# Melkeveien - vår egen galakse

*Terje Bjerkgård*

*Trondheim Astronomiske Forening*

# Innhold

- Melkeveien: Mytologi, Historiske betraktninger
- Størrelse, struktur, oppbygning og vår plassering i Melkeveien
- Melkeveiens dannelse og framtid
- Melkeveiens plassering i Universet
- Noen observasjonstips

# Melkeveien

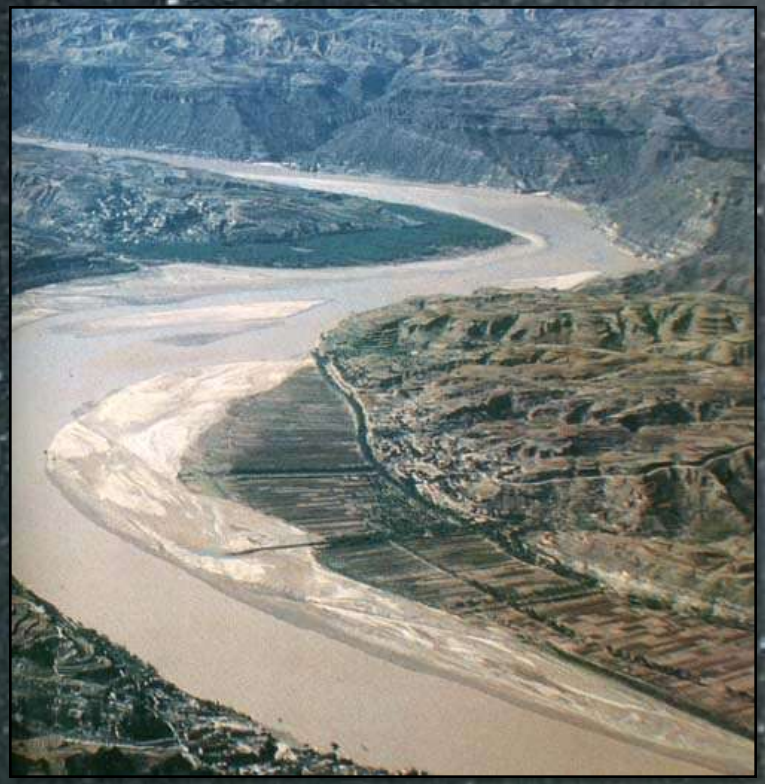
*http://www.eso.org/public/images/milkyway/*

*ESO – The Milky Way Panorama*

# Mytologi

I gresk mytologi knyttet til historien om hvordan Herkules kunne bli udødelig, nemlig ved å drikke gudemelk av Heras bryst.

# Mytologi



I kinesisk tradisjon - Himmelelven eller elven Han.
Også betegnet som kilden til den gule flod - Huanghe

# Mytologi

I Norrøn mytologi mener noen forskere at Melkeveien kan være livstreet Yggdrasil i henhold til Snorres Edda.

En annen legende sier at Melkeveien var den veien folk måtte gå for å komme opp til gudene, og at enkeltstjernene i og nær denne var leirbål hvor folk kunne varme og hvile seg på sin slitsomme ferd.

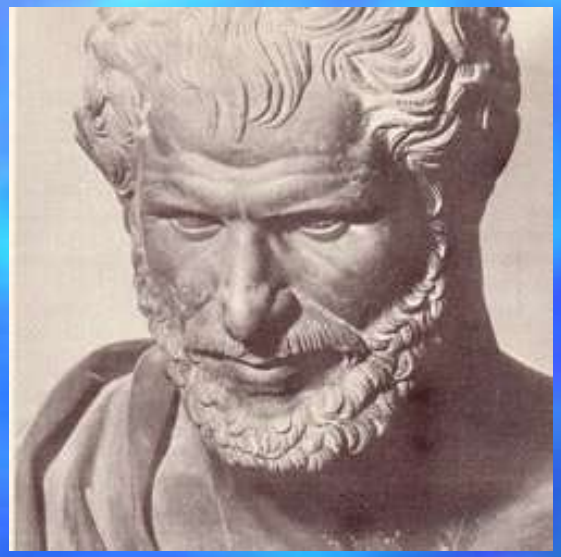
# Historiske betraktninger

Anaxagoras 499-428 f.kr.

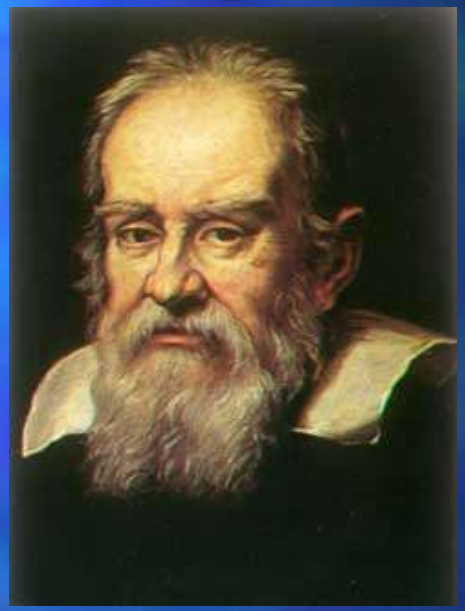
Eratosthenes 276-194 f.kr.

Galaksesirkelen, det skinnende hjul - Galaxios
fra gresk gala/galactos = melk
Latin = Via galactica = Melkeveien

# Historiske betraktninger



Demokrit 460-370 f.kr.



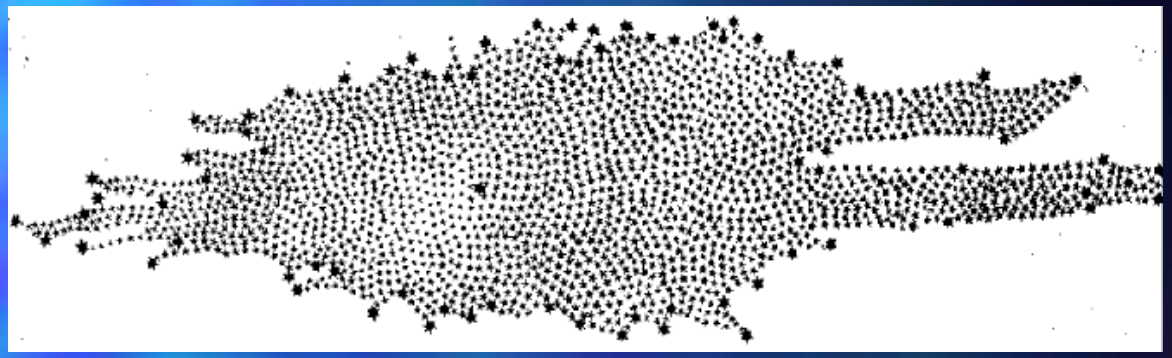
Galileo Galilei 1564-1642

Demokrit: Melkeveien består av myriader med svake stjerner.

Galilei: Bekrefter dette med teleskop i 1609-1610.

# Historiske betraktninger

William Herschel 1738-1822



Form på Melkeveien ut fra stjerne-tellinger i 1785. Prikken i midten er Sola

Galaksesystemet måtte være en enorm skive... " som en slipestein vi betrakter fra innsiden”
Andre tåkeflekker er "øy-universer" som Melkeveien.

# Historiske betraktninger

Harlow Shapley 1885-1972

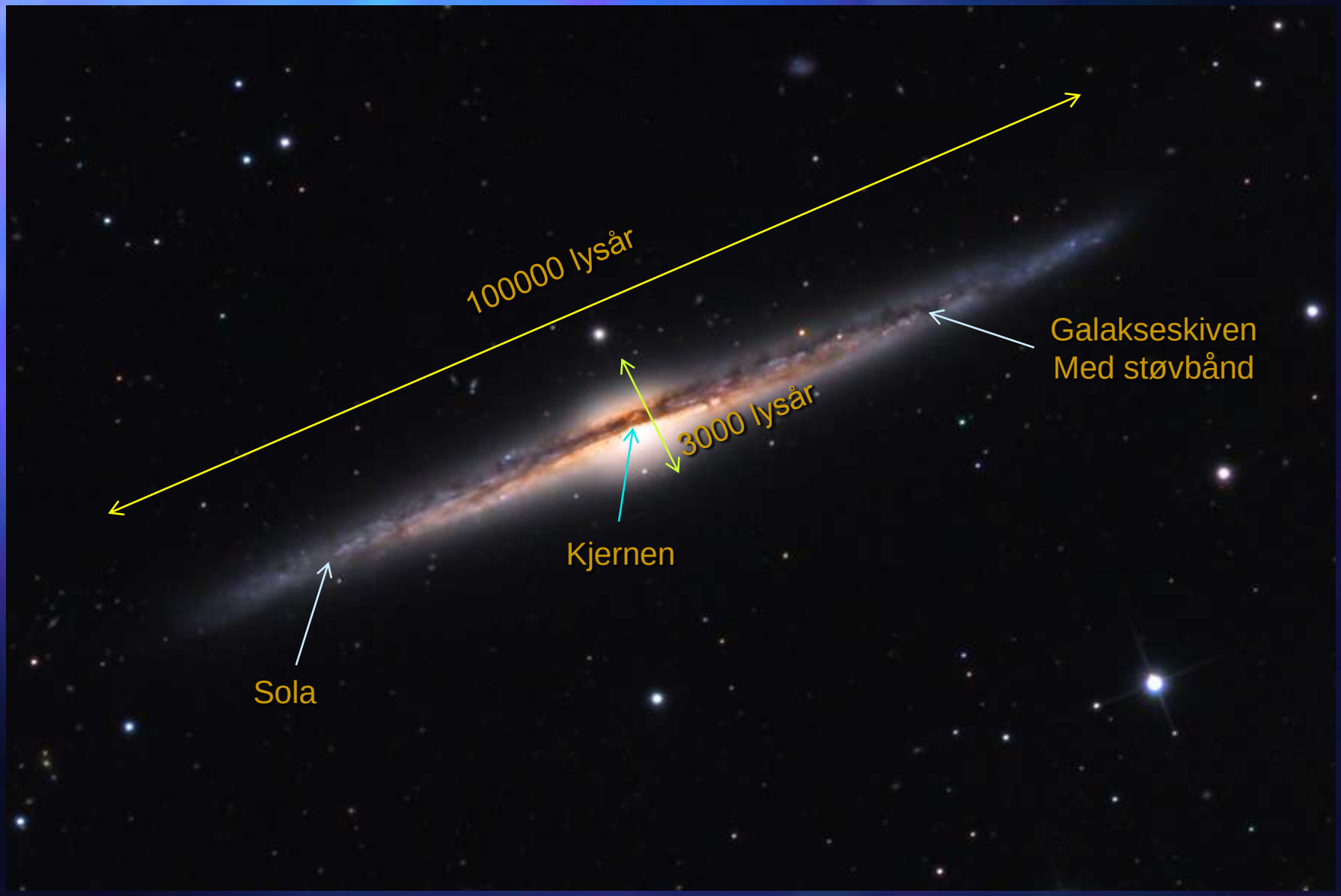
Edwin P. Hubble 1889-1953

Galaksen måtte være minst 300000 lysår i diameter.

Andre stjernetåker tilhører vårt stjernesystem, ikke fjerne galakser.

Avstanden til stjernetåkene ved hjelp av Kefeider viste at de var galakser og ikke del av Melkeveien.

# Melkeveien

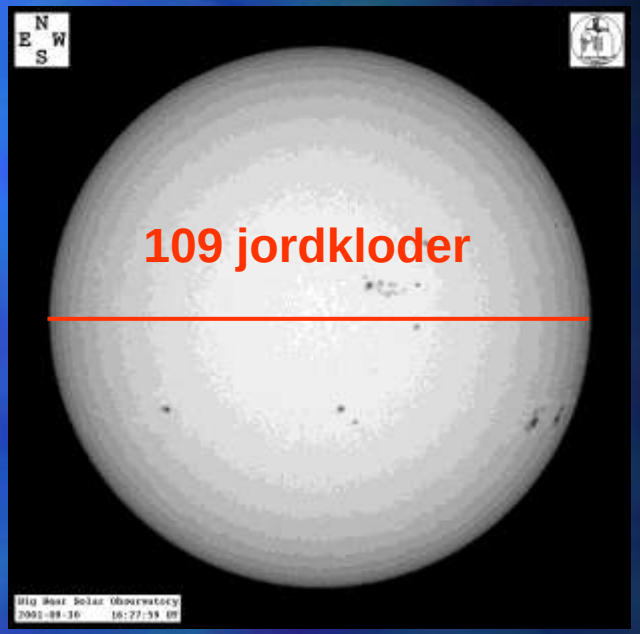

100000 lysår
3000 lysår
Galakseskiven
Med støvbånd
Kjernen
Sola

# Størrelser i Universet

Jordas omkrets: 40130 km

16 døgn i 100 km/t

Solas omkrets: 4370000 km

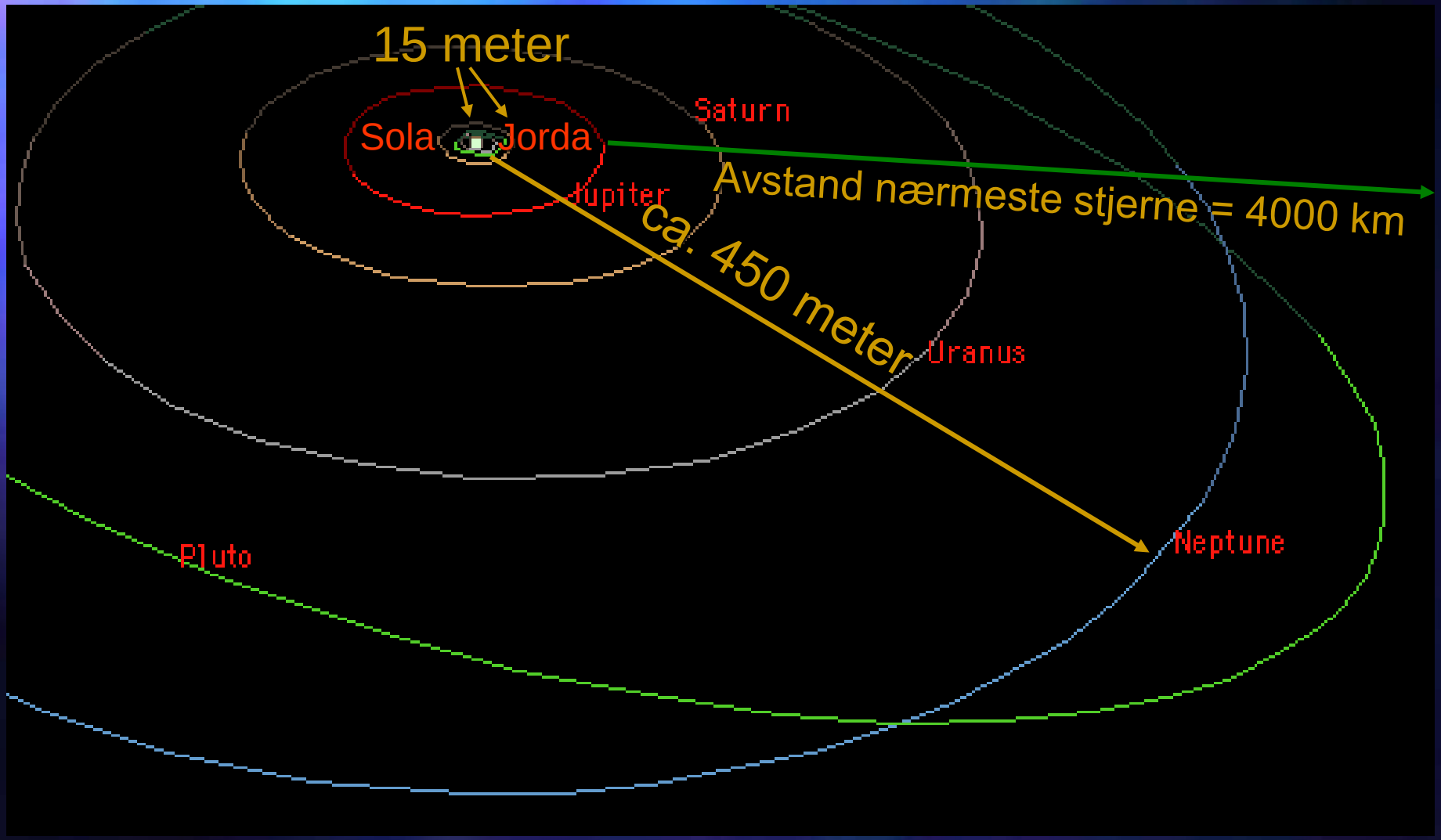



5 år i 100 km/t

# Størrelser i Universet

Solsystemet krympet 10 milliarder ganger:

