



Žemės atmosferos įtaka

- Žemės atmosfera praleidžia regimąją šviesą, radijo bangas ir dalį infraraudonųjų spindulių.
- Atmosfera sugeria iš kosmoso sklindančius gama, rentgeno ir ultravioletinius spindulius.

2

Galileo Galilėjus

Pirmasis astronomas, panaudojęs teleskopą astronominiams stebėjimams.

1609 m.

Galilėjaus teleskopas (refraktorius).
Objektyvo lęšis apie 3 cm.

Nuo XVII a. pradžios teleskopas tapo pagrindiniu astronomų instrumentu.

3

Galileo Galilėjus

Galilėjaus teleskopinių stebėjimų užrašai

4

Izaokas Niutonas

1668 m. Niutonas sukonstravo pirmąjį veidrodinį teleskopą – reflektorių.



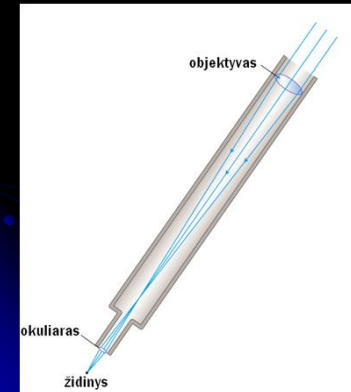
Veidrodis: specialus alavo ir vario lydinys, vadinamas "speculum".



5

Lęšiniai teleskopai - refraktoriai

Objektyvas – lęšis

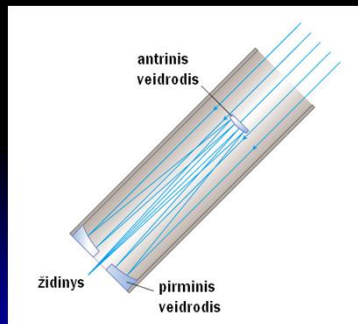


Yerkes (JAV) 1 m refraktorius

6

Veidrodiniai teleskopai - reflektoriai

Objektyvas – veidrodis (reflektorius)
Didieji teleskopai - reflektoriai



7

Teleskopo naudingumas

Teleskopas praplečia mūsų akies (spindulluotės imtuvų) galimybes dvejopai:

- 1) Galime pamatyti (užregistruoti) blyškesnius (silpnesnius) objektus, nei matomi plika akimi (teleskopo **skvarba**).
- 2) Galime išskirti (pamatyti, užregistruoti) smulkesnes objekto detales (teleskopo **skvra**).

Šios galimybės tuo didesnės, kuo didesnis teleskopo objektyvas (veidrodis).

8

Teleskopo skvarba

Skvarba tiesiai proporcinga objektyvo (veidrodžio)

plotui: $S = \pi (D/2)^2$; čia D - objektyvo skersmuo.

Kuo didesnis objektyvo plotas, tuo blyškesnius objektus matysime.

Pvz.: Akies $D_a = 0,006$ m, teleskopo $D_t = 0,6$ m

$(D_t / D_a)^2 = 10\,000$. Taigi, pro tokį teleskopą matysime 10000 kartų blyškesnius objektus, nei plika akimi.

Teleskopų skvarbos įvertinimas ryškiais

$$\Delta m = 5 \lg \frac{D_2}{D_1}$$

9

Teleskopo skyra

Skyra nusakoma mažiausiu kampu, kuriuo atitolusius du taškus ar plonas linijas dar galima išskirti:

$$\theta[\text{rad}] = 1,2 \lambda / D.$$

Čia D - objektyvo skersmuo, λ - bangos ilgis, kuriame stebime.

Tarkime, kad regimosios šviesos vidutinis bangos ilgis, $\lambda = 550$ nm. θ [kampinės sekundės], D [cm].

Tuomet skyra $\theta["] = 14 / D$.

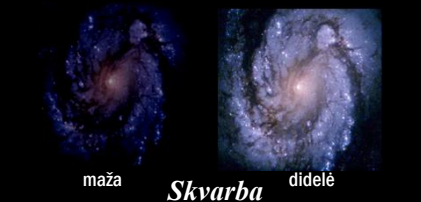
Pvz.: teleskopo $D_t = 63$ cm, $\theta = 0",2$.

Palyg.: Akies $\theta = 120"$.

