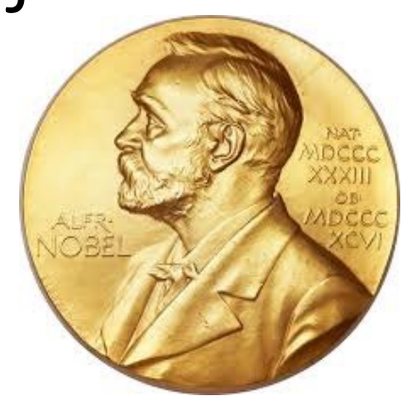
Amikor egy szupernagy tömegű fekete lyuk nem elég

Gabányi Krisztina (ELTE TTK Csillagászati Tanszék, MTA-ELTE Extragalaktikus Asztrofizika Kutatócsoport, Csillagászati és Földtudományi Központ Konkoly-Thege Miklós Csillagászati Intézet)

Nobel Media. Ill. Niklas Elmehed.

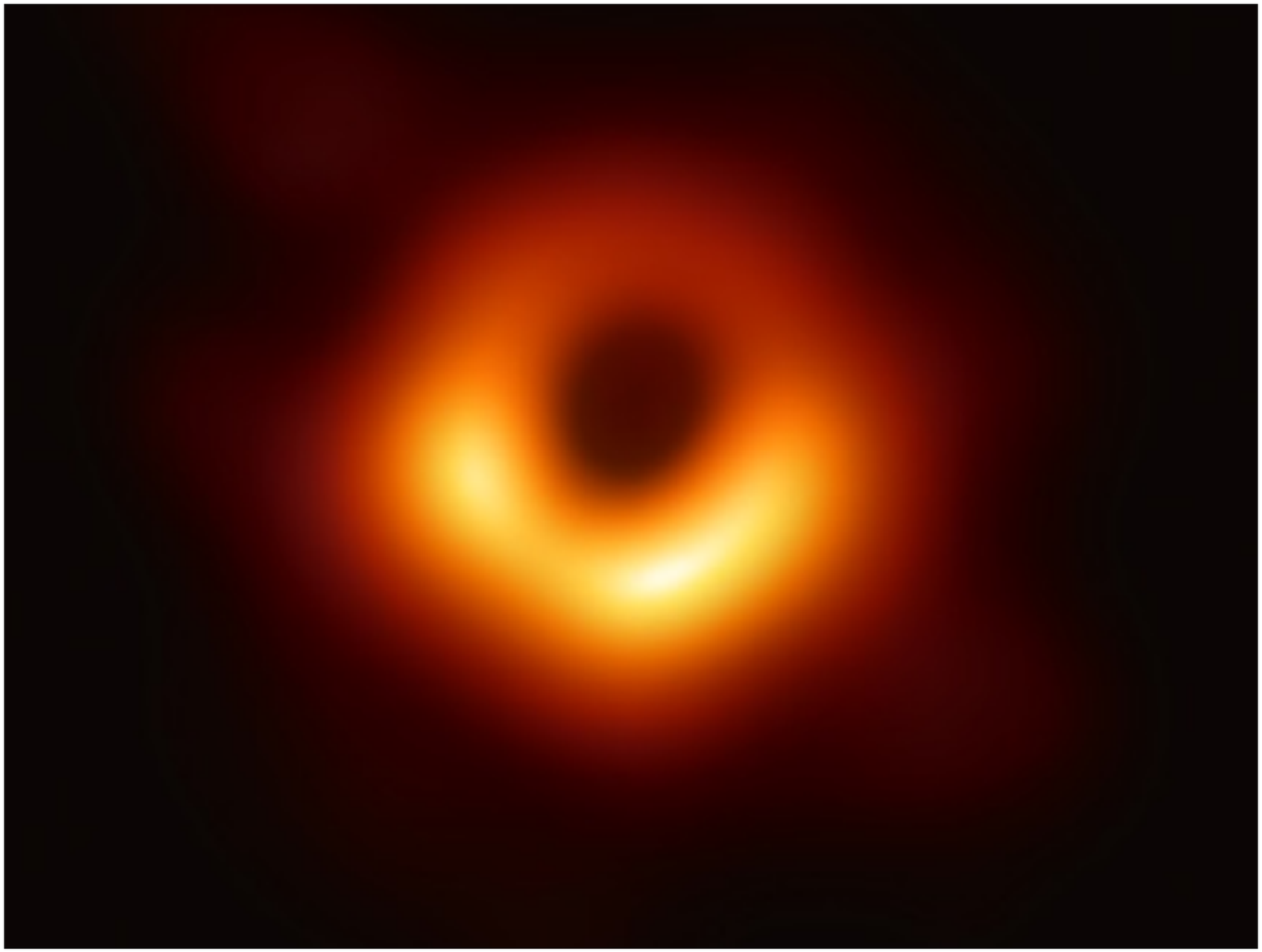
2020 – Fizikai Nobel-díj



- Roger Penrose, Reinhard Genzel és Andrea Ghez
- „A fekete lyukak elméleti kutatásának megalapozásáért és Tejútrendszer középpontjában található szupernagy tömegű fekete lyuk létezésének bizonyításáért tanulmányozásáért”

Event Horizon Telescope

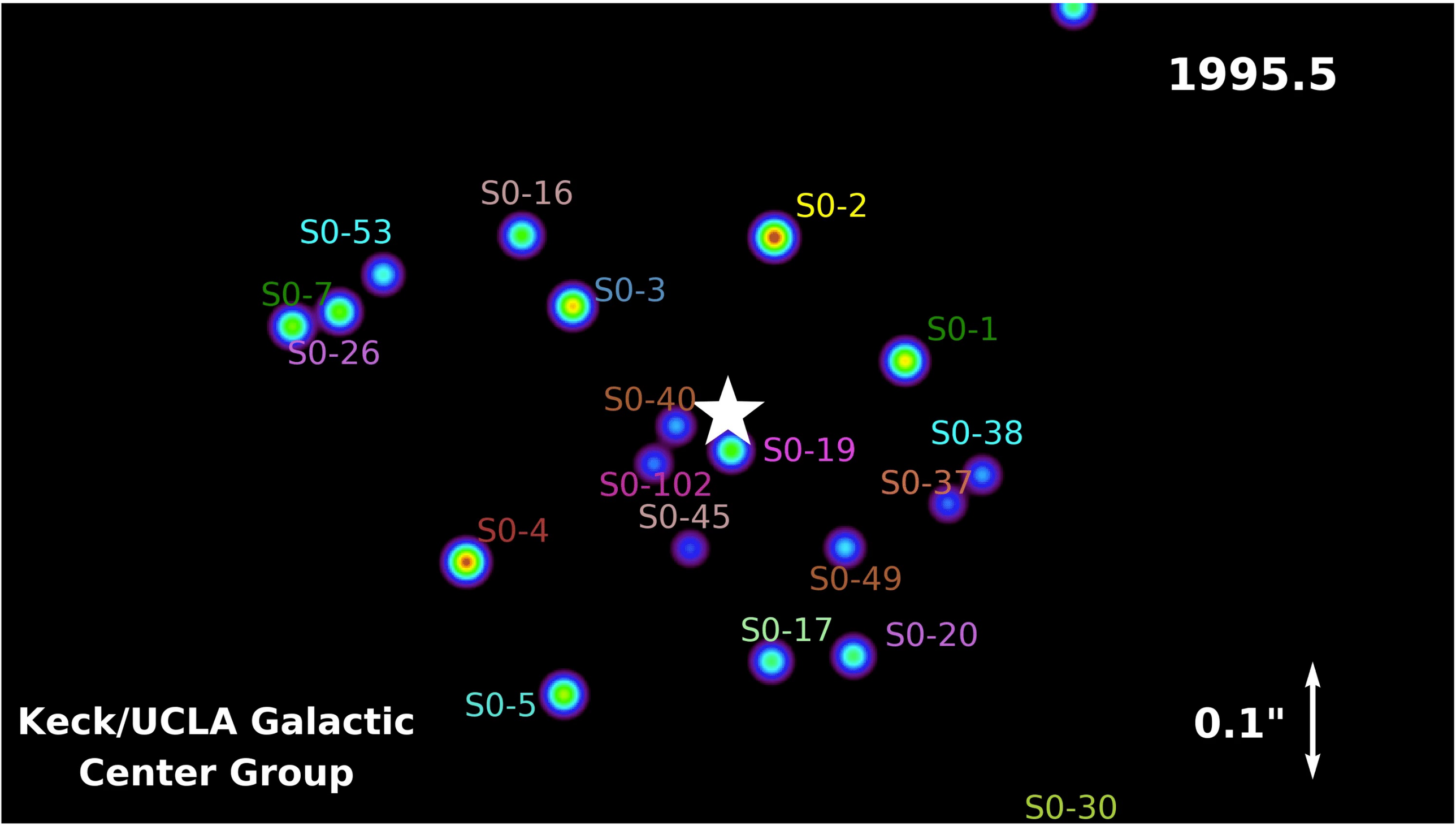
6,5 milliárd naptömegű fekete lyuk



Mérés: 2017 április
Publikáció: 2019 április

Interstellar – film (2014)
Kip Thorne – executive producer

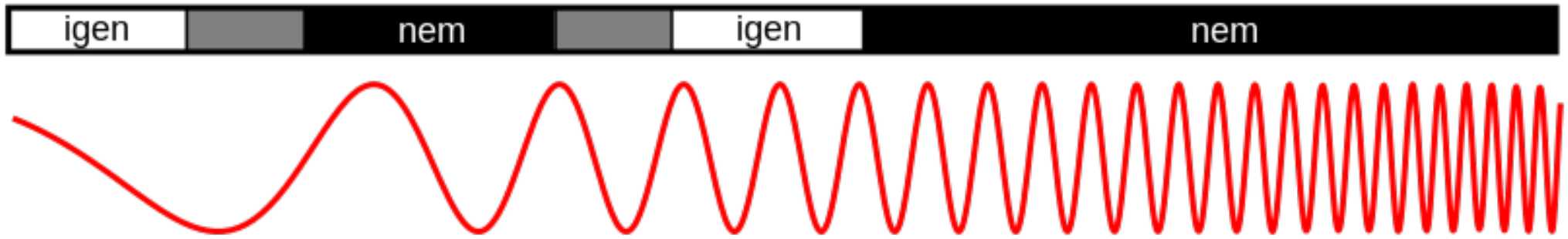
S2 periódusa: ~16 év
SgrA*-tól való legkisebb távolsága: 17 fényóra