Jordas diameter = 1.3 mm  Solas diameter = 14 cm

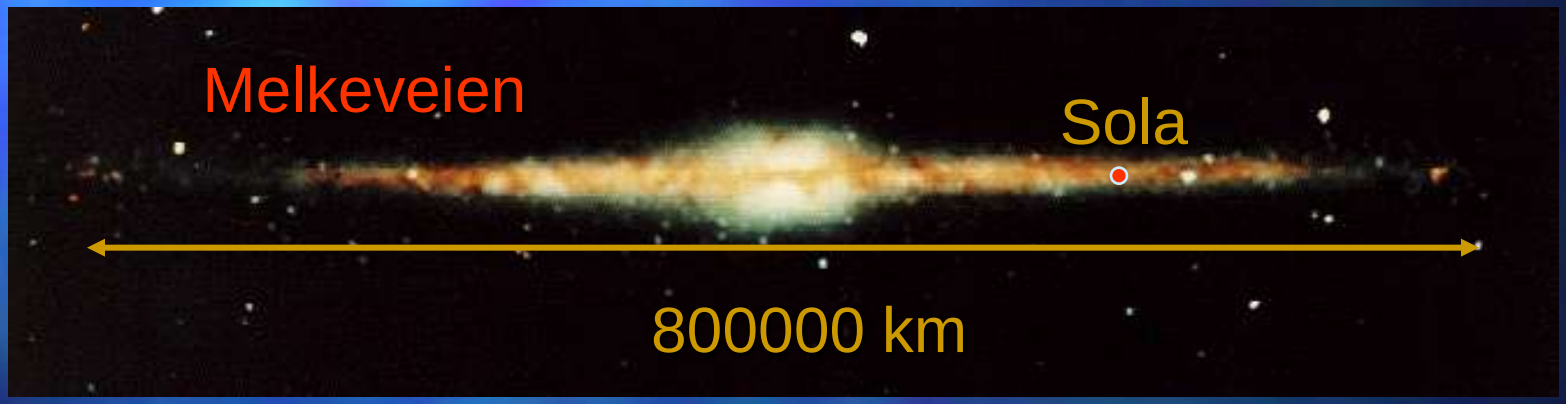


# Størrelser i Universet

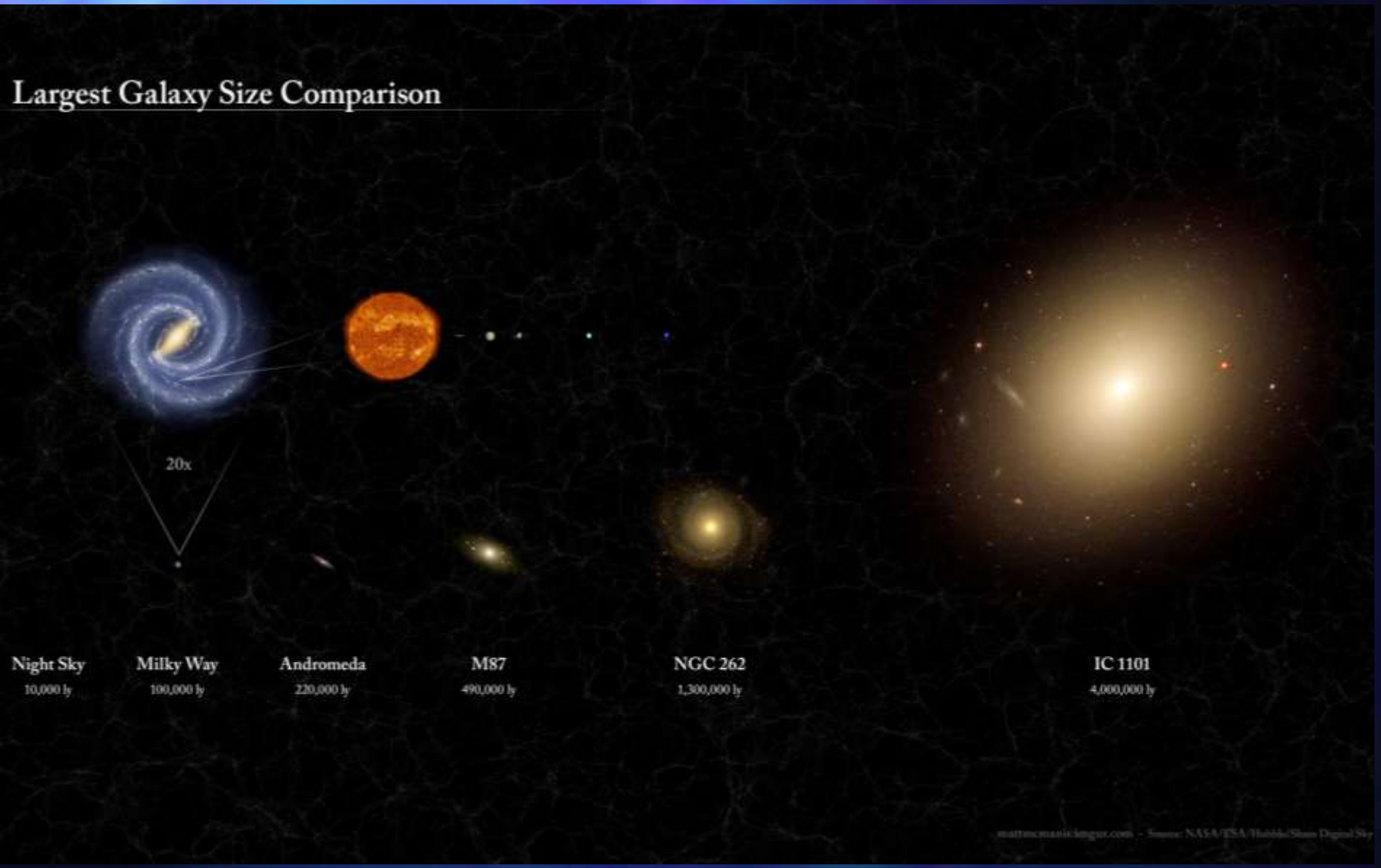
Solsystemet krympet 1 billion ganger:

Jordas diameter = 0.01 mm  Solas diameter = 1.4 mm

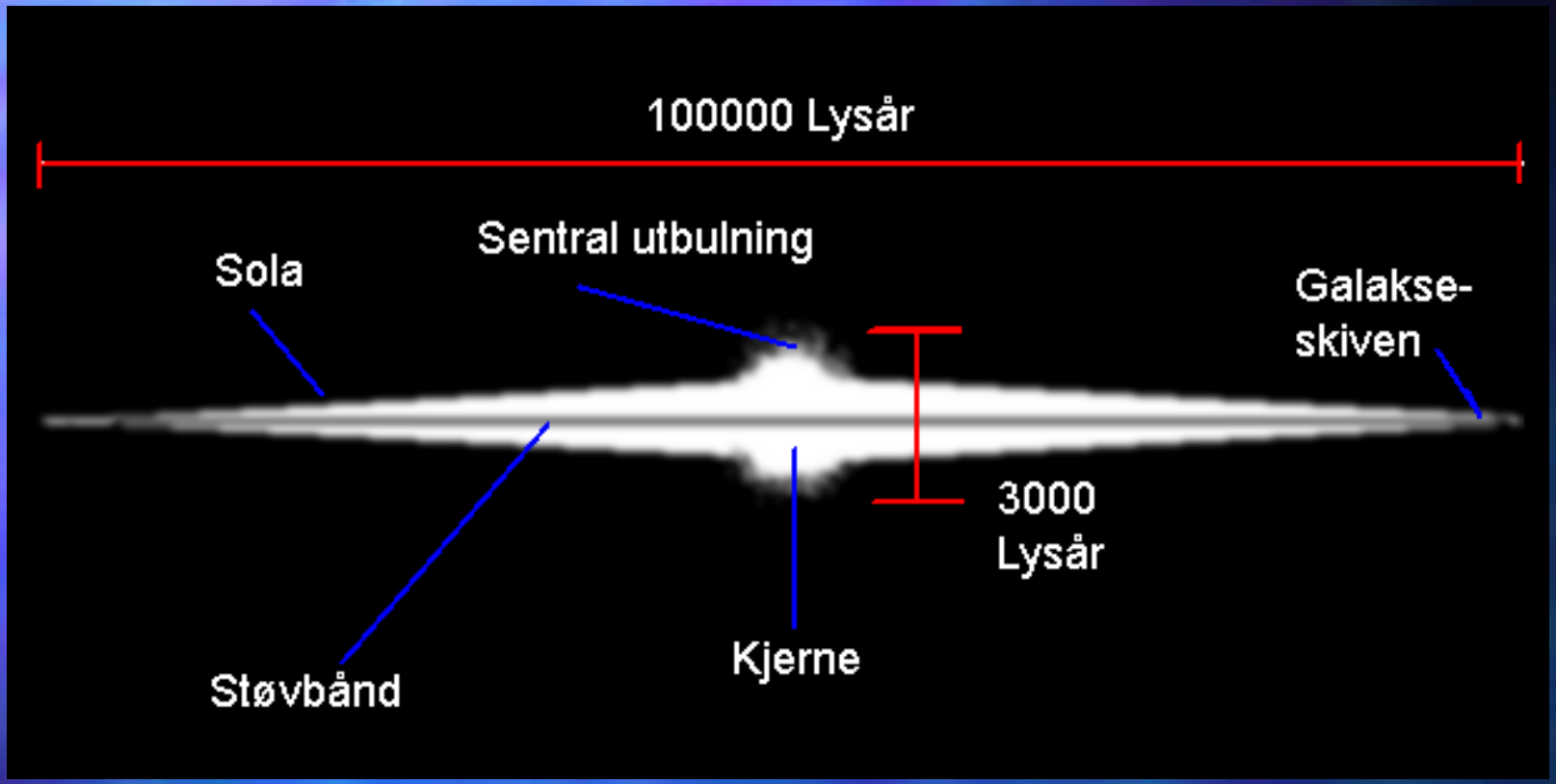
Avstand nærmeste stjerne = 40 km



# Melkeveiens størrelse



# Melkeveien



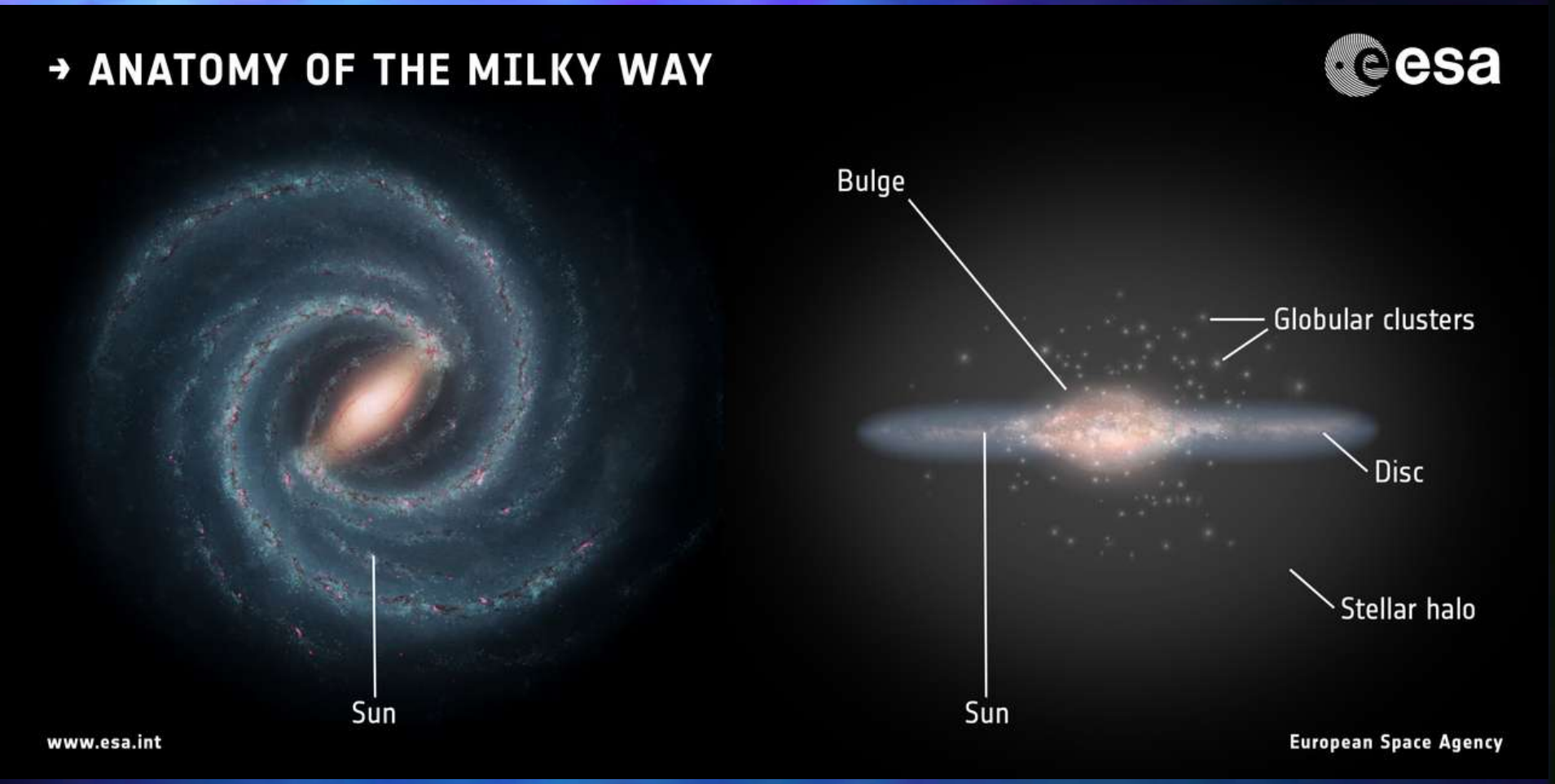

Masse estimert til 8.5 x $10^{11}$ solmasser, ca halvparten av Andromeda-galaksen

200-400 milliarder stjerner, kanskje 10 milliarder hvite dverger, 1 milliard nøytronstjerner, 100 millioner svarte hull.

Interstellar gass (90% H og 10 % He) utgjør 10-15% av massen, derav 1 % støv.

Mørk materie kommer i tillegg og kan utgjøre 1000 milliarder solmasser.

