

The background features a dark blue gradient with a field of small white stars. Overlaid on this are several white technical diagrams. On the left, a large circular scale with tick marks and numbers from 140 to 260 is visible. To its right and below are several circular diagrams with dashed lines and arrows, representing optical paths or celestial mechanics. The overall aesthetic is scientific and technical.

# ASTRONOMICKÉ PŘÍSTROJE

DALEKOHLEDY – REFRAKTORY A REFLEKTORY,  
UŽITEČNÁ ZVĚTŠENÍ, OPTICKÉ VADY,  
MONTÁŽE,  
CCD KAMERY,  
SPEKTROSKOPIE

# DALEKOHLEDY

- proč nezkoumáme vesmír jen pouhýma očima?
  - dalekohledy soustředí záření z větší plochy
  - umožní lepší úhlové rozlišení
  - nejen světlo
  - dávají možnost detektorem získat trvalý záznam
- dnes je přesnější mluvit o „pozorovacích systémech“, které jsou složeny z několika částí:
  - *dalekohled* (reflektor, refraktor, katadioptrický d.)
  - *měřicí zařízení* (fotoaparát, kamera, spektrograf ...)
  - *detektor* (oko, fot. emulze, fotonásobič, CCD)

# DALEKOHLEDY

- dalekohled se skládá z hlavního optického prvku – tzv. *objektivu*, který vytváří obraz v *ohniskové rovině (ohnisková vzdálenost)*
- obraz si lze (mimo jiné) prohlížet jiným optickým prvkem – *okulárem* (lupa)
- obecně pak jde vždy o:
  - zobrazování
  - fotometrie – měření vlastností záření

# DALEKOHLED

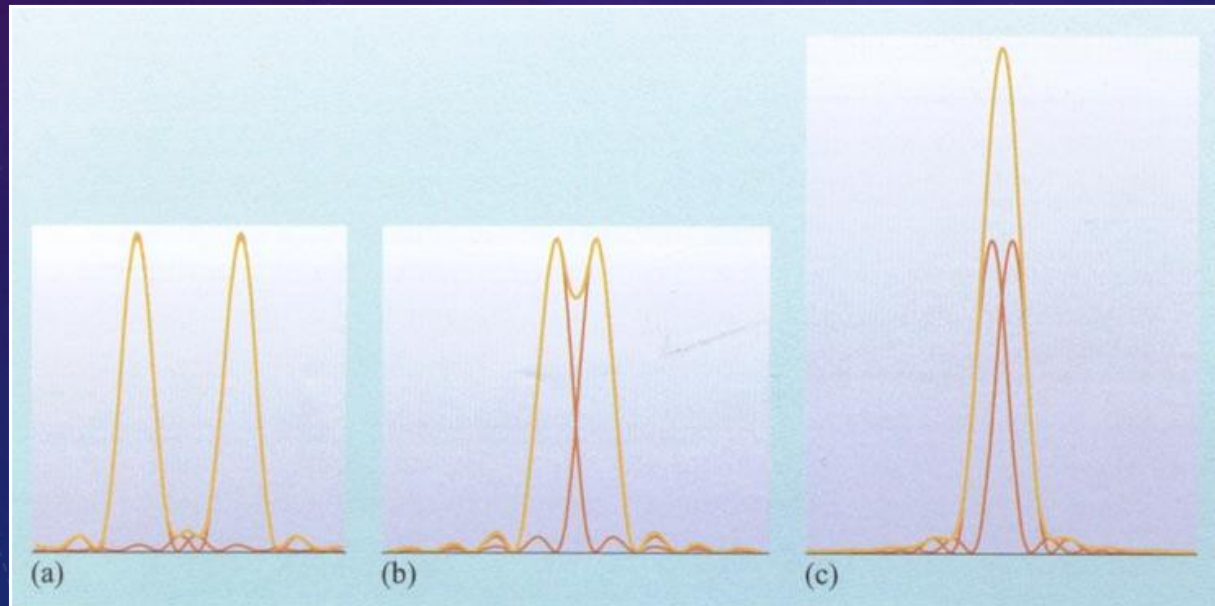
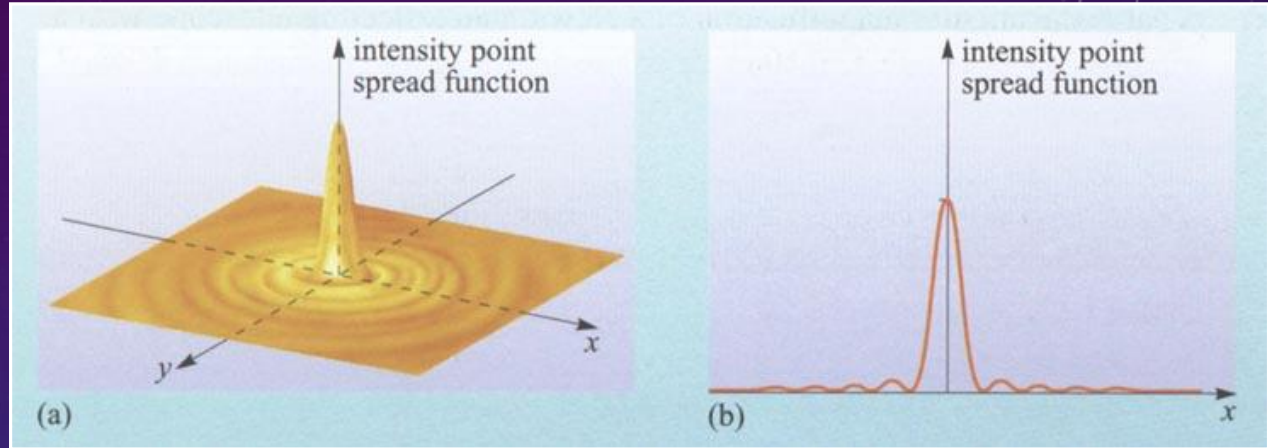
- charakteristiky
  - průměr hlavního objektivu (vstupní pupily)  $D$
  - ohnisková vzdálenost  $f$
  - světelnost =  $f/D$
  - zvětšení  $f_{obj}/f_{okul}$
  - velikost zorného pole

# DALEKOHLEDY

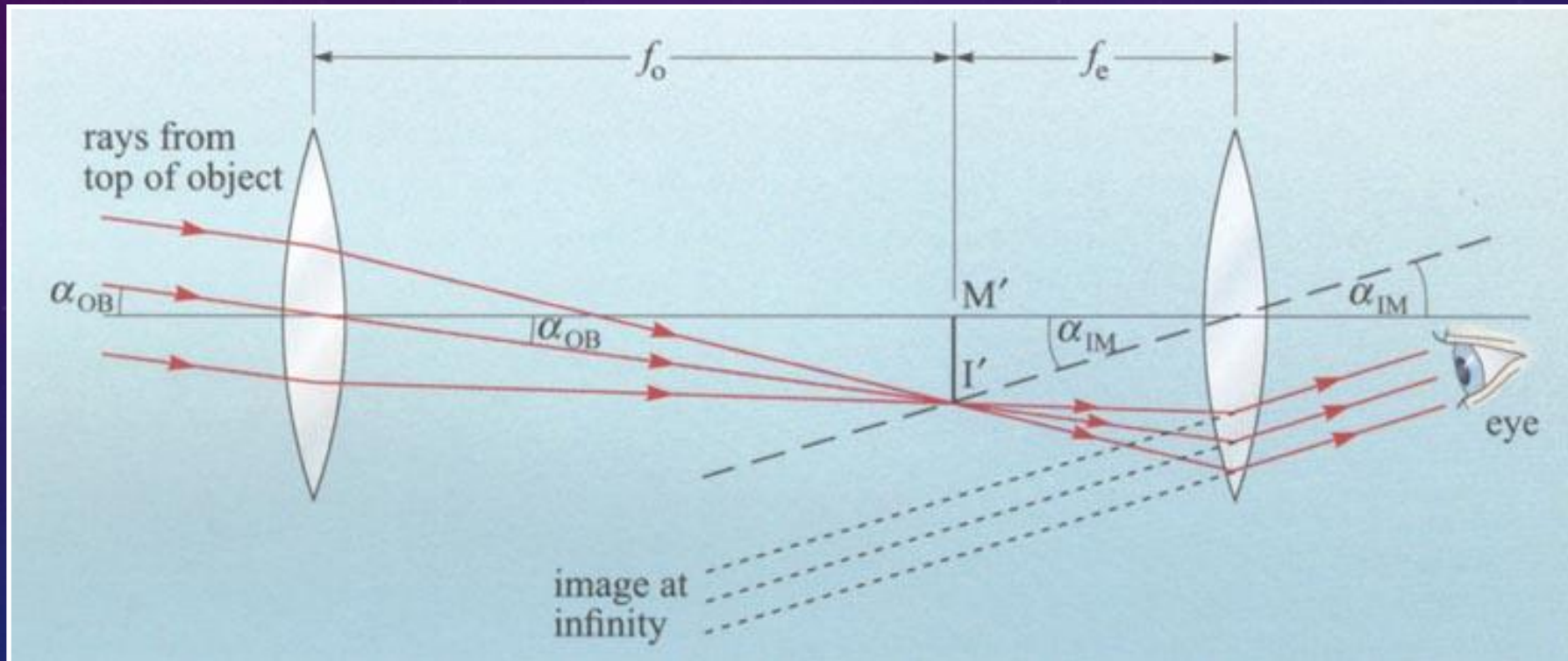
$$\alpha = \frac{1,22\lambda}{D}$$

- úhlové rozlišení  
ani bodový zdroj se nezobrazí jako bod, ale jako kruhový difrakční obraz – tzv. *Airyho disk*
- tak je dáno maximální úhlové rozlišení dalekohledu (*difrakční limit*)
- seeing bývá větší