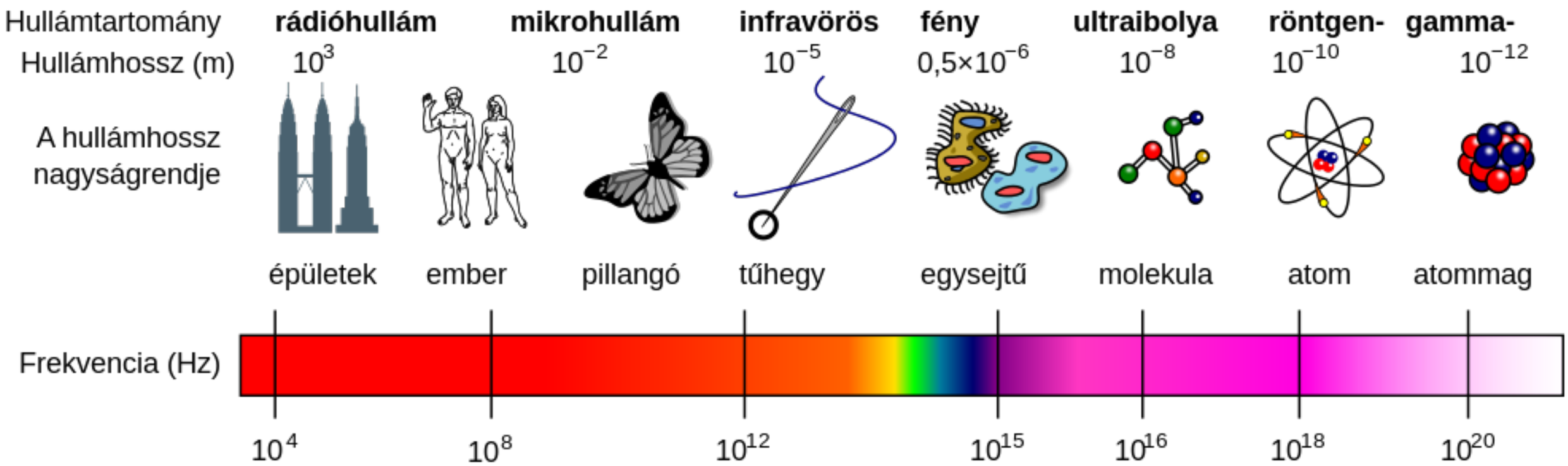


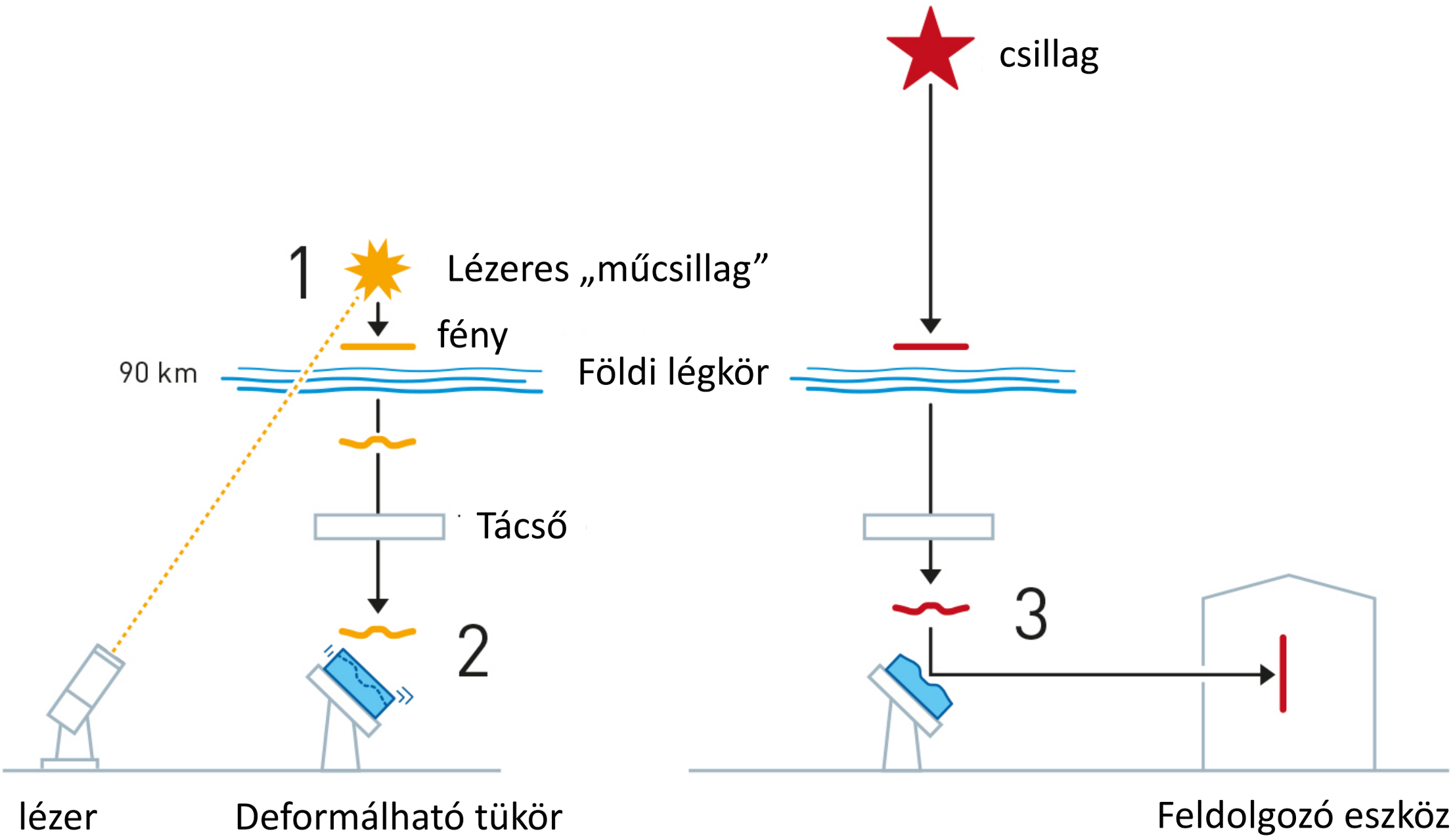

ESO

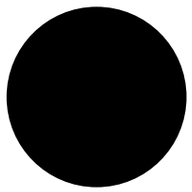
Áthatol a csillagközi anyagon?

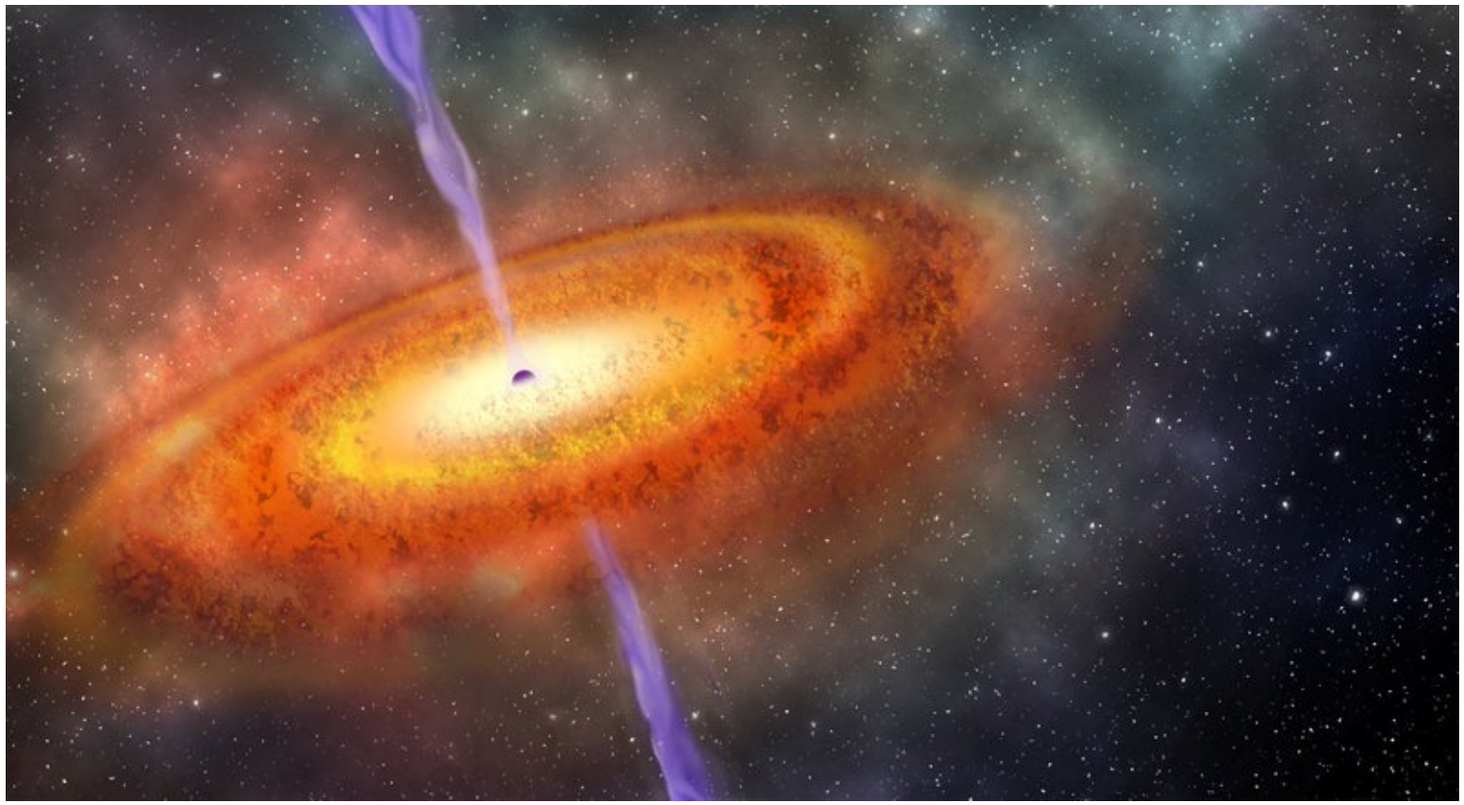
Átengedi a Föld légköre?