# Melkeveien



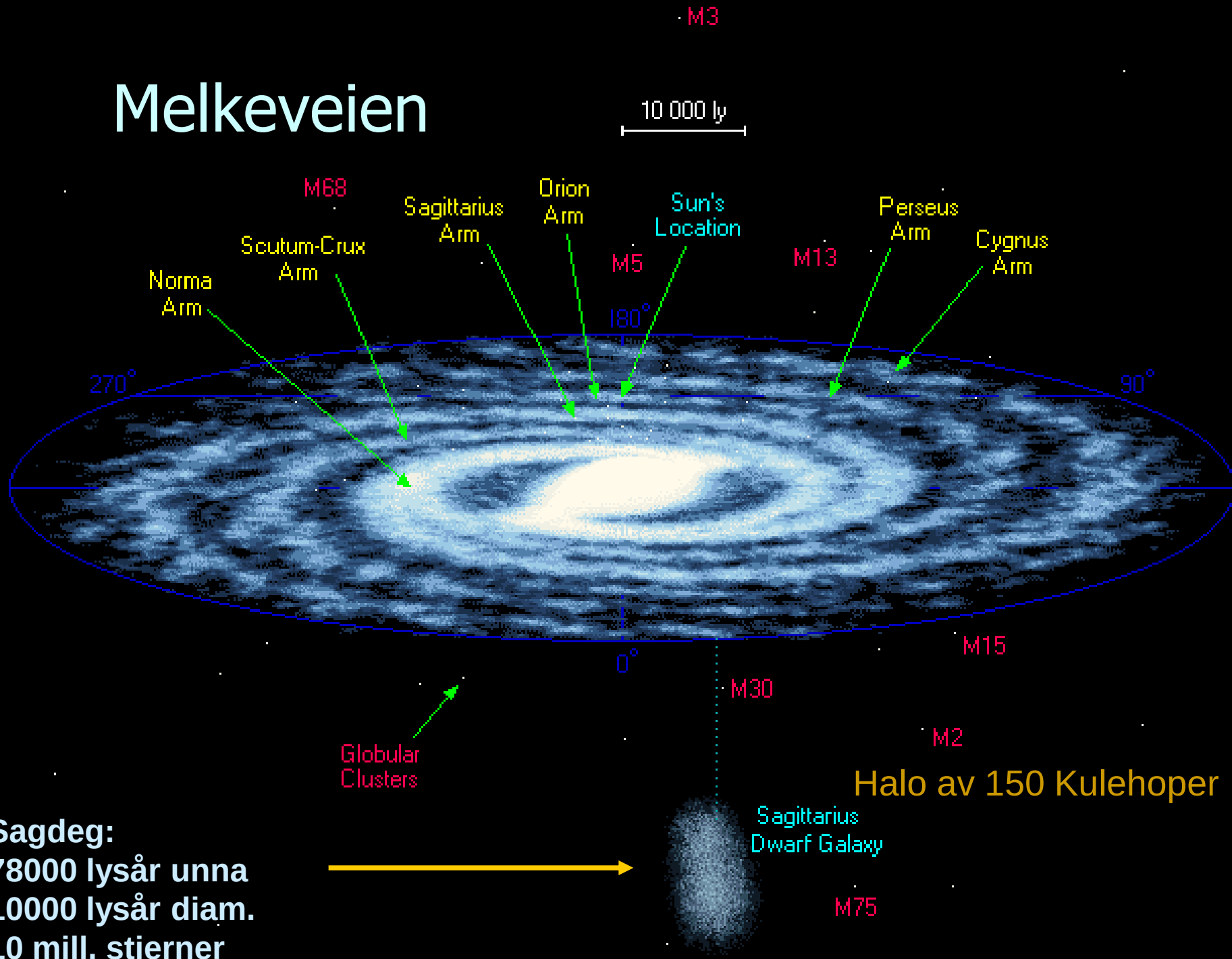

En stavspiral-galakse (Sb) med to hovedarmer

Halo av 150 Kulehoper

# Melkeveien

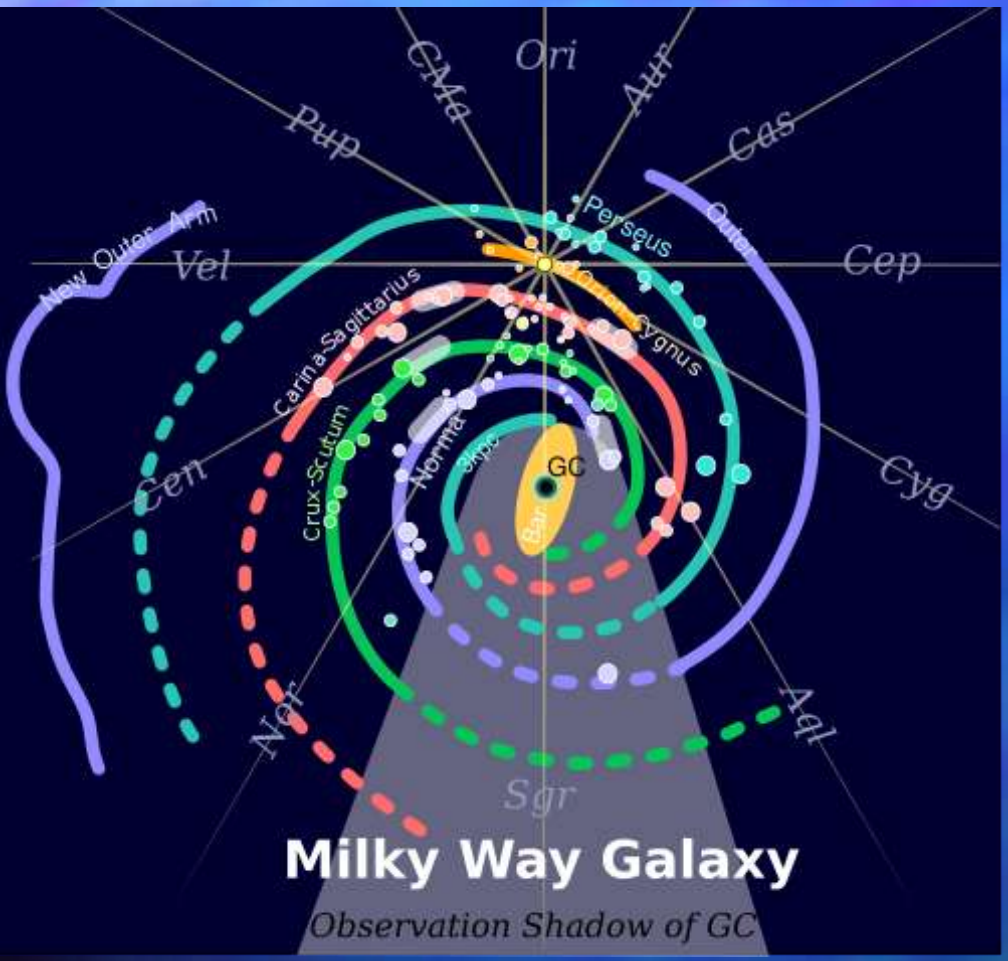
Galaksen UGC 12158, en analog til Melkeveien?

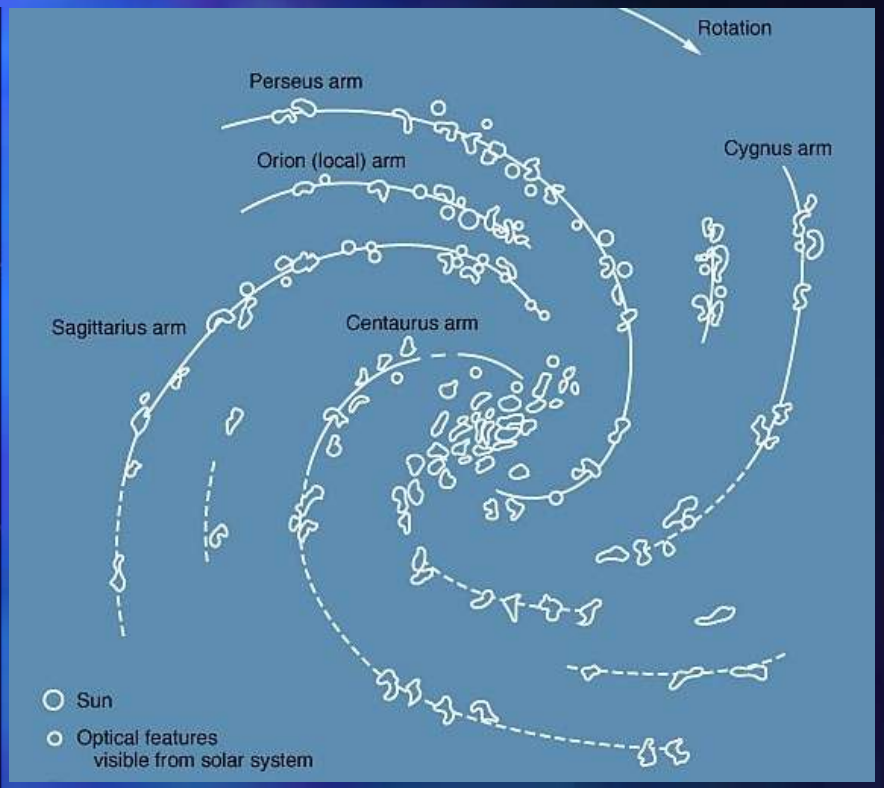
# Melkeveien




**Sagdeg:**
**78000 lysår unna**
**10000 lysår diam.**
**10 mill. stjerner**

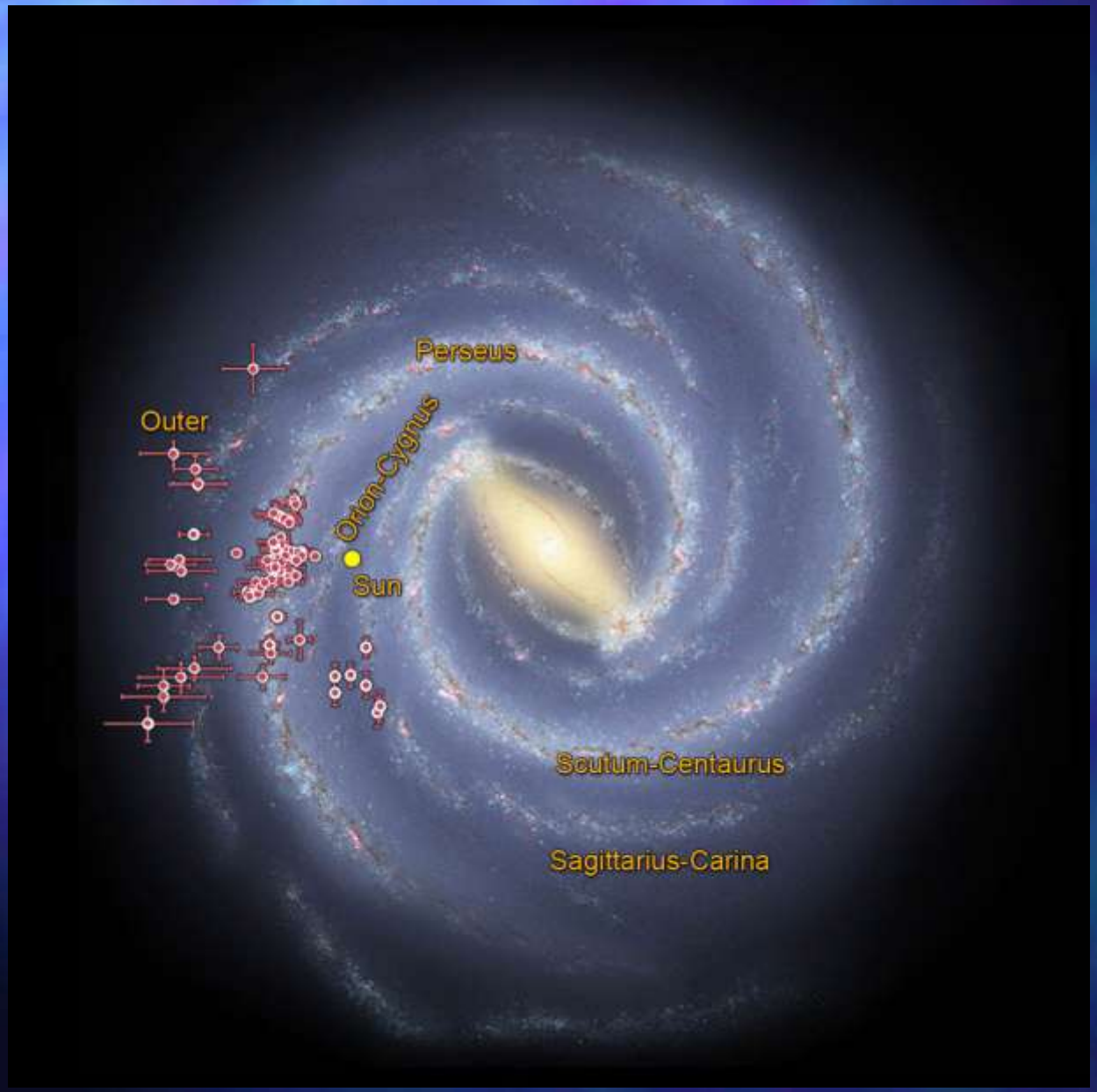
# Melkeveien




Spiralarmene kartlegges med infrarødt og radiobølger av hydrogen i gass-skyene.

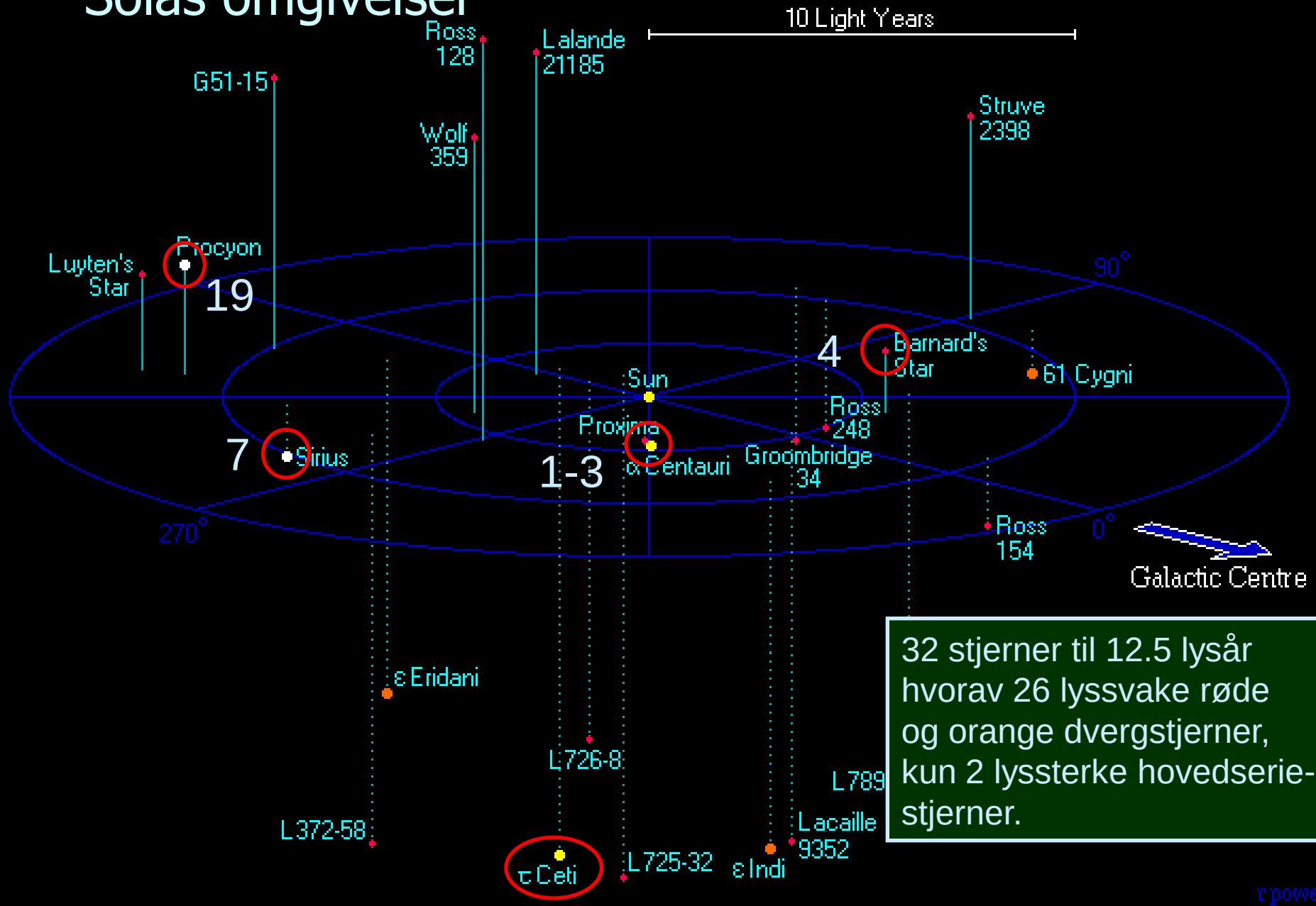
# Melkeveien




Spitzer (WISE) kartlegger stjernehoper innhyllet i gass i spiralarmene i infrarødt

