

Elliptikus galaxisok



M87 © Anglo-Australian Observatory
Photo by David Malin

Normál elliptikus galaxisok

	S0	cD	E
M_B	-17..-22	-22..-25	-15..-23
$\log M \text{ (Mo)}$	10 .. 12	13 .. 14	8 .. 13
$D_{25} \text{ (kpc)}$	10 .. 100	300 .. 1000	1 .. 200
$\langle M/L_B \rangle$	10	>100	10 .. 100



Törpe elliptikus galaxisok

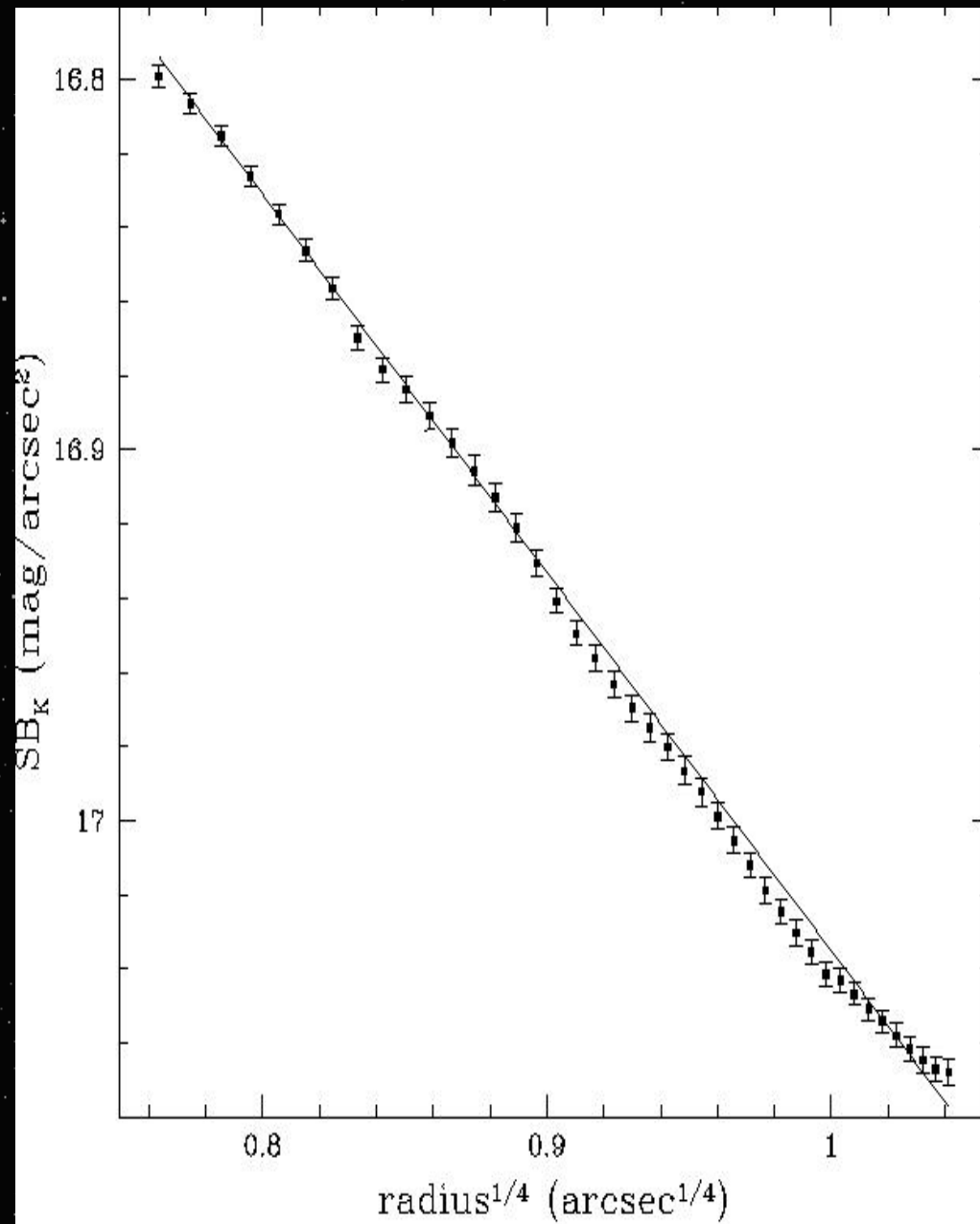
	dE	dSph
M_B	-13..-19	-8 .. -15
$\log M \text{ (Mo)}$	7 .. 9	7 .. 8
$D_{25} \text{ (kpc)}$	1 .. 10	0.1 .. 0.5
$\langle M/L_B \rangle$	10	5 .. 100



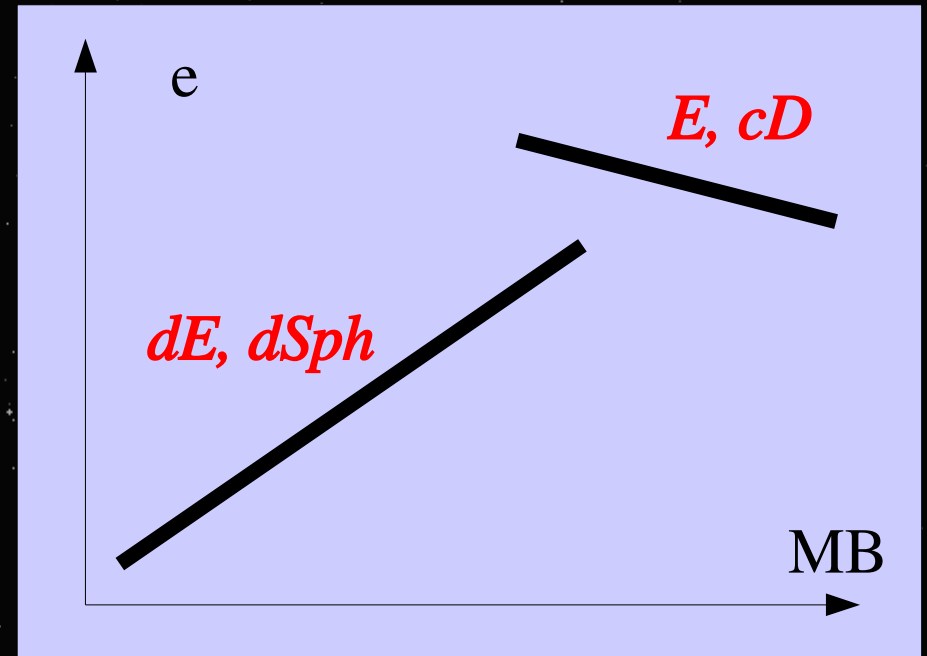
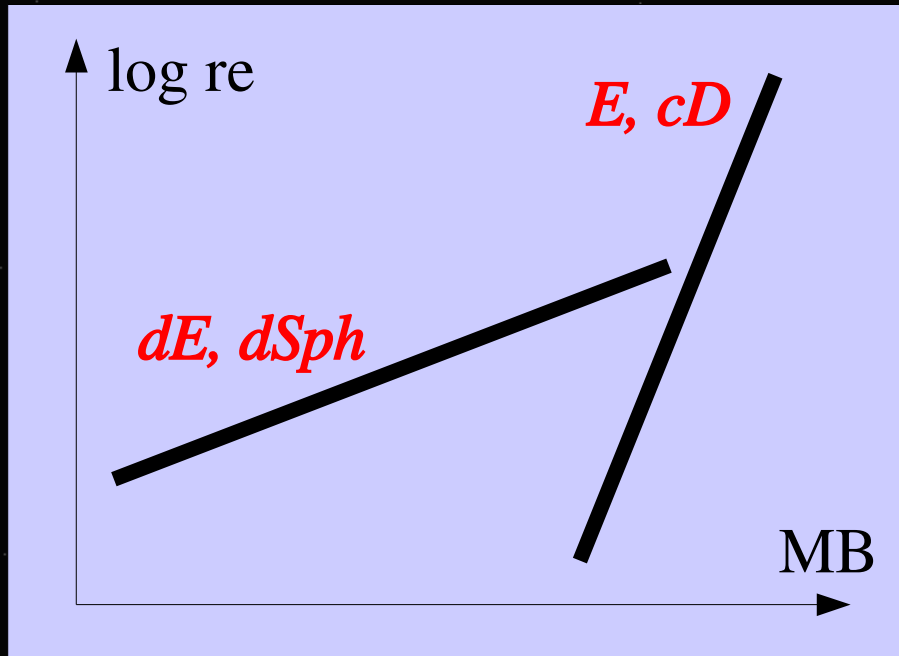
Felületi fényességek