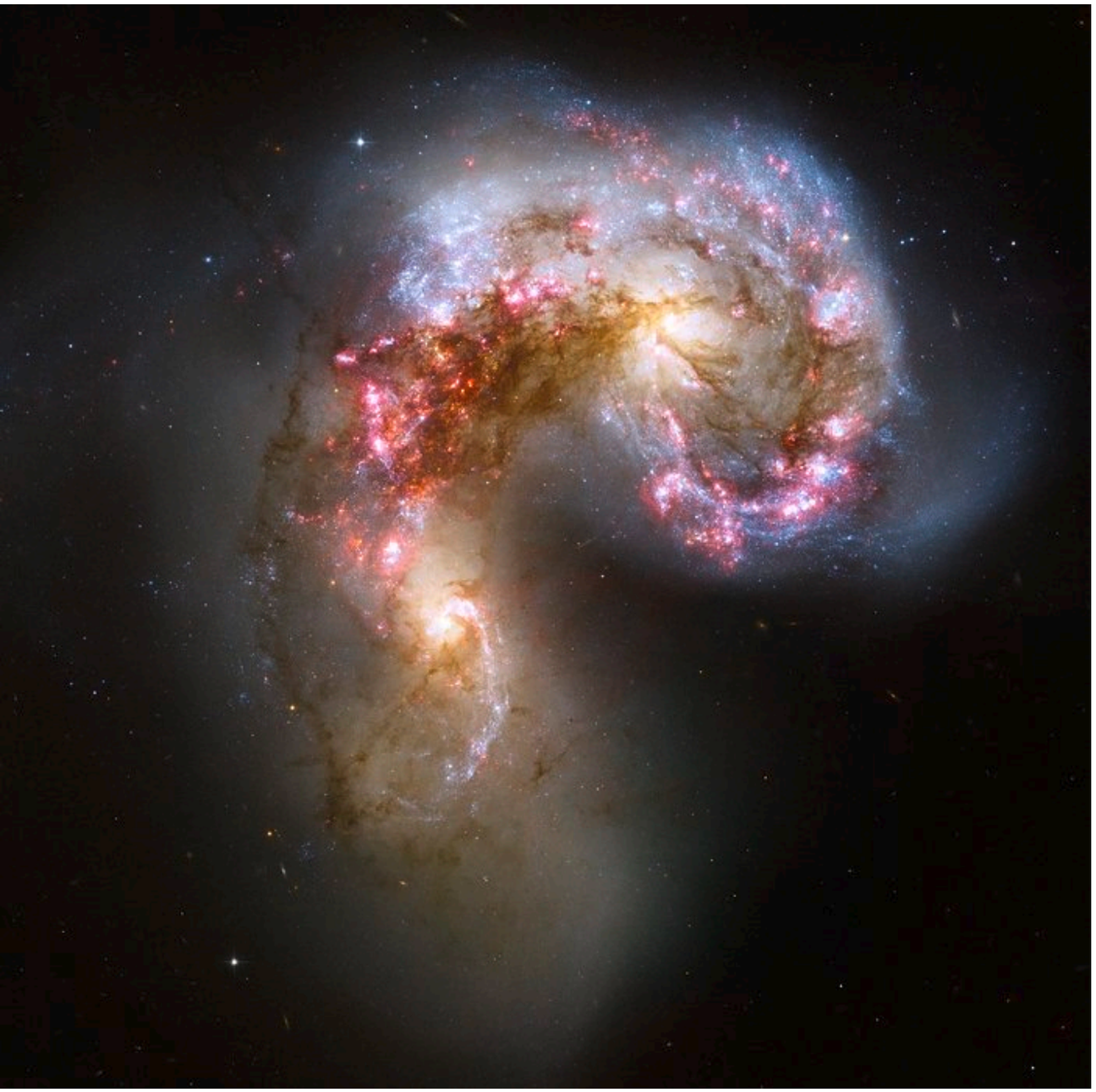



csillag
1
Lézeres „műcsillag”
fény
90 km
Földi légkör
Tácső
2
3
lézer
Deformálható tükör
Feldolgozó eszköz





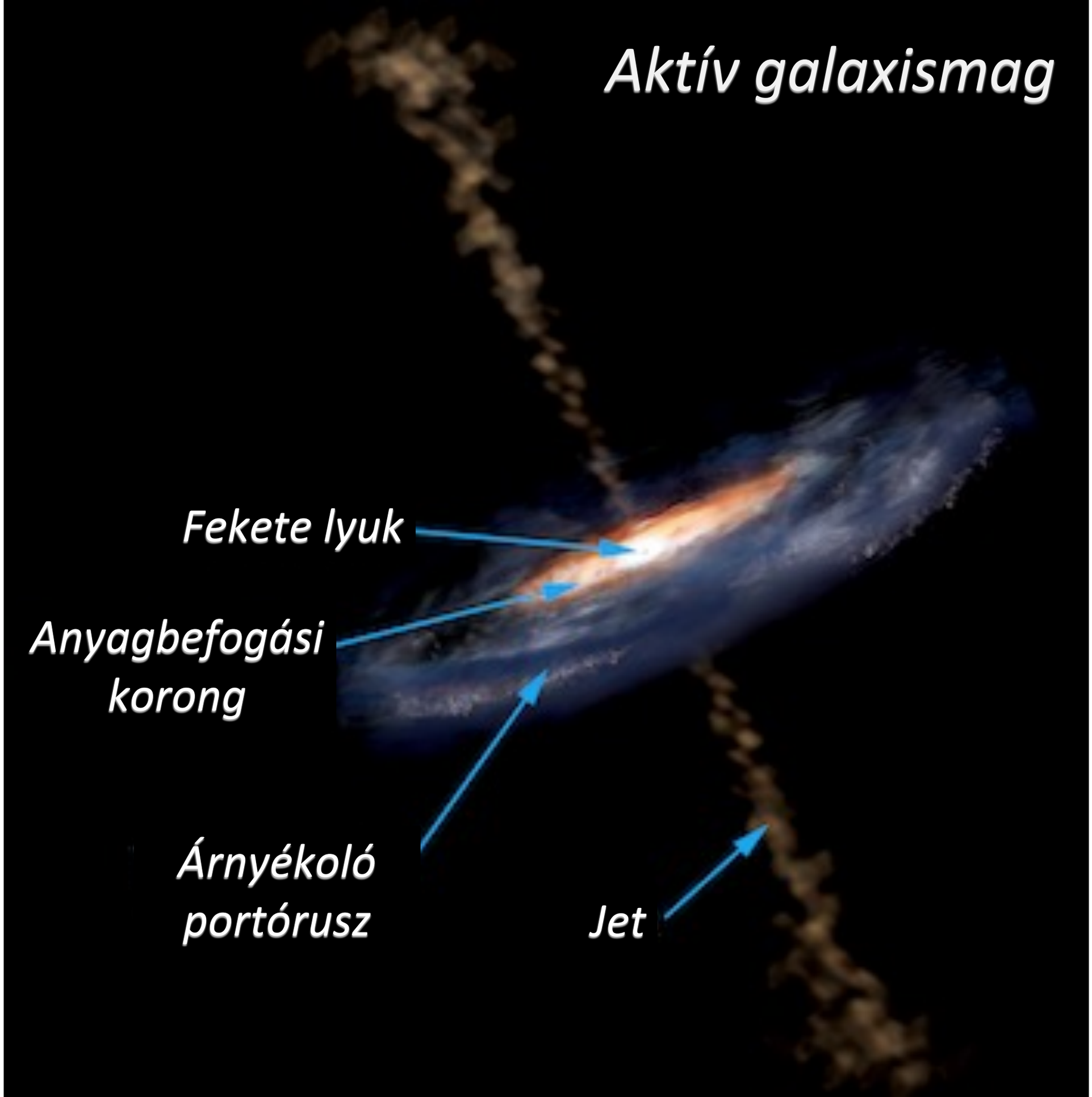
Antenna galaxisok– 45 millió fényév távolságra