Spitzer (WISE) fant også at ”staven” i sentrum hadde en lengde på 27 000 lysår

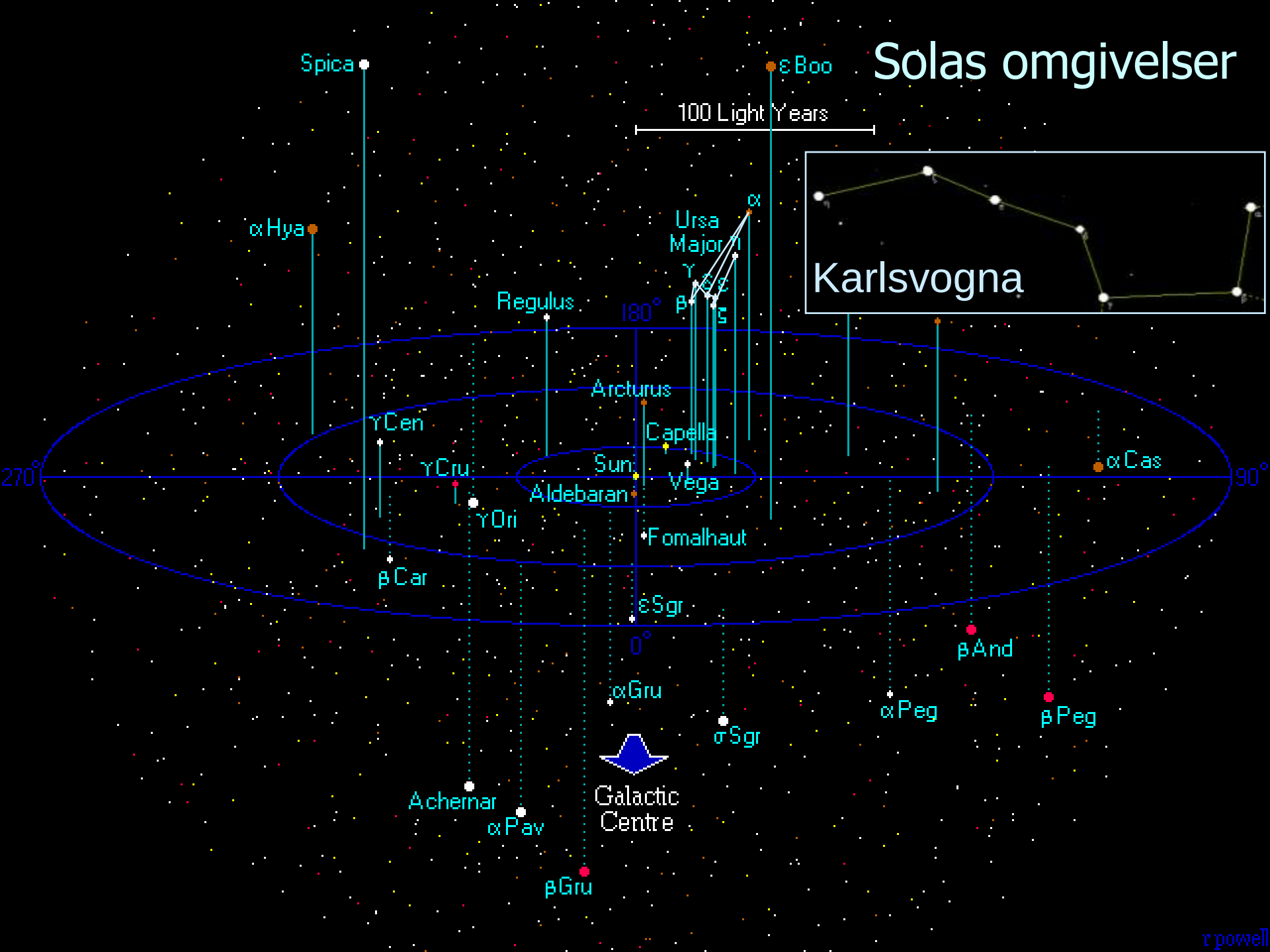
# Solas omgivelser



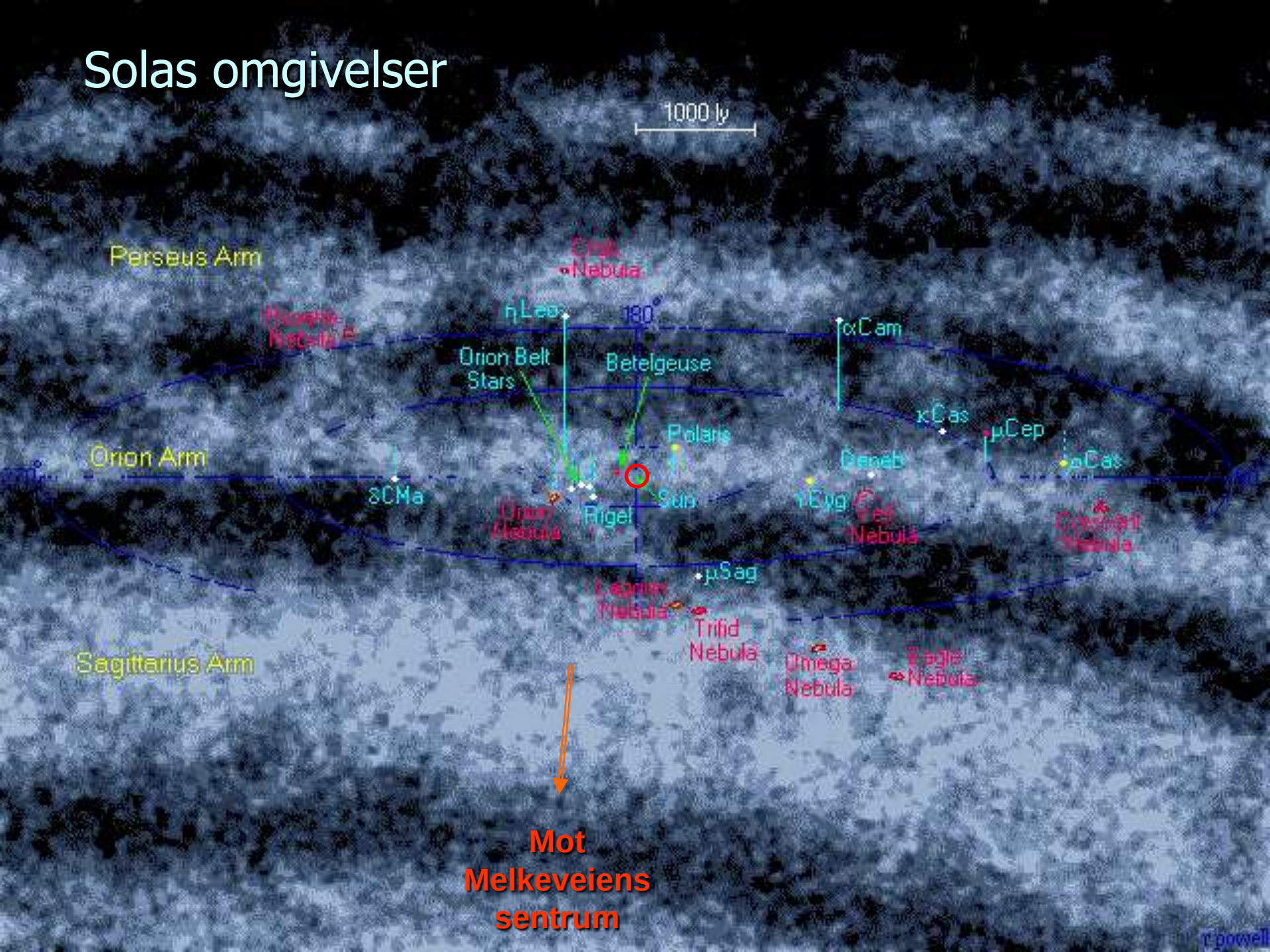

32 stjerner til 12.5 lysår hvorav 26 lyssvake røde og orange dvergstjerner, kun 2 lyssterke hovedserie-stjerner.

