

Navadne galaksije

Lastnosti eliptičnih in spiralnih galaksij

Viri: Jones, Lambourne (Chap. 2), Longair (Chap. 3)

Lastnosti spiralnih in eliptičnih galaksij

- Faber-Jacksonova relacija
in fundamentalna ravnina
- Tully-Fisherjeva relacija
- Relacija izsev-kovinskost

LASTNOSTI GALAKSIJ

ELIPTIČNE GALAKSIJE

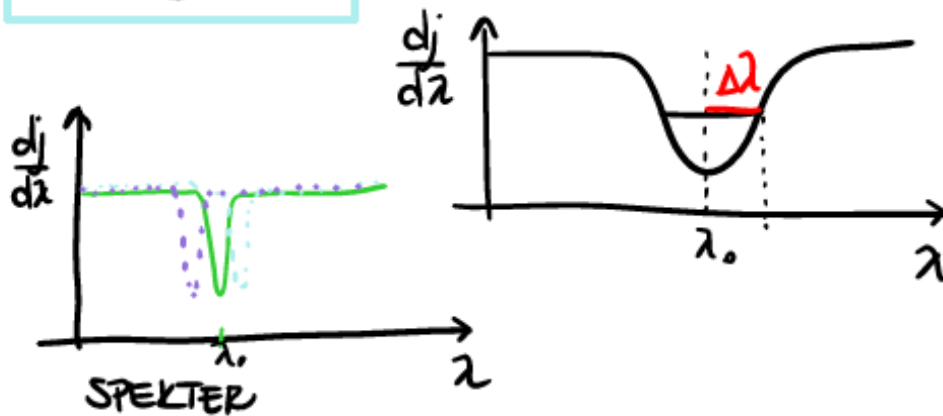
Faber-Jacksonova relacija

$$L \propto \sigma^4$$

disperzija hitrosti

$$\sigma = \frac{\Delta \lambda}{\lambda} \cdot c$$

kako izmerimo σ ?



Odg. na vpražanje
meritev:

$$\sigma_r$$

$$\begin{aligned}\sigma^2 &= \sigma_x^2 + \sigma_y^2 + \sigma_z^2 \\ &= 3\sigma_r^2 \\ &\quad (\sigma_r \equiv \sigma_x)\end{aligned}$$

$$\sigma = \sqrt{3} \sigma_r$$

↑ σ_{3D}

Fundamentalna ravnina

$$L \propto \sigma^{8/3} \Sigma_e^{-3/5}$$

- L
- σ
- Σ_e povprečna površinska svetlost
znotraj radija poloričnega izmera r_e

$$\Sigma_e (\equiv \langle I_e \rangle) = \frac{L(< r_e)}{\pi r_e^2}$$

Od kod Faber-Jacksonova relacija?

Elipsična galaksija

$$M \propto \sigma^2 r_e \quad \rightarrow r_e \propto \frac{M}{\sigma^2}$$
$$L \propto I_e r_e^2$$

←

$$L \propto I_e \frac{M^2}{\sigma^4} \quad | : L^2$$

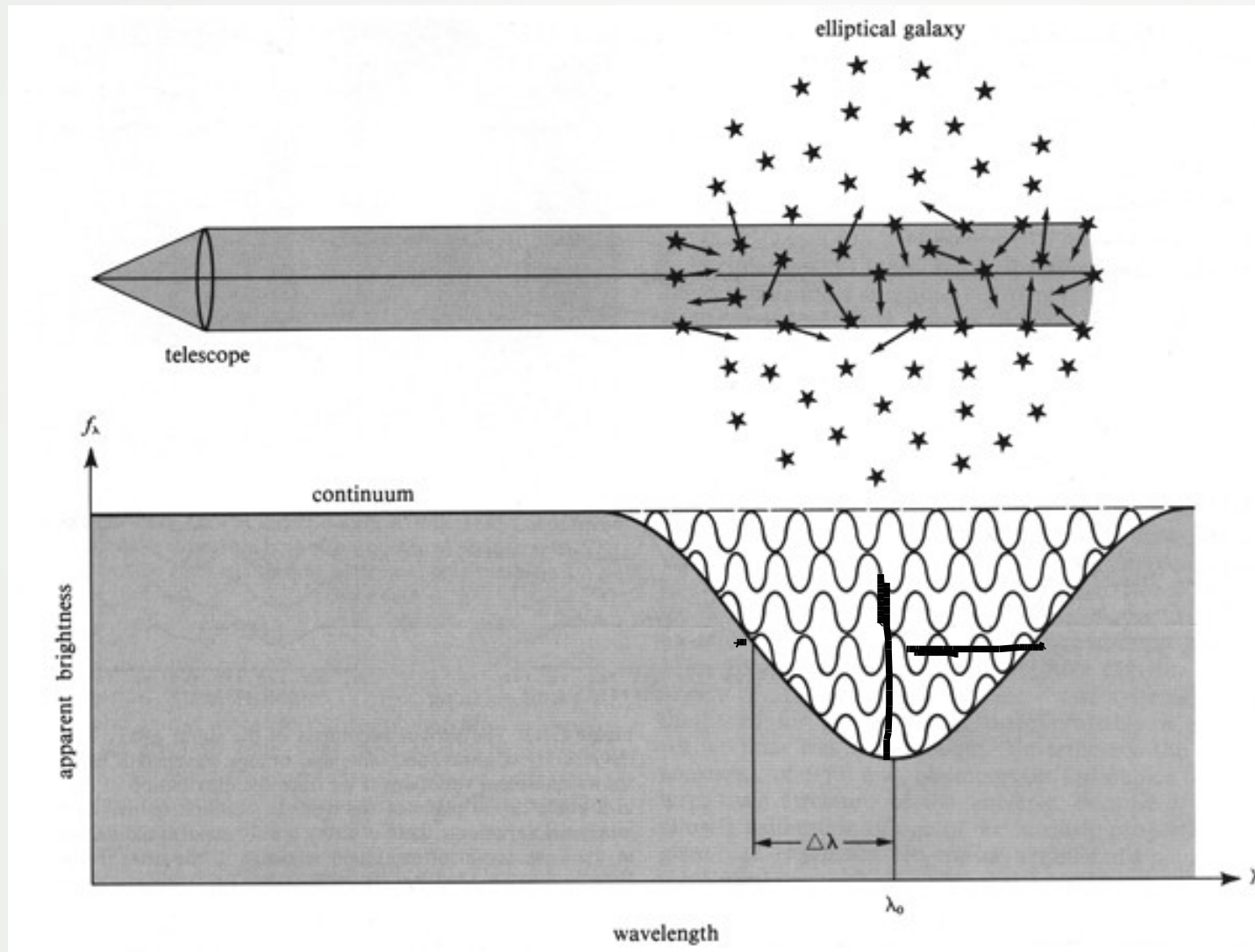
$$\frac{1}{L} \propto I_e \frac{M^2}{L^2} \cdot \frac{1}{\sigma^4}$$

$$L \propto \frac{\sigma^4}{I_e (M/L)^2}$$

$$\Gamma = \frac{M}{L}$$

I_e , M/L konstantna za
ve elipsične galaksije
dobivamo F.J. relaciju!

