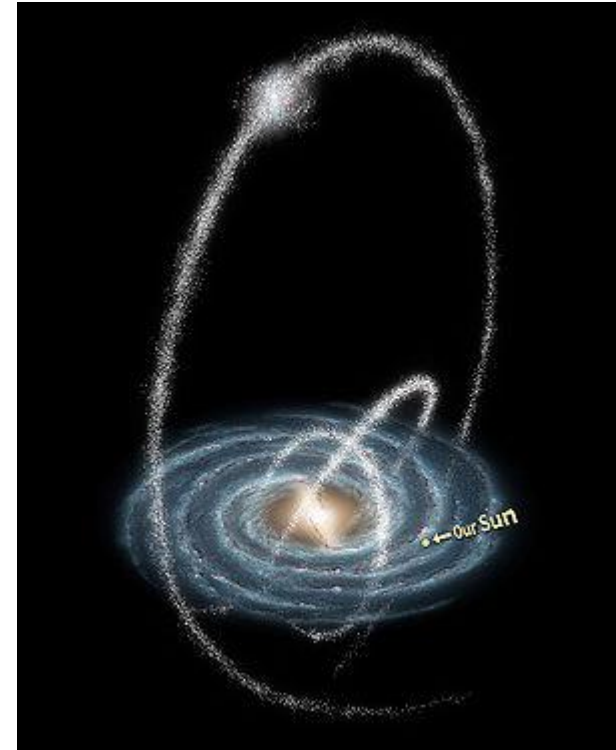


Radiostrålningen kring Vintergatans supermassiva svarta hå (Event Horizon Telescope).



8.8 Vintergatans uppkomst: Observationer

- Sfärisk halo med mörk materia och *population II* (= gamla) stjärnor.
- Klotformiga stjärnhopar har olika halter av "metaller".
- Skiva med spiralarmar, nya stjärnor, kall gas och stoft.
- Stavformad kärna.
- Massivt svart hål i mitten.
- Rester av mindre galaxer.



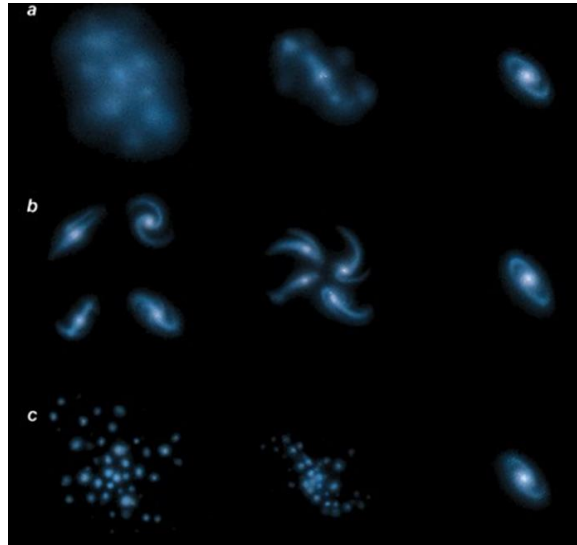
Stjärnströmmar i
Vintergatan – rester av
mindre galaxer (NASA).



8.9 Vintergatans uppkomst: Modeller

- ”Nedifrån-upp” modellen:

- Vintergatan har uppstått genom fusioner av mindre galaxer.
- Senare har Vintergatan vuxit genom att sluka små galaxer.



- ”Uppifrån-ned” modellen:

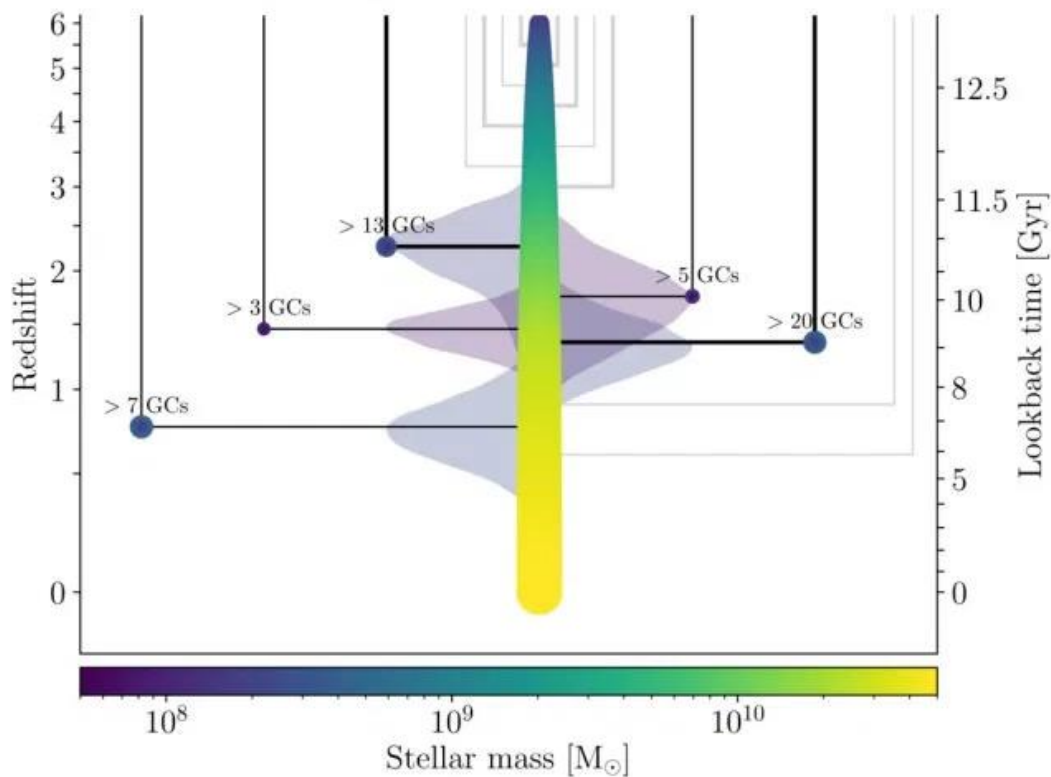
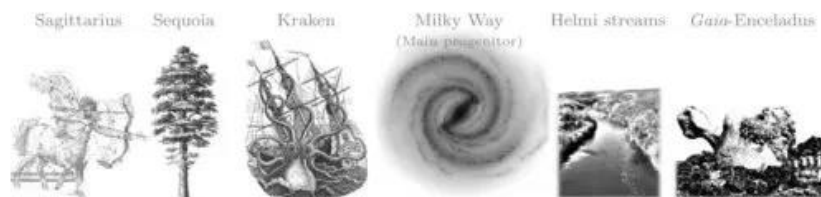
- Vintergatan uppkom strax efter universums uppkomst ur ett enormt gasmoln.
- Komprimering och fragmentering => klotformiga stjärnhopar och galaxens centrum bildades.

Starka observationella bevis för ”nedifrån-upp” modellen



8.10 Vintergatans möjliga tidigare fusioner

Mindre galaxer som fusionerats med Vintergatans (Kruijssen et al., 2020, MNRAS). "Kraken" kallas "Koala" av andra forskare.





8.11 Nutid: Fusion med dvärggalaxen Sagittarius



NASA/ESA

Sun

Milky Way

SagDEG



8.12 Vintergatans framtid: Kollision med Andromeda galaxen

- Trolig kollision om ca 4 miljarder år.

- Animation:

http://www.nasa.gov/mp4/654254main_v1220j_H264l.mp4

Från vänster till höger och uppifrån ned: Situationen nu, om 2.0, 3.75, 3.85, 3.9 och 4.0 miljarder år (NASA).