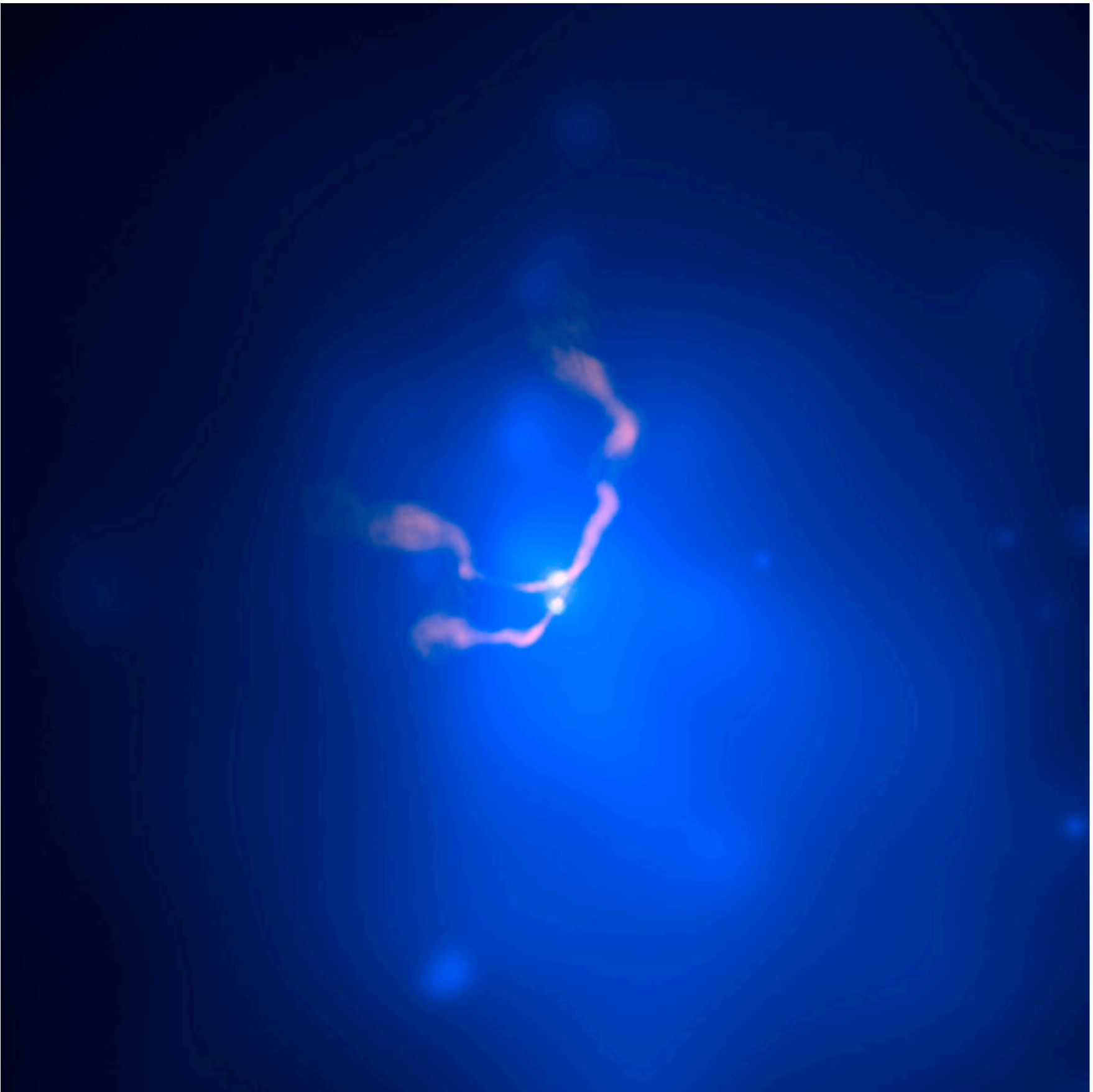
Hubble Űrtávcső

Földi felvétel

https://www.youtube.com/watch?v=C0XNyTp5brM


Aktív galaxismag
Fekete lyuk
Anyagbefogási korong
Árnyékoló portórusz
Jet

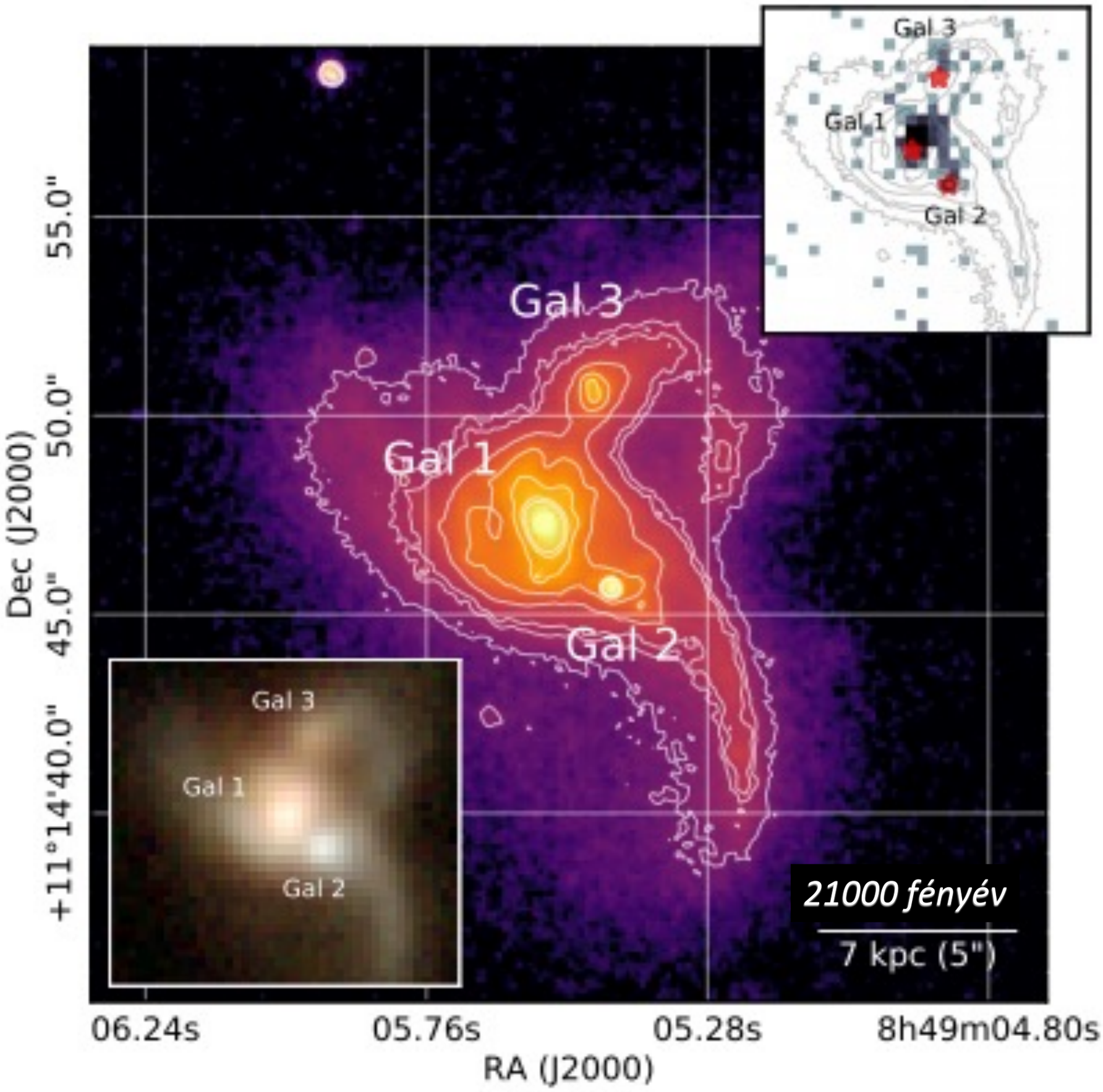
3C 75 – 300 millió fényév távolságra



Rádió, röntgen

Két fekete lyuk távolsága: 25 000 fényév

J0849+1114 - 1 milliárd fényév távolságra

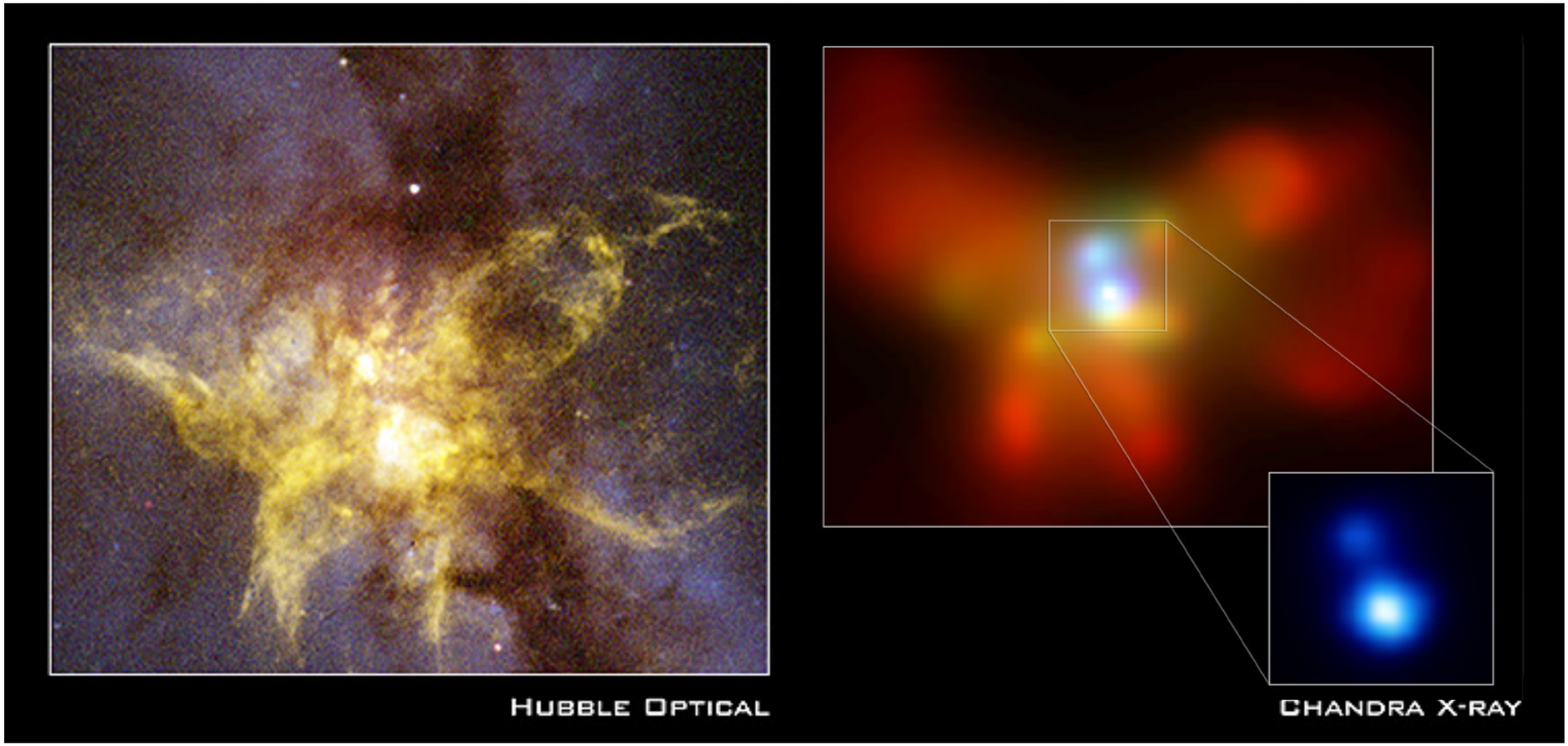


Röntgen