Pro teleskopą matysime daugiau smulkių detalių planetos paviršiuje ar atskirsime arčiau viena kitos esančias žvaigždes.

10

Teleskopo parametrai



11

Iššūkis

Daugiau šviesos \Rightarrow Didesnis teleskopo veidrodis \Rightarrow
Masyvesnė teleskopo konstrukcija \Rightarrow Didesni kaštai

5 m Mt. Palomar reflektorius,
1948, JAV



12

Iššūkis

Daugiau šviesos ⇒ Didesnis teleskopo veidrodis ⇒
Masyvesnė teleskopo konstrukcija ⇒ **Didesni kaštai**

Sprendimai:

- Didelis vientisas plonas veidrodis, paremtas ant aktyvių valdomų atramų.
- Didelis segmentinis veidrodis, sudarytas iš santykinai mažų segmentų, kurie paremti ant aktyvių valdomų atramų.
- Teleskopas (ir spinduliuotės imtuvas) valdomas kompiuteriu.

Pvz.:

Mūsų 165 cm teleskopo pagrindinio veidrodžio storis 22 cm
8m VLT (ESO) pagrindinio veidrodžio storis 18 cm.

13

Didžiausieji reflektoriai

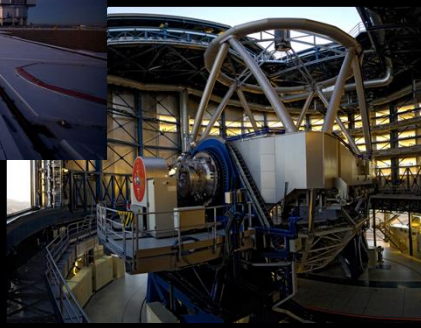
| Apertūra m | Pavadinimas | Vieta | Aukštis m |
|---------------|---------------------------------|---------------------|--------------|
| 10,4 | Gran Telescopio Canarias (GTC) | La Palma, Kanarų s. | 2400 |
| 10,0 | Keck I, Keck II | Mauna Kea, Havajai | 4123 |
| 10 | SALT | South African AO | 1759 |
| 9,2 | Hobby-Eberly Telescope (HET) | Mt. Fowlkes, Texas | 2072 |
| 8,4×2 | Large Binocular Telescope (LBT) | Mt. Graham, Arizona | 3170 |
| 8,3 | Subaru | Mauna Kea, Havajai | 4100 |
| 8,2 | VLT1, VLT2, VLT3, VLT4 | Cerro Paranal, Čilė | 2635 |
| 8,1 | Gemini North | Mauna Kea, Havajai | 4100 |
| 8,1 | Gemini South | Cerro Pachon, Čilė | 2737 |

14

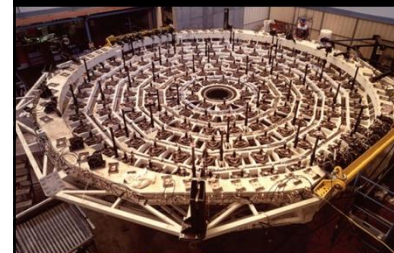
Very Large Telescope (VLT)



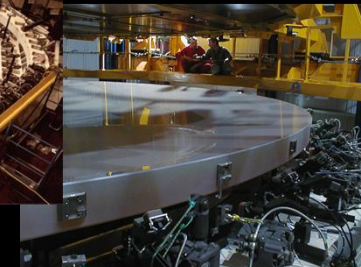
Keturi 8m reflektoriai
ESO, Mt. Paranal, Čilė