Eliptične galaksije



disperzija
hitrosti

$$\sigma = \frac{\Delta\lambda}{\lambda_0} c$$

Eliptične galaksije

- relacija Faber-Jackson

$$L \propto \sigma^x$$

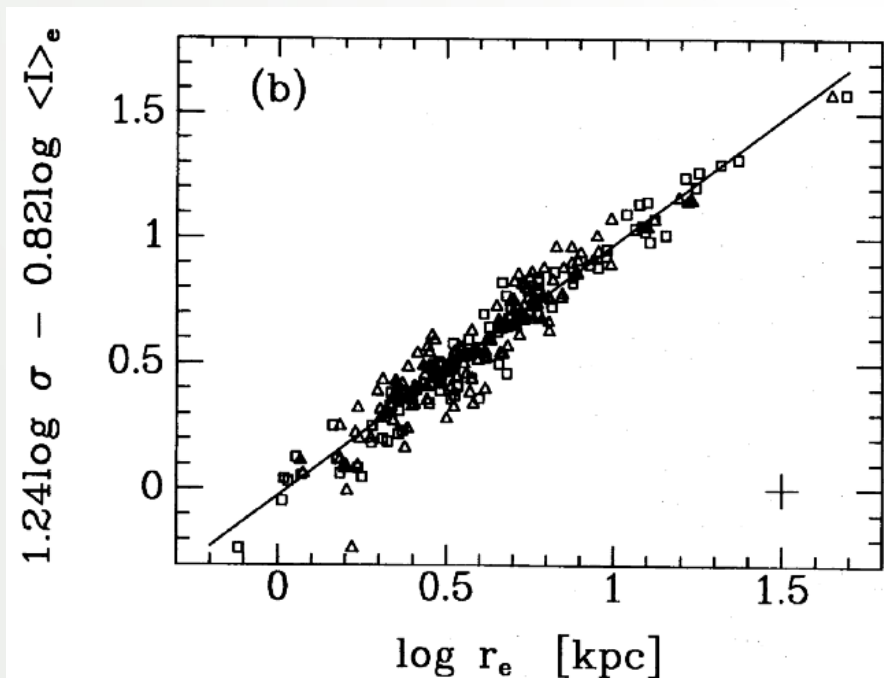
$$x = 3 \dots 5$$



$$L \propto \sigma^4$$

dispersija hitrosti
v središču eliptičnih galaksij

- fundamentalna ravnina



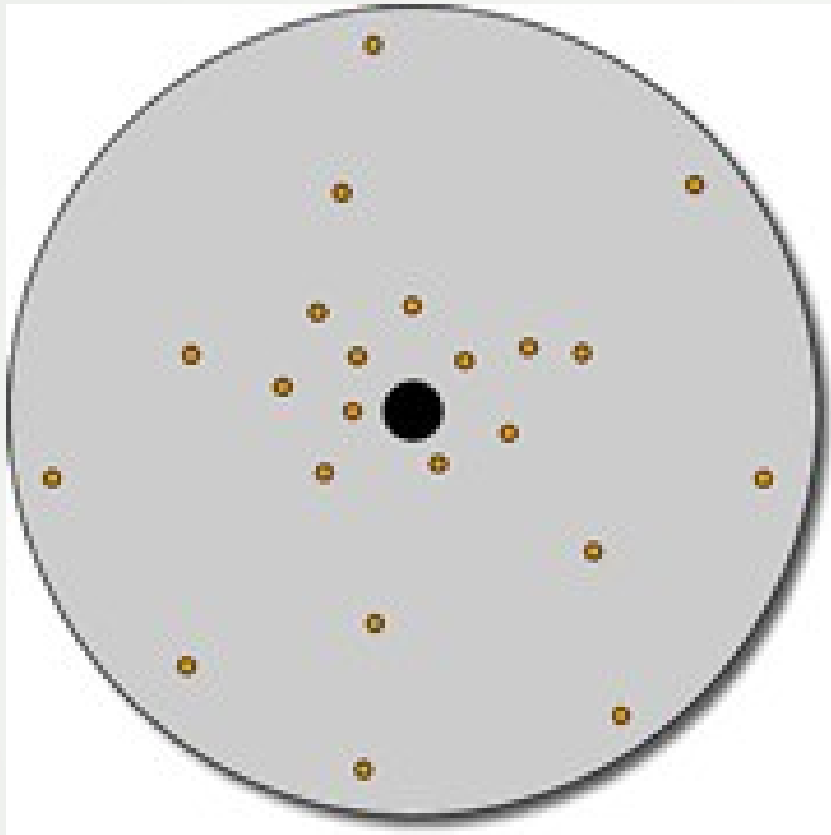
- izsev
- središčna disp. hitrosti
- površinska svetlost

$$L \propto \sigma^{8/3} \langle I_e \rangle^{-3/5}$$

$$\langle I_e \rangle = \frac{L(. \leq r_e)}{\pi r_e^2}$$

povprečna površinska svetlost znotraj radija polovičnega izseva

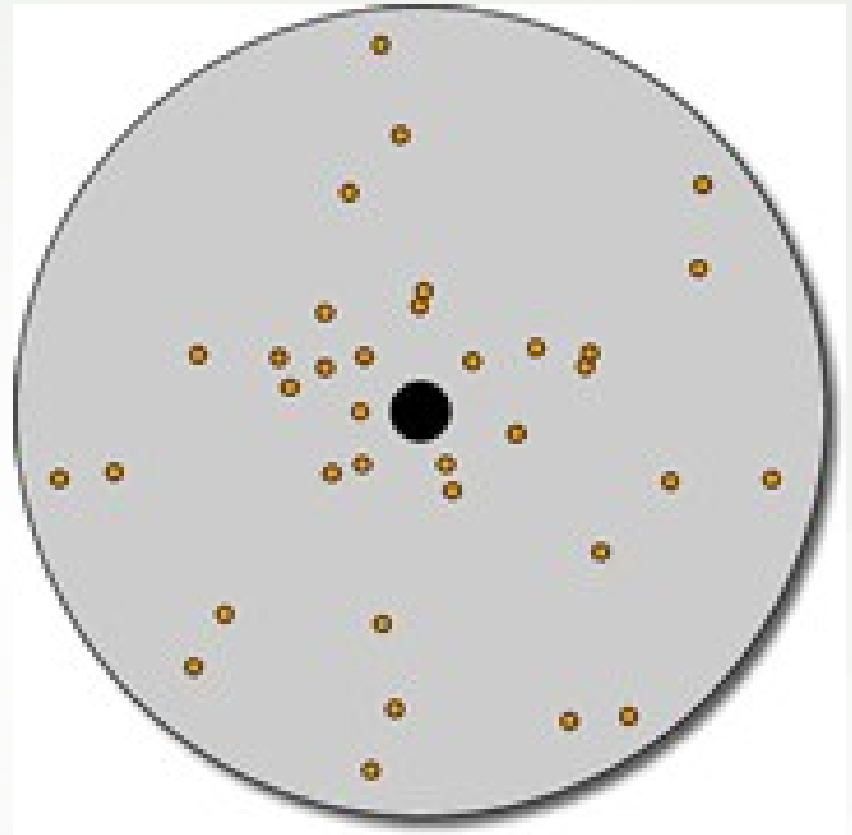
Urejeno in neurejeno gibanje zvezd



urejeno gibanje zvezd

tanki in debeli disk **spiralnih galaksij**

“rotation supported”



naključno gibanje zvezd

središčna odebelitev spiralnih
galaksij in **eliptične galaksije**

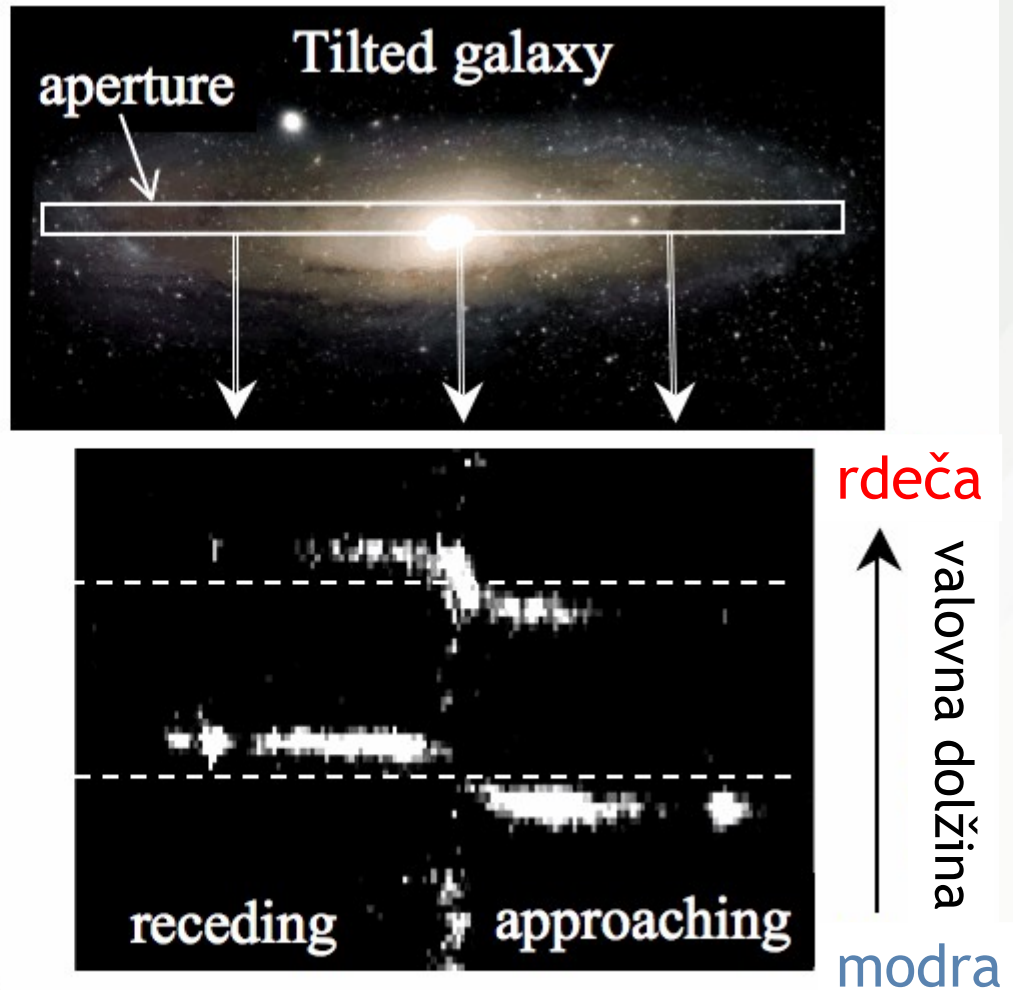
“velocity dispersion supported”