Optikai

NGC 6240 – 400 millió fényév távolságra

Két szupernagy tömegű fekete lyuk 3000 fényévre egymástól

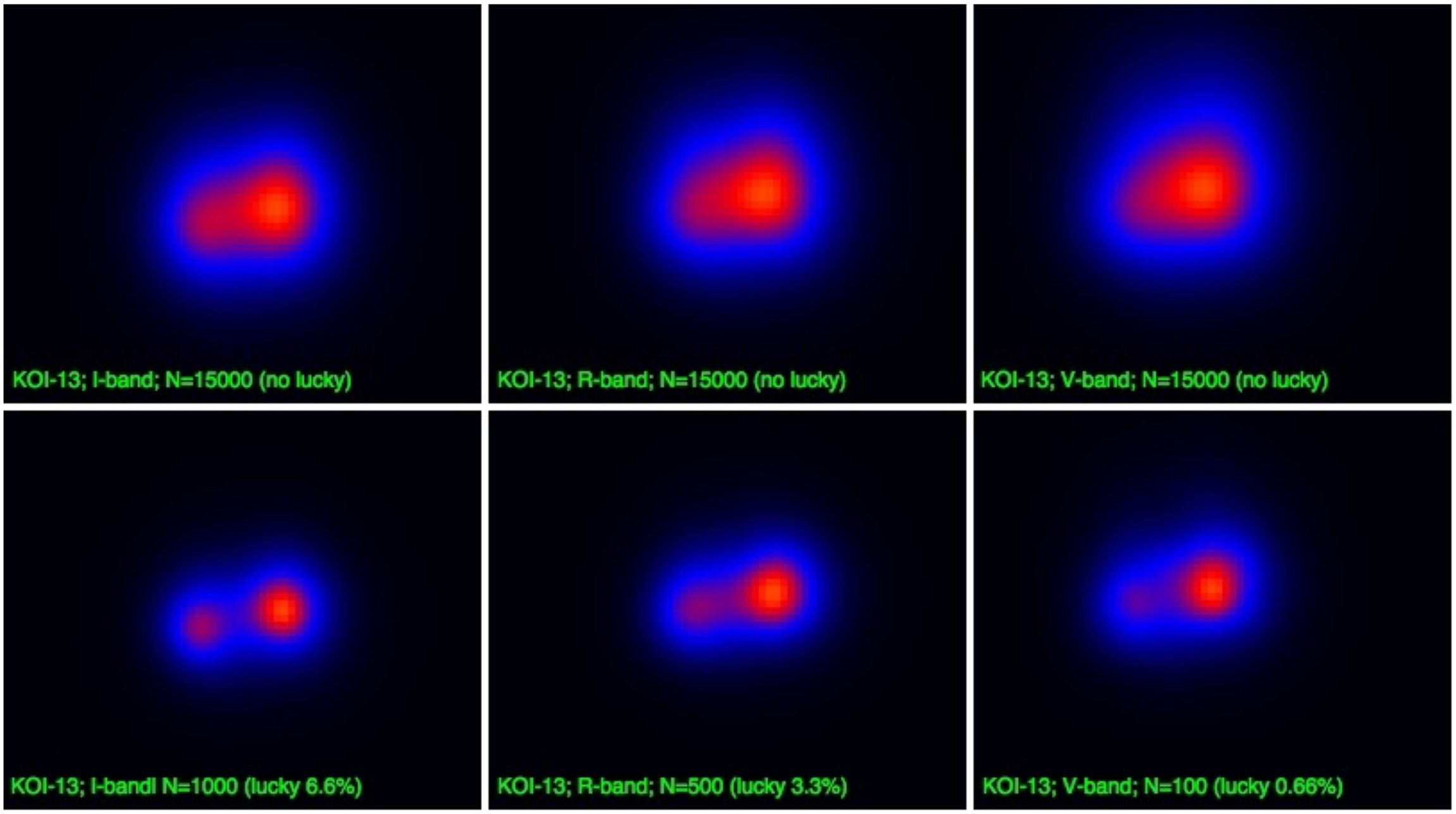


Felbontóképesség

$$\theta \sim \frac{\lambda}{D}$$

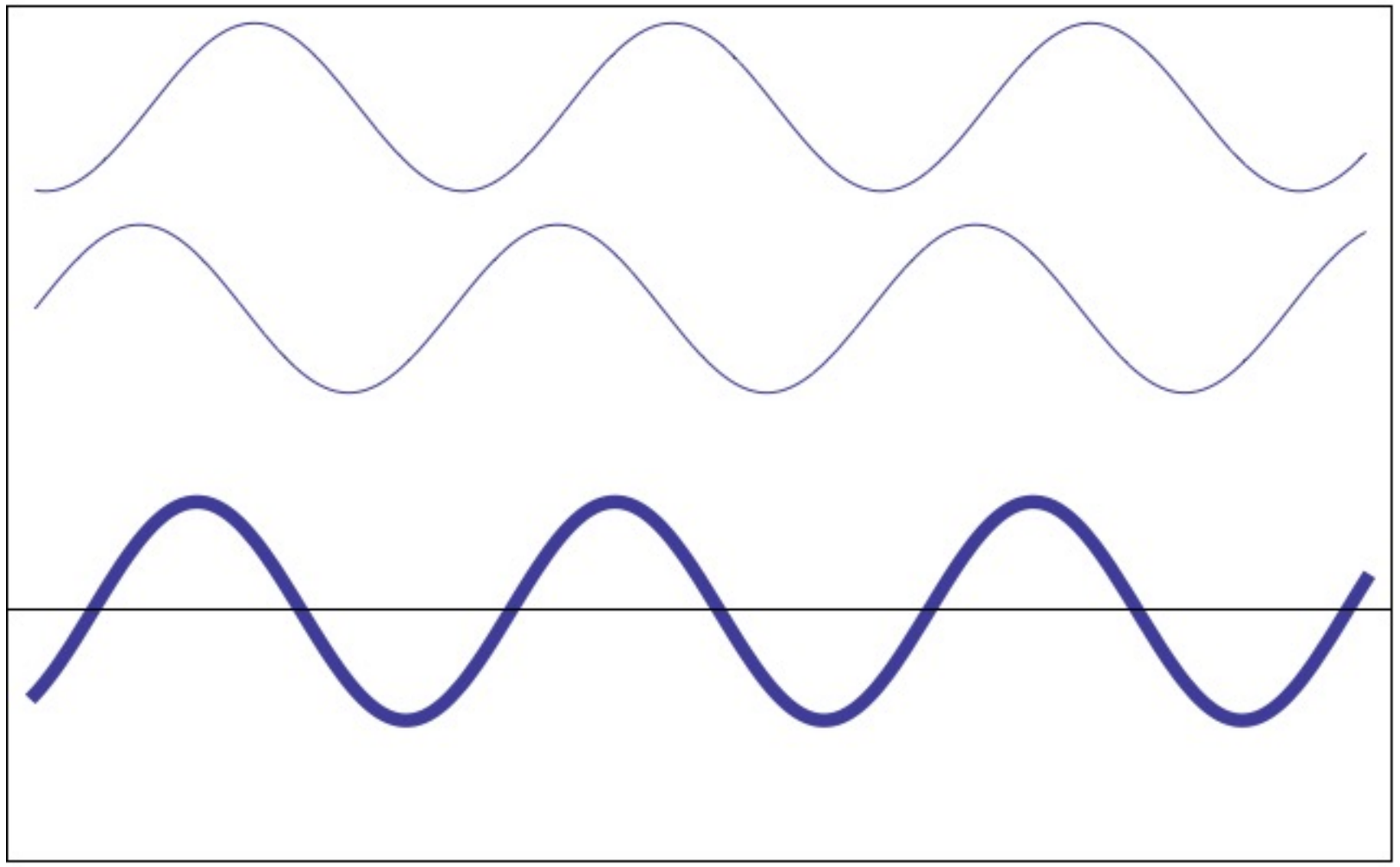
hullámhossz

átmérő



Interferometria

$$Szögfelbontás \sim \frac{hullámhossz}{bázisvonalhossz}$$



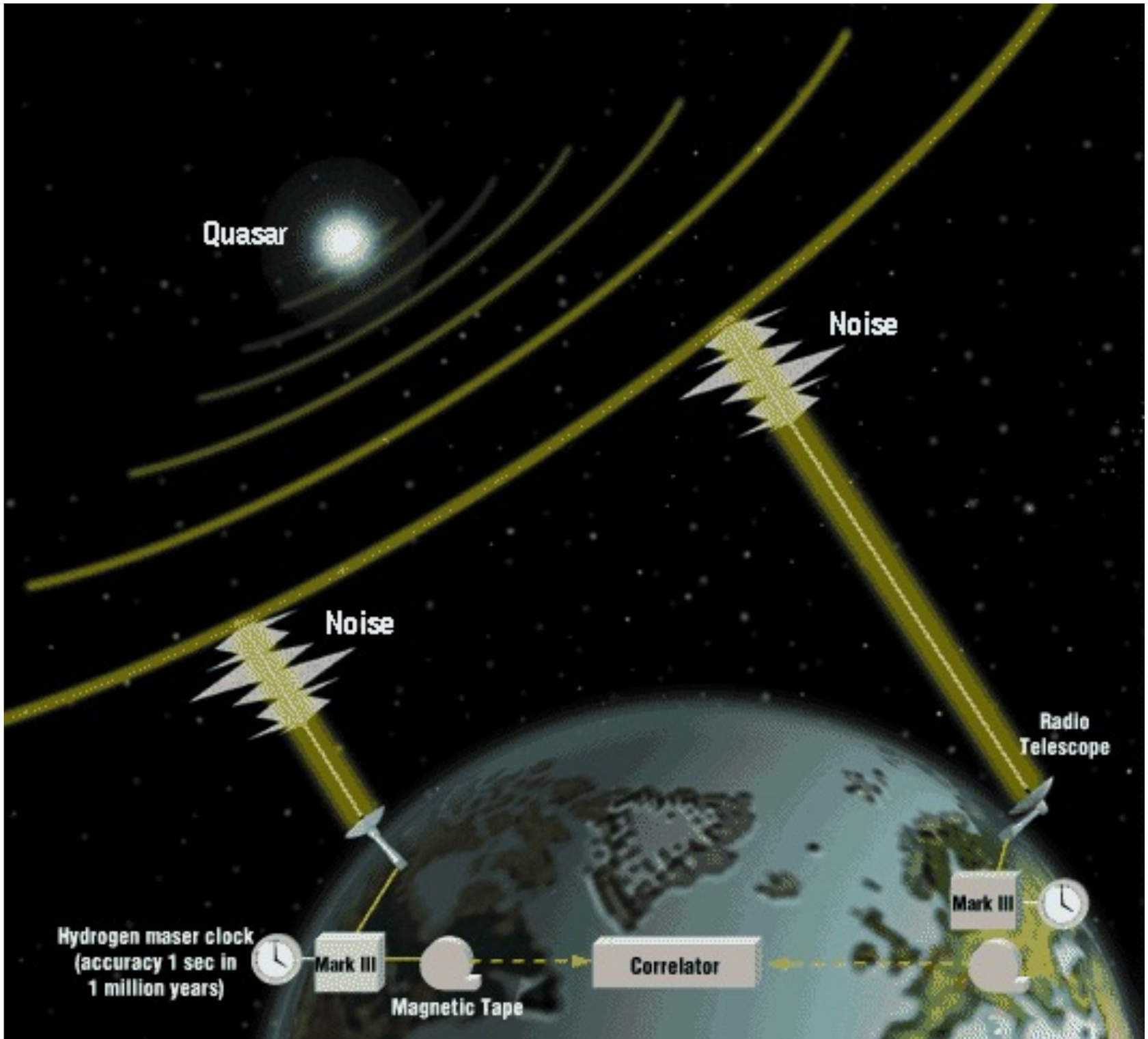
Nagyon hosszú bázisvonalú interferometria