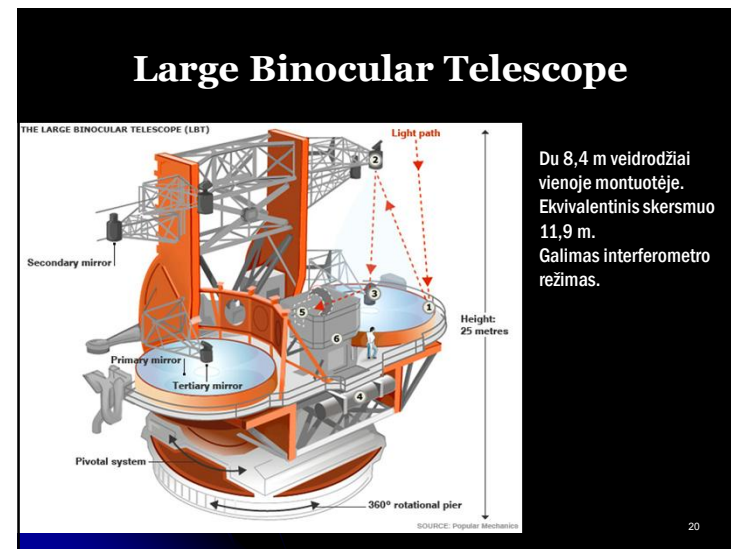
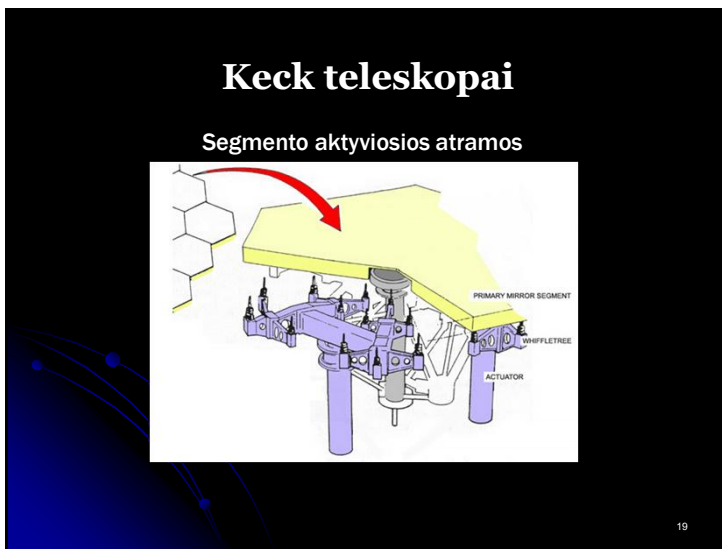
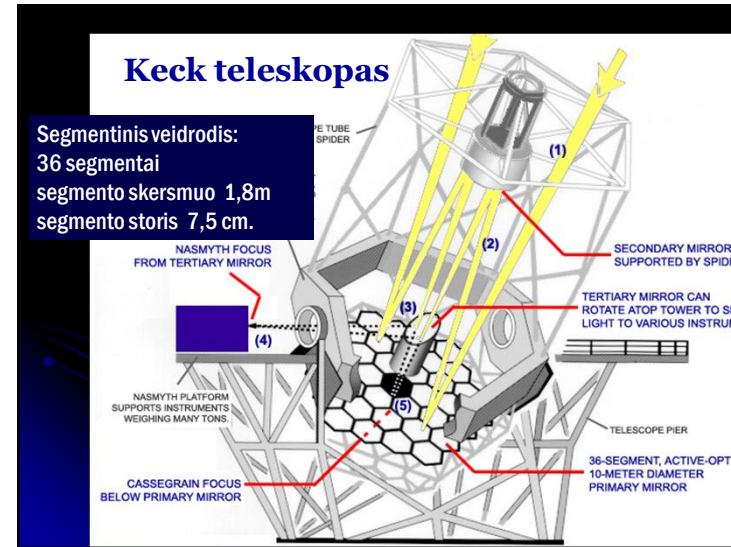
Very Large Telescope (VLT)



8m veidrodžio atramos



16



Large Binocular Telescope



21

Astrofotografija

Astronominė fotografija atsirado XIX a. viduryje.

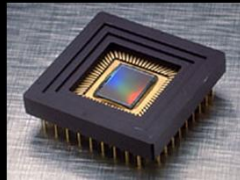
Plačiai taikoma iki XX a. antros pusės.

Vėliau atsirado elektroniniai jutikliai, susietųjų krūvių įtaisai (*Charge Coupled Device* – CCD).