Spiralne galaksije

spektroskopska meritev (**spektroskopija z režo**)

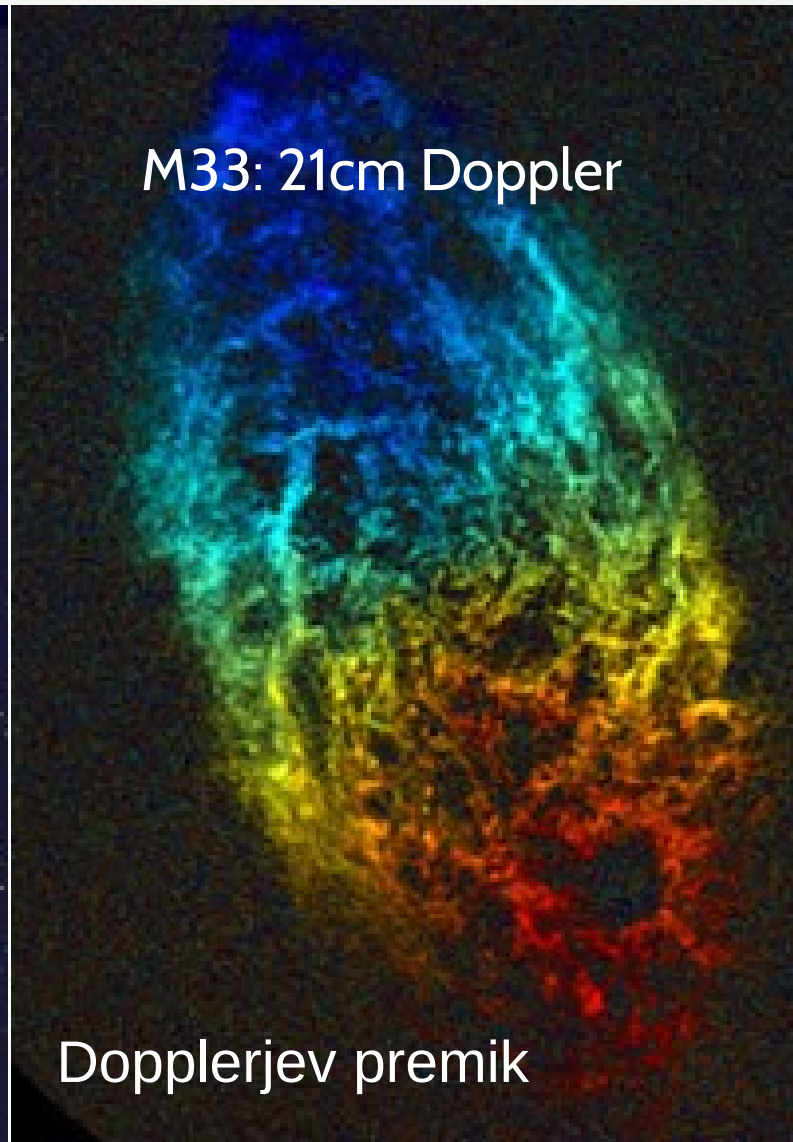


Vera Rubin meri rotacijsko krivuljo galaksije (~1970)