r powell

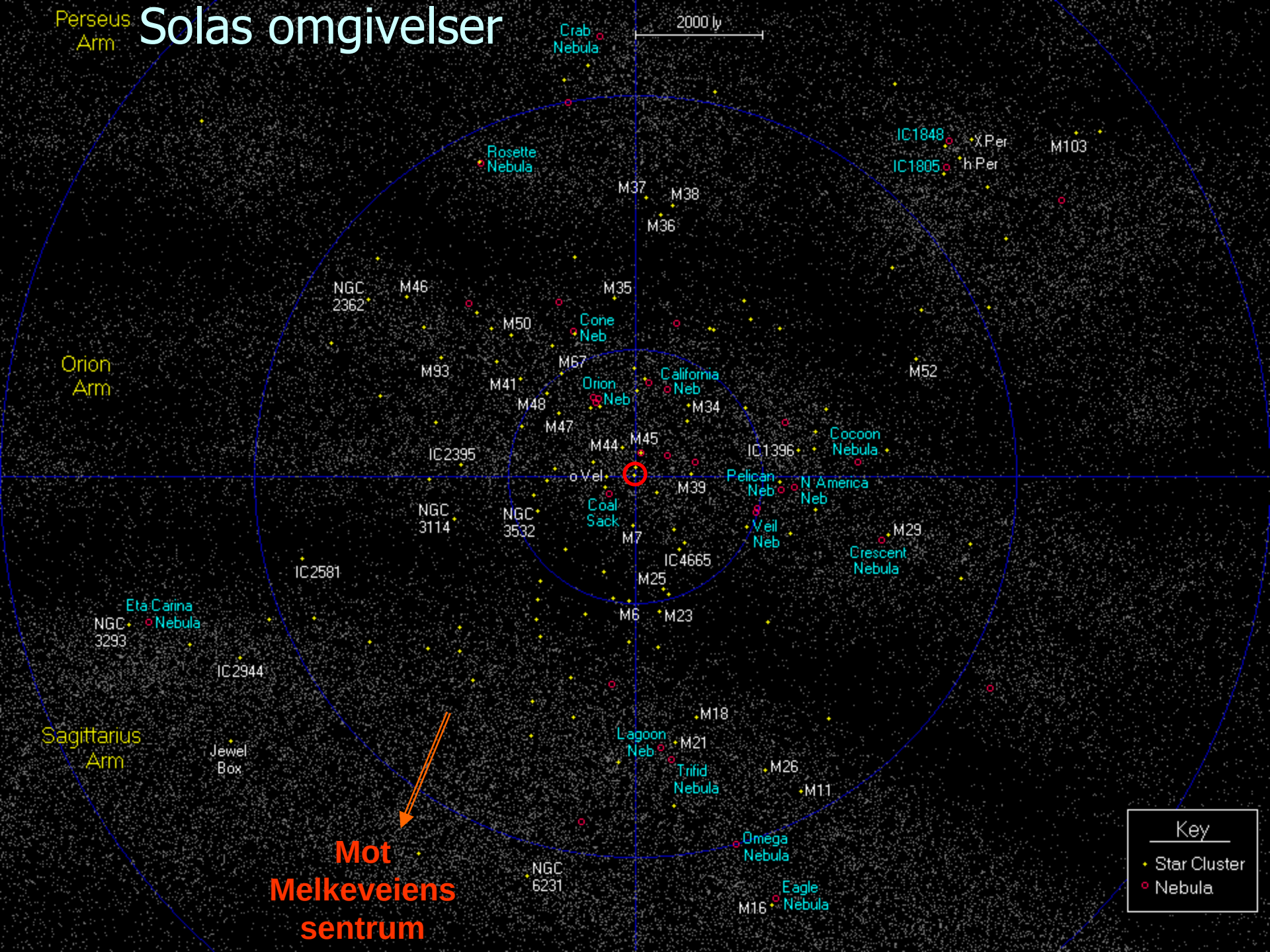
# Solas omgivelser



# Solas omgivelser

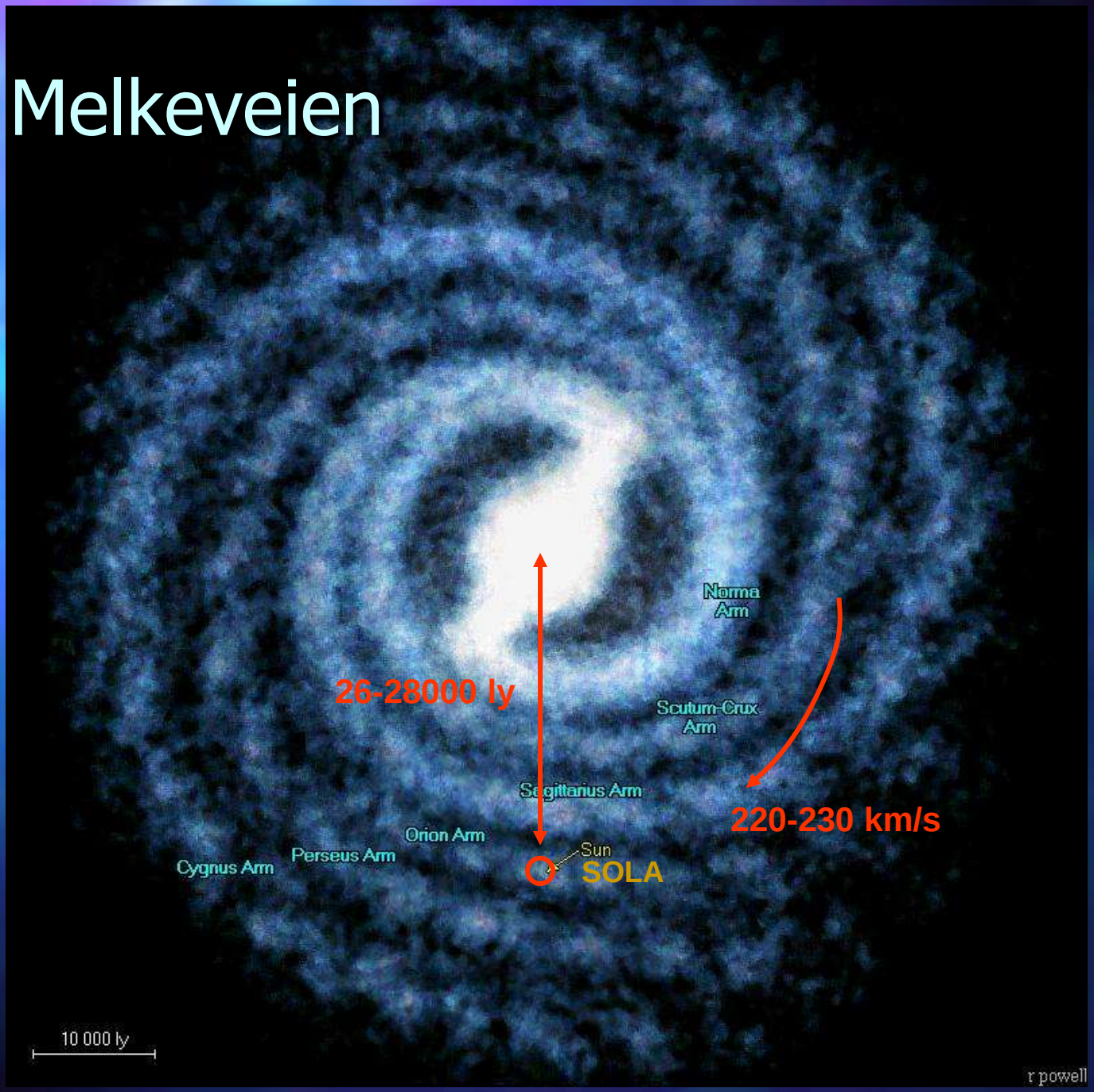


# Solas omgivelser

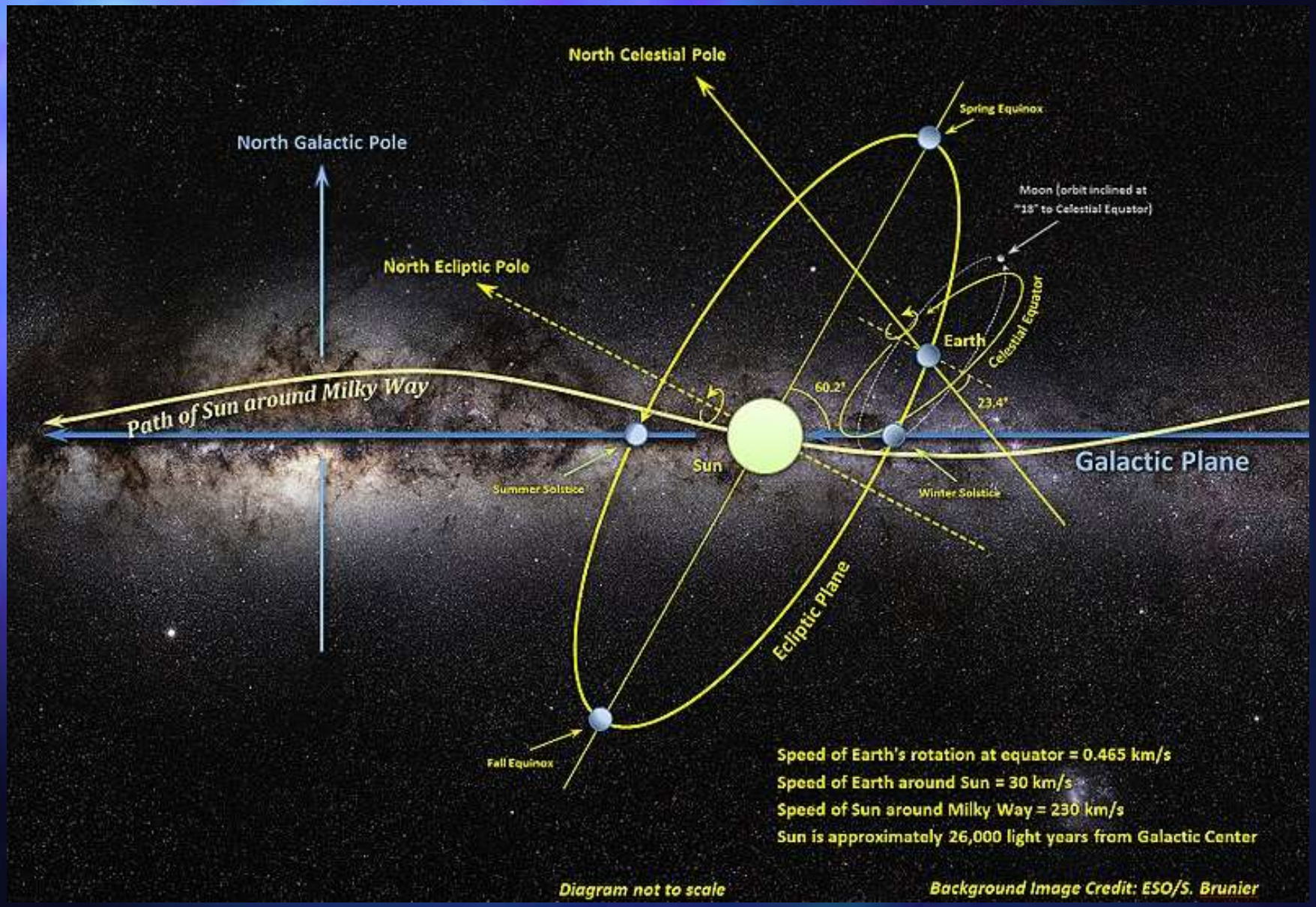



**Mot Melkeveiens sentrum**

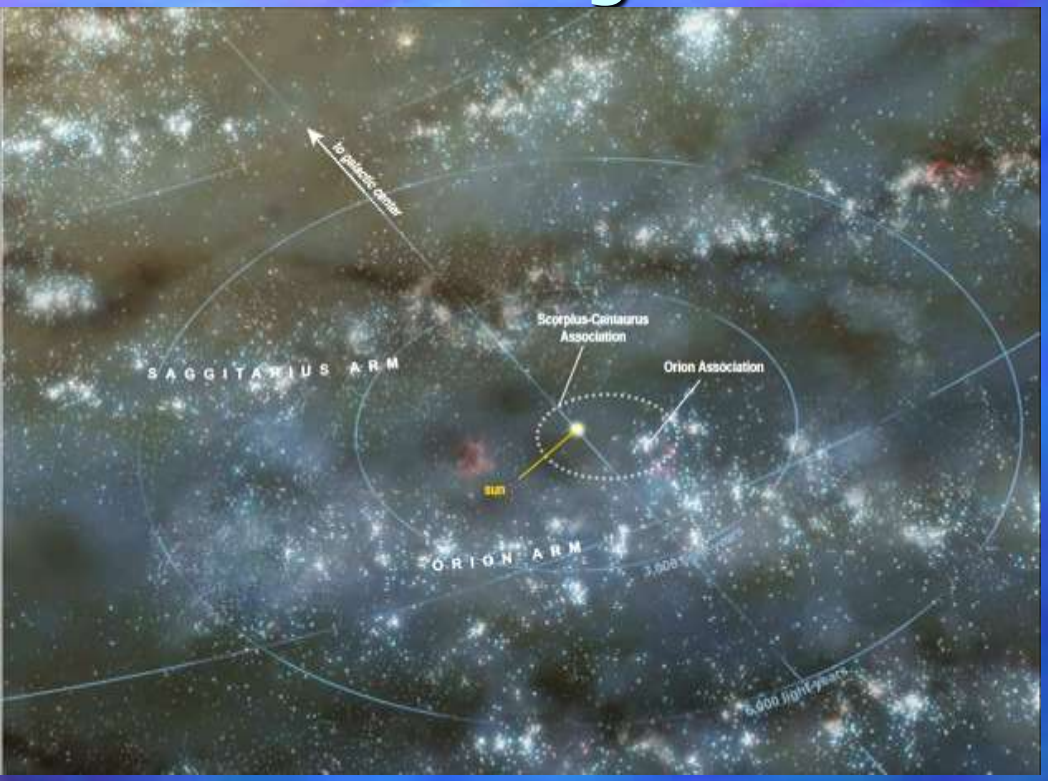
# Melkeveien

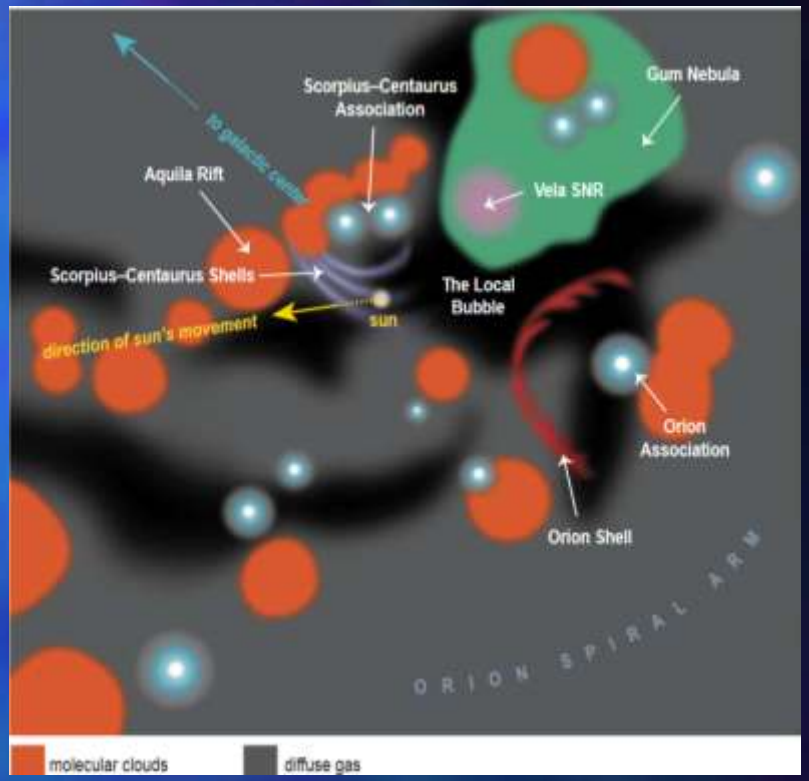

Norma Arm
26-28000 ly
Scutum-Crux Arm
Sagittarius Arm
220-230 km/s
Orion Arm
Sun
Perseus Arm
Cygnus Arm
SOLA
10 000 ly
r powell

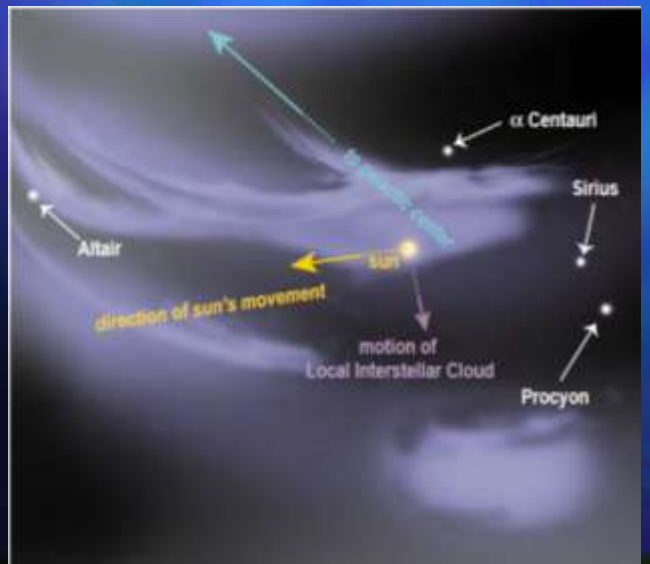
# Solas bane gjennom Melkeveien



# Solas omgivelser




Solsystemet har gått, og går, gjennom forskjellige gass-skyer på sin vei gjennom galaksen. Disse har innvirkning på klimaet og livsbetingelsene på Jorda.

# Størrelser i Melkeveien

Solas omløpstid rundt galaksen:

Solas hastighet rundt galaksesenteret: 220 km/s = 0.0007335 lysår/år

Avstand galaksesenteret: 28000 lysår tilsv. omkrets $2\pi a$ = 176000 lysår

som gir omløpstid 176000/0.0007335 = 240 millioner år.

Kalles et kosmisk år. Sola har gjort litt over 19 omløp siden dannelsen.

Melkeveiens masse:

Keplers 3. lov: $M_{galakse} + M_{sol} = a^3/P^2$

$M_{galakse}$ og $M_{sol}$ er massen til galaksen og Sola,
a er avstanden fra Sola til galaksesenteret (i astr. enheter – A.E.)
og P er Solas omløpsperiode.

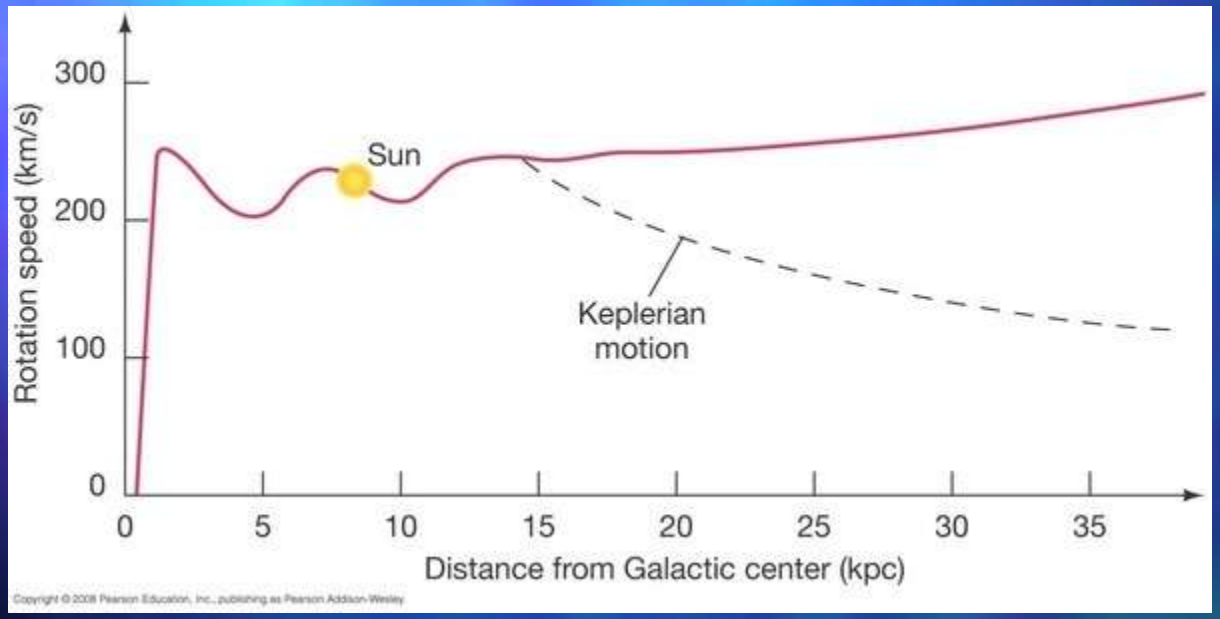
28000 lysår = 1.75 milliarder A.E, P = 240 millioner år

som gir masse 93 milliarder solmasser innenfor solbanen.

Samme tetthet utover gir 130-150 milliarder solmasser i Melkeveien.