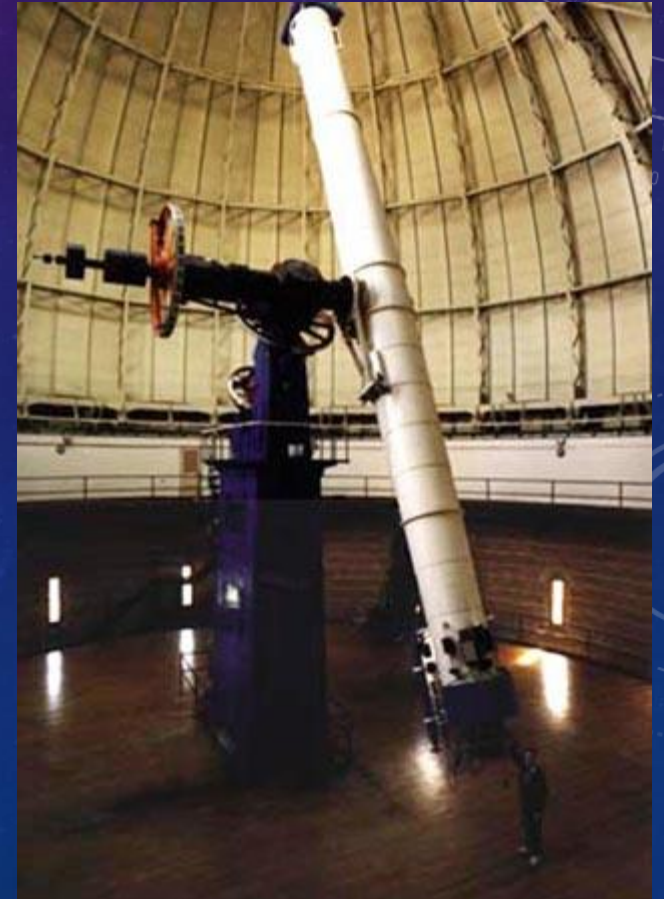
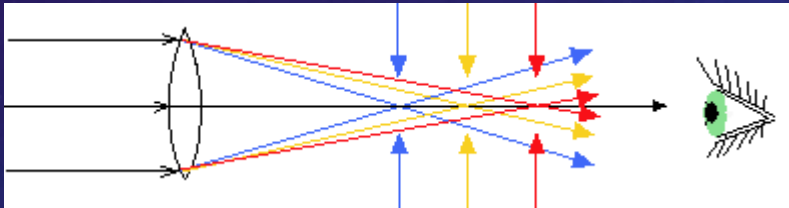
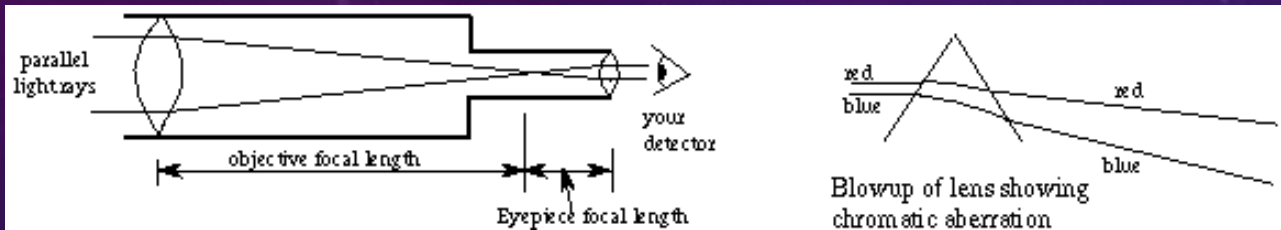
# DALEKOHLED



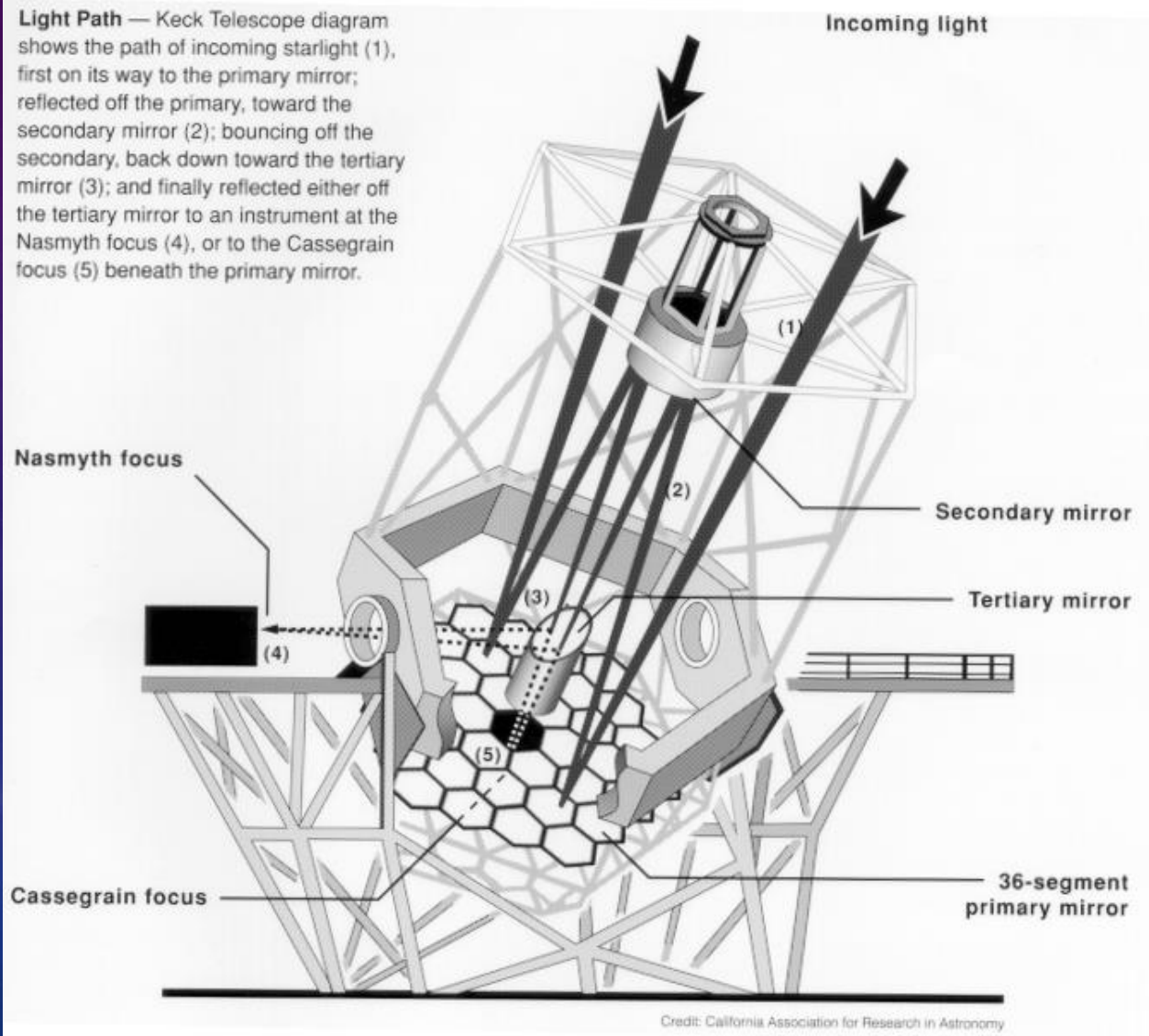
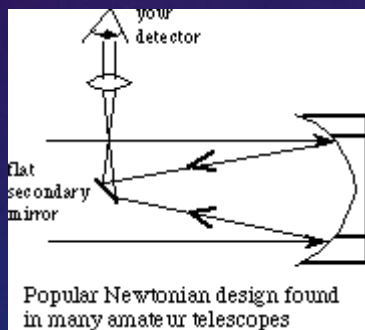
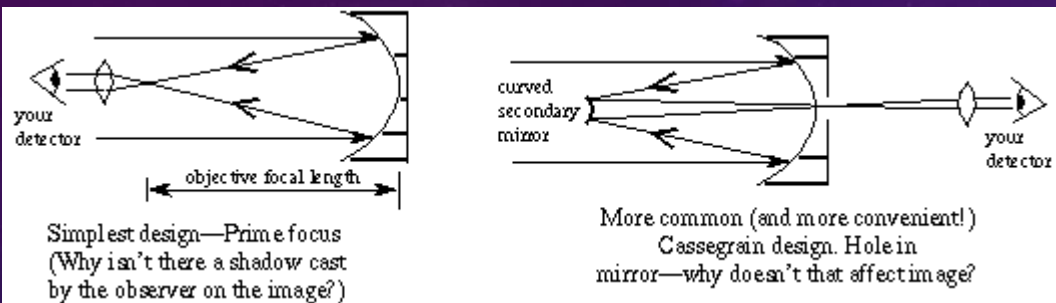
# DALEKOHLEDY – REFRAKTOR