Very Long Baseline Interferometry

$$\theta \sim \frac{\lambda}{b}$$

Hosszabb bázisvonal (b) ⇒ finomabb szögfelbontás

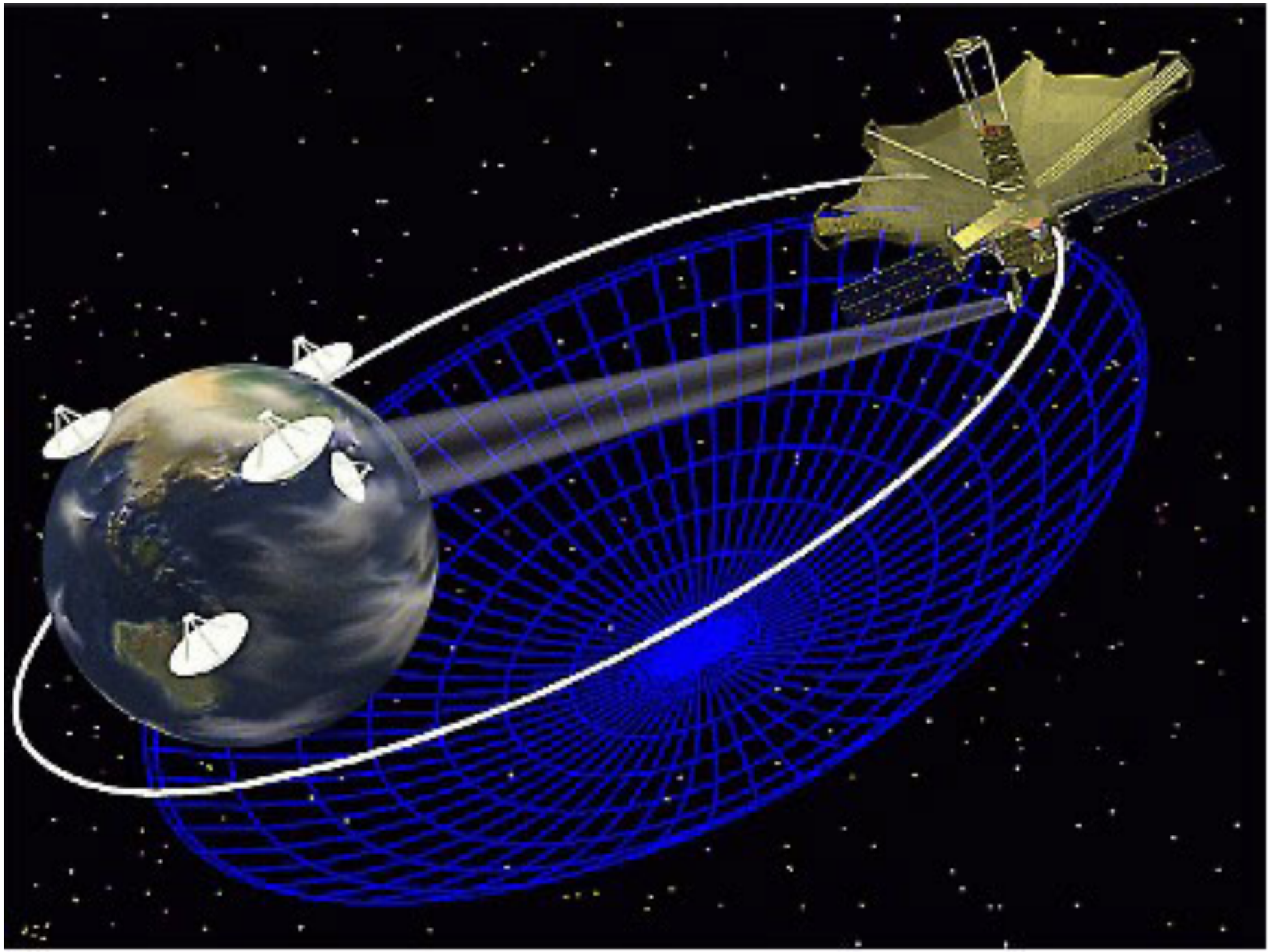
Rövidebb hullámhossz (λ) ⇒ finomabb szögfelbontás