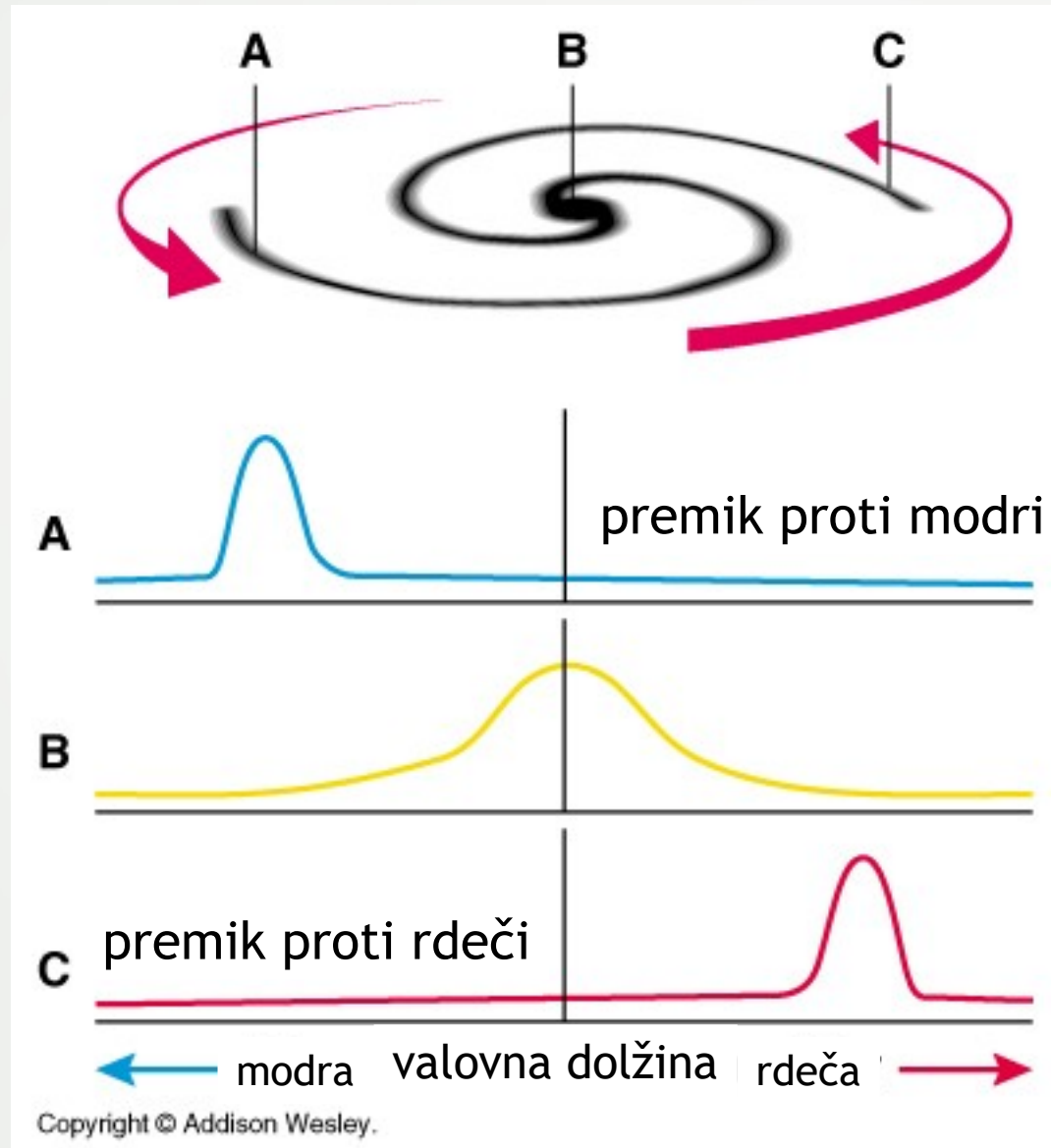


Spekter svetlobe z reže

Spiralne galaksije



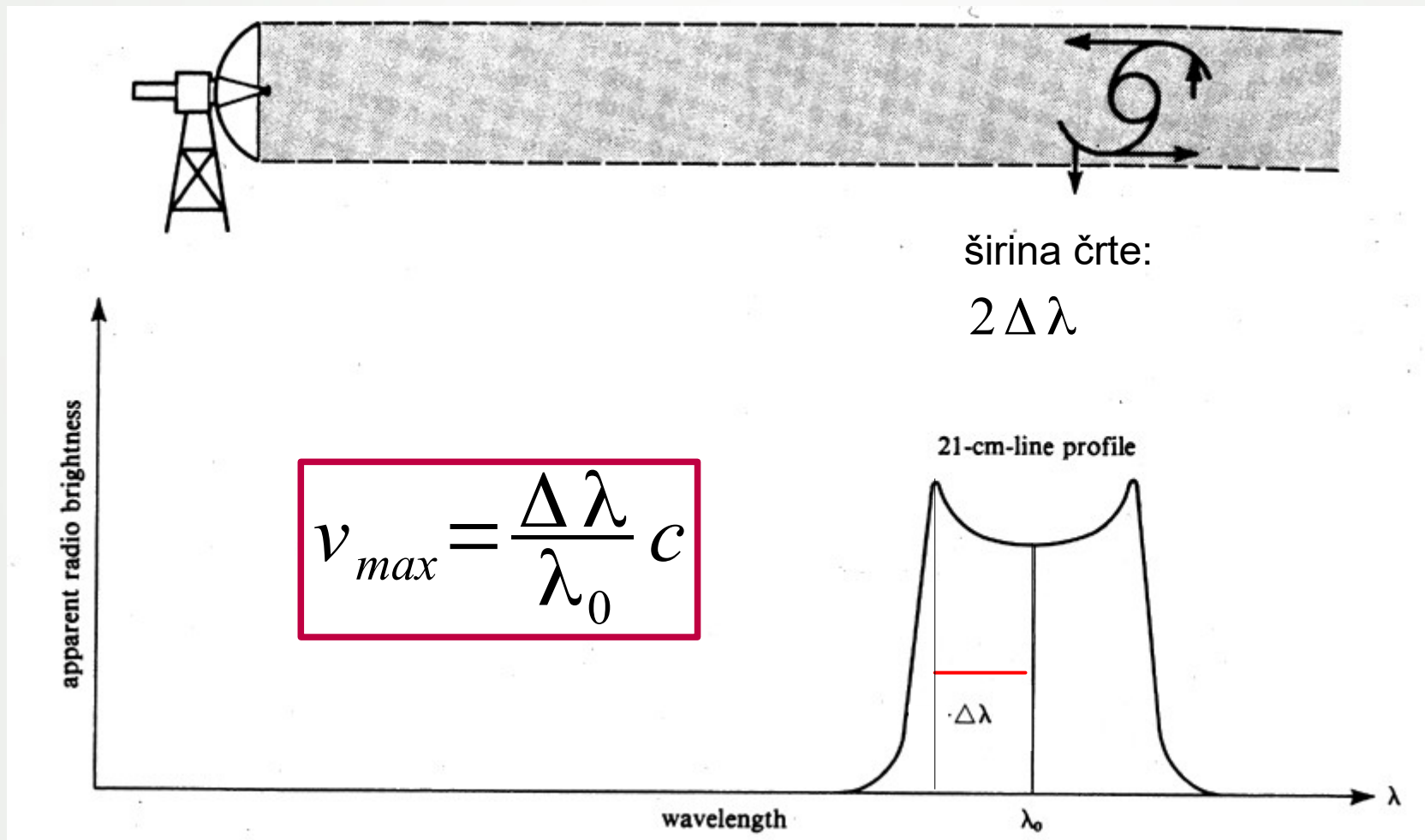
Spiralne galaksije



spektroskopska meritev
Dopplerjevega premika
izbrane črte

Spiralne galaksije

Dopplerjev premik za črto 21 cm



Spiralne galaksije

- Relacija Tully-Fisher (1977)

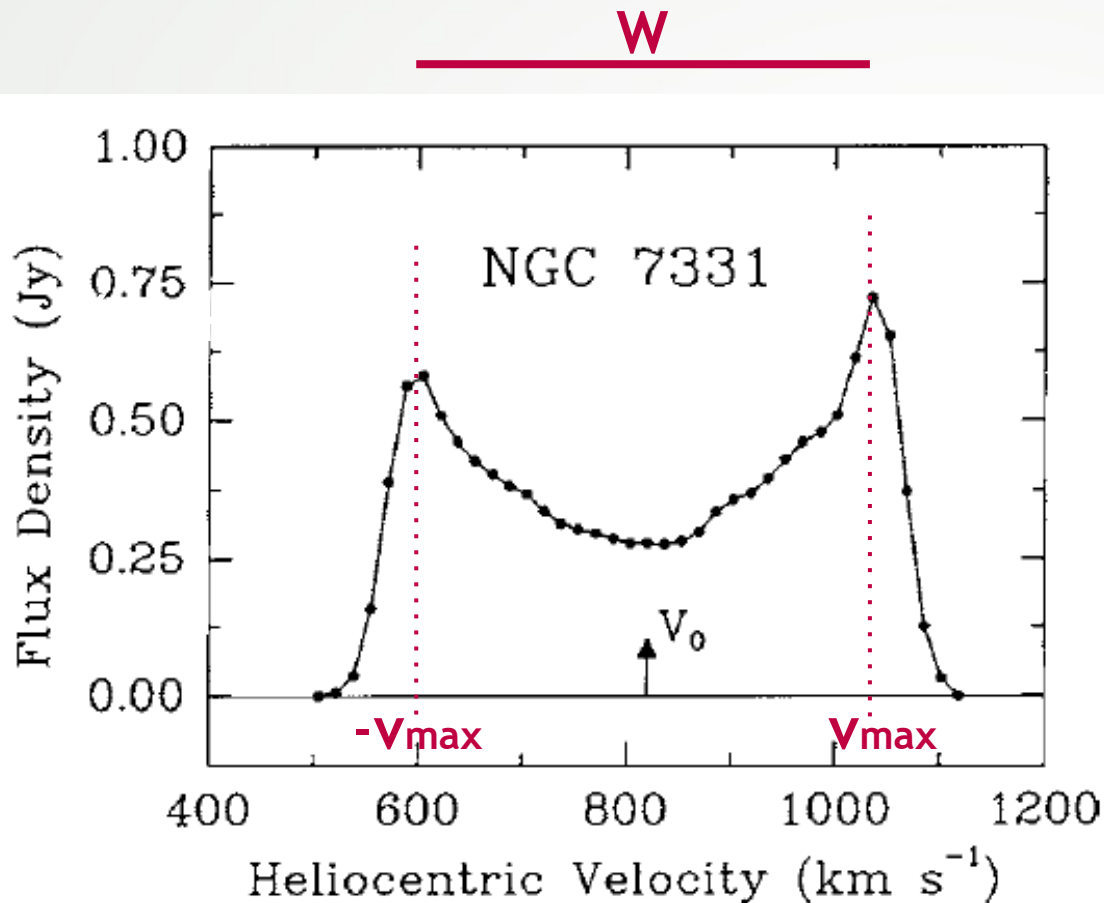
$$L \propto v_{max}^x ; x=4$$

v_{max} maksimalna hitrost
rotacijske krivulje
spiralne galaksije

$x = 2,5-3,5$ (B filter)
 $4,3$ (near IR)

$$W = 2 v_{max} \sin i$$

W širina črte (pri 21 cm)
 i inklinacija galaksije



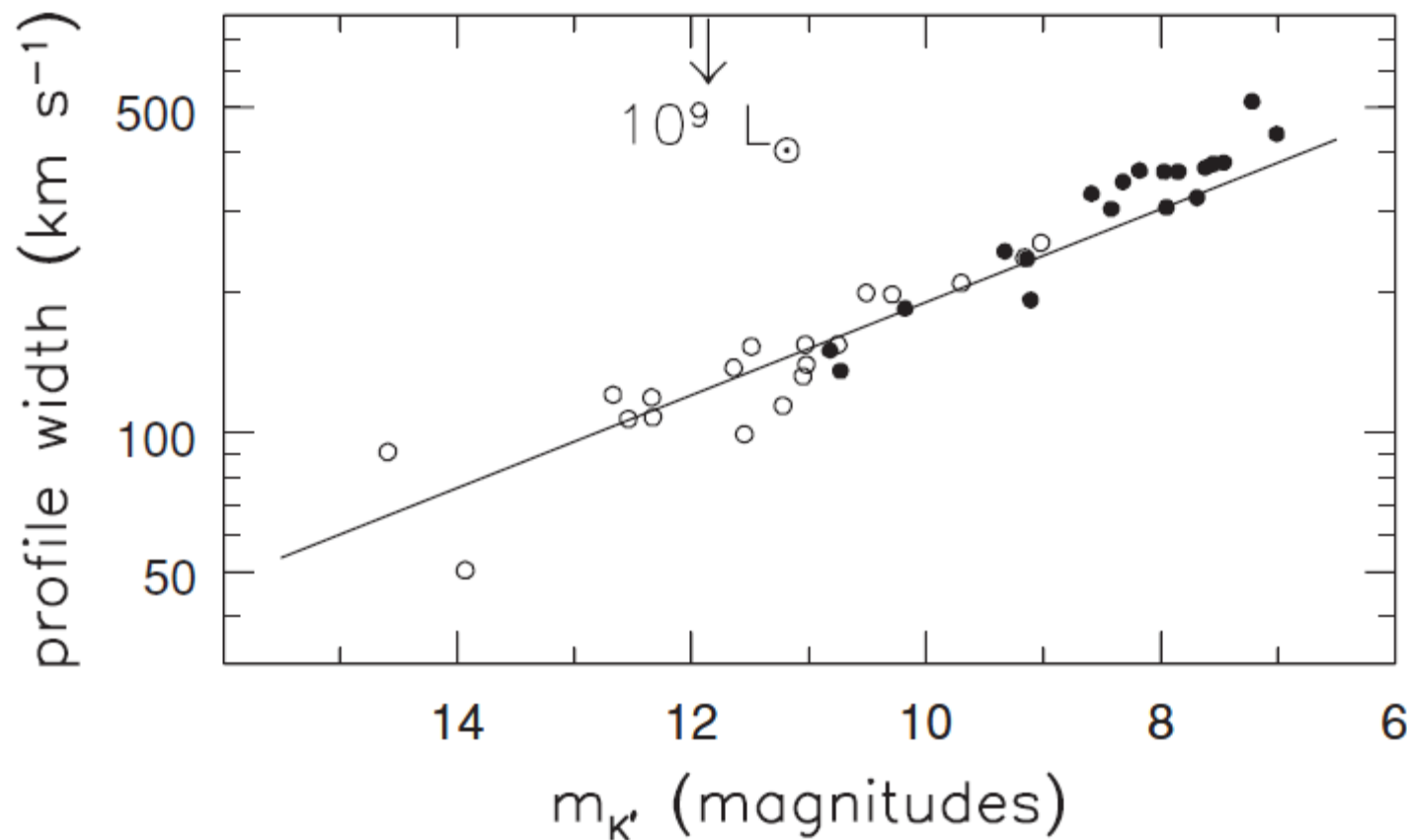
hitrost glede na Sonce [km/s]