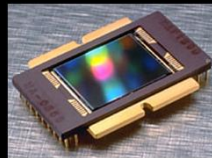


22

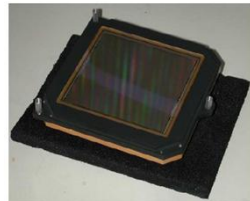
CCD pavyzdžiai



CCD203-82
Back Illuminated
4096 x 4096 Pixel Scientific CCD Sensor



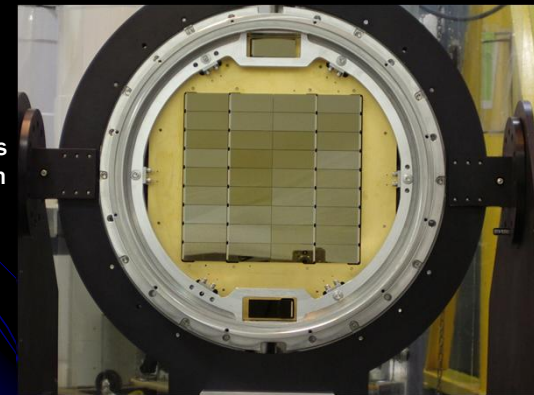
CCD595
9216 x 9216 Pixel Image Area
Full Frame CCD Image Sensor



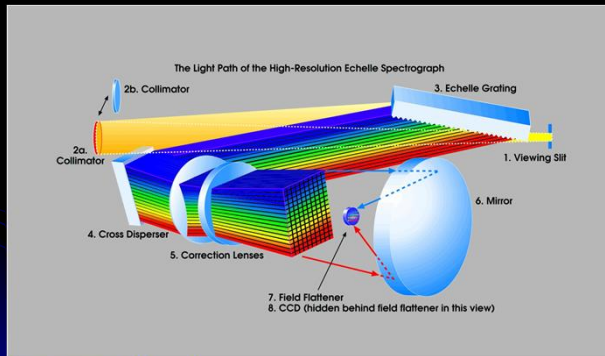
MMT MegaCam

340 Megapikselių CCD kamera. Mozaika sudaryta iš 36 CCD,
2048x4608 pikselių. Vieno pikselio matmenys 13,5×13,5 μm.

Mozaikos
matmenys
25×25 cm



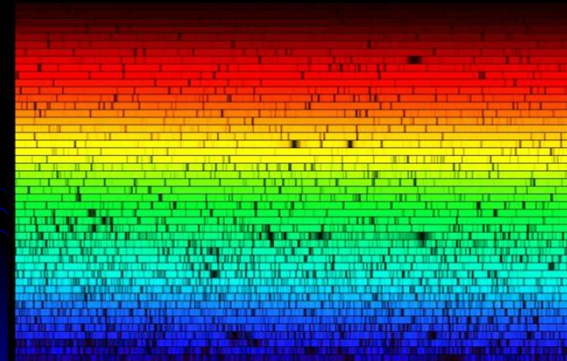
Ešėlė spektrografai



29

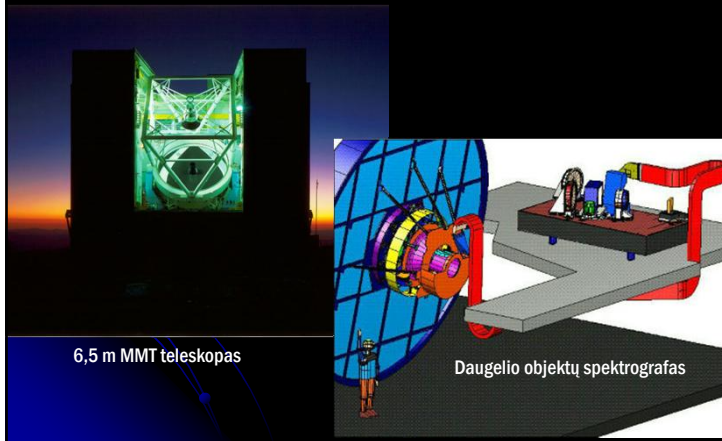
Ešėlė spektras

Arktūras, α Boo ($V = -0,1$; $M_v = -0,3$; K0 III; $T = 4300$ K;)