# Massefordeling i Melkeveien

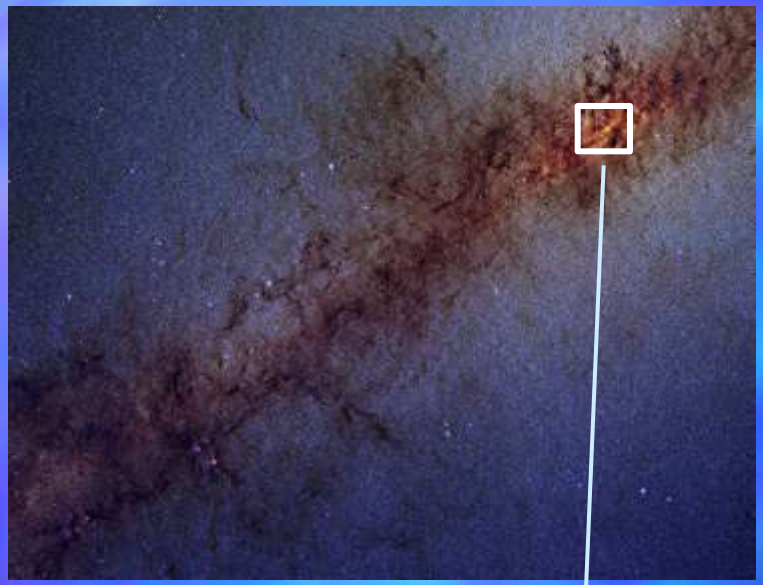
Det meste av synlig materie i galakseskiven finnes ut til ca. 50000 lysår, i de ytre delene skulle vi derfor vente at rotasjonshastigheten til materien avtar….



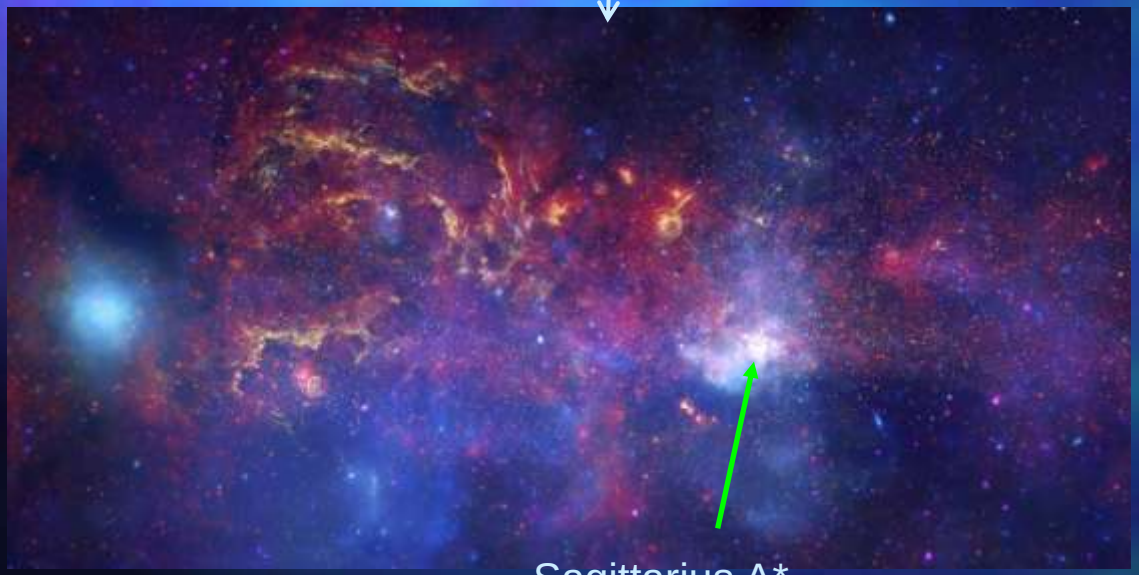

Men, det vi ser er at hastigheten er rimelig konstant og til og med øker.

Dette må bety at det er store mengder mørk materie i Melkeveien vi ikke kan se. Utfra kulehopenes hastighet, kanskje så mye som 1000 milliarder solmasser, hvorav bare 200 milliarder er synlig.

# Melkeveiens sentrum



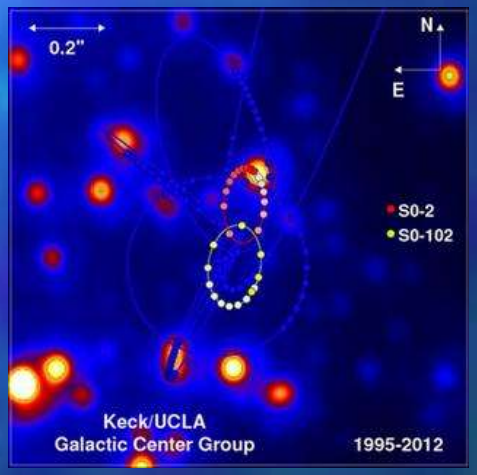
Sentrum av galaksen er skjult i store mengder støv og gass, i infrarødt kan vi se gjennom dette. Felt på 10 x 8 grader.

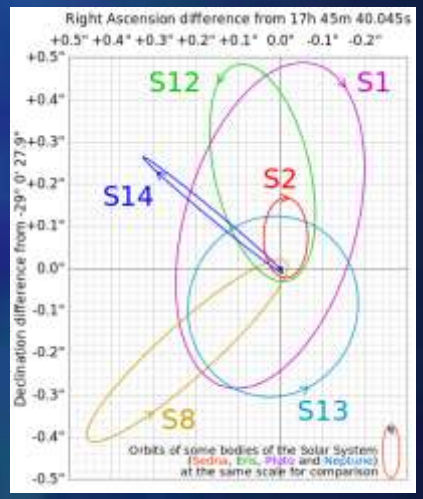



Sammensatt av IR og røntgen (Hubble, Spitzer, Chandra). ½ grad felt.

# Melkeveiens sentrum

I sentrum en gruppe massive unge stjerner som går i bane rundt et sentralt massivt objekt, et svart hull.
Med bl.a. ESOs 8.2 m og Kecks 10 m teleskoper har man beregnet banene til 28 av disse stjernene.



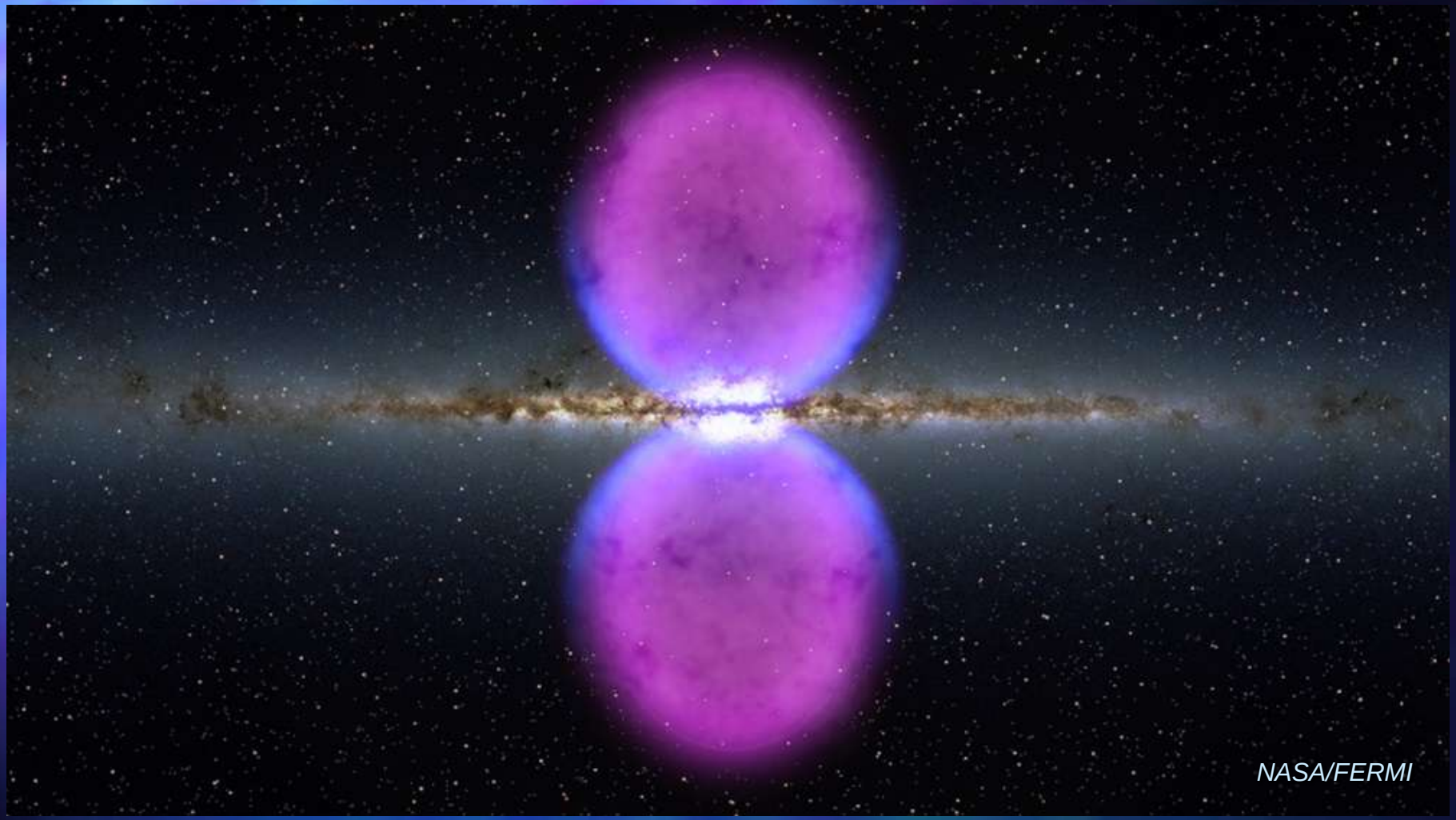




Sagittarius A*
Banene gir grunnlag for beregning av massen til det svarte hullet:
4.31 millioner solmasser!

# Melkeveiens sentrum

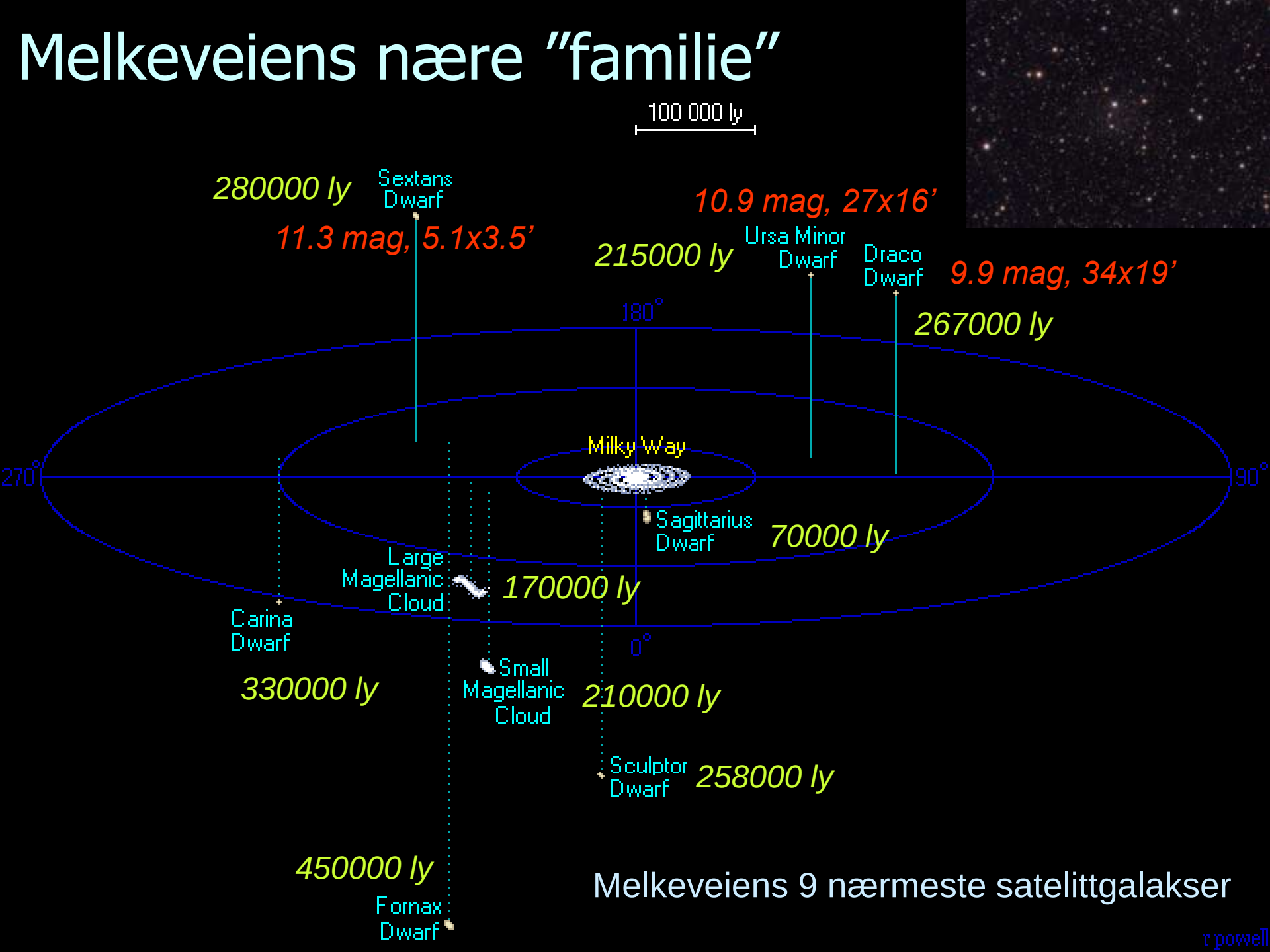
Animasjon av banen til stjernen S2 rundt Sagittarius A* (fra ESO): Høyeste hastighet 2.55 % av lyshastighet da den var bare 120 AE fra hullet!

# Melkeveiens sentrum




Gamma-bobler som strekker seg 25000 lysår ut fra Melkeveiplanet.
Sendt ut fra det sentrale Svarte Hullet for mellom 6-9 millioner år siden.
Gassboblene inneholder 2 millioner solmasser.

# Melkeveiens nære "familie"



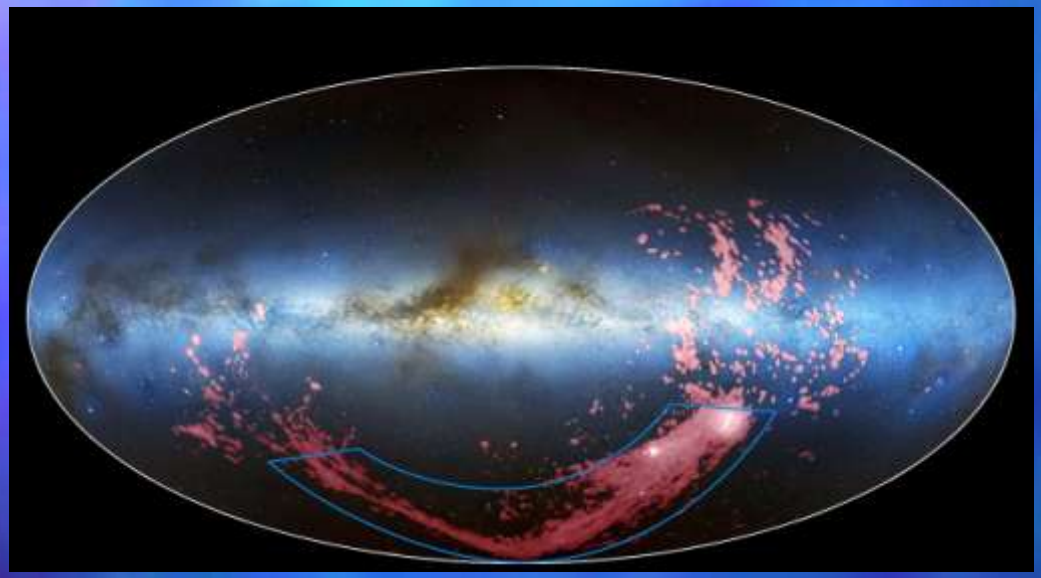

Melkeveiens 9 nærmeste satelittgalakser

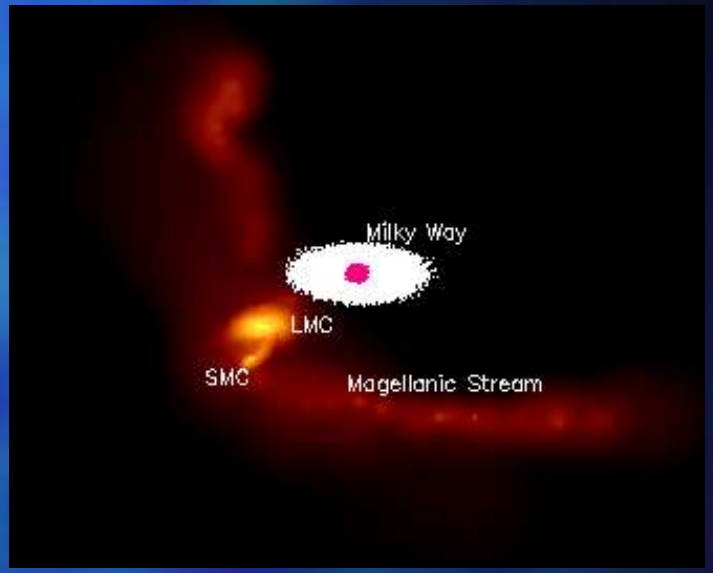
# Melkeveiens dannelse

Dannet for ca. 13.6 milliarder år siden ved kondensasjon av gass, støv og sammensmelting av galakser.

