

# Aktivní galaktická jádra

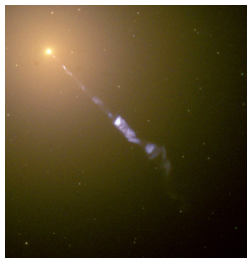
- větší než ČEZ:

$$L \approx 10^{42} - 10^{47} \text{ erg s}^{-1}$$
$$\approx 10^{-5} - 1 M_{\odot} c^2 \text{ yr}^{-1}$$

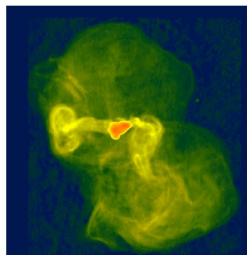
$$L_{\text{H}\alpha} \approx 10^{39} - 10^{44} \text{ erg s}^{-1}$$

$$R \approx 10^3 R_g \approx 10^{-2} M_8 \text{ pc}$$

- záření dominované kompaktním jádrem
- často ne-hvězdné kontinuum
- široké spektrální čáry
- proměnné kontinuum i spektrální čáry



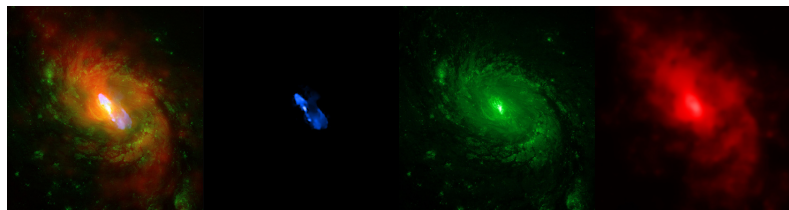
M87 – HST,  $\sim 2 \text{ kpc}$



M87 – VLA (90 cm),  $\sim 70 \text{ kpc}$

# Stručná historie AGN (I)

10. léta: pozorovány „spirální mlhoviny“ s absorpčními i emisními čarami (např. Fath: NGC 1068 a.k.a M77)



composite

radio (VLA)

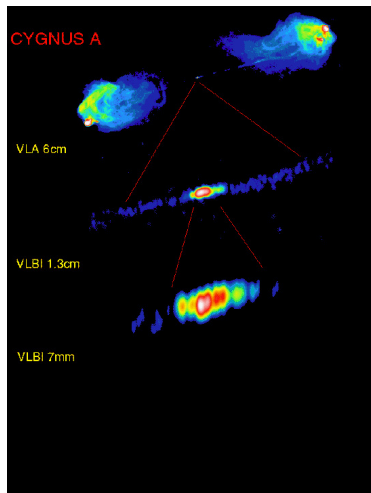
optical (HST)

X-ray (Chandra)

1943: Seyfert – systematická pozorování spirálních galaxií;  
šířka spektrálních čar  $\sim 3000 \text{ km s}^{-1}$

## Stručná historie AGN (II)

- 40. léta: úsvit rádiové astronomie; pozorování prvních diskrétních zdrojů (Cygnus A, Taurus A, Virgo A, ...)
- 50. léta: objeveny optické protějšky (3C405, krabí mlhovina, M87, ...); u některých potvrzeny kosmologické vzdálenosti

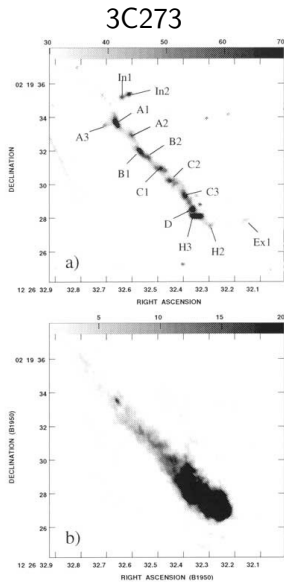


# Stručná historie AGN (III)

60. léta: quasi-stellar objects  
(Quasars, QSOs)

- kompaktní objekty s neobvyklým spektrem; asociované s rádiovými zdroji
- Schmidt (1963): morfologická shoda mezi 3C273 a jeho kvazistelárním protějškem, ve spektru identifikovány čáry vodíku se  $z \approx 0.16$
- kosmologické vzdálenosti  $\Rightarrow$  extrémní luminozita ( $L_{3C273} \approx 10^{46} \text{ erg s}^{-1}$ )
- proměnnost  $\Rightarrow$  kompaktnost

90. léta: mikrokvasary – analogické systémy poháněné “hvězdnými” černými dírami



(a) optical – HST

(b) radio – Merlin

## Stručná historie AGN (IV)

60. léta: otázka zdroje energie

- řetězová exploze supernov (Burbidge 1961)
- srážky hvězd v hustých hvězdokupách (Spitzer & Saslaw 1966)
- supermasivní hvězda (Hoyle & Fowler 1963)
- akrece na supermasivní černou díru (Salpeter 1964, Zel'dovich 1964)