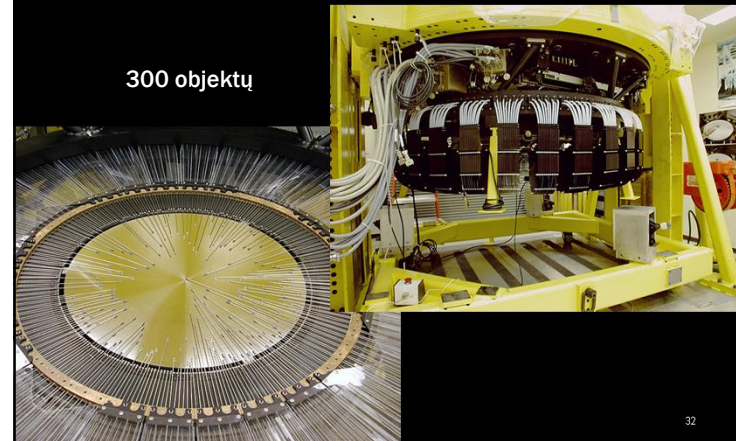


30

Daugelio objektų spektrografas

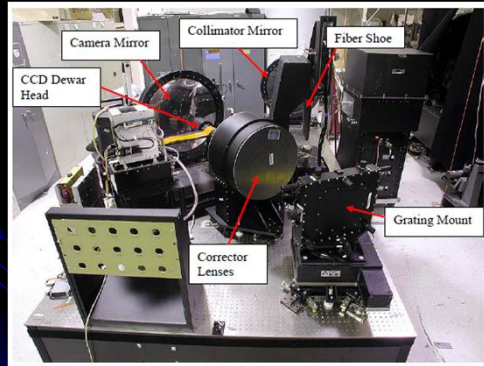


Daugelio objektų spektrografas



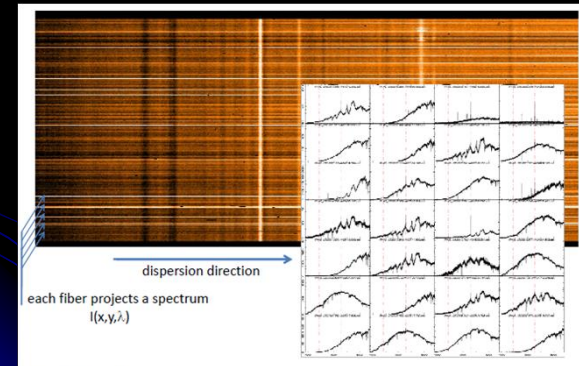
32

Daugelio objektų spektrografas



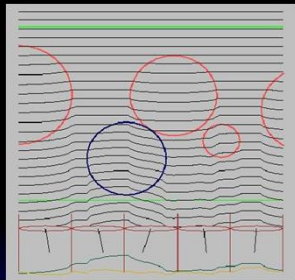
33

Daugelio objektų spektrografas



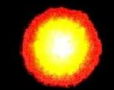
34

Adaptyvioji optika

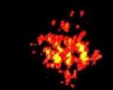


Dėl atmosferos turbulencijos žvaigždės atvaizdas, matomas pro teleskopą, mirga ir šokinėja. Būdinga kitimo trukmė - milisekundės

Lick Observatory, 1 m telescope



Ilgą ekspoziciją



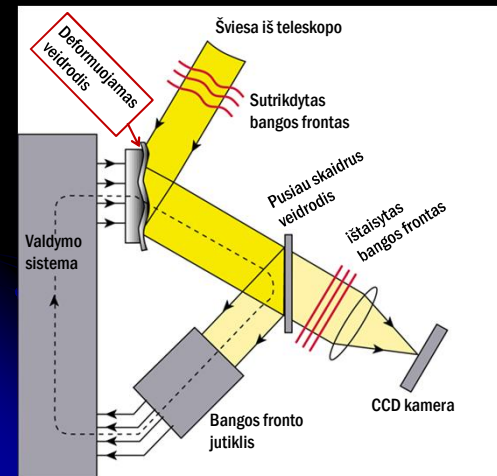
Trumpą ekspoziciją



Teorinis atvaizdas

35

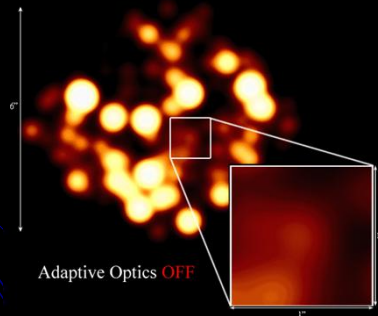
Adaptyvioji optika



36

Adaptyvioji optika

The Galactic Center at 2.2 microns



37

Visatos greitėjantis plėtimasis

2011 m. Nobelio premija fizikos srityje už Visatos greitėjančio plėtimosi atradimą panaudojant tolimųjų supernovų stebėjimus. Paskirta:

Saul Perlmutter (Lawrence Berkeley National Laboratory, USA)

Brian P. Schmidt (Australian National University, Australia)

Adam G. Riess (Johns Hopkins University Space Telescope Science Institute, USA)

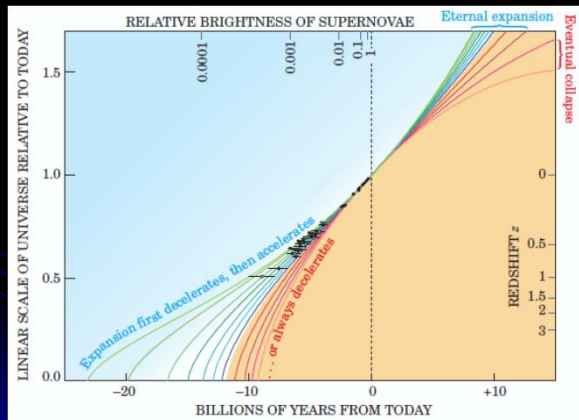
Stebėjimų medžiaga:

Optiniai teleskopai (Keck, ESO, Cerro Tololo ir kt.)

Hubble kosminis teleskopas

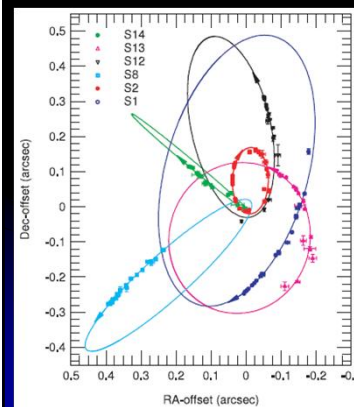
38

Greitėjantis Visatos plėtimasis



39

Juodoji skylė Galaktikos centre



Žvaigždžių orbitų matavimai Galaktikos

centro aplinkoje. (ESO VLT stebėjimai).

Žvaigždės S2 orbita:

$\alpha=0,12$ arcsec, $e=0,876$, $P=15$ metų;

$\Pi=120$ av.

Atstumas iki Galaktikos centro ~ 8 kpc.

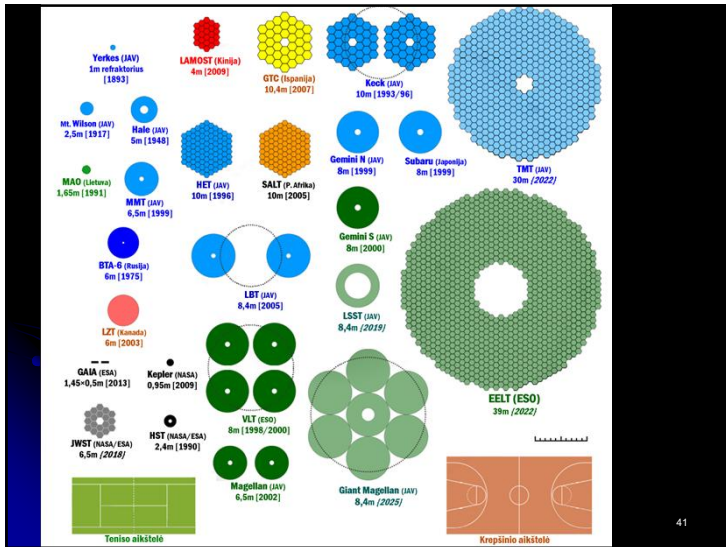
Galaktikos centre (Sgr A*)

supermasyvi juodoji skylė,

masė $\sim 4 \times 10^6$ Saulės masių.

$R_S=0,08$ av.

40



EELT

European Extremely Large Telescope

Segmentinis veidrodis, skersmuo 39m, Plotas 978 m². Veidrodis iš ~800 segmentų, segmento skersmuo 1,4m, storis 5cm Planas 2022 m.