Űr-VLBI – HALCA - はるか

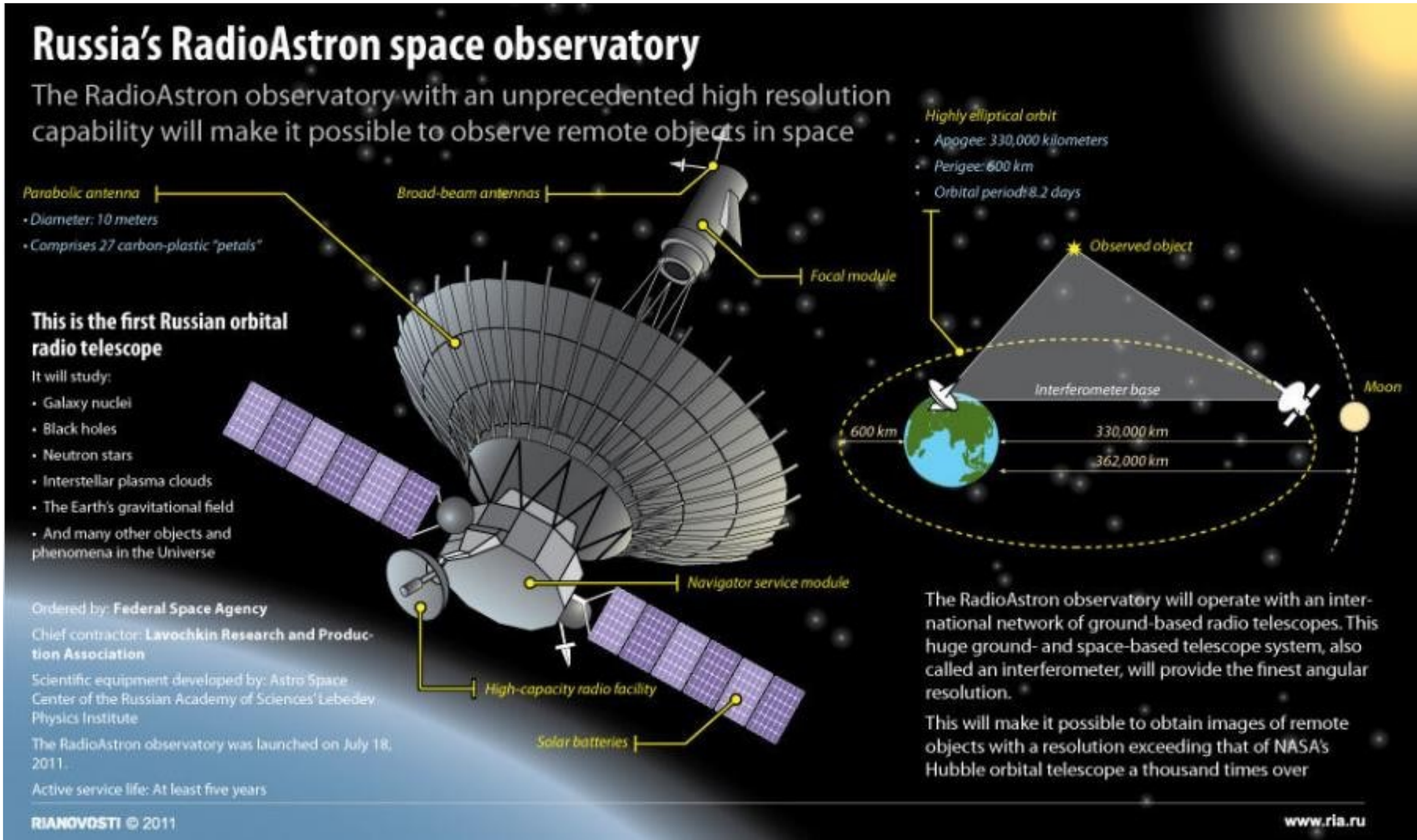
1997-2005

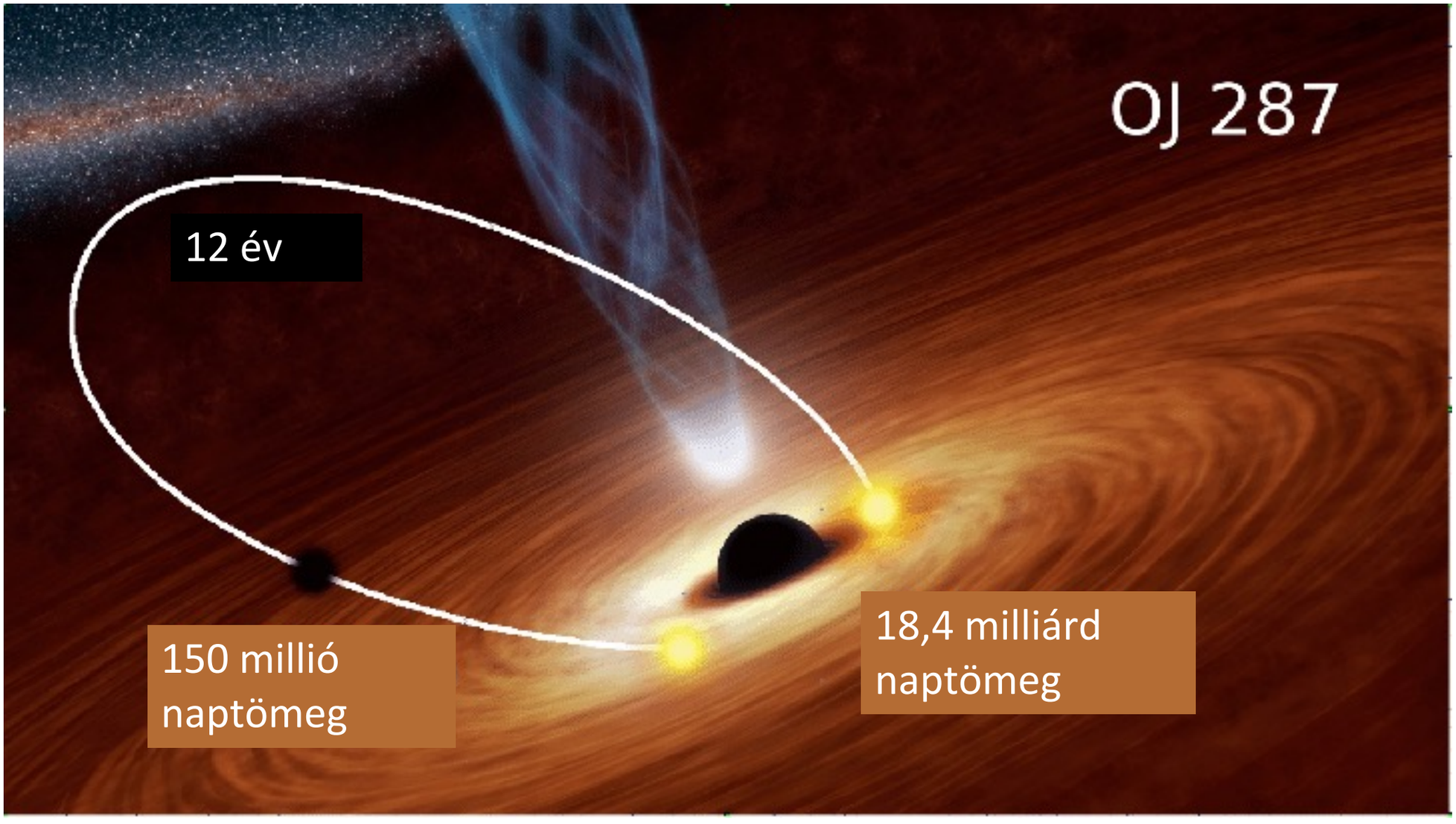
Földtávolpont: 21400 km

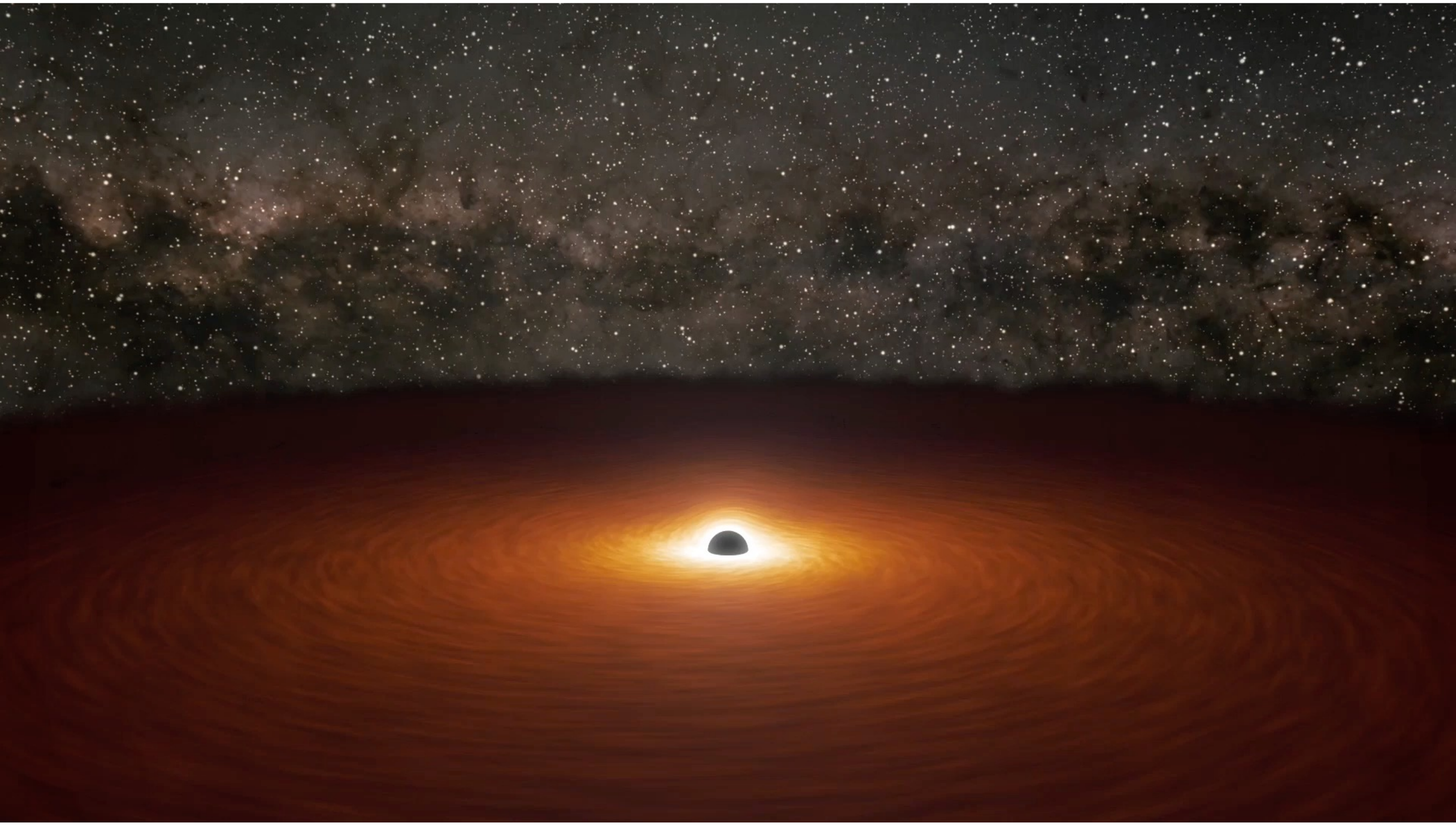


Űr-VLBI - RadioAstron

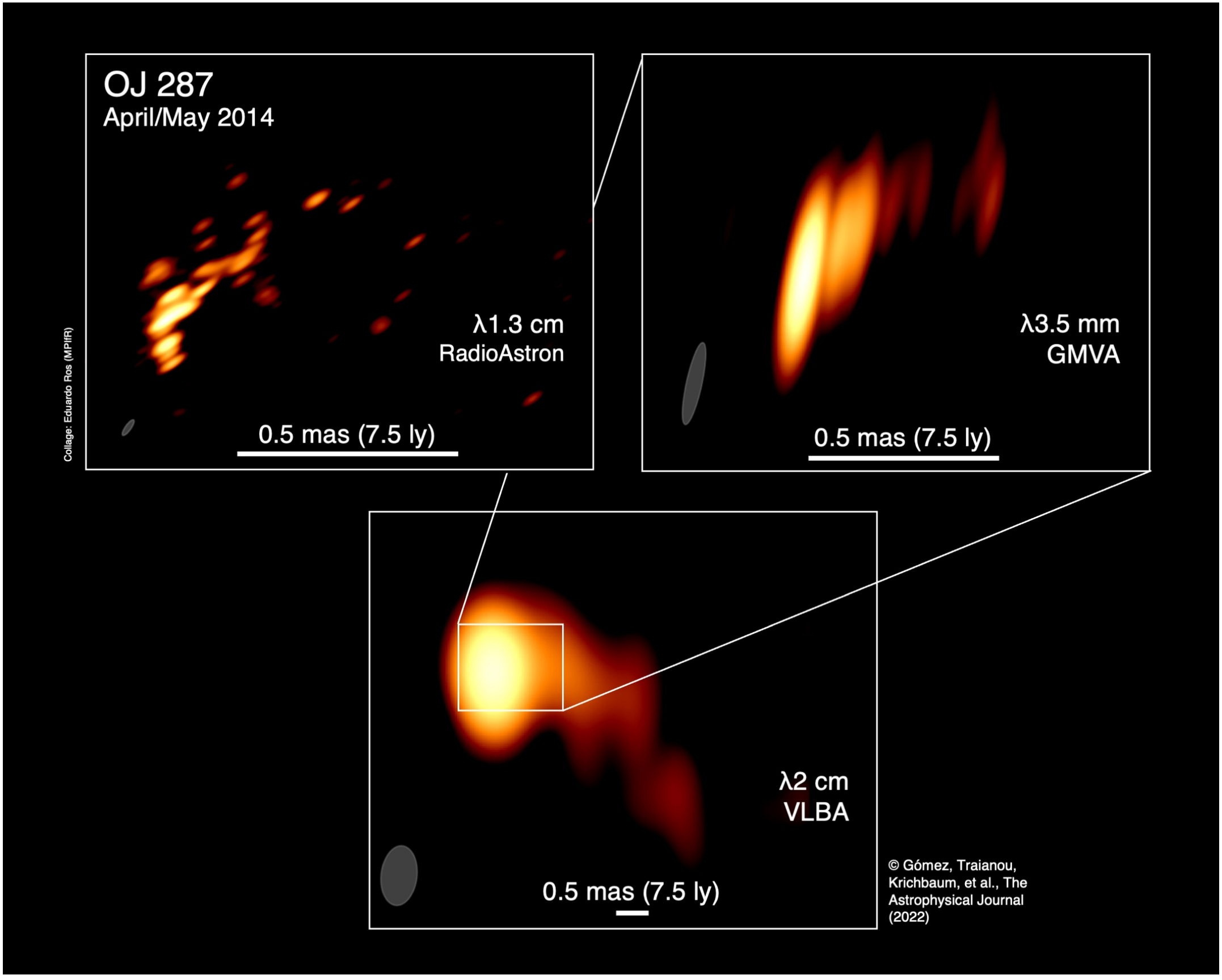
2011-2019

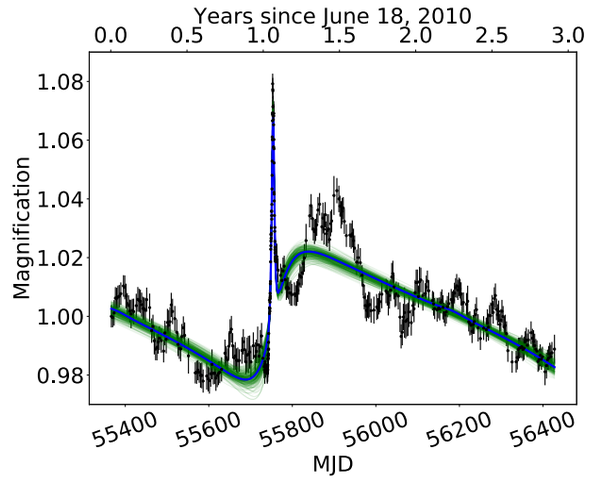



OJ 287
12 év
150 millió naptömeg
18,4 milliárd naptömeg



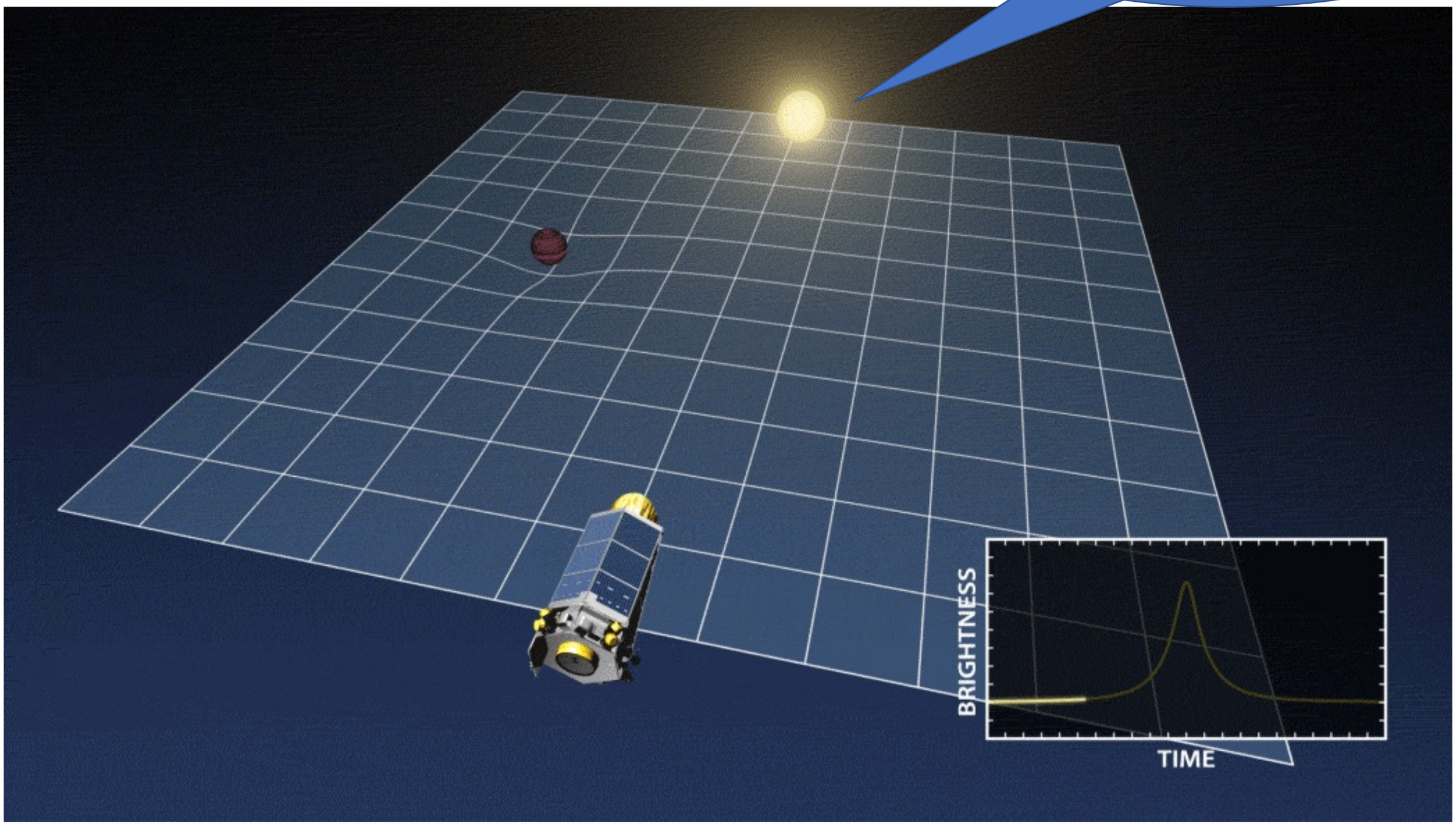

20
EURO
CENT


OJ 287
April/May 2014
λ1.3 cm
RadioAstron
0.5 mas (7.5 ly)
λ3.5 mm
GMVA
0.5 mas (7.5 ly)
λ2 cm
VLBA
0.5 mas (7.5 ly)
Collage: Eduardo Ros (MPIfR)
© Gómez, Traianou, Krichbaum, et al., The Astrophysical Journal (2022)



Gravitációs lencsézés

Aktív galaxismag

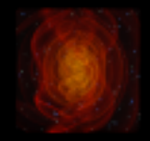


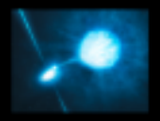