gostota svetlobnega toka [Jy]

Spiralne galaksije

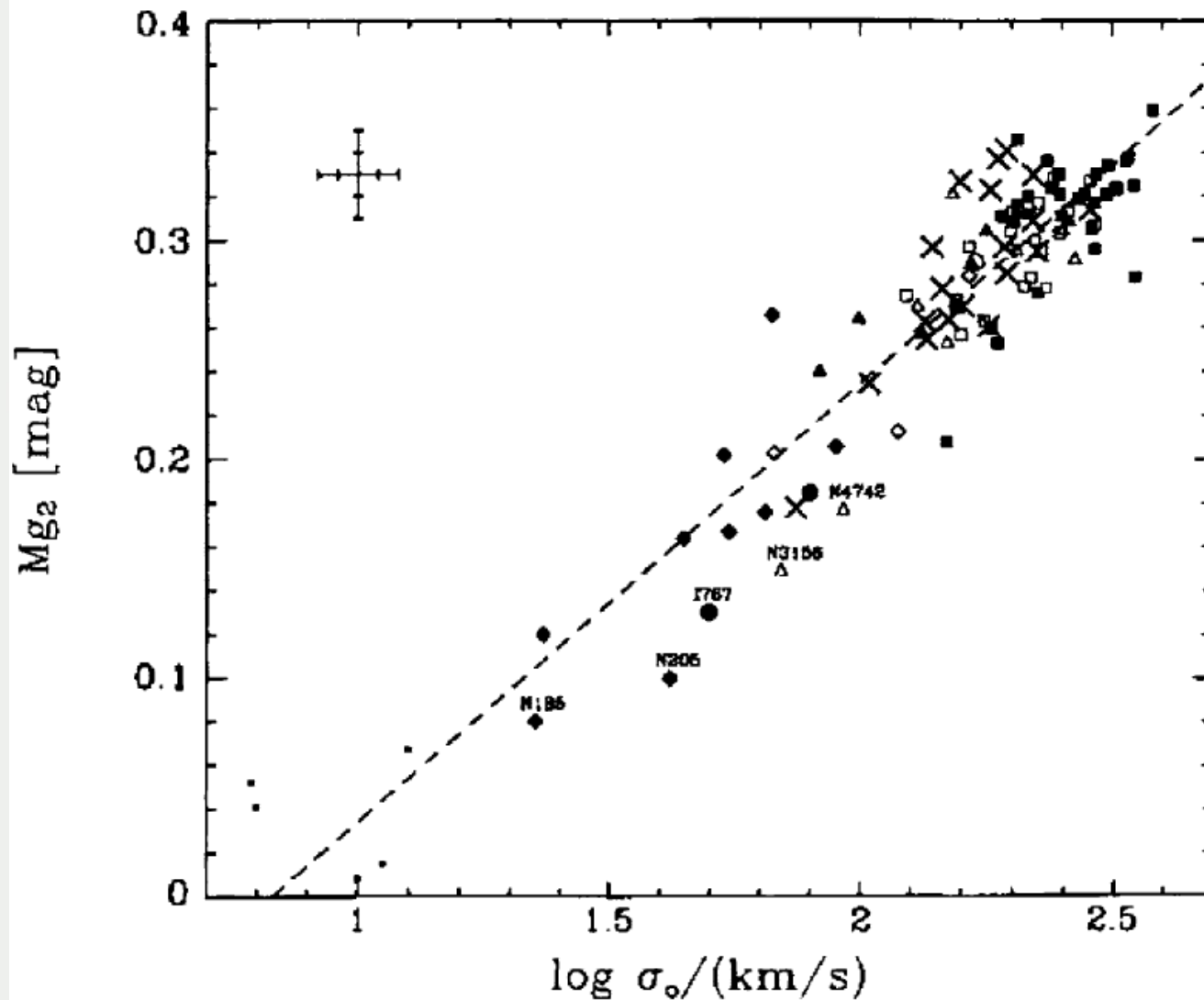
- Relacija Tully-Fisher (1977)

$$\frac{L_I}{4 \cdot 10^{10} L_{I, Sun}} \approx \left(\frac{v_{max}}{200 \text{ km/s}} \right)^4$$



Širina črte HI ($W/\sin i = 2 v_{max}$) glede na magnitudo K' za galaksije skupine Velikega medveda. Odprti krogci ponazarjajo galaksije z majhno površinsko svetlostjo, polni krogci pa galaksije z visoko površinsko svetlostjo.

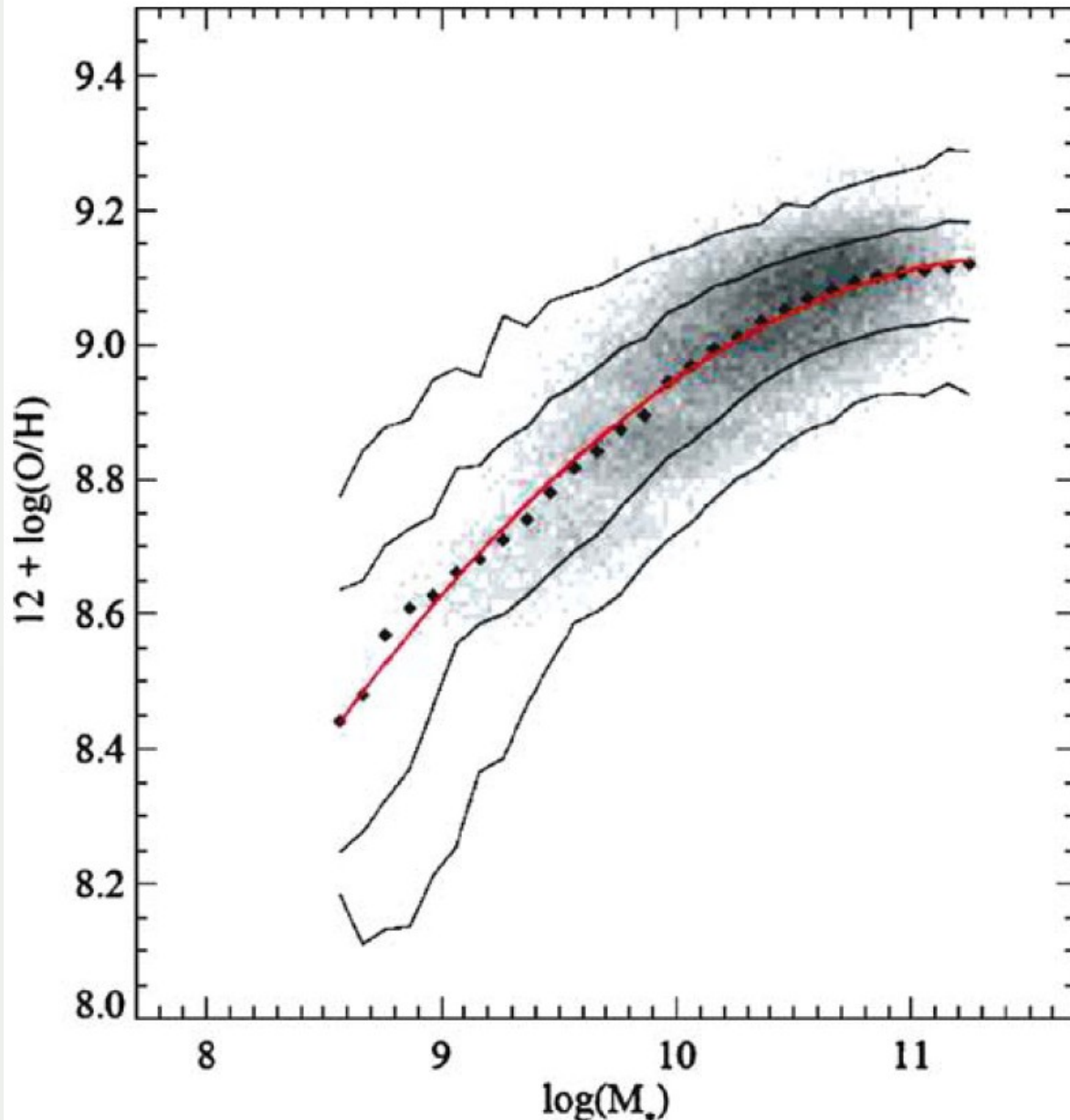
Relacija izsev - kovinskost



Eliptične
galaksije

Korelacija med izsevom
središčne odebelitve ali
sferoidov pri eliptičnih
galaksijah ter moči
absorpcijskih črt težjih
elementov (Mg_2 indeks)
(Bender et al. 1993)