# Melkeveiens dannelse

I forbindelse med de to Magellanske skyene er det observert 600 000 lysår lange filamenter av gass som følger galaksene i banene rundt vår galakse. Filamentene kan være dannet av tidevannskreftene fra Melkeveien.






Gassfilamentene kommer i hovedsak fra den Lille Magellanske Sky, som har en mindre tyngdekraft og dermed vanskeligere for å holde på gassen.

# Melkeveiens dannelse

SagDEG, en elliptisk dverggalakse i Sagittarius (Skytten), ble funnet ved en tilfeldighet i 1994. Galaksen befinner seg på motsatt side av Melkeveiens sentrum, men stjerner fra den er faktisk spredt i en gigantisk bue rundt vår galakse.

*Kulehopen M54, nær kjernen til SagDEG*

SagDEG går i polar bane rundt Melkeveien, men til tross for nærhet til denne, holder den seg delvis sammen noe som må skyldes store mengder mørk materie.

# Melkeveien kolliderer med Andromedagalaksen

I løpet av de neste 4-7 milliarder år smelter Andromeda og Melkeveien sammen til en gigantisk elliptisk galakse.

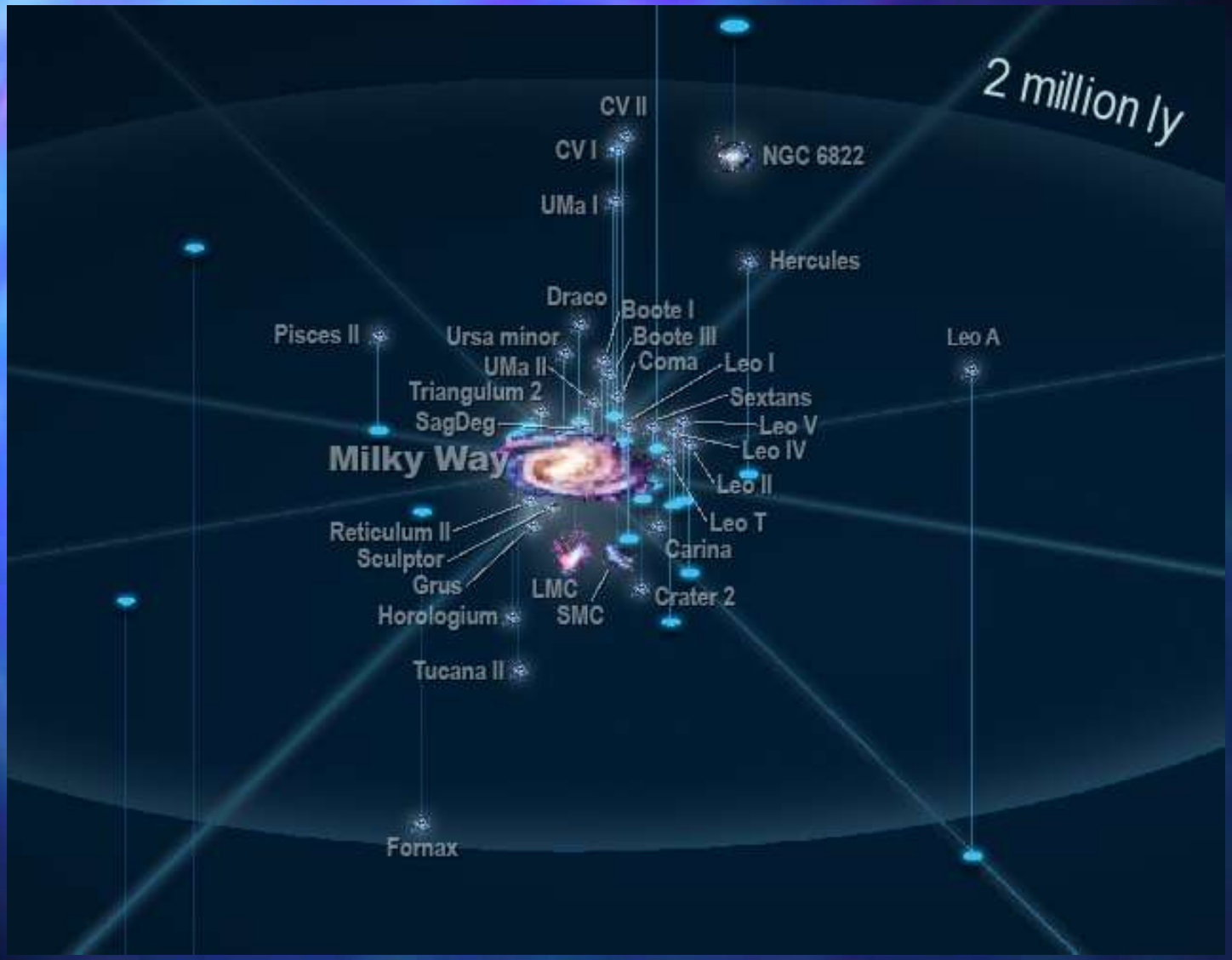
# Galaksekollisjoner

Eksempler på galaksekollisjoner

# Den lokale gruppe

Mer enn 54 galakser, hvorav 3 store og resten dverggalakser

# Melkeveiens "familie"

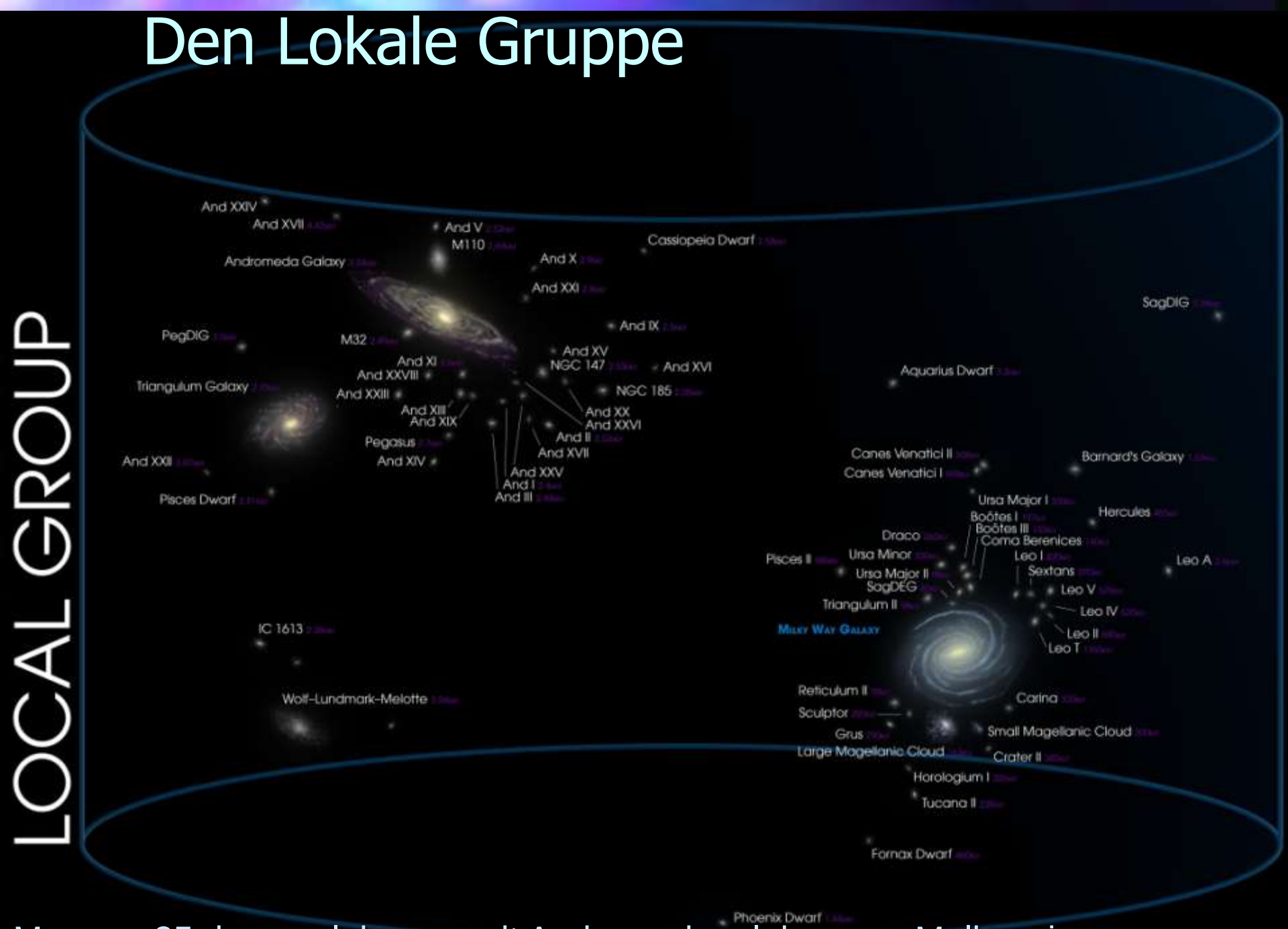



Minst 25 dverggalakser rundt Melkeveien

# Andromedagalaksens "familie"

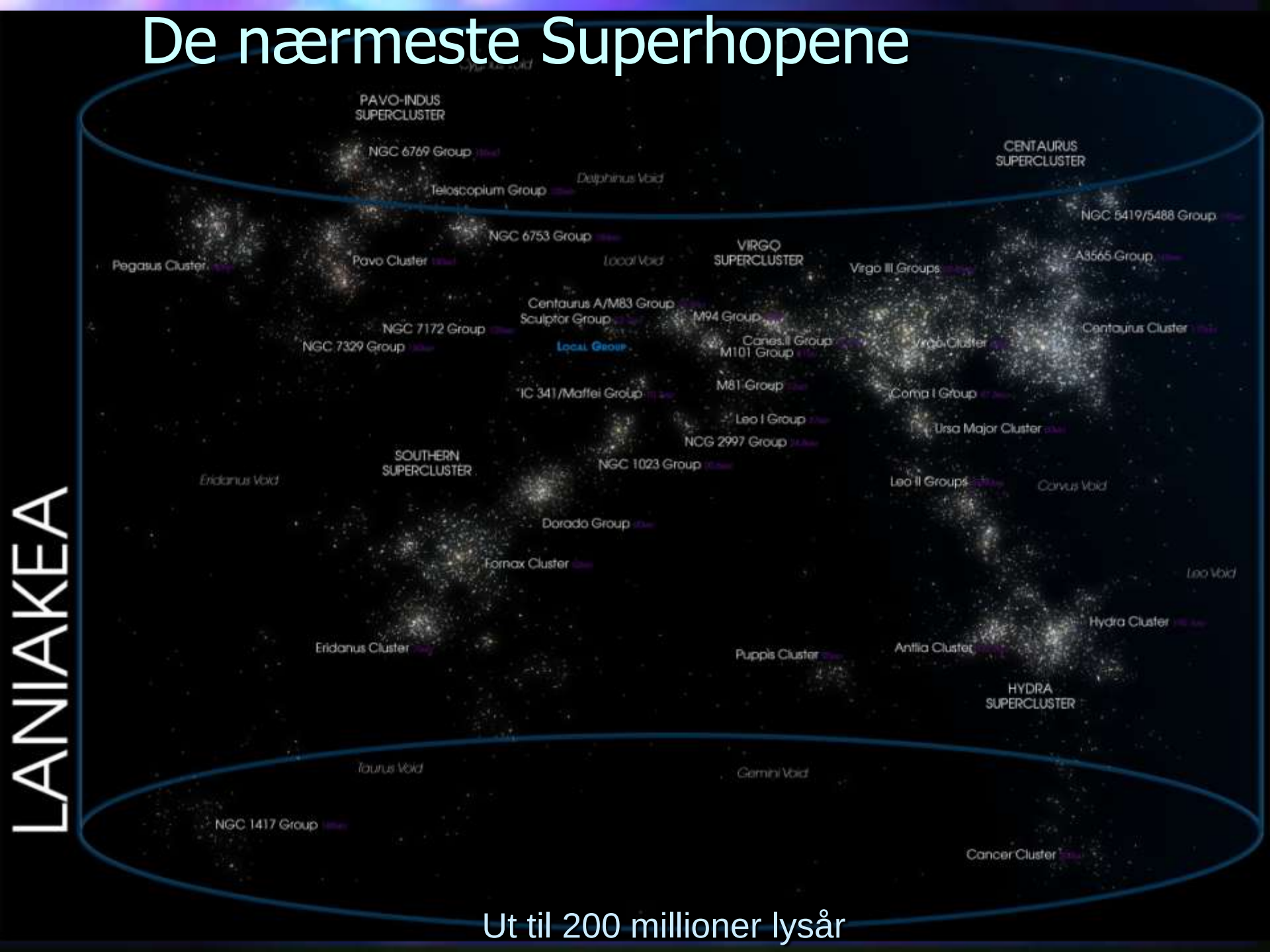
Mer enn 25 dverggalakser rundt Andromedagalaksen.