De Vaucouleurs-profil:

$$\mu = \mu_0 + K \left[\left(\frac{r}{r_e} \right)^{1/4} - 1 \right]$$



A felületi fényesség függése az összfényességtől



A törpék jóval kevésbé tömörülnek össze
--> sokkal kisebb a grav. kötési energiájuk

A felületi fényességek Fourier-analízise

Az izofóták sugara a polárszöggel kifejezve:

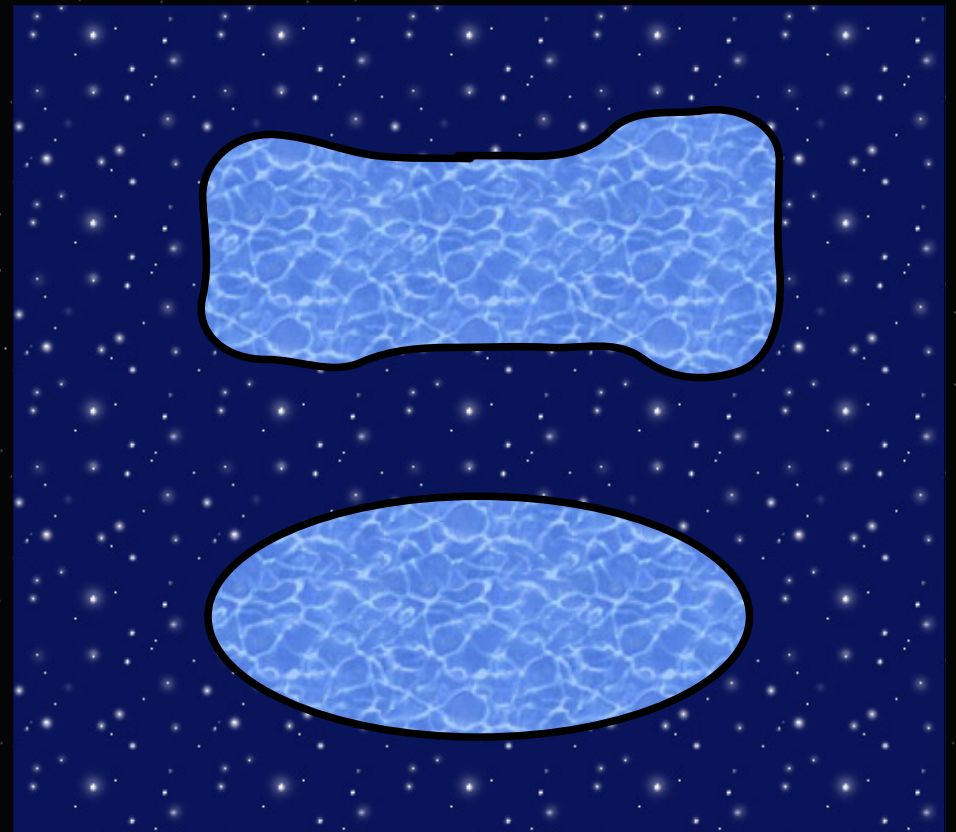
$$a(\theta) = a_0 + a_2 \cos(2\theta) + a_4 \cos(4\theta)$$

$$a_4/a_0 < 0$$

"doboz" (boxy) galaxis

$$a_4/a_0 > 0$$

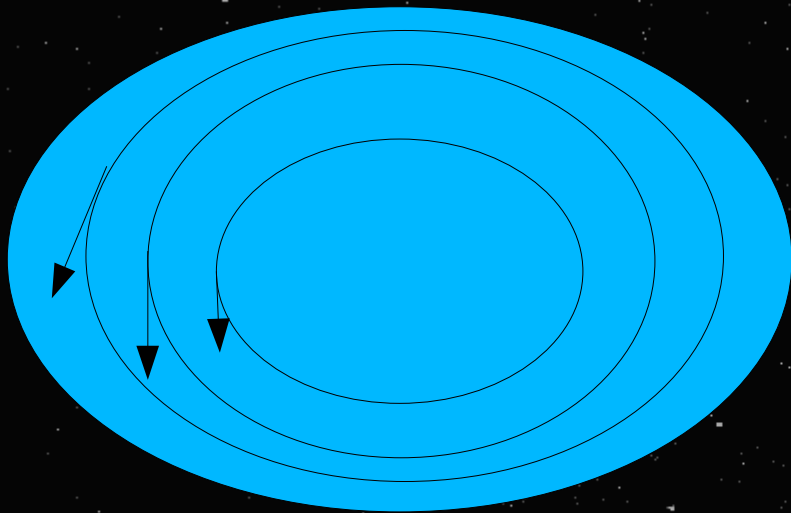
"korong" (disky) galaxis



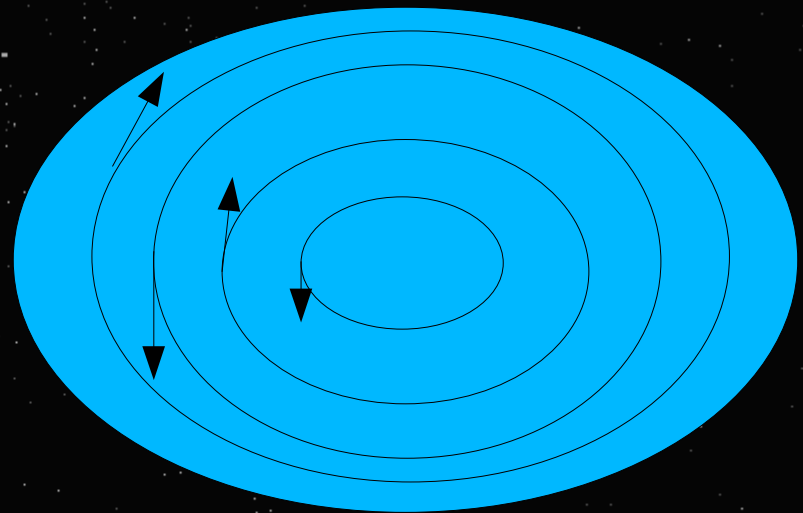
a_4/a_0 korrelál más fizikai paraméterekkel

Rotáció

- nincs kitüntetett rotációs sík
- véletlenszerű csillagpályák
- de: lehet globális forgás is!



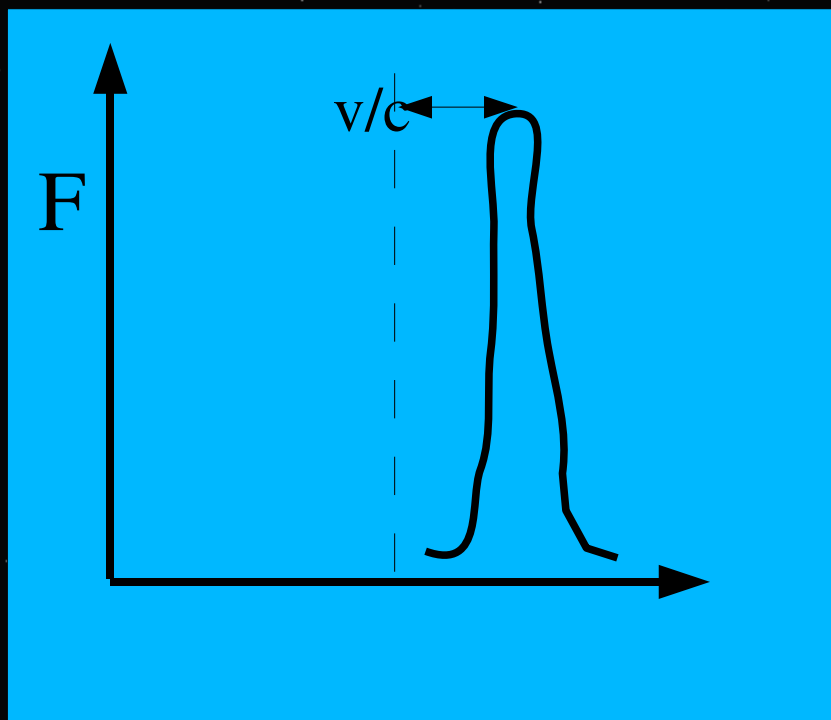
korrelált mozgás
forgás



korrelálatlan mozgás
"dinamikai nyomás"

Forgás

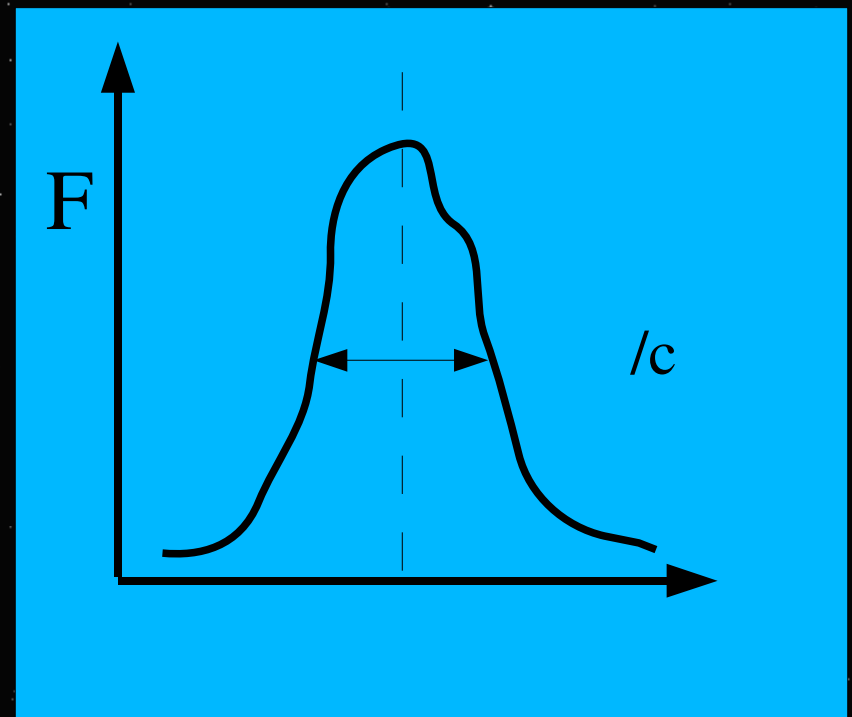
$$V_{rot} = \sqrt{\frac{GM(r)}{r}}$$



Nem korrelált
mozgás

$$v^2 = \frac{GM(r)}{r} = \sigma^2$$

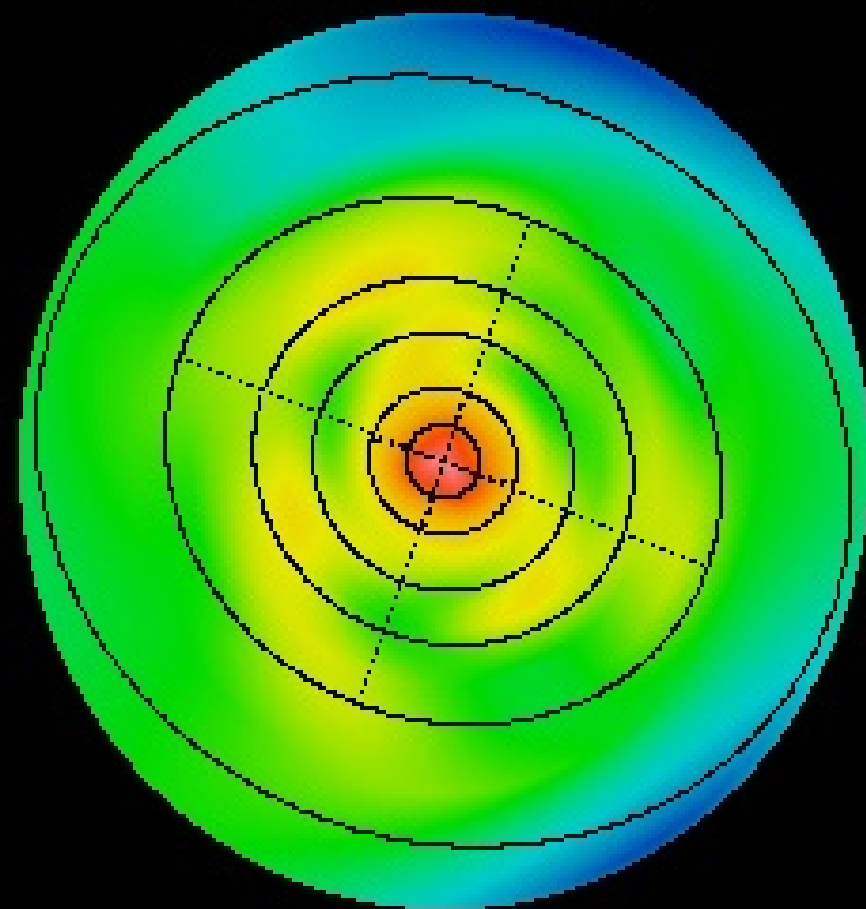
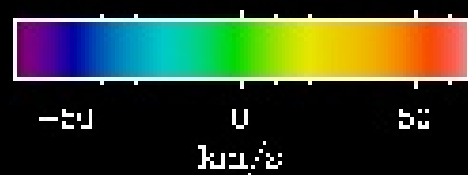
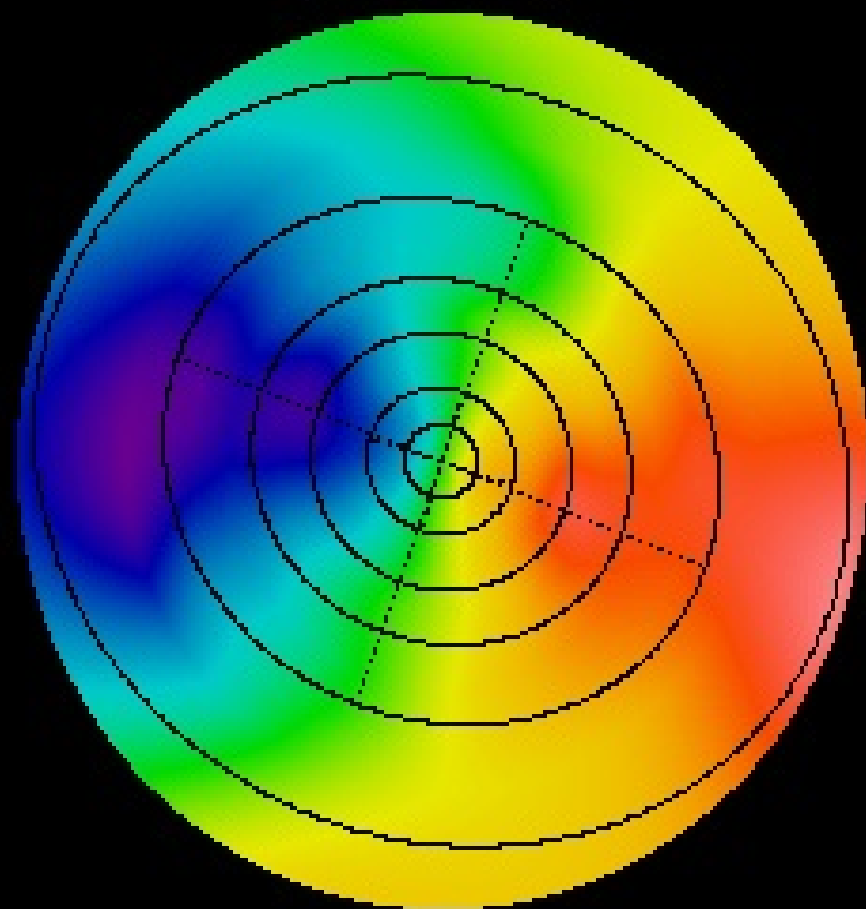
sebesség diszperzió



NGC 3379

Mean Velocity

Velocity Dispersion



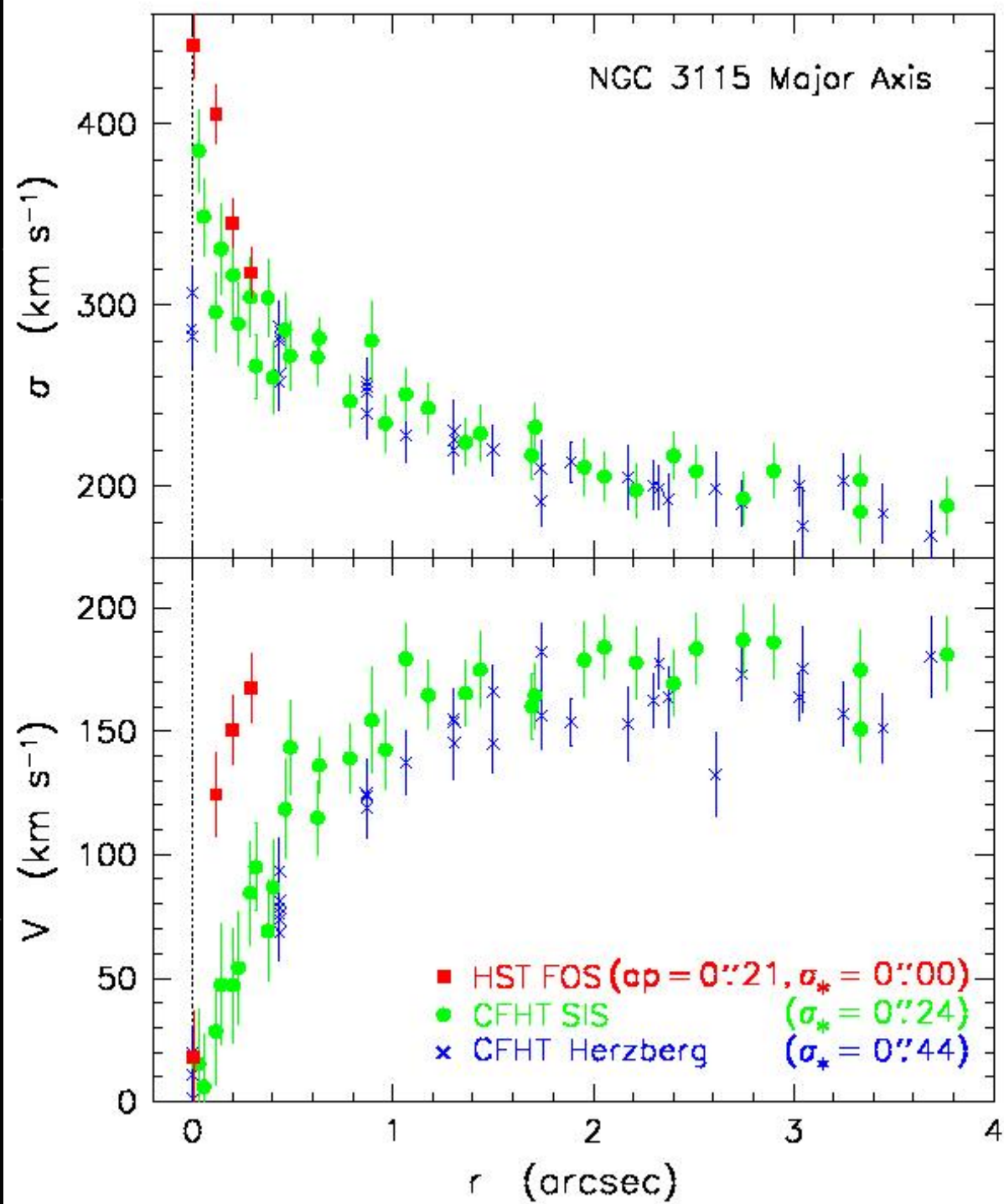
Ha az ellipticitást a forgás okozná, akkor izotrop sebességeloszlás esetén:

$$\left(\frac{V_{rot}}{\sigma} \right)_{iso} \approx \sqrt{\frac{\epsilon}{1-\epsilon}}$$

Rotációs paraméter: $\left(\frac{V}{\sigma} \right)^+ = \frac{(V_{rot}/\sigma)_{obs}}{(V_{rot}/\sigma)_{iso}}$

0: "nyomás" hatása erősebb

1: rotáció hatása erősebb



Faber-Jackson reláció

A T-F relációhoz hasonló módon: $L \sim \sigma_0^4$

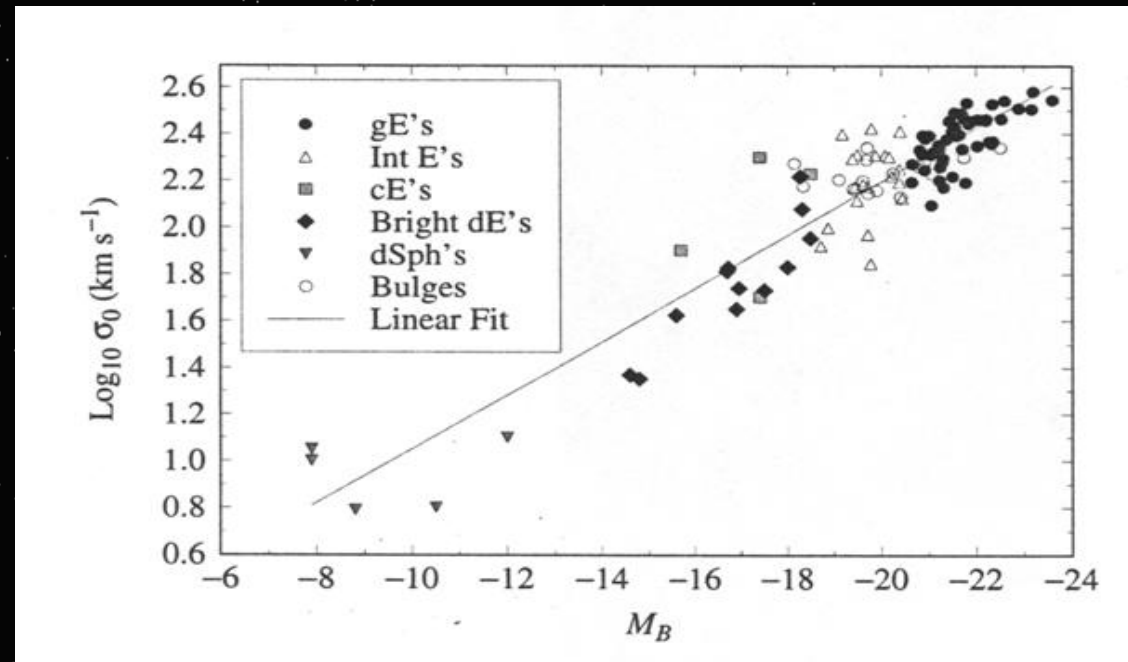
$$\log \sigma_0 = -0.1 M_B + \text{konst}$$

a szórás elé nagy!

A szórás csökkentése
 r_e bevonásával lehet:

$$L \sim \sigma_0^{2.65} \cdot r_e^{0.65}$$

"fundamentális sík" egyenlete



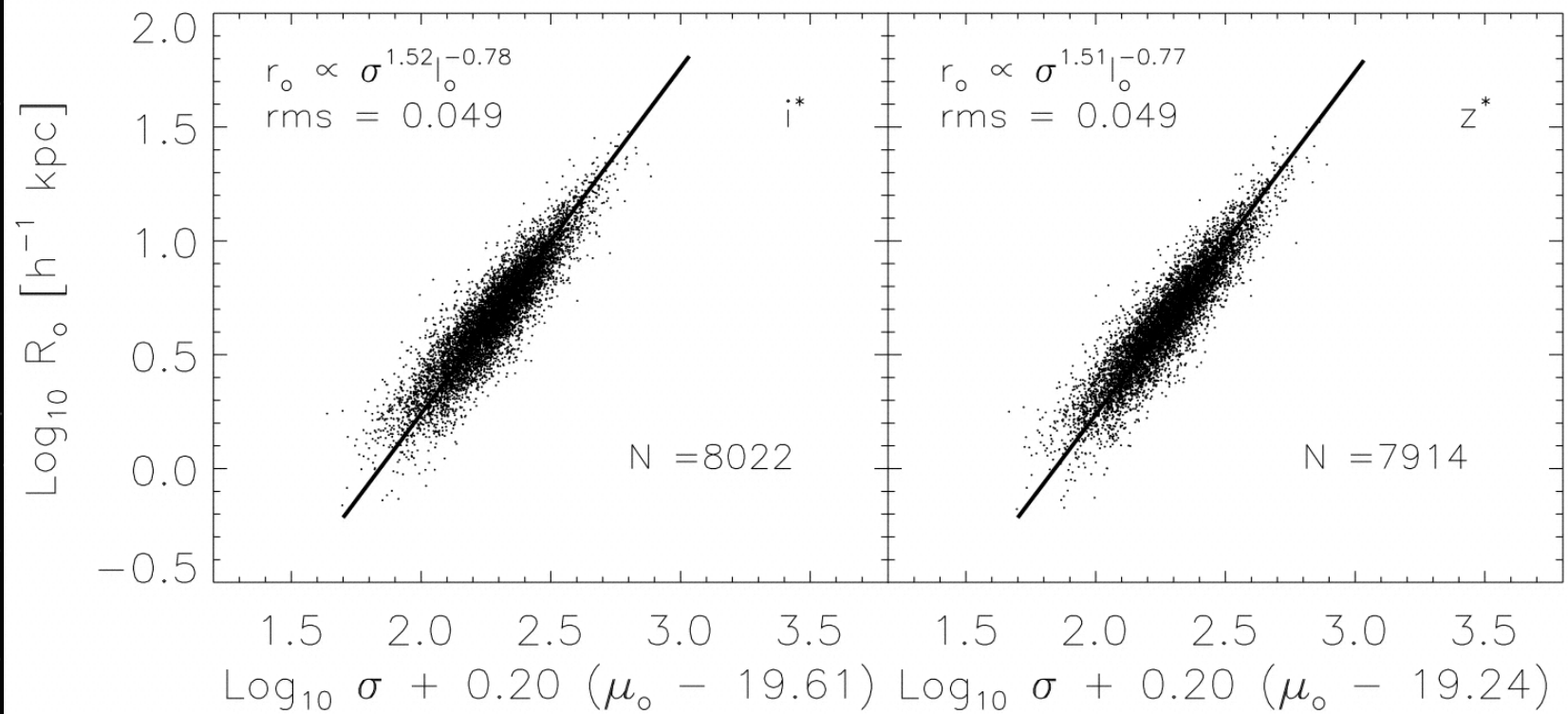
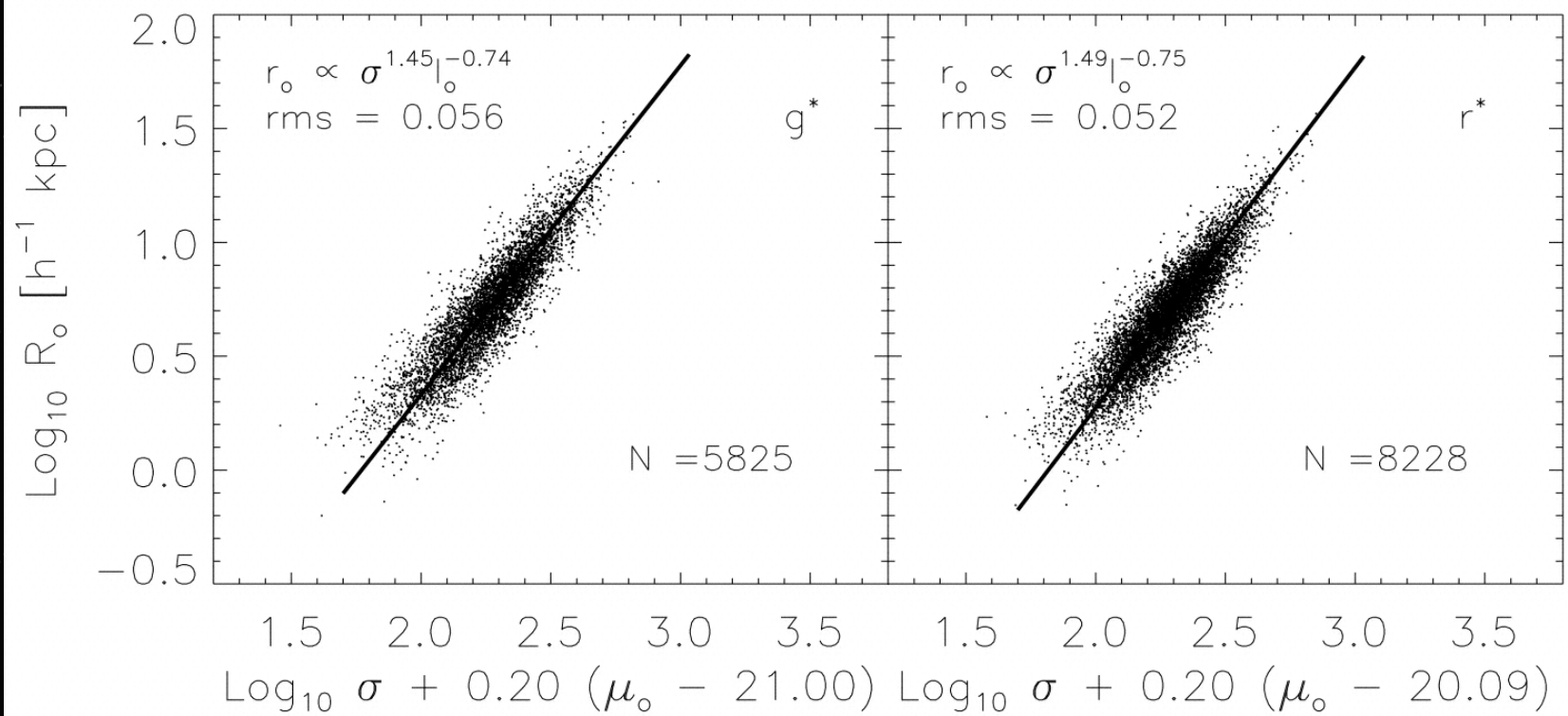
Fundamentális sík

A megfigyelések szerint E galaxisok 3 fizikai paramétere korrelál egymással:

- σ_0 centrális sebesség diszperzió
- r_e effektív sugár
- μ_e átlagos felületi fényesség (r_e -n belül)

A 3 paraméteres "térben" a galaxisok egy sík mentén helyezkednek el ("fundamentális sík")

Ennek egyenlete: $r_e \sim \sigma_0^{1.4} \cdot \mu_e^{-0.85}$



A fundamentális sík egyszerű értelmezése

Definíció szerint:

$$\mu_e = \frac{L/2}{\pi r_e^2}$$

A viriáltétel miatt:

$$\frac{GM}{r_e} = k \sigma_0^2$$

A kettő kombinációjából:

$$r_e = \frac{k}{2\pi G} \left(\frac{L}{M} \right) \frac{\sigma_0^2}{\mu_e}$$

Ha feltesszük, hogy

$$\frac{1}{k} \frac{M}{L} \sim L^{0.25}$$

adódik:

$$r_e \sim \sigma_0^{4/3} \mu_e^{-5/6}$$

Dn - σ korreláció

Dn: a galaxis azon átmérője, amelyen a felületi fényesség $\mu_B = 20.75$ mag/arcsec²

A tapasztalat szerint:

$$D_n[kpc] = 2.05 \left[\frac{\sigma}{100 \text{ km/s}} \right]^{\frac{4}{3}}$$

kb. 15 %-os szórással

Csillagpopulációk

1970-es évek:

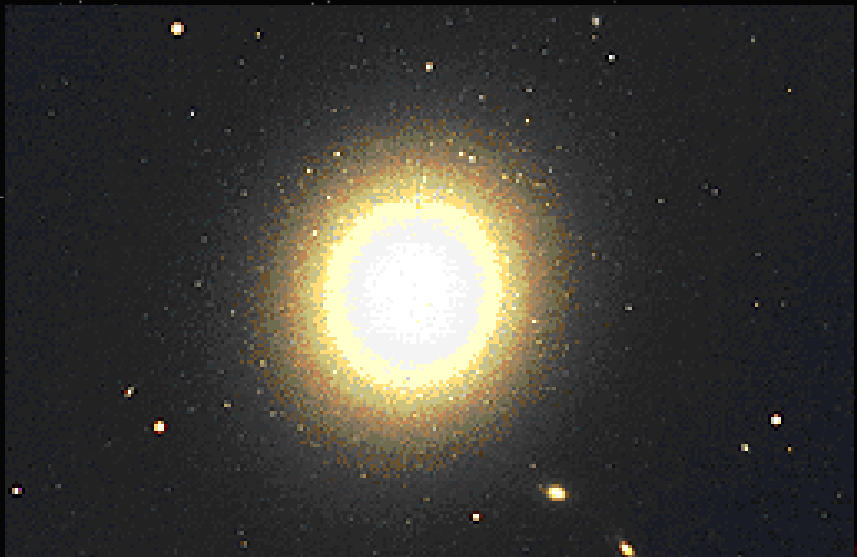
- sok vörös, kevés kék csillag => II. populáció
- intersztelláris anyag kevés --> nincs csillagkeltés

21. sz.:

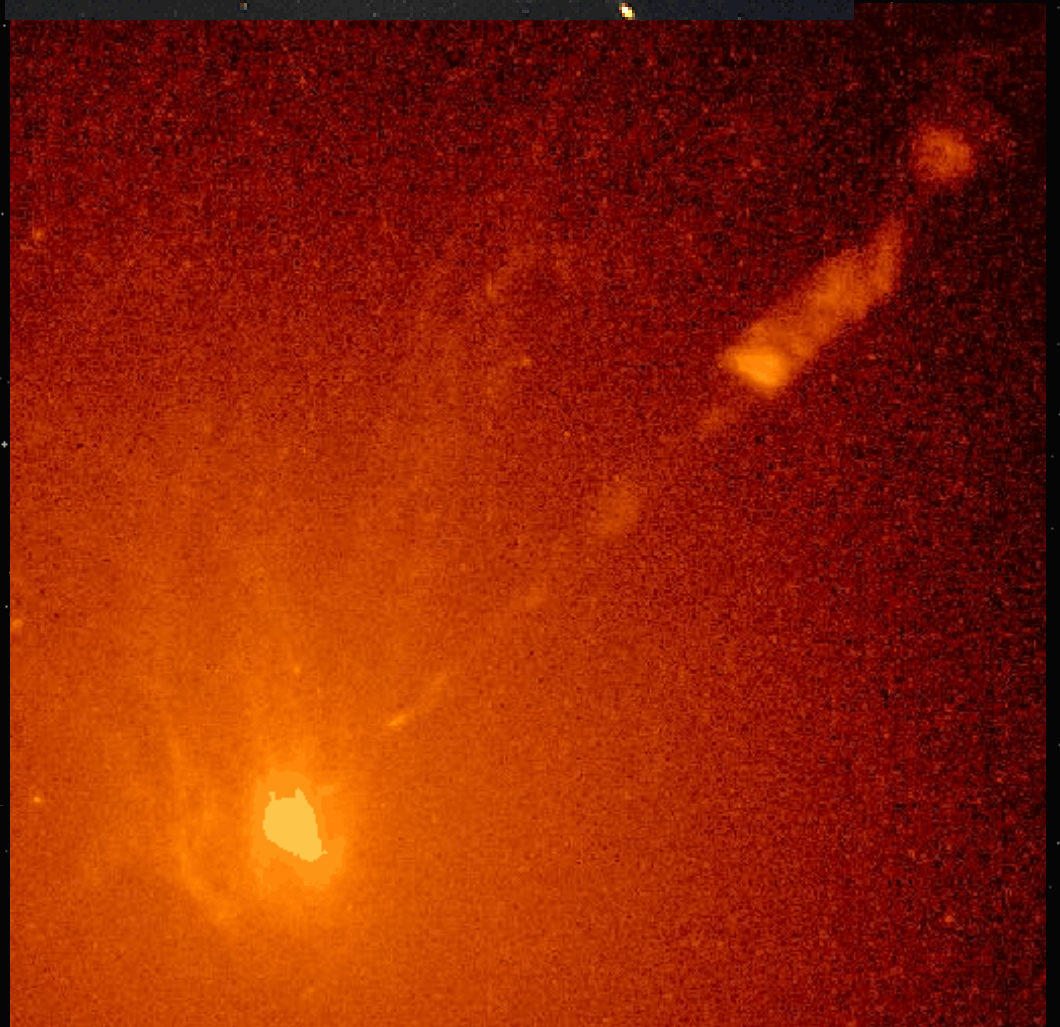
- a központi régióban vannak kék csillagok (M32)
- cD galaxisok centrumában szupermasszív fekete lyuk van
- intersztelláris anyag kimutatható



UV sugárzás az M32-ből



M87 magja



Centrális fekete lyukak

E galaxisok centrumában is fekete lyuk van

Bizonyítékok:

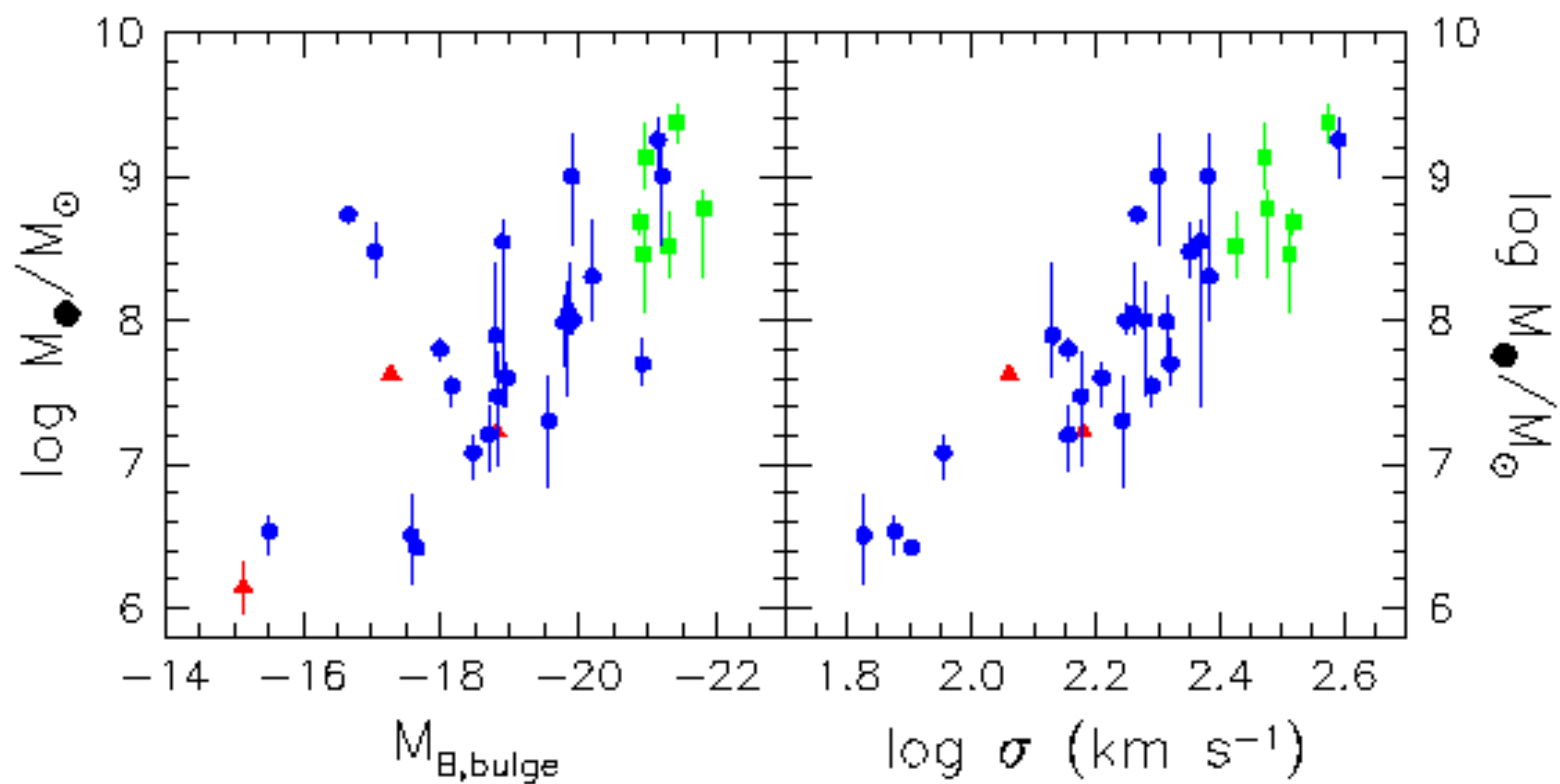
- rotációs görbe hirtelen emelkedik a centrumnál
- erős röntgensugárzás a centruból
- néha jet kilövellése (M87)

A centrális fekete lyuk tömege korrelál

- a gx. összfényességével
- a centrális sebességszórásval

$$\log M_{BH}/M_{\odot} = 4.02 \cdot \log(\sigma_0/200 \text{ km/s}) + 8.13$$

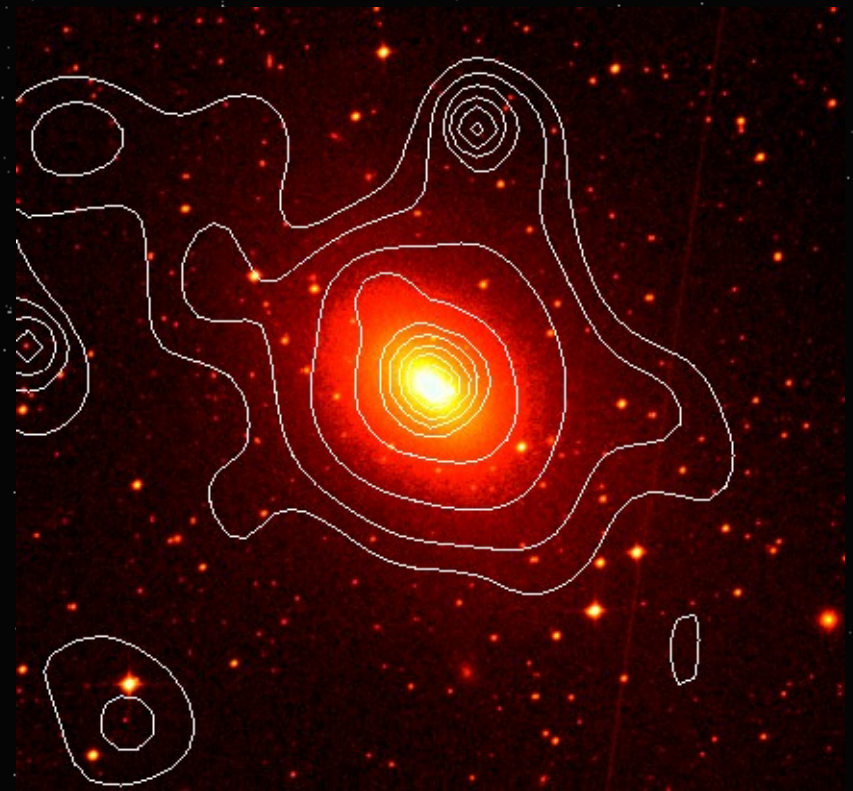
Black Hole Mass
versus
Bulge Luminosity Bulge Dispersion



Intersztelláris anyag

Elliptikus galaxisok is tartalmazznak ISM-t:

- röntgensugárzó forró gáz:
 $10^8 \text{ .. } 10^{10} \text{ Mo}$
- H II területek:
 $10^4 \text{ .. } 10^5 \text{ Mo}$
- H I területek (21 cm):
 $10^7 \text{ .. } 10^9 \text{ Mo}$
- H₂ (CO-emisszióból):
 $10^7 \text{ .. } 10^9 \text{ Mo}$



NGC 3923 X-ray contours

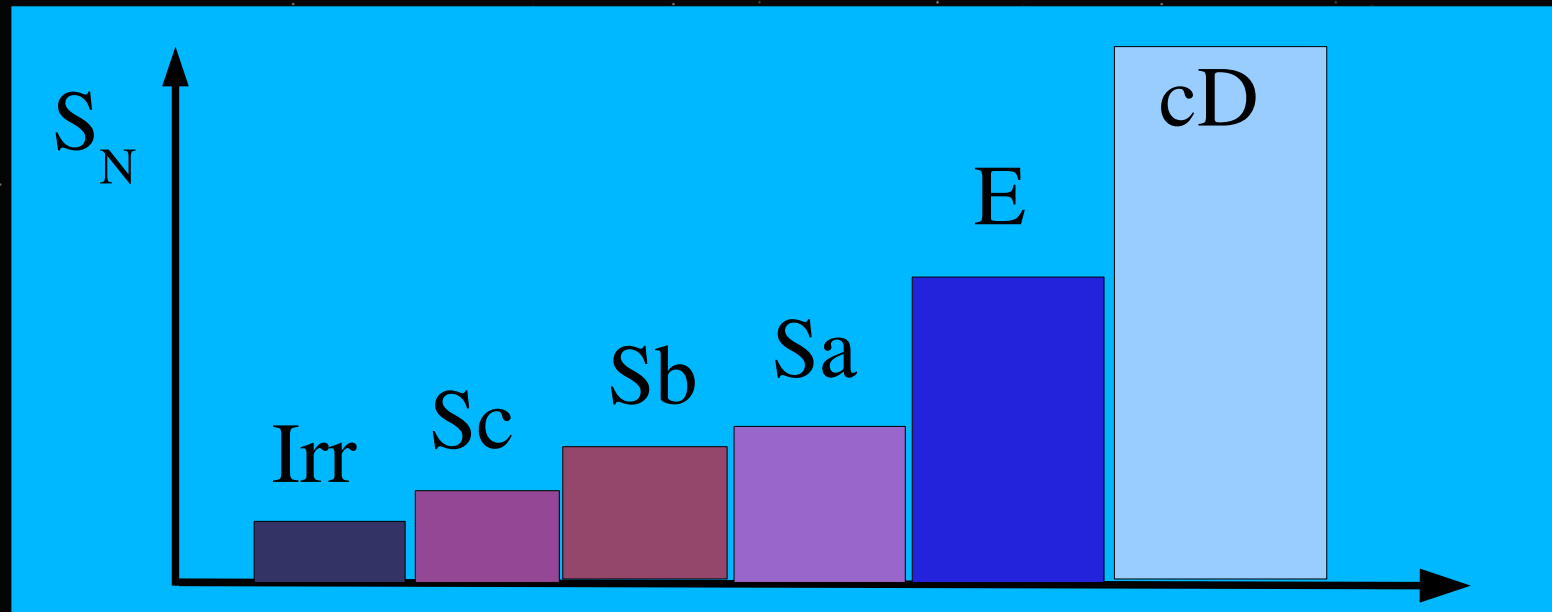
Gömbhalmaz-populáció

Def: a gömbhalmazok specifikus frekvenciája

$$S_N = \frac{N_g \cdot L_{15}}{L_V} = N_g 10^{0.4(M_V + 15)}$$

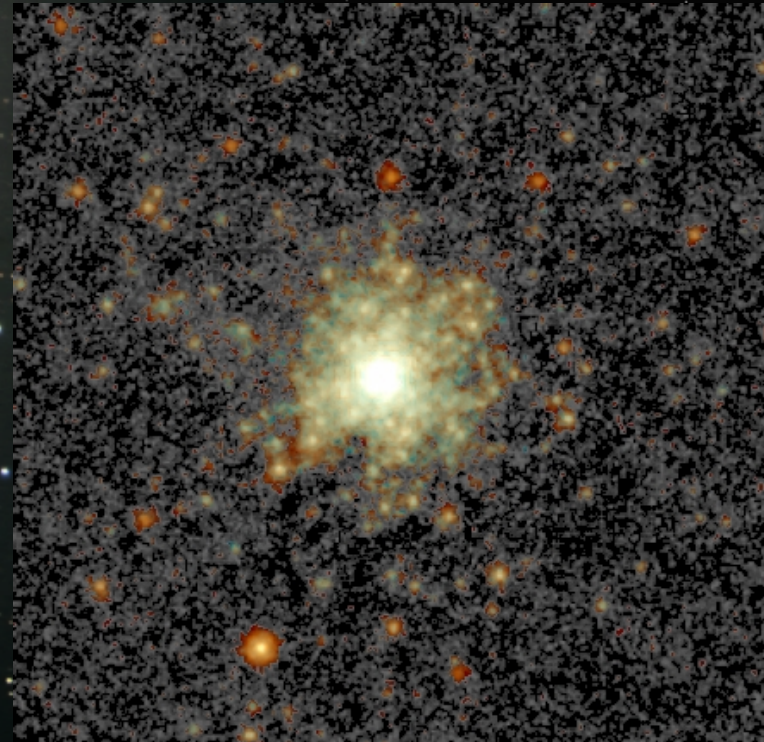
ahol N_g a gömbhalmazok száma a galaxis körül

L_{15} az $M_V = -15$ mag -hoz tartozó luminozitás



NGC 5128

NGC 5128 - C44



Galaxisok luminozítás függvénye

$$\Phi(L)dL = L^{\alpha} \exp\left(-\frac{L}{L_s}\right)dL$$

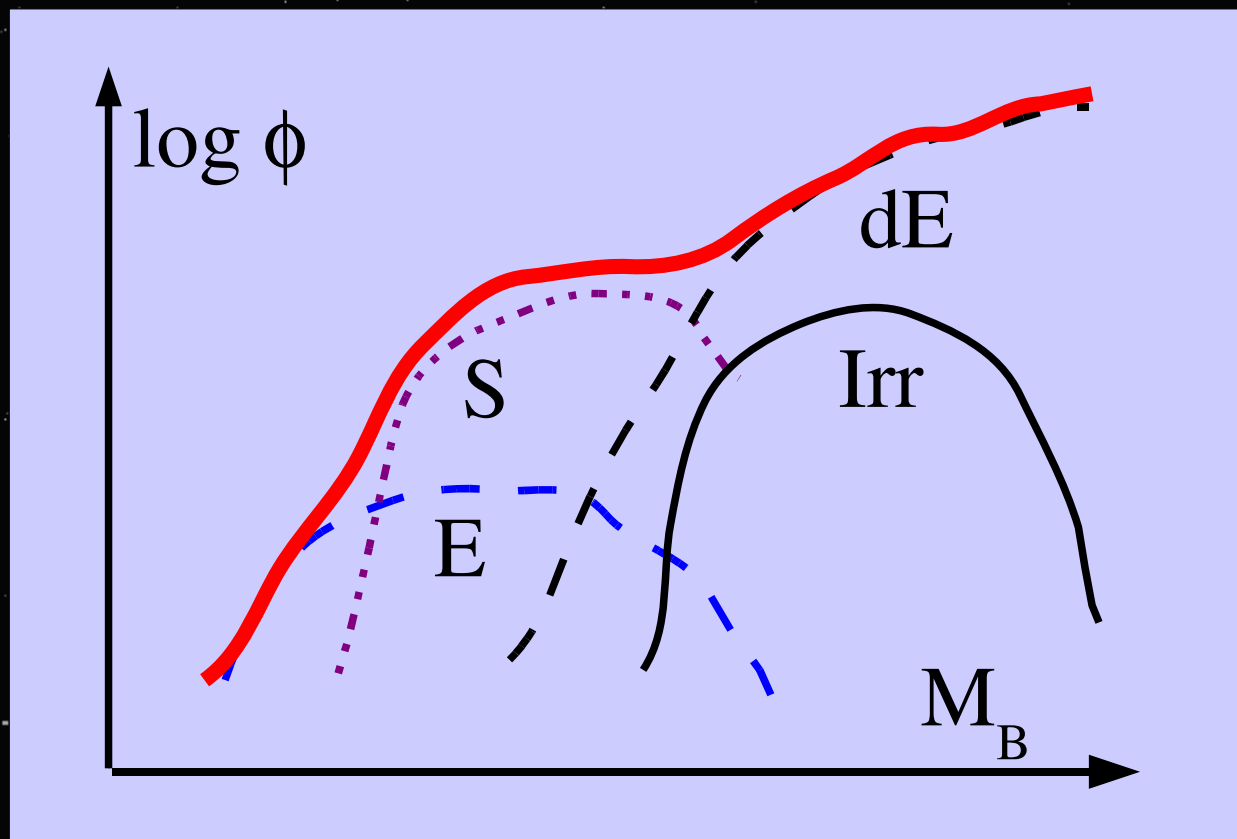
Magnitúdó-skálán:

$$\Phi(M)dM \sim 10^{-0.4(\alpha+1)M} \exp\left(-10^{0.4(M_s-M)}\right)dM$$

		$M_s(B)$
Lokális csoport	-1.0	-21
Virgo-halmaz	-1.24	-21

A legtöbb: dE
Legtöbb fényes: S

a lum.fgv. függ
a galaxis-
környezettől is!



	Virgo	Coma
E	12 %	44 %
S0	26 %	49 %
S + Irr	62 %	7 %