Relacija izsev - kovinskost

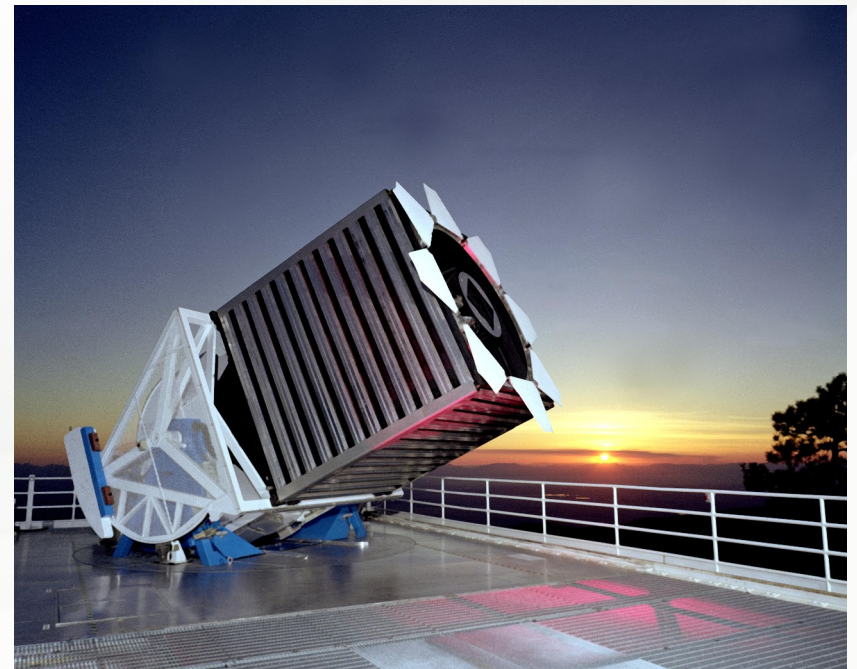


Galaksije z
zvezdami v
nastajanju

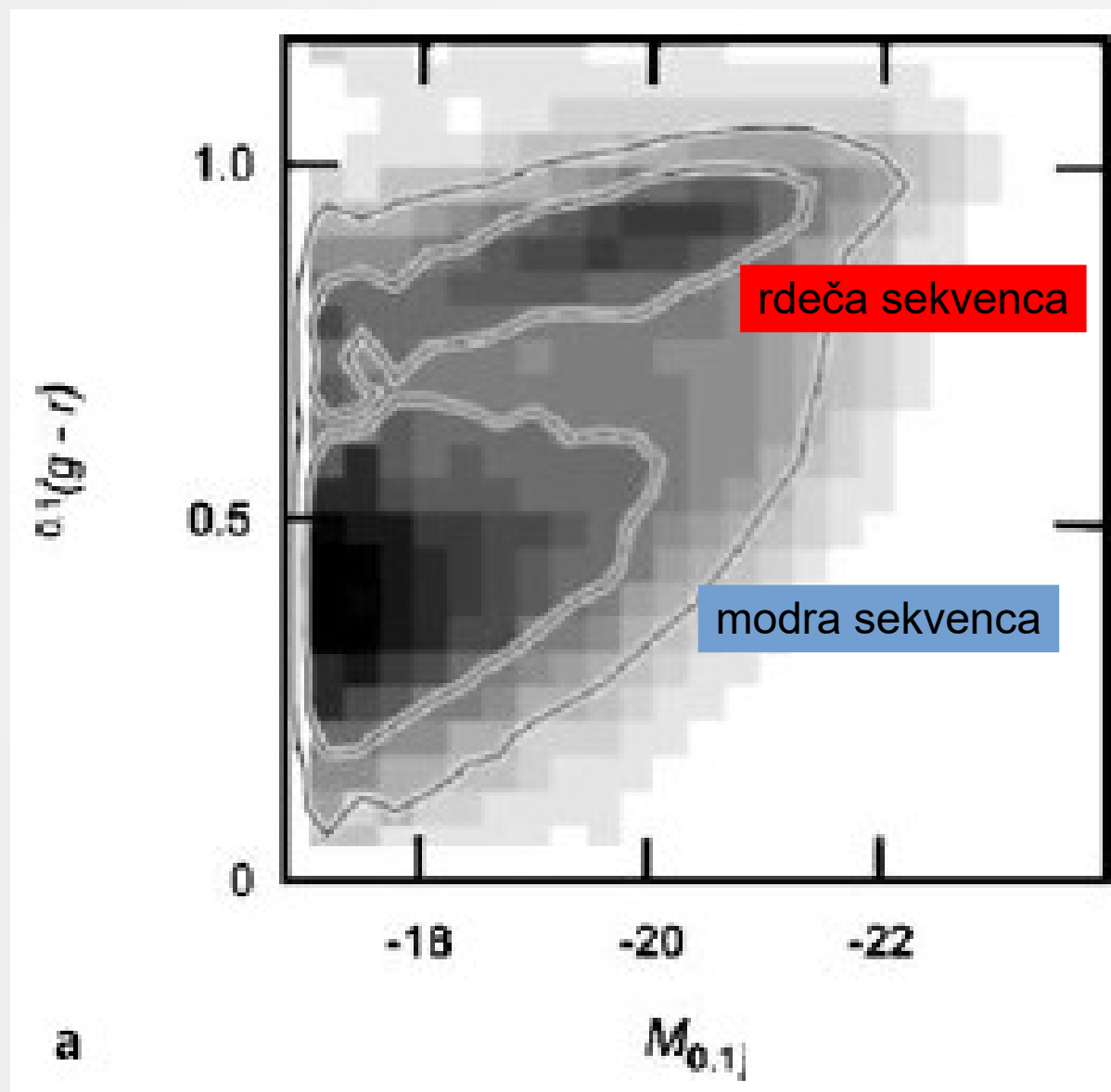
Korelacija med zvezdno maso in kovinskostjo plina za 53400 galaksij iz SDSS pregleda neba. Črne točke so mediana (vsaj 100 podatkov), območja okrog rdeče črte omejujejo 68% in 95% podatkov (Tremonti et al. 2004).

Rdeča in modra sekvenca galaksij

- Sloan Digital Sky Survey: <http://www.sdss.org/>
- 2dF Galaxy Redshift Survey:
<http://www2.aao.gov.au/2dFGRS/>
- velika vzorca
- računalniška analiza
slik in spektrov