1973: Shakura & Sunyaev: model standardního ( $\alpha$ -)disku

1973: Novikov & Thorne: relativistické zobecnění

1982: Rees: ion supported tori

1994: Narayan & Yi: ADAF

# Zoologie AGN – rádiové galaxie

- rozsáhlé struktury  $\lesssim 1\text{Mpc}$
- morfologická klasifikace Fanaroff & Riley:

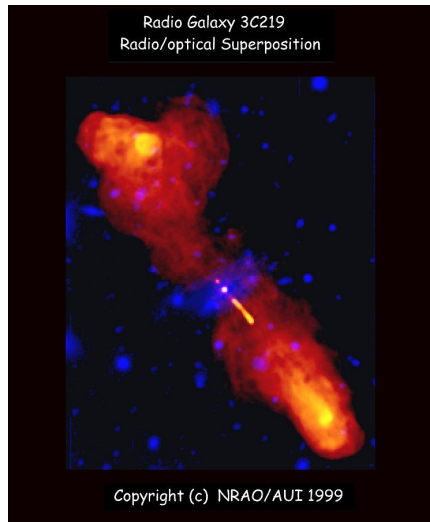
$$q_{\text{sep}} \equiv \frac{D_{\text{spot}}}{D} \lesssim 0.5$$

edge darkened (FR I) vs.  
edge brightened (FR II)

- slabé vs. mohutné:

$$L_{1.4\text{GHz}} \lesssim 10^{25} \text{ W/Hz}$$

- zpravidla eliptické galaxie

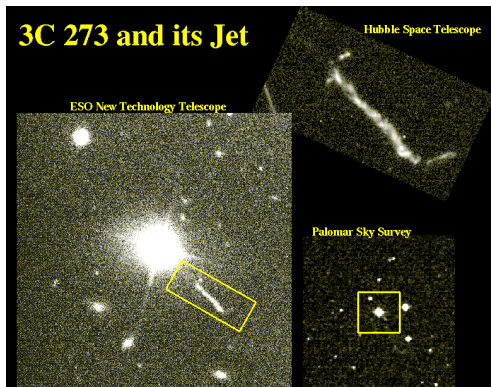


# Zoologie AGN – kvazary

- kontinuum zesílené v UV oblasti, široké spektrální čáry
- radio loud vs. quiet:

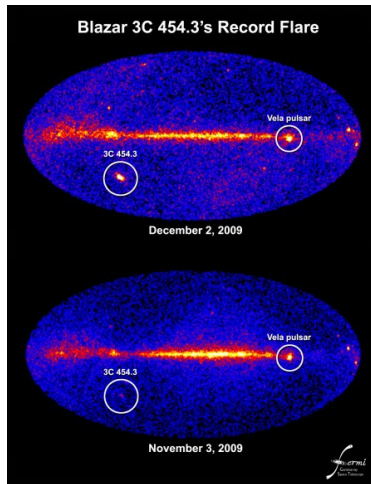
$$\frac{(\nu L_\nu)_{5\text{GHz}}}{(\nu L_\nu)_{250\text{nm}}} \geq 10^{-3}$$

- $L_{5\text{GHz}} \gtrsim 10^{25} \text{ W/Hz}$
- nízká polarizace



# Zoologie AGN – blazary

- vysoce proměnné v celém spektru (od rádia po rentgen)
- silné rentgenové zdroje
- relativně vysoká (a proměnlivá) polarizace ( $5\% \lesssim \Pi \lesssim 40\%$ )
- hostitelské galaxie jsou silné zdroje v IR
- objekty BL Lac (bez emisních čar) vs. Optically violent variables (OVVs; široké emisní čáry v optické oblasti)





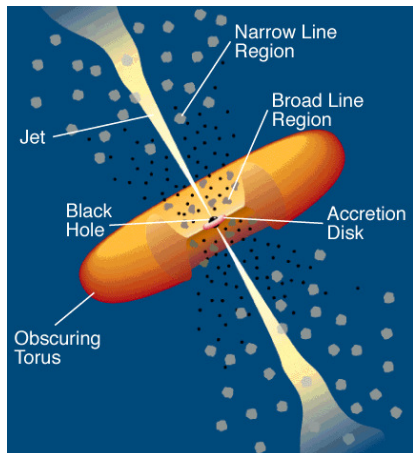
# Zoologie AGN – Seyfertovy galaxie

- zpravidla spirální
- plochá rádiová část spektra
- Sy 1 vs. Sy 2: široké vs. úzké spektrální čáry
  - různé úhly pohledu?
  - různé fáze proměnlivého zdroje?
- Sy 1 + x

$$x = \left( \frac{\text{tok v úzkých čarách}}{\text{celkový tok v čarách}} \right)^{0.4}$$