42

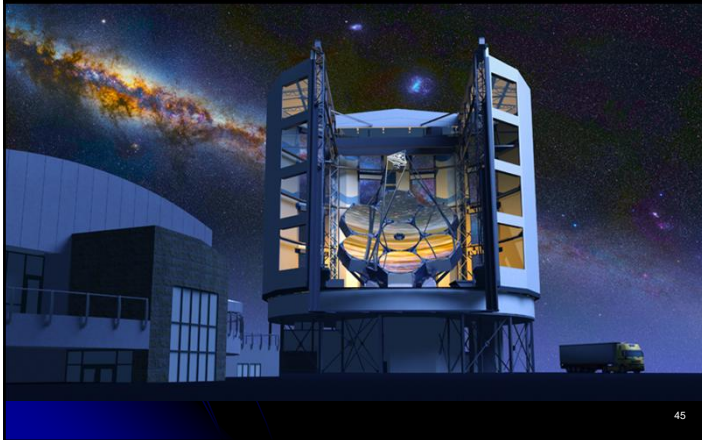
EELT

43

EELT

44

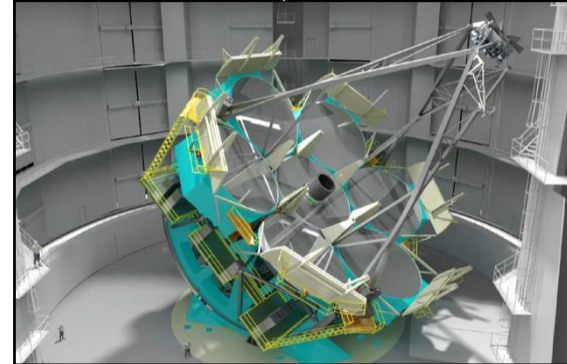
Giant Magellan Telescope (GMT)



45

GMT

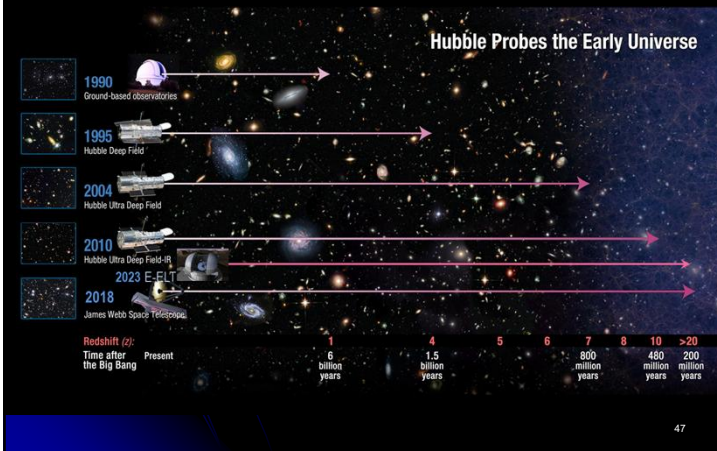
JAV, Australija, Pietų Korėja
Pirminis veidrodis iš 7-ių 8,4m veidrodžių. Plotas 368 m².
Ekvivalentinis skersmuo 24,5 m



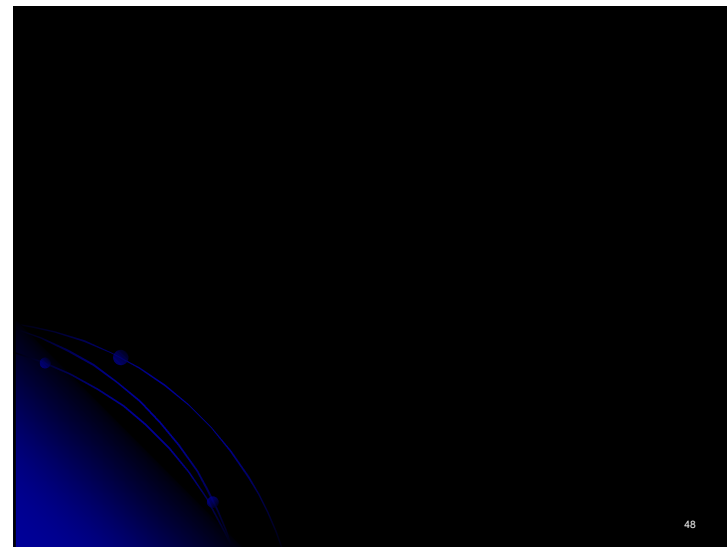
Planas 2024m.
Jau gaminamas.
Las Campanas,
Čilė

46

EELT palyginimas



47



48