Rdeča in modra sekvenca galaksij



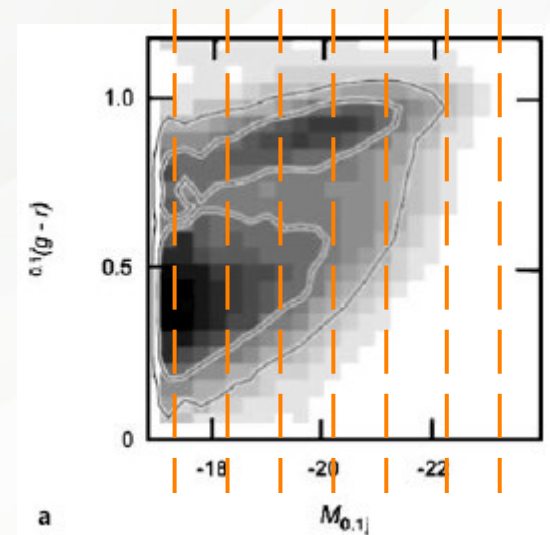
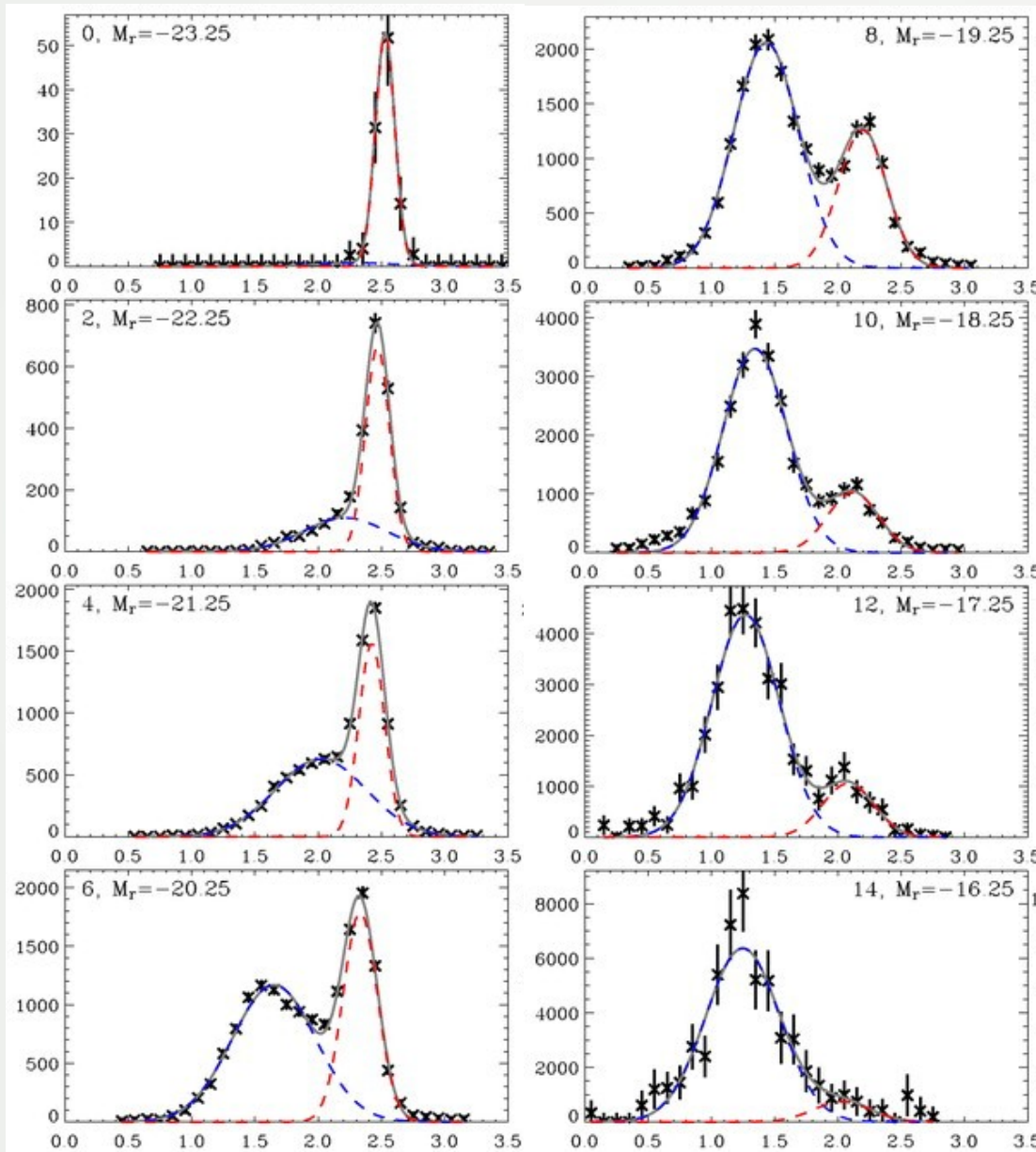
barva - magnituda

Bimodalna distribucija
barve galaksij $0.1(g-r)$ v
funkciji optične
absolutne magnitude
(Blanton et al., 2003).

Rdeča in modra sekvenca galaksij

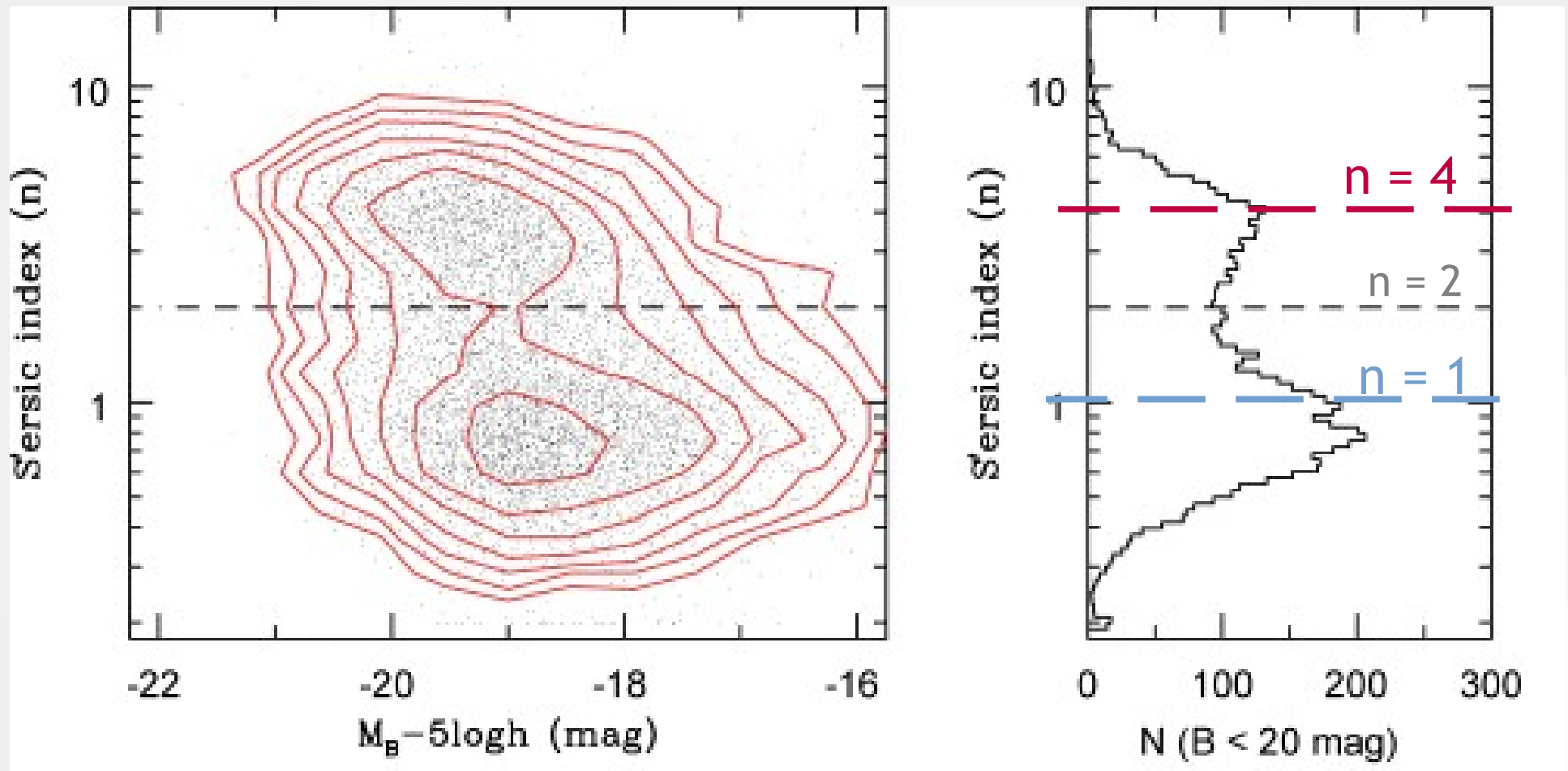
barva - magnituda

Prerez bimodalne distribucije za rdečo in modro sekvenco, prileganje dveh gaussovih krivulj (Blanton et al., 2003).



Rdeča in modra sekvenca galaksij

Sersicov indeks in magnituda



Prikaz opazovanega Sérsicovega indeksa n kot funkcija absolutne magnitude v B filtru za 10095 galaksij, ki so del kataloga Millenium Galaxy. Na desni je histogram števila galaksij v logaritmičnih korakih za Sérsicov indeks n (Driver et al. 2006).