# Den Lokale Gruppe



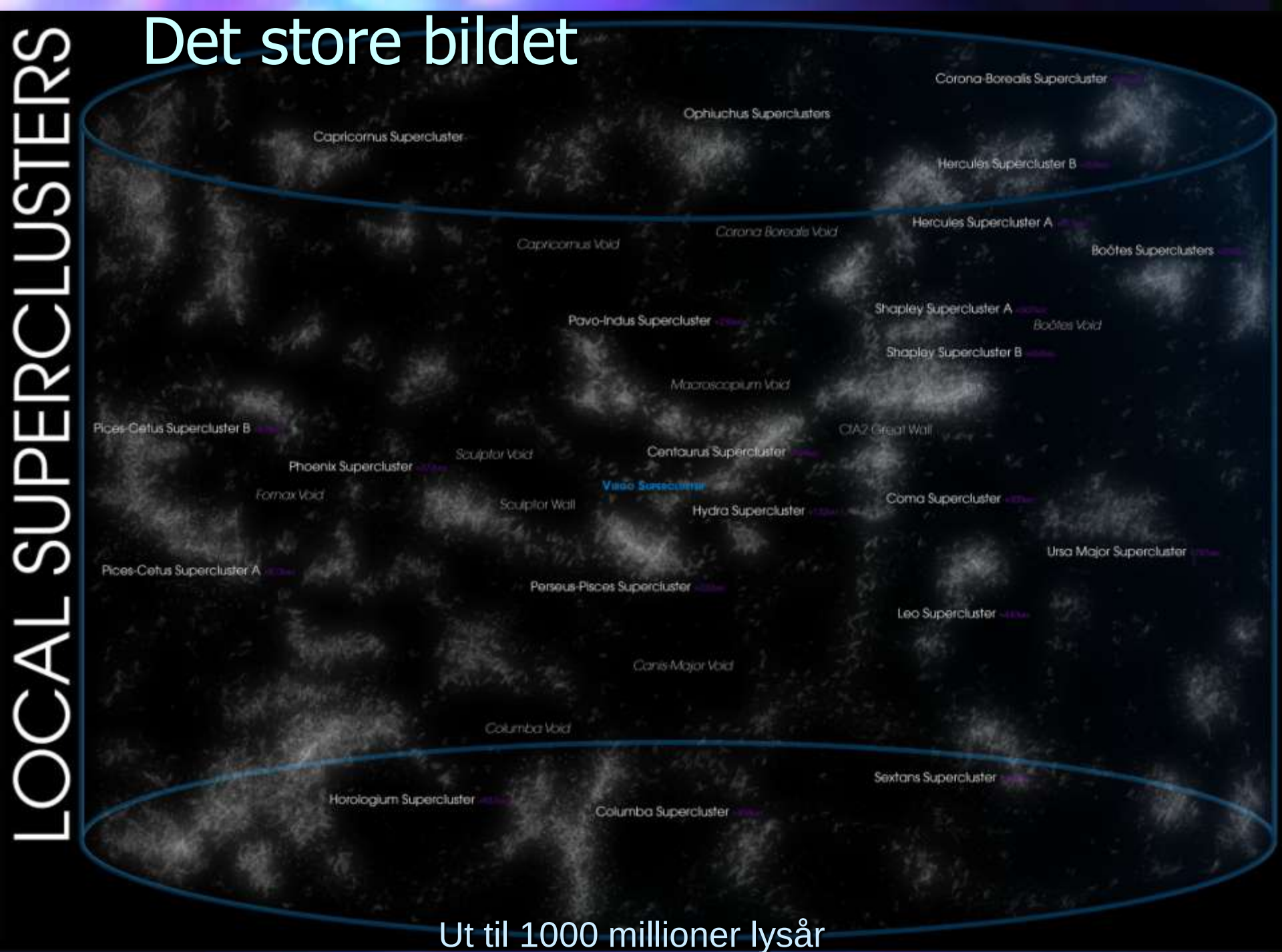

Mer enn 25 dverggalakser rundt Andromedagalaksen og Melkeveien.

# De nærmeste Superhopene




Ut til 200 millioner lysår

# Det store bildet




Ut til 1000 millioner lysår

# Å studere Melkeveien

I galakseplanet:

Åpne stjernehoper og stjerneassosiasjoner

Gasståker – lyse og mørke

Myriader av stjerner

Utenfor galaksen: Kulehoper

# Åpne stjernehoper og asterismer:

Passer best til teleskoper av mindre størrelse, prismekikkert og noen få også til bare øyet.

Uten kikkert:
Mel25-Hyadene, M45-Pleiadene, M44-Praesepe, ”Kleshengeren”

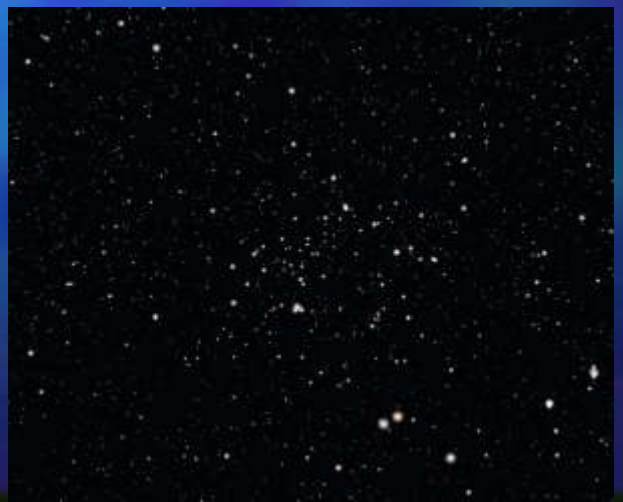
# Åpne stjernehoper:

Prismekikkert er ypperlig til mange åpne stjernehoper!

De har stort synsfelt og liten forstørrelse, samt at ved å bruke med begge øynene ser en veldig godt.

Stjernehopene som er mest egnet er de mer stjernefattige og lyssterke med liten forskjell i lysstyrke.

Eksempler: M45-Pleiadene, M44-Praesepe, NGC752, M29, M39, M41, x+h Persei



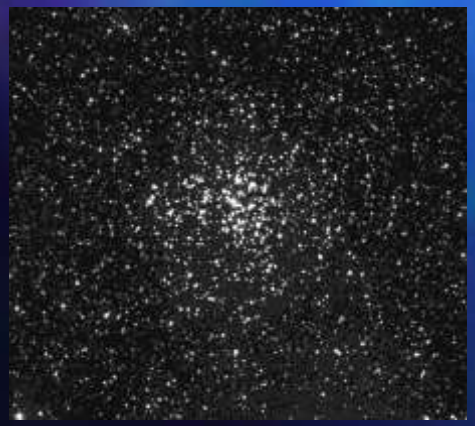
# Åpne stjernehoper:

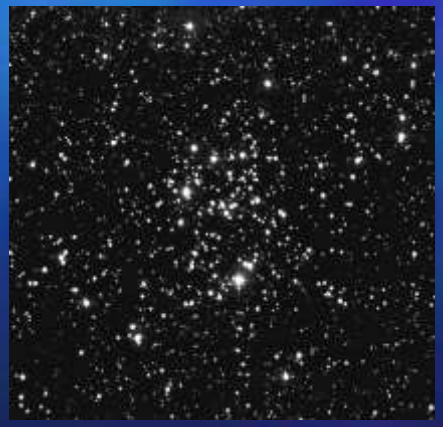
Mindre speilteleskoper (3-8 tommers Newtonteleskoper) og linseteleskoper med kort brennvidde - F/4-f/6.

De gir stort synsfelt og forholdsvis liten forstørrelse, 50-100 x.

De rikeste stjernehopene er fantastisk fine i slike teleskoper

Eksempler: M37, M50, M52, M67





# Kuleformede stjernehoper

Danner en halo rundt galaksene.

Rundt Melkeveien er det kjent 151 kulehoper i et skall som har en diameter på 150000 lysår.

De er ikke jevnt fordelt: av de 151 kulehopene inneholder Sagittarius-Scorpius-Ophiuchus området 77 kulehoper, altså vel halvparten. 4 hoper tilhører SagDeg en dverggalakse som er i ferd med å bli slukt av Melkeveien.

Forøvrig er 13 andre antatt å tilhøre en annen dverggalakse som også har kommet inn i Melkeveiens halo.

M54

M79

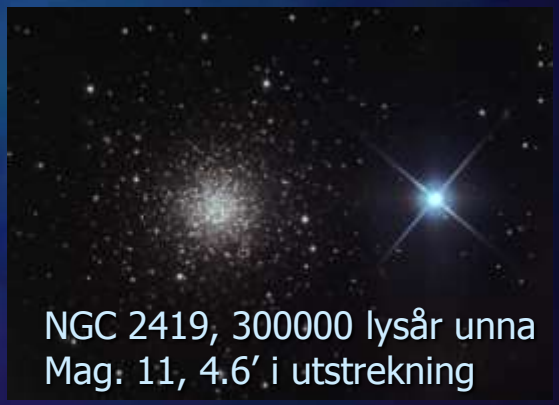
# Observasjoner av kulehoper

Større speilteleskoper (>6 tommers Newton, SCT, osv.) og linseteleskoper med lenger brennvidde – F/6 +

Mindre teleskoper oppløser ikke hopene i enkeltstjerner, men viser en tåkete lyskule som gradvis avtar i lysstyrke mot randen.

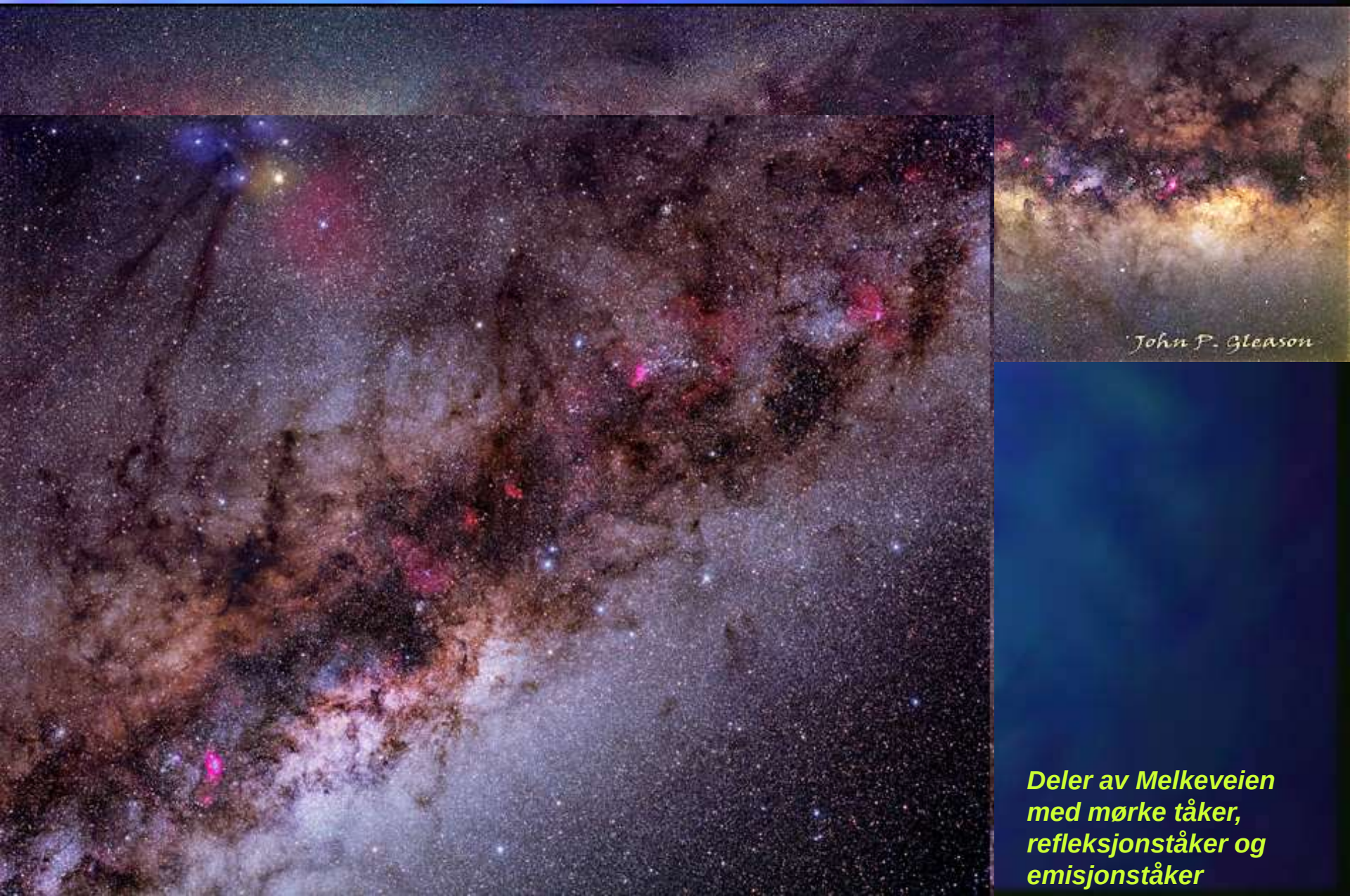
Kulehoper krever stor forstørrelse, dermed også stor lysåpning for å kunne se mange enkeltstjerner. Siden de også er så langt borte fra oss er også enkeltstjerner lyssvake (fra 11 mag og svakere)

Eksempler: M3, M5, M13, M71, NGC 2419



NGC 2419, 300000 lysår unna
Mag. 11, 4.6′ i utstrekning

# Tåker i Melkeveien

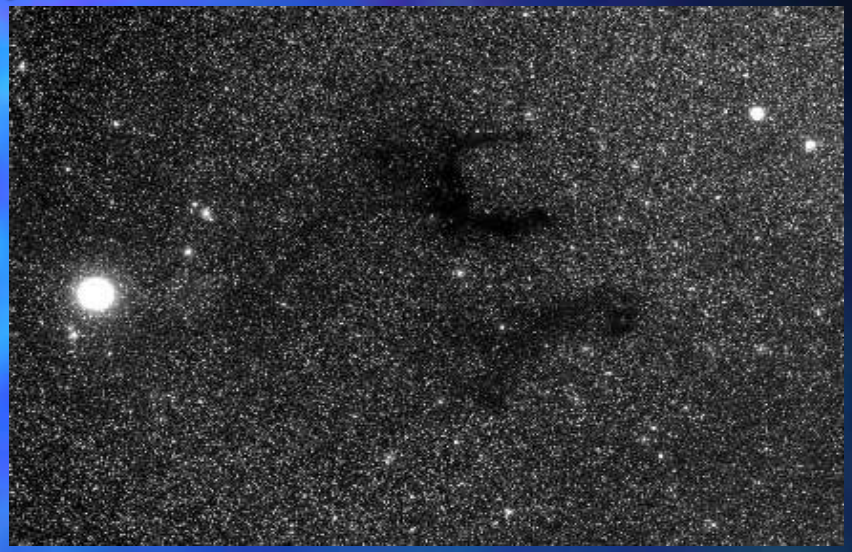



***Deler av Melkeveien med mørke tåker, refleksjonståker og emisjonståker***

# Tåker i Melkeveien

*Mørke tåker og refleksjonståker*

*Kokongtåken (Sh2-125) i bunnen av den mørke tåken B168*



*Barnard 142-143 i Ørnen (Aquila)*

*M45 - Pleiadene*

*IC 2118 - Heksetåken*

# Tåker i Melkeveien

*Emisjonståker*

*NGC 7000 –*
*Nord-Amerikatåken*

*NGC 2237 –*
*Rosettetåken*

*Gasståkene*
*i Orion*

# Bruk av filtre

Det finnes spesielle filtre som gjør at tåke-objekter trer bedre fram på stjernehimmelen. Disse baserer seg på at lyset er et bølgefenomen, og at en kan få visse bølgelengder til å forsterkes mens andre nulles ut. Dette kalles interferometri. En kan da bestemme hvilke bølgelengder som skal slippes gjennom til øyet. Filtrene skrus på bunnen av okularet.

# Bruk av filtre

Filtre finnes i to kategorier, bredbånd- og smalbåndfiltre (også kalt "nebula"-filtre).

Bredbåndfiltre slipper gjennom det meste, unntatt lys fra natrium- og kvikksølv-basert gatebelysning. De er derfor best egnet til å øke kontrasten generelt på alle utstrakte objekter.

# Smalbåndfiltre

Smalbåndfiltre slipper nesten bare gjennom bølgelengder som tilsvarer stråling fra dobbelt-ionisert hydrogen (O III) og hydrogen-beta (Hβ) stråling. Dette er nettopp stråling fra emisjonståker, slik at smalbåndfiltre er spesielt beregnet på slike tåker. De virker ikke på refleksjonståker, siden de jo sender ut samme stråling som stjernelyset, som jo er et kontinuerlig spektrum.