

ZÁKLADY ASTRONOMIE A ASTROFYZIKY

POZOROVÁNÍ – ASTRONOMICKÉ
PŘÍSTROJE NAPŘÍČ RŮZNÝMI VLNOVÝMI
DÉLKAMI

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.)
 - *MĚŘÍCÍ ZAŘÍZENÍ* (FOTOAPARÁT, KAMERA, SPEKTROGRAF ...)
 - *DETEKTOR* (OKO, FOT. EMULZE, FOTONÁSOCIČ, CCD)

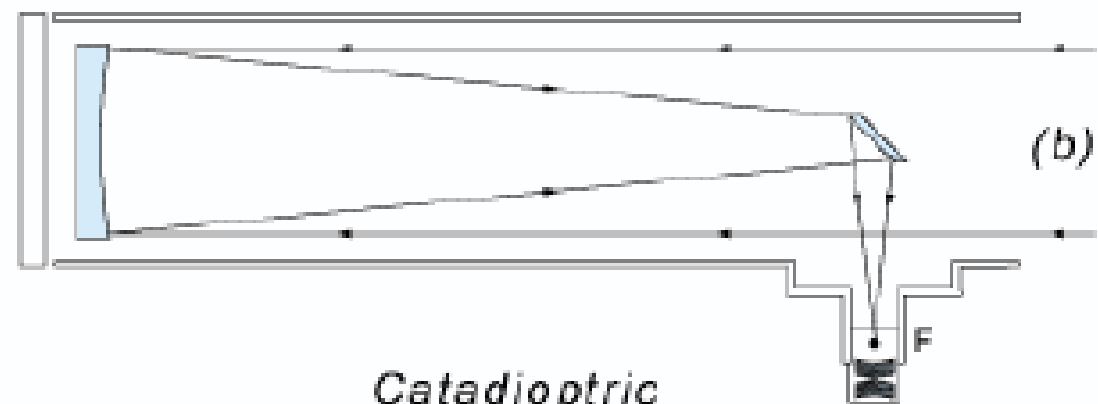
DALEKOHLEDY

- 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

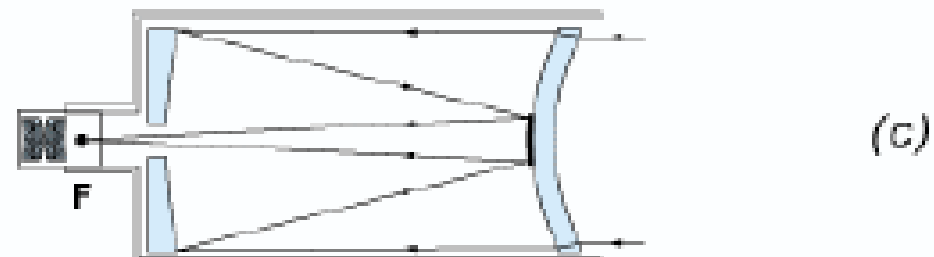
Refracting

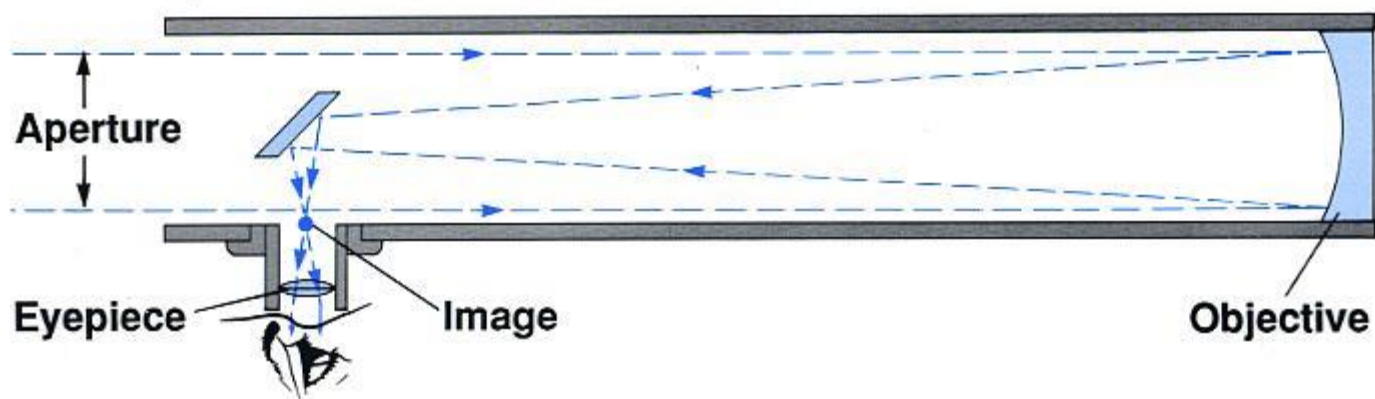