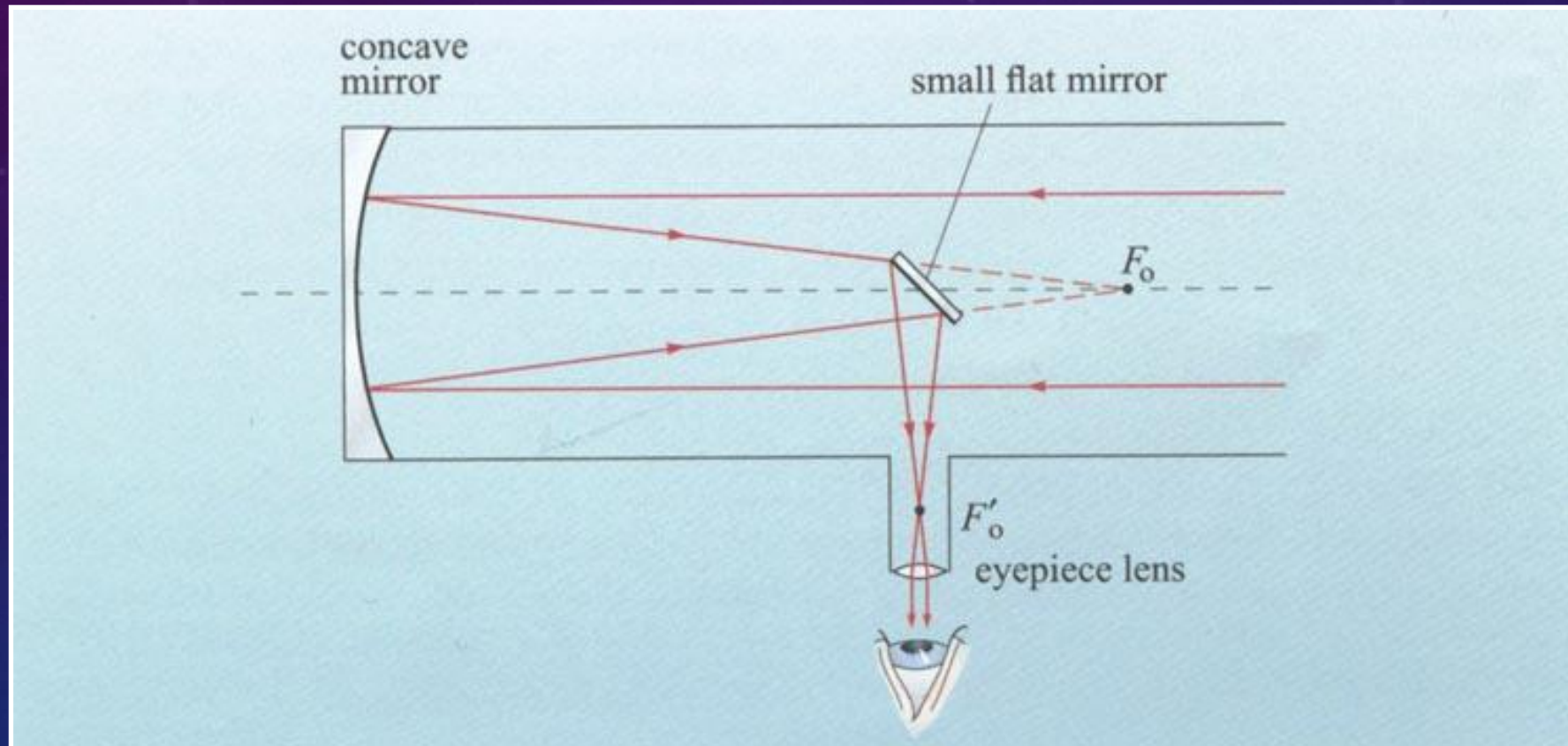
# DALEKOHLEDY – REFRAKTORY

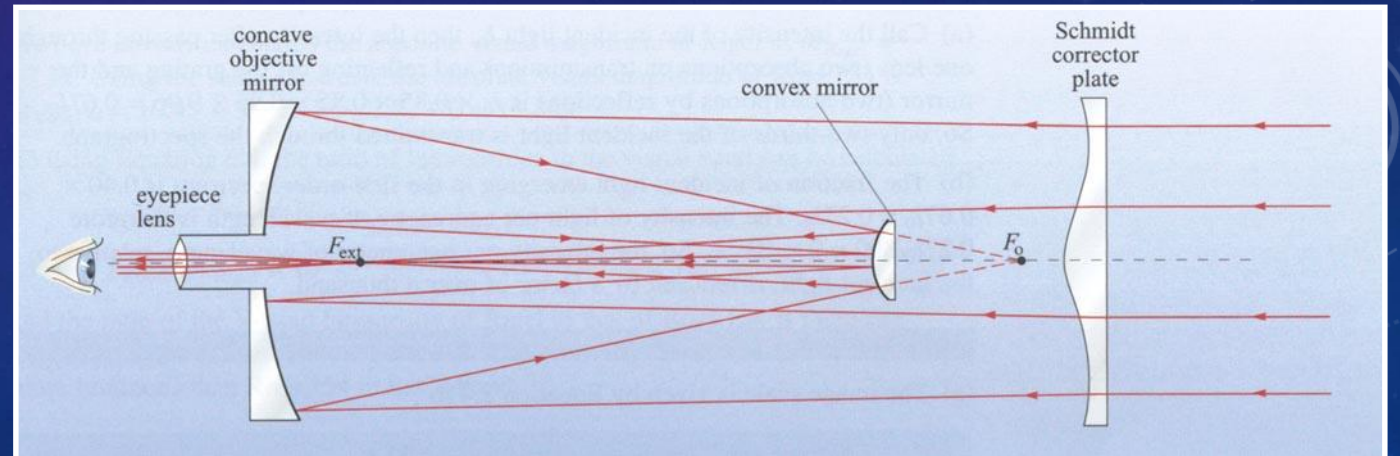
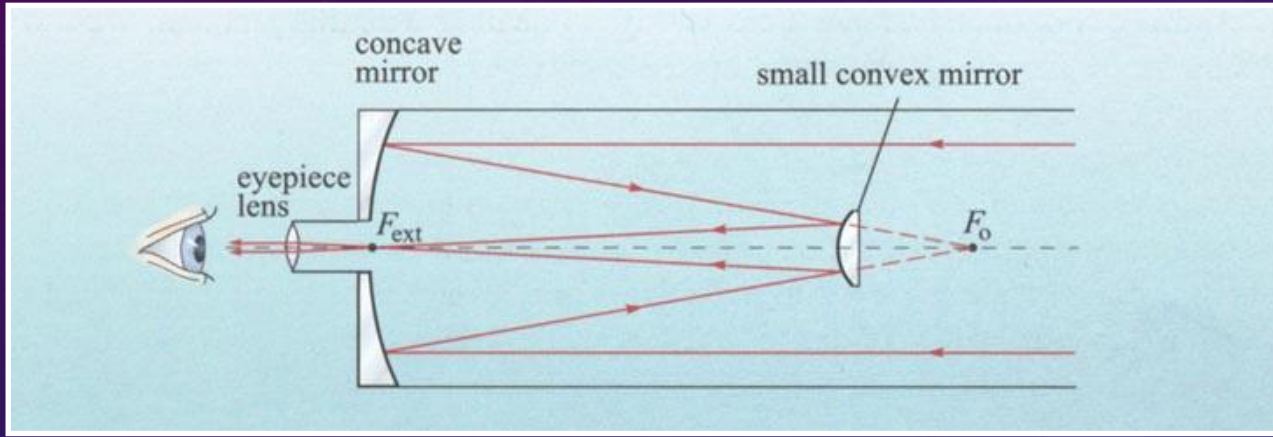
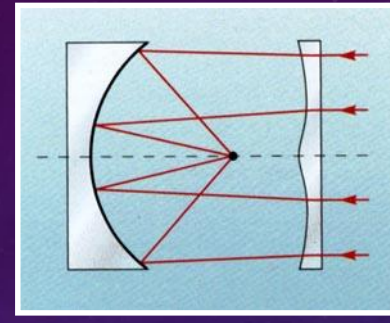
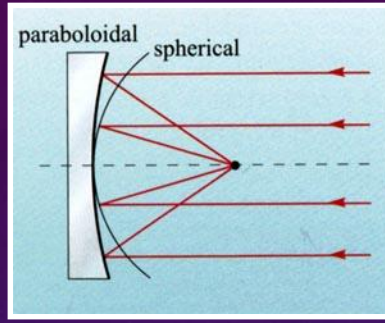
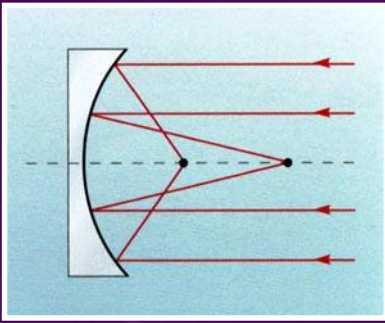






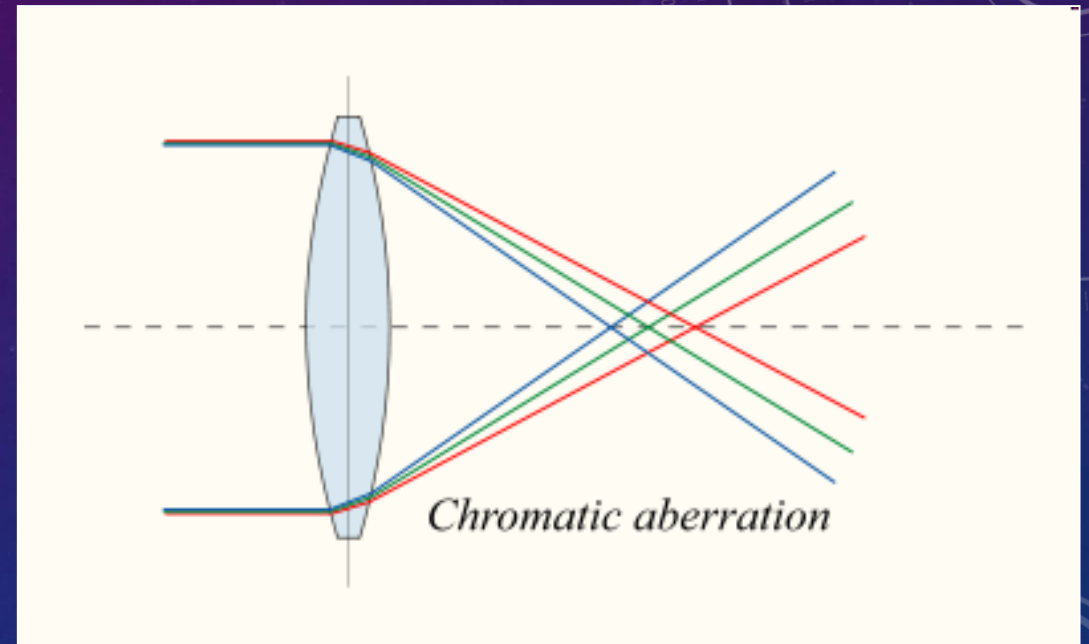
# DALEKOHLEDY – REFLEKTOR





# VADY OPTIKY

- velmi dobře zpracovaný text o vadách optiky je zde
- [kvalita optických přístrojů](#)