The Gravitational Wave Spectrum

Sources

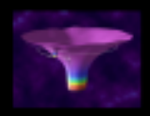
Big Bang

Supermassive Black Hole Binary Merger





Compact Binary Inspiral & Merger



Extreme Mass-Ratio Inspirals

Pulsars, Supernovae

age of the universe

Wave Period

years

hours

seconds

milliseconds

10^{-16} 10^{-14} 10^{-12} 10^{-10} 10^{-8} 10^{-6} 10^{-4} 10^{-2} 1 10^{2}

Wave Frequency

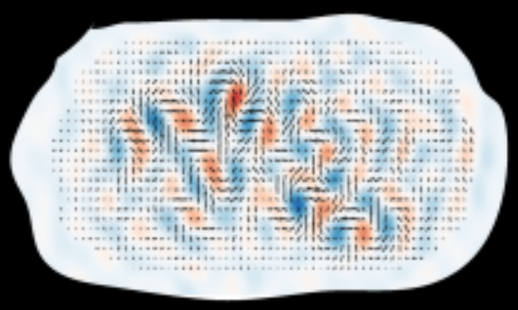
CMB Polarization

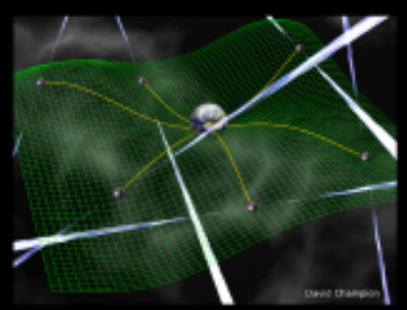
Radio Pulsar Timing Arrays

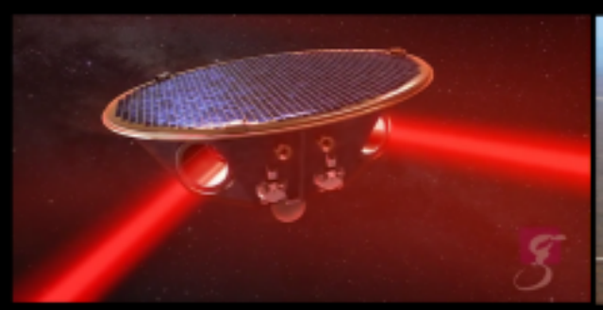
Space-based interferometers

Terrestrial interferometers

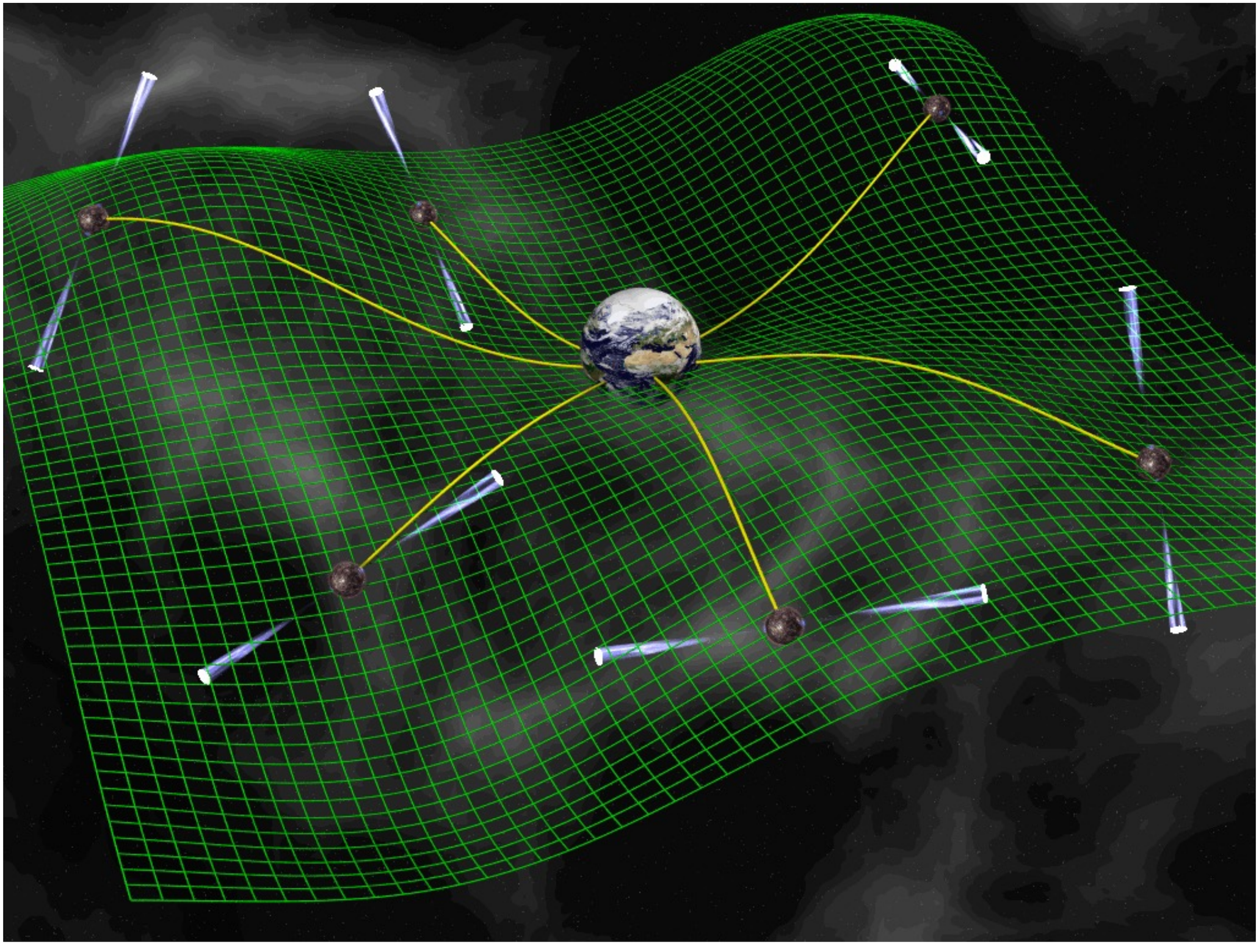
Detectors







Pulsar Timing Array



e-LISA

Lézer interferometer 2,5 millió km karhosszúsággal