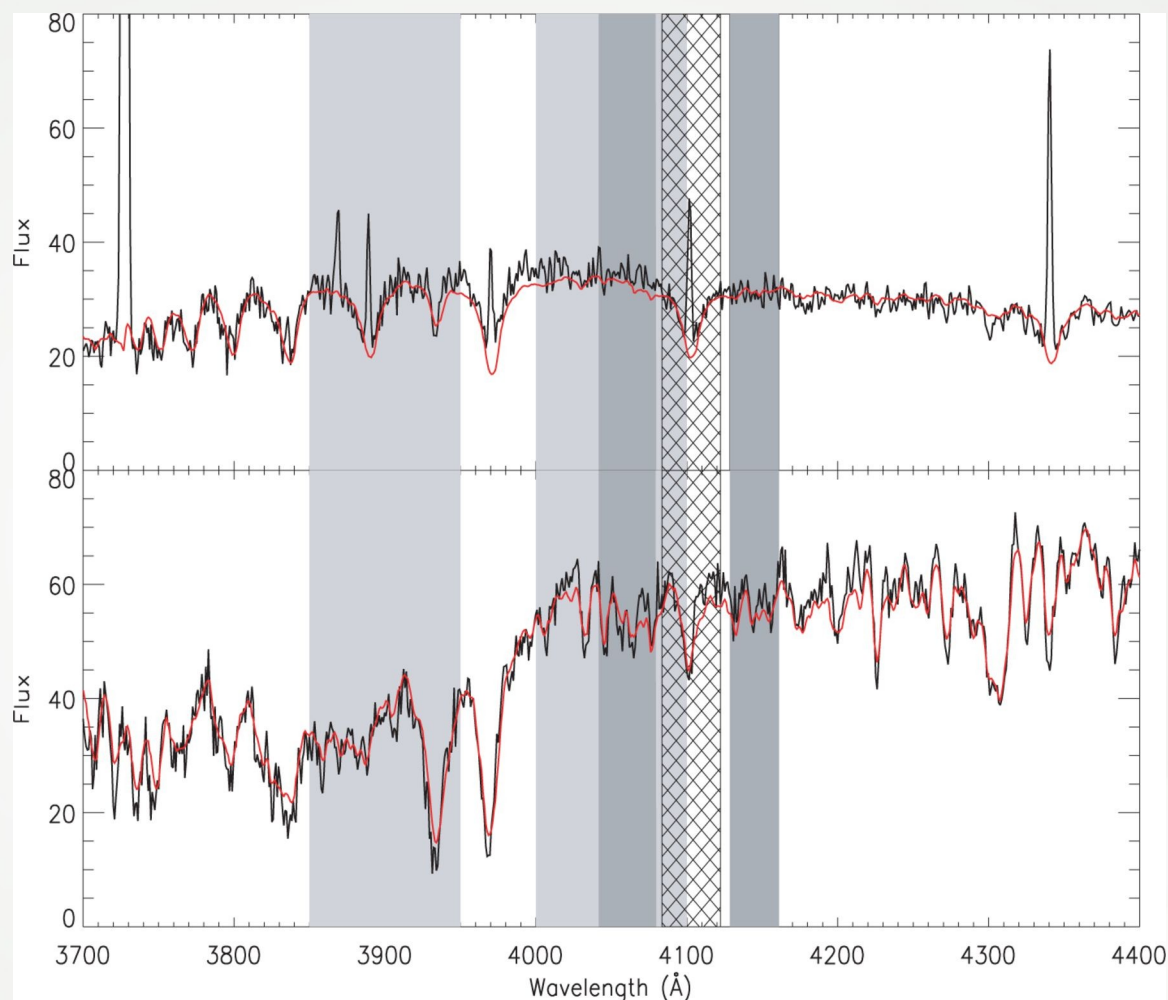
Rdeča in modra sekvenca galaksij

- delitev populacij na podlagi starosti zvezdnih populacij in koncentracije svetlobe v središču
- indikatorji:
 - D4000 - Balmerjeva diskontinuiteta
 - stara populacija ima visok D4000
 - H δ - indeks moči absorpcijske črte
 - visok v galaksijah z izbruhom nastanka zvezd
 - C - indeks koncentracije $C=R90/R50$
 - $C>2,6$ eliptične; $C<2,6$ spiralne
 - μ - povprečna gostota zvezd znotraj radija polovičnega izseva

D4000 in H δ indeks

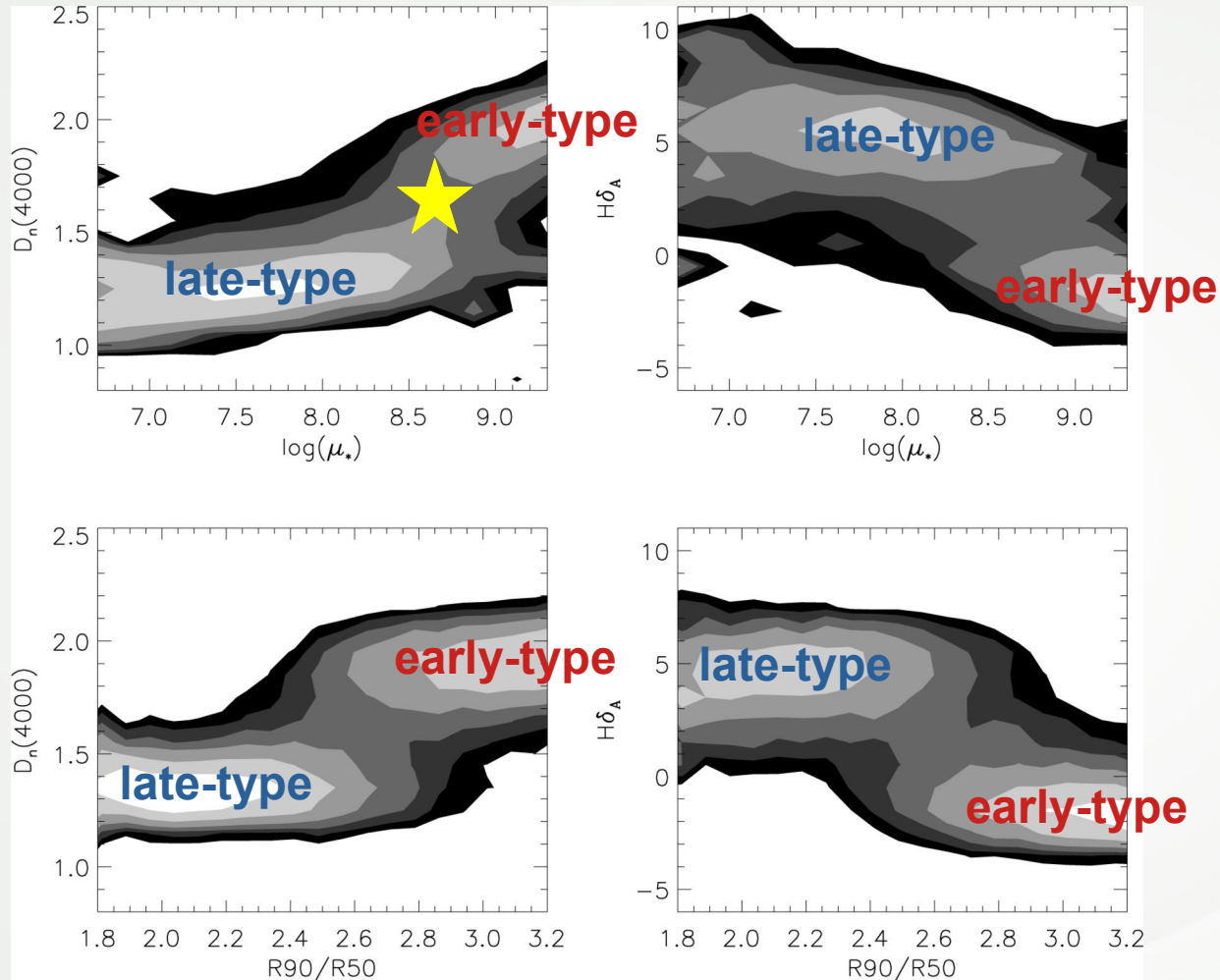
spiralna galaksija
(late type)

eliptična galaksija
(early type)



SDSS spektra *late-type* (spiralne) in *early-type* (eliptične) galaksije v območju 370-440 nm (*restframe*). Rdeča črta prikazuje teoretični model spektra. Svetla siva območja prikazujejo območja, znotraj katerih se ocenjuje indeks D4000, temna siva območja pa so izseki valovnih dolžin, pri katerih se ocenjuje kontinuum H δ indeksa, v črtkanem območju pa H δ črto.

Korelacija med različnimi indikatorji



★ prehod med rdečo
in modro sekvenco
pri $3 \cdot 10^{10} M_{\text{sun}}$

Indikatorji starosti zvezdne populacije ($D_n(4000)$ in $H\delta_A$) v odvisnosti logaritma površinske masne gostote zvezd μ^* in indeksa koncentracije C (Kauffmann et al. 2003)

Rdeča in modra sekvenca galaksij

učinek galaktične okolice

(barva-magnituda v predelih z nizko, srednjo in visoko gostoto galaksij)