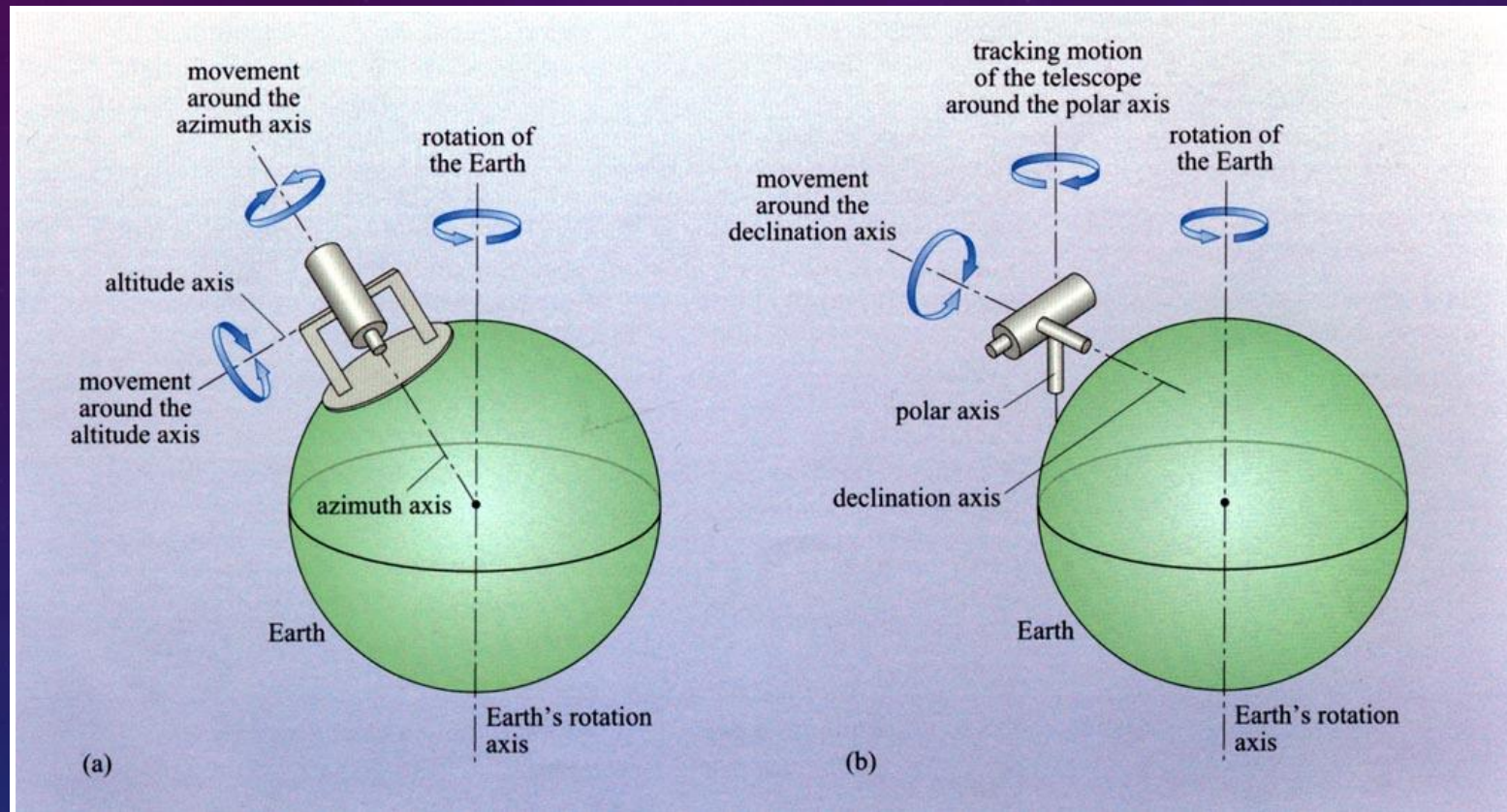


# MONTÁŽE

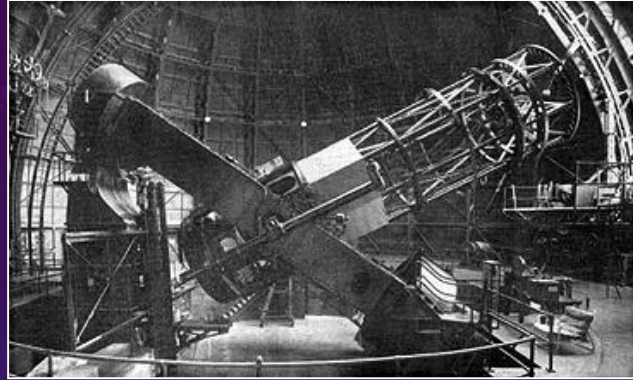
- **azimutální montáž**
  - **stativ s vidlicí**
  - **Dobsonova montáž**
- azimutální montáže u velkých dalekohledů převažují
- **paralaktická montáž**
  - **německá montáž**, hmotnost tubusu je kompenzována protizávažím
  - **vidlicová paralaktická montáž**, tubus dalekohledu je držen v těžišti jednou či dvěma vidlicemi



# MONTÁŽE



# HISTORICKÝ VÝVOJ



- refraktory dosáhly limitujícího rozměru
- rozvoj reflektorů na bázi monolitického skleněného primárního zrcadla
- Mt. Palomar, Haleův reflektor
- Zelenčukskaja, BTA
- následuje technologický zlom, použití tenkých nebo segmentovaných primárních zrcadel
- průměr primárního zrcadla není vše, rozhoduje detektor

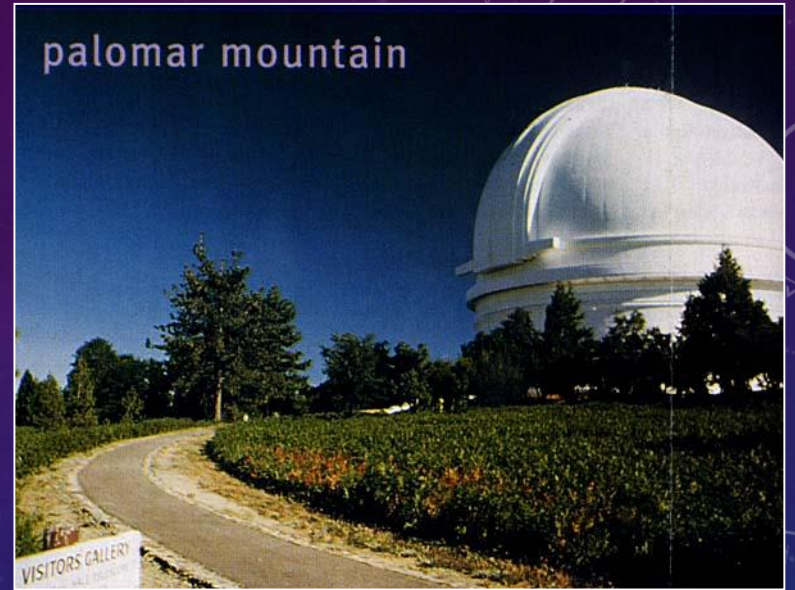




**2.5-m Hooker**  
Mount Wilson, CA • 1917



**5.1-m Hale**  
Palomar Mountain, CA • 1948



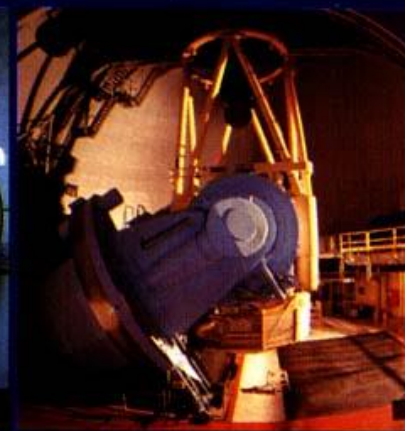
palomar mountain



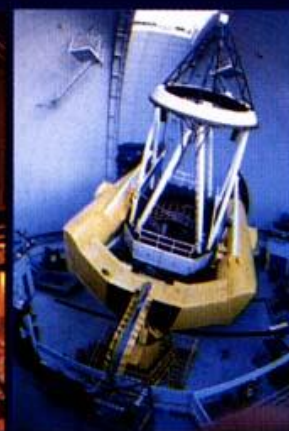
**3.8-m Mayall**  
Kitt Peak, AZ • 1973



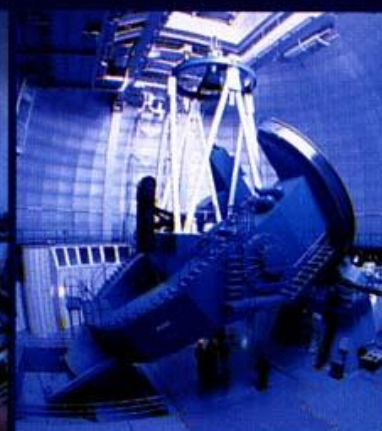
**3.9-m Anglo-Australian Telescope**  
Siding Spring Mountain, Australia • 1974



**3.6-m ESO**  
La Silla, Chile • 1977



**3.6-m Canada-France-Hawaii Telescope**  
Mauna Kea, HI • 1979



**3.5-m Calar Alto**  
Calar Alto, Spain • 1984



# DALŠÍ VÝVOJ

- observatoře na oběžné dráze, HST
- průměr ani detektor nejsou vše, rozhoduje adaptivní optika
- pozemské observatoře opět mohou konkurovat těm kosmickým
- budoucnost - na každý astronomický problém je potřeba zvolit ten správný pozorovací prostředek

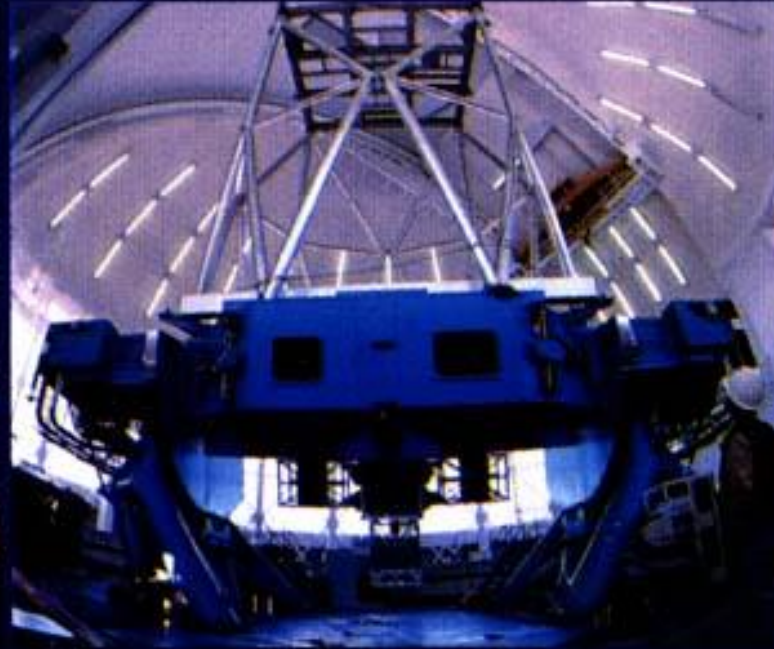
NASA



**2.4-m Hubble Space Telescope**  
Earth orbit • 1990



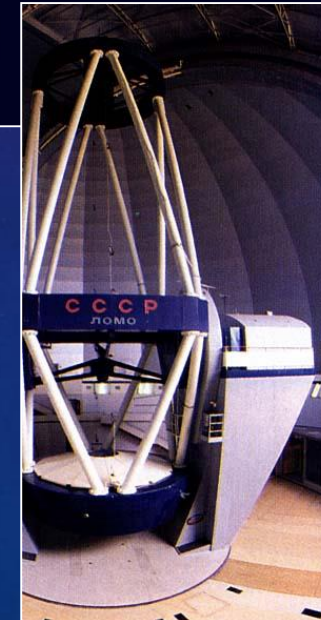
**9.8-m Keck I**  
Mauna Kea, HI • 1991



**8.1-m Gemini (north)**  
Mauna Kea, HI • 1999

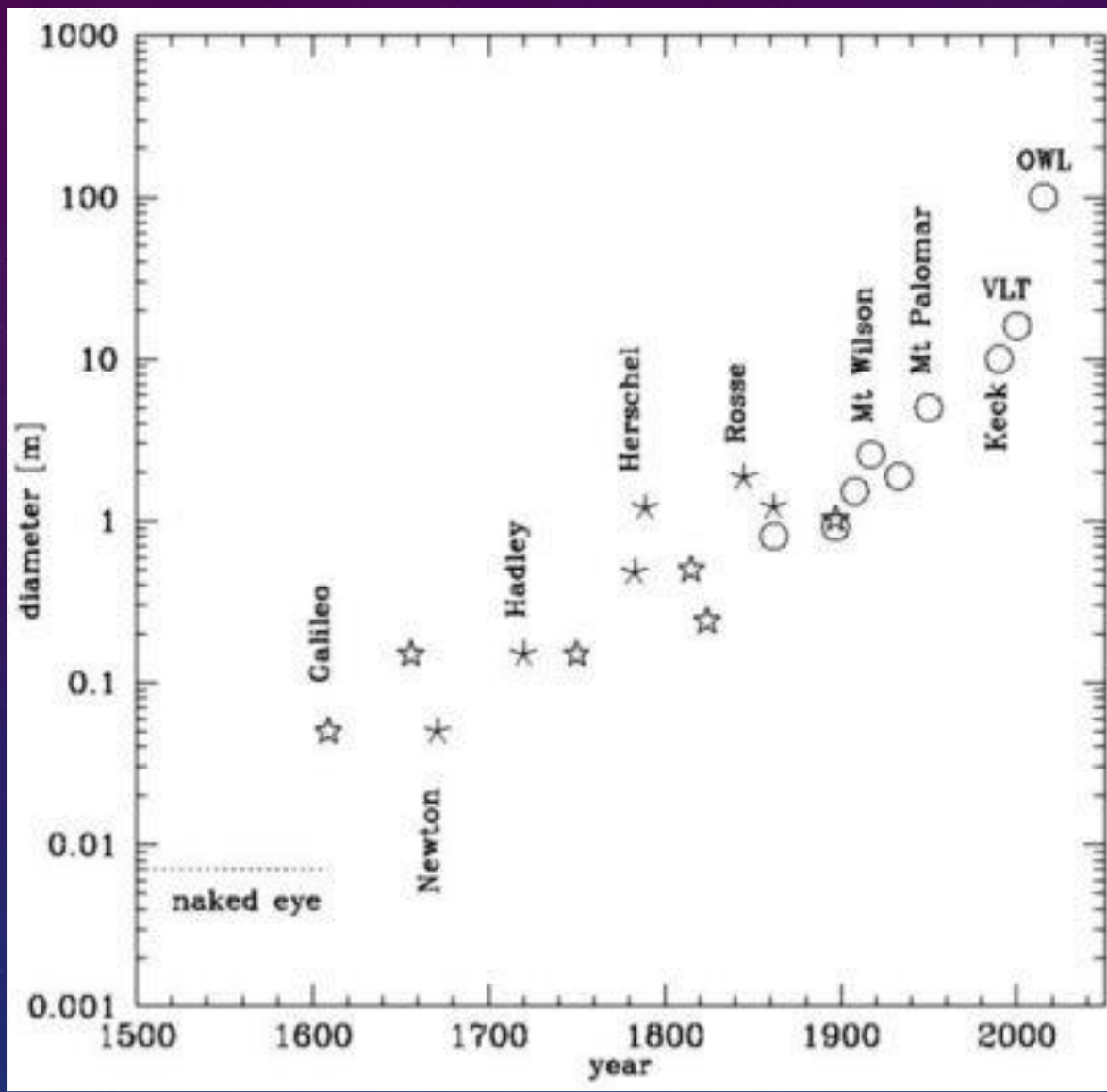


**Very Large Telescope**  
Cerro Paranal, Chile • 2001



# KOLIK OČÍ MÁTE POD TUBUSEM, PANE?

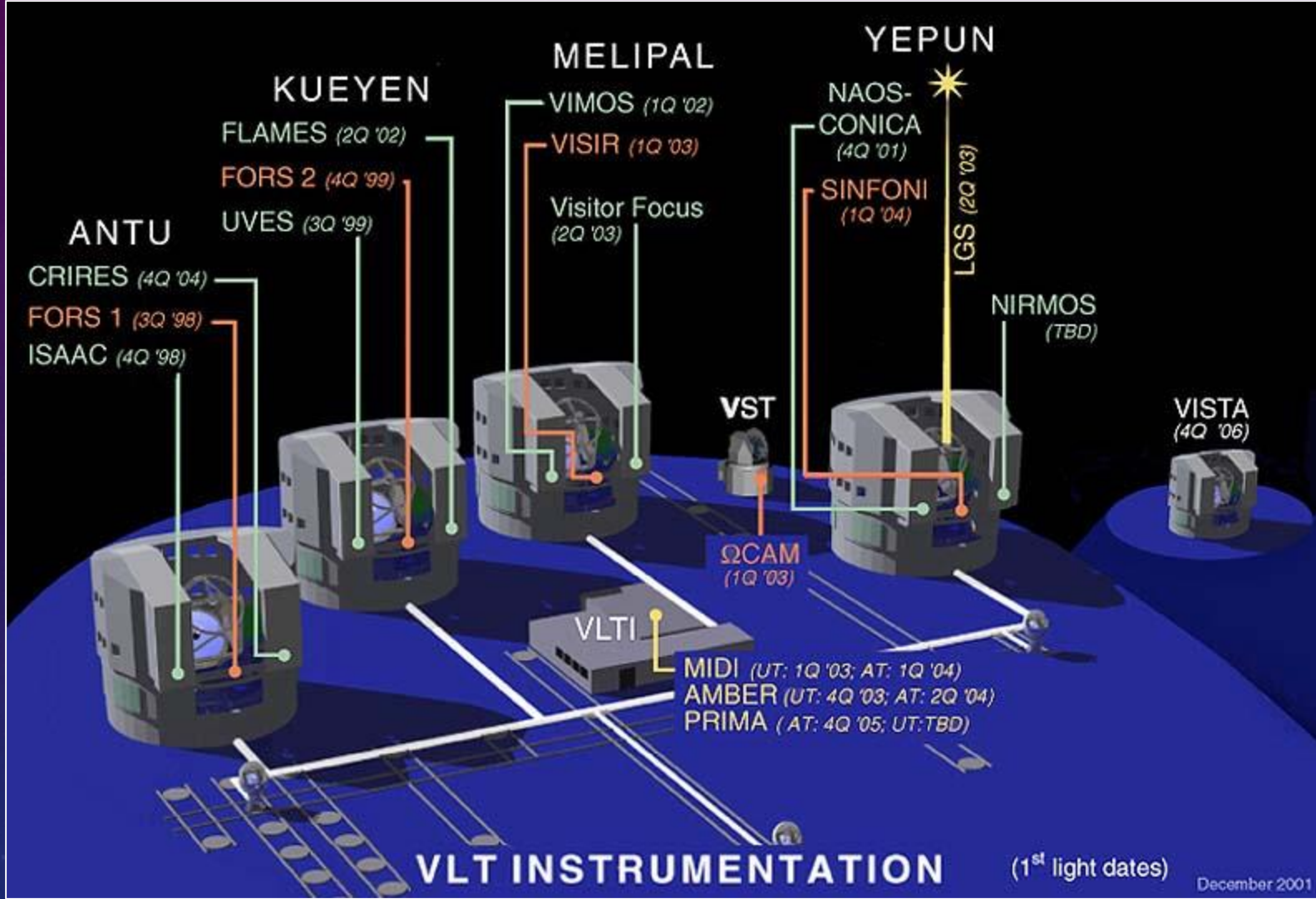
- netradiční jednotka nám může nahradit informaci o průměru dalekohledu
- Galileo 25 očí
- Yerkes 16 kiloočí
- lord Rosse 52 kiloočí
- Mt. Wilson 100 kiloočí
- Mt. Palomar 400 kiloočí
- HST 90 kiloočí



# TOP 10

- Very Large Telescope
- 4x 8,2 m - 4,2 megaočí
- ESO, Cerro Paranal
- samostatně pracují od r. 2001, již fungují i jako interferometr
- optika R-Ch, altazimut





# TOP 10

- Keckovy dalekohledy
- 2x 9,82 m - 3,06 megaočí
- Caltech, Mauna Kea
- 1991, 1996
- optika R-Ch, 36 hexagon. segmentů, altazimut, 300 t

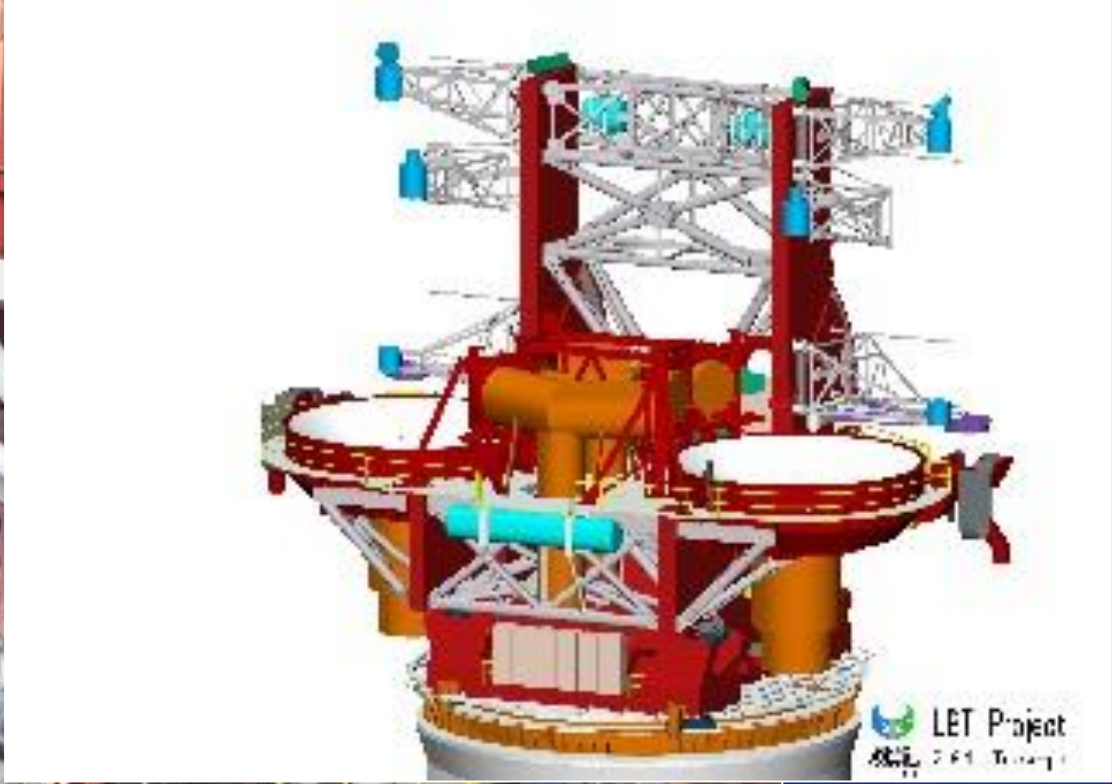


# TOP 10

- Large Binocular Telescope
- 2 x 8,4 m - 2,2 megaočí
- 12 partnerů USA, Itálie, SRN, Mt. Graham
- dokončení r. 2004
- optika Cass, altazimut, 350 t

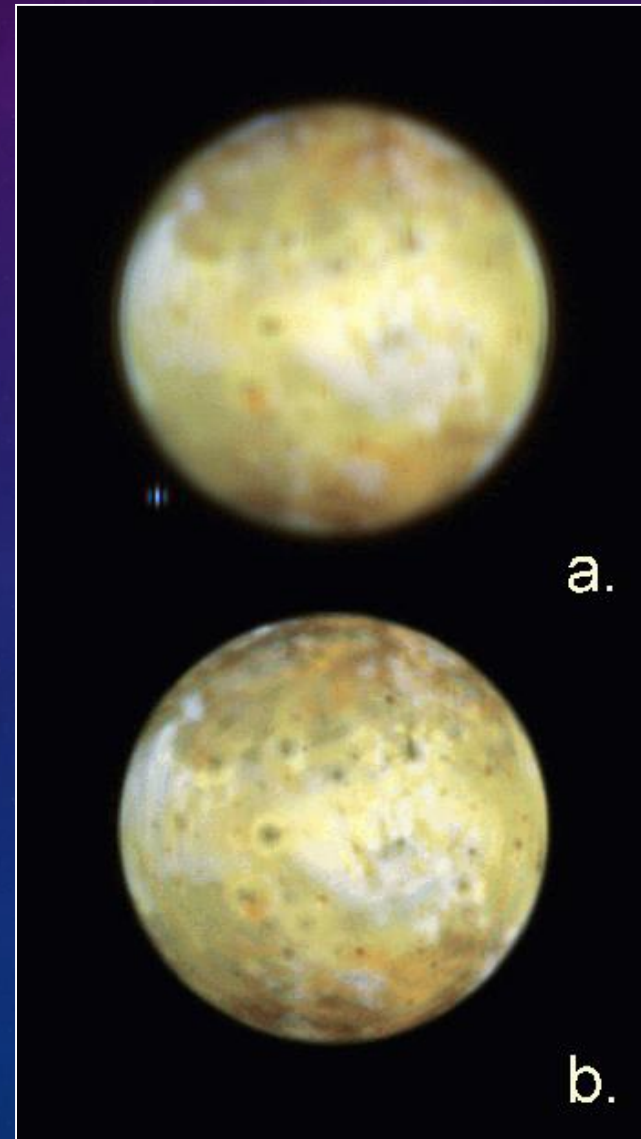






# TOP 10

- Gran Telescopio Canarias
- 10,4 m - 1,7 megaočí
- Španělsko a partneři, La Palma, Kanárské ostrovy
- dokončení r. 2006
- optika R-Ch, altazimut, obdoba Keckova dal., 36 hexagonálních segmentů o 1,9 m



# TOP 10

- Hobby - Eberly Telescope
- 9,1 m - 1,3 megaočí
- 5 univerzit USA, SRN, Mount Fowlkes, Texas
- dokončení r. 1997
- sférický tvar, pouze azimut, výška je fixní 55 st., 100 t



# TOP 10

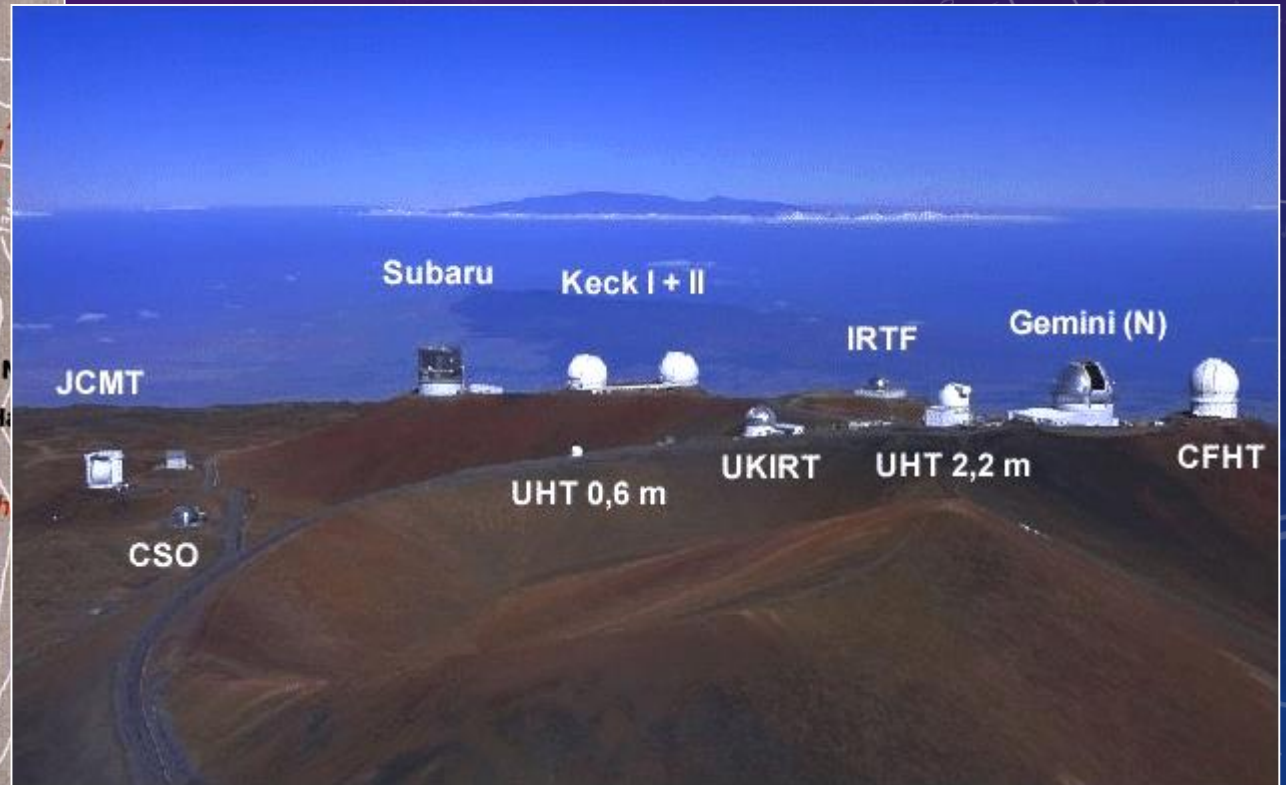
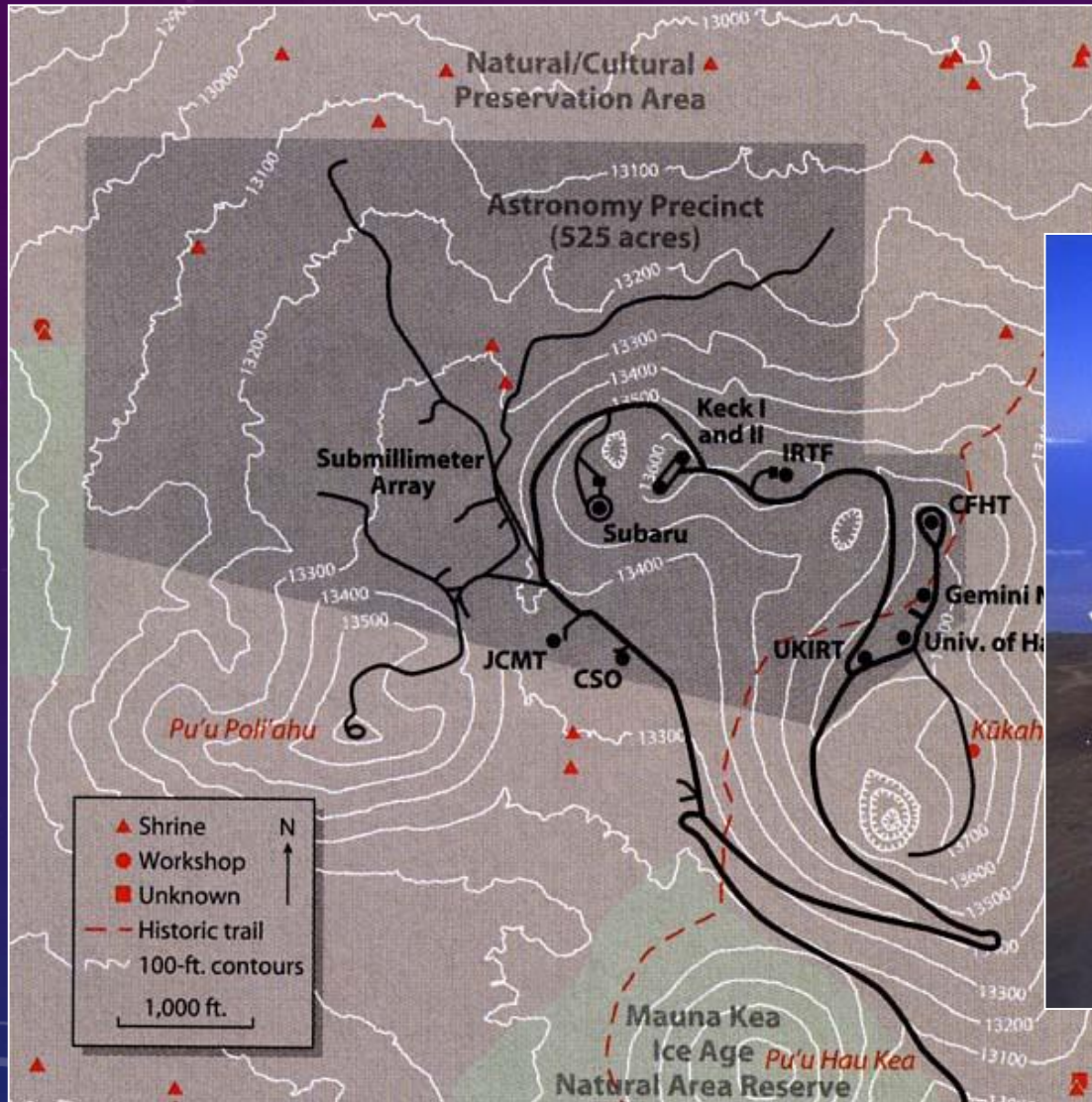
- Southern African Large Telescope
- cca 10 m - 1,5 megaočí
- dvojče HET, Sutherland, JAR
- dokončení r. 2005
- sférický tvar, pouze azimut, výška je fixní 55 st., 100 t



# TOP 10

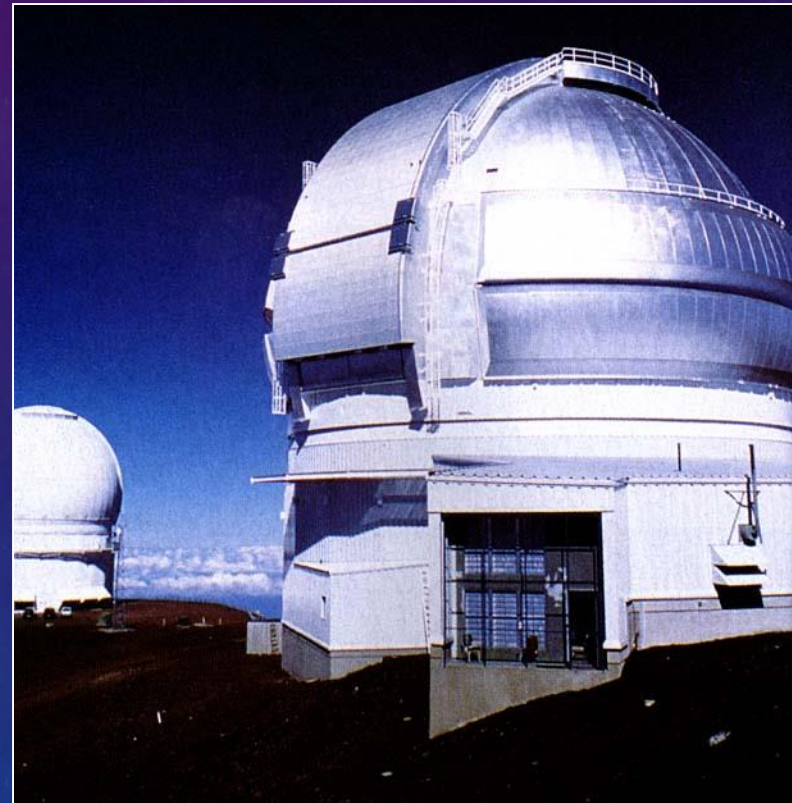
- Subaru
- 8,2 m - 1,05 megaočí
- Japonsko, Mauna Kea
- dokončení r. 1999
- optika R-Ch, altazimut, hmotnost 500 tun, budova rotuje s dalekohledem





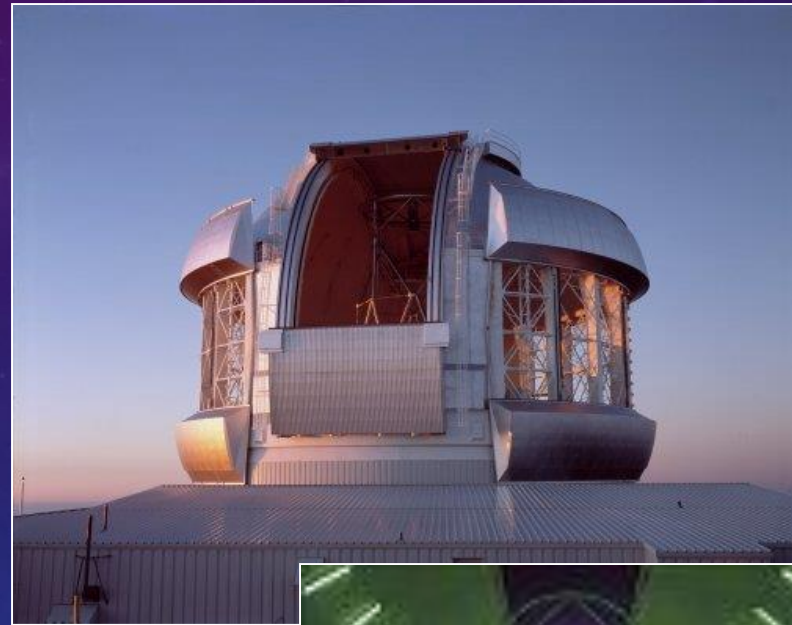
# TOP 10

- Gemini (sever)
- 8,1 m - 1,02 megaočí
- Mauna Kea
- dokončení r. 2000
- optika R-Ch, altazimut, hmotnost 342 t



# TOP 10

- Gemini (jih)
- 8,1 m - 1,02 megaočí
- USA, GB, Kanada, Chile, Austrálie, Argentina, Brazílie, spravuje AURA, Cerro Pachón
- dokončení r. 2001
- optika R-Ch, altazimut, hmotnost 342 t





# TOP 10

- Magellan
- 2 x 6,5 m - 1,3 megaočí
- USA, Las Campanas, Chile
- dokončení r. 2002
- optika Cass, altazimut, hmotnost 130 t



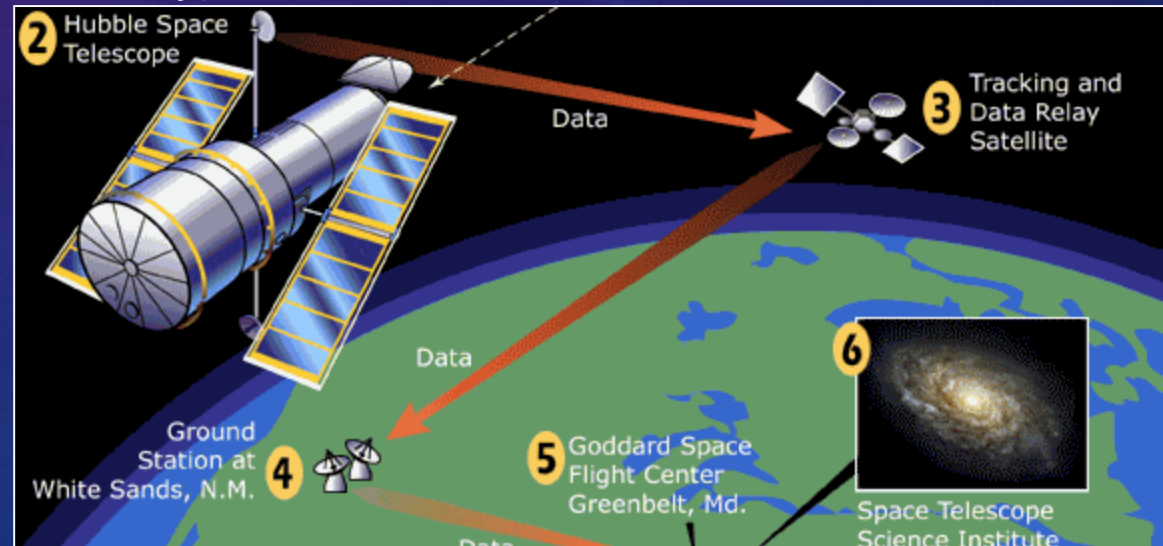
# VELKÉ DALEKOHLEDY AKTUÁLNĚ

<http://astro.nineplanets.org/bigeyes.html>



# OBSERVATOŘE NA OBĚŽNÉ DRÁZE

- IRAS
- ISO
- Spitzer Space Telescope (formerly SIRTf, the Space Infrared Telescope Facility)
- HST
- Chandra
- Compton
  
- cenová rozvaha
- HST x pozemní dal.

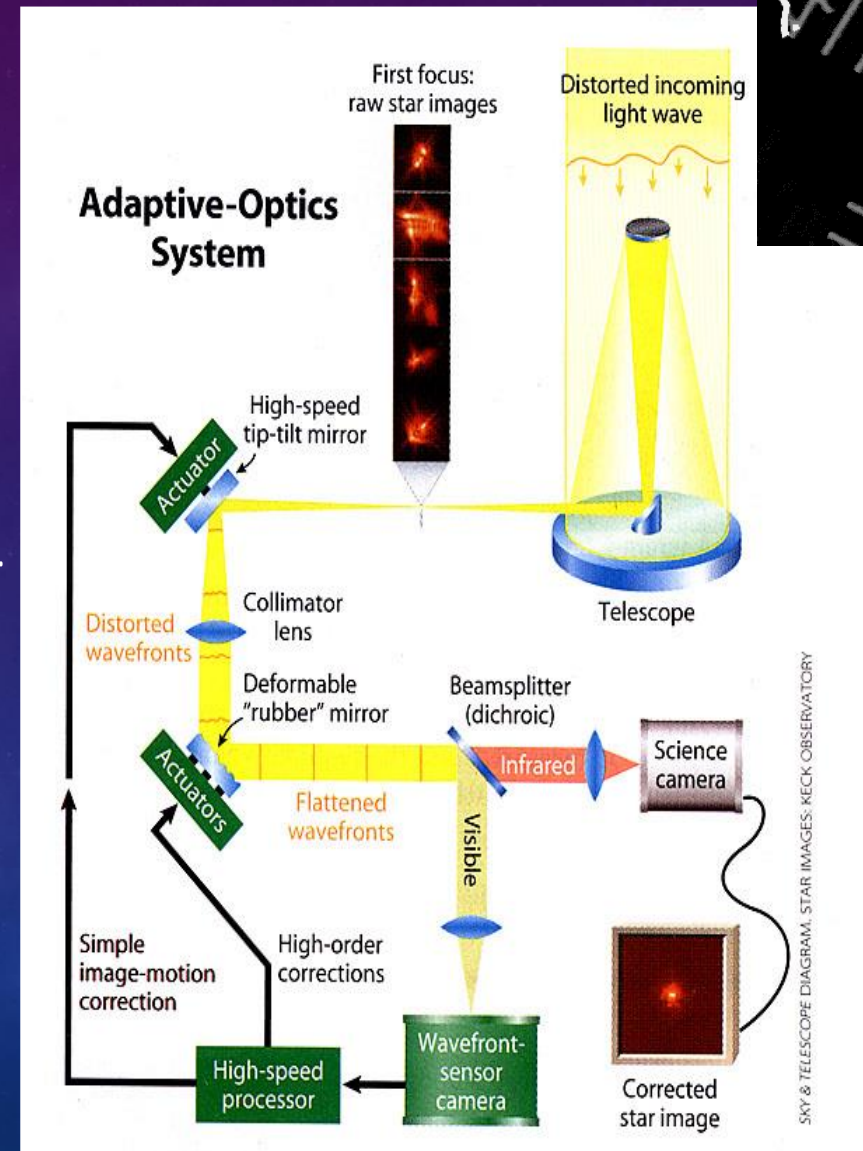


# AKTIVNÍ A ADAPTIVNÍ OPTICKÉ SYSTÉMY

- **aktivní** – systémy „inteligentních podpěr“ tenkého primárního zrcadla, jehož tvar je neustále korigován
- **adaptivní** – snaha o odstranění vlivu atmosféry na pozorování

# ADAPTIVNÍ OPTIKA

- idea z 50. let, poprvé užito na konci 80. let na 3,6 m ESO
- odtajnění vojenských technologií 1991
- AO musí zjistit všechna zkreslení v každém okamžiku a vložit zkreslení „opačná“
- snazší v IR oblasti



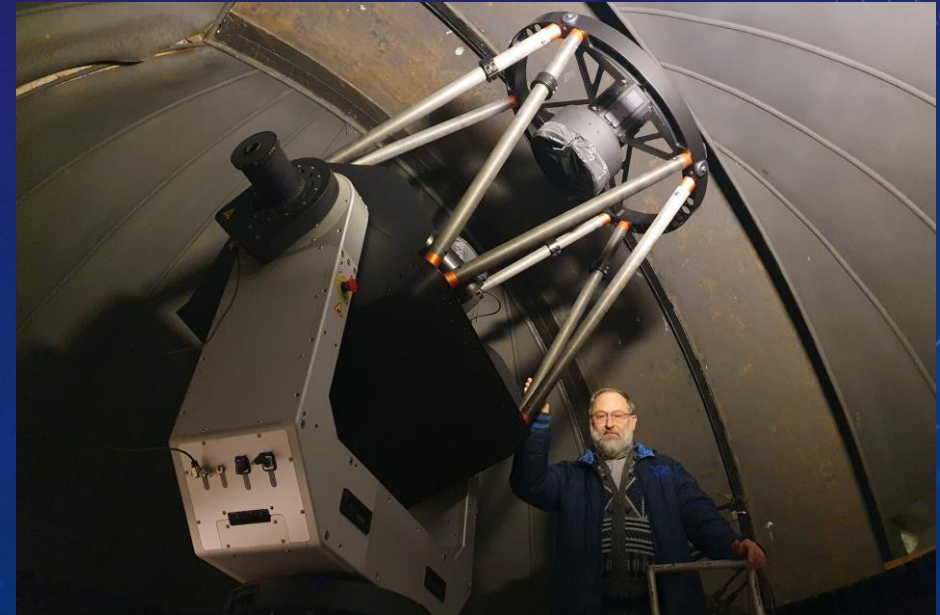
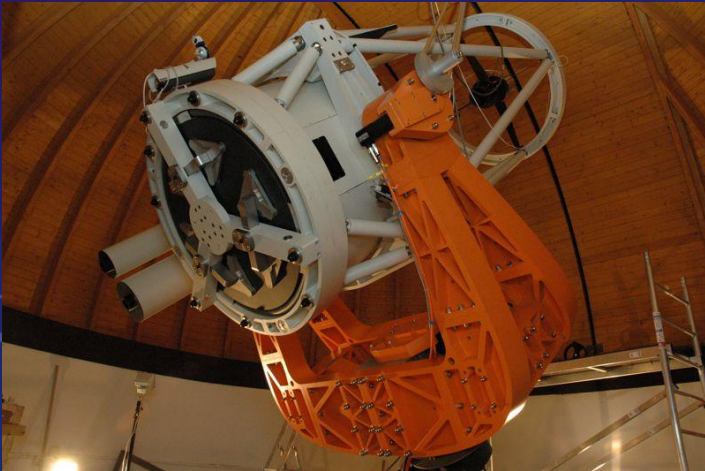
# ADAPTIVNÍ OPTIKA

- metoda fixace vlnoplochy, jen pro jasné hvězdy v zorném poli
- metoda umělé hvězdy
- systém měření zakřivení vlnoplochy
- metoda atmosférické tomografie
- neuvěřitelné nároky na výpočetní techniku



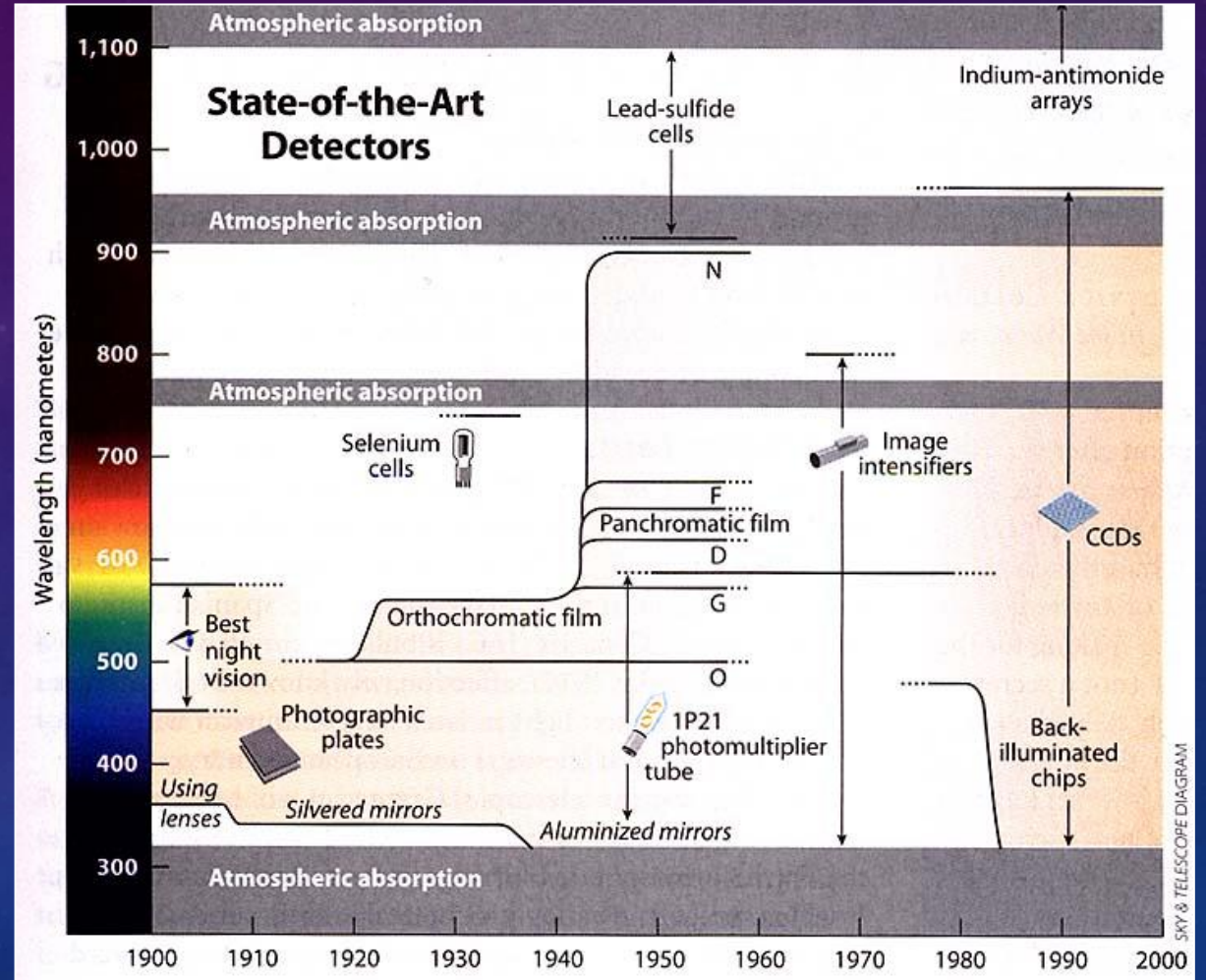
# JAKPAK JE DNES U NÁS DOMA?

- ondřejovský Perkův dalekohled (2 m) - 65,5 kiloočí
- KLENOT, 1,06 m - 17,5 kiloočí
- dalekohled MU Brno ve Ždánicích
- 2007 jsme se stali členy ESO !!!
- La Silla 1,54 m "Dánský dalekohled,"
- Český dalekohled E152 na La Silla v Chile



# DETEKTORY

- 1887 astrofotografie
- 1940 speciální emulze pro spektroskopii (Kodak)
- 1930 použití fotoel. článků
- 1940 fotonásobiče
- 1990 CCD





The background is a dark blue gradient with a subtle pattern of small white dots. On the left side, there are several overlapping circular elements. A prominent one is a large circle with a scale around its perimeter, marked with numbers from 140 to 260 in increments of 10. Other circles are partially visible, some with dashed outlines and arrows indicating a clockwise direction. The overall aesthetic is technical and futuristic.

... GAME IS OVER ...

# CCD KAMERY



# SPEKTROSKOPIE