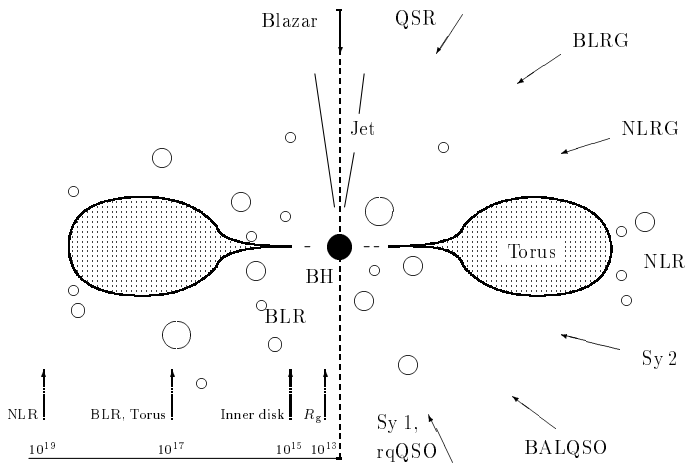


# Sjednocený model



Urry & Padovani

# Sjednocený model II



V. Karas (?)

# SgrA<sup>\*</sup>

$$M_{\text{BH}} \approx 4 \times 10^6 M_{\odot}$$

$$\dot{M} \lesssim 10^{-8} M_{\odot}/\text{yr}$$

$$L \lesssim 10^{-9} L_{\text{edd}}$$

$$D \approx 8 \text{ kpc}$$

---

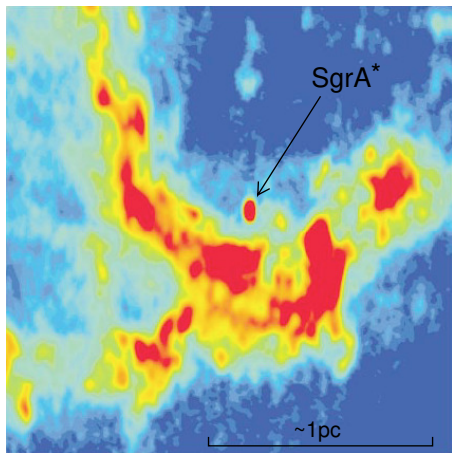
$$1R_{\text{g}} = 5.17 \times 10^{11} \text{ cm}$$

$$1\text{AU} = 1.50 \times 10^{13} \text{ cm}$$

$$1\text{mas} = 1.20 \times 10^{14} \text{ cm}$$

$$1\text{ld} = 2.59 \times 10^{15} \text{ cm}$$

$$1\text{pc} = 3.09 \times 10^{18} \text{ cm}$$



Yusef-Zadeh & Wandle (1993)

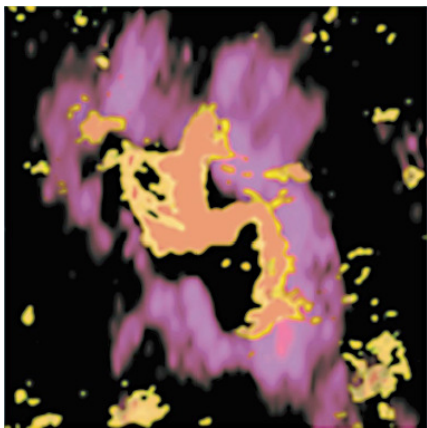
# Plyn v okolí SgrA<sup>\*</sup>: CND, minispirála. . .

CND:

- $M \sim 10^4 - 10^6 M_{\odot}$
- $T \approx 300 - 2000\text{K}$
- $n \approx 10^4 - 10^5 \text{cm}^{-3}$
- vnitřní průměr  $\approx 1\text{pc}$

Minispirála (SgrA West):

- plyn ionizovaný UV zářením horkých hvězd
- $n \lesssim 10^4 \text{cm}^{-3}$



Wright et al. 1993

Yusef-Zadeh, Melia & Wandle 2000

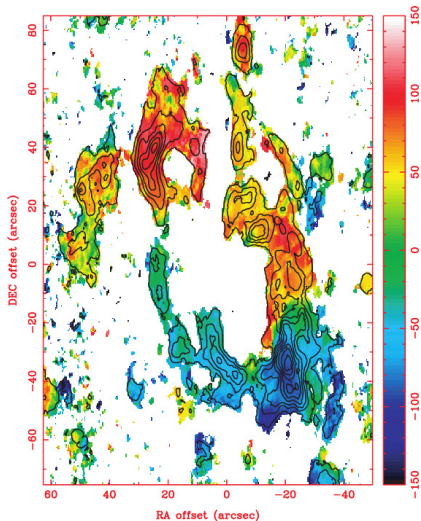
# Plyn v okolí SgrA<sup>★</sup>: CND, minispirála. . .

CND:

- $M \sim 10^4 - 10^6 M_{\odot}$
- $T \approx 300 - 2000\text{K}$
- $n \approx 10^4 - 10^5 \text{cm}^{-3}$
- vnitřní průměr  $\approx 1\text{pc}$

Minispirála (SgrA West):

- plyn ionizovaný UV zářením horkých hvězd
- $n \lesssim 10^4 \text{cm}^{-3}$



Christopher et al. 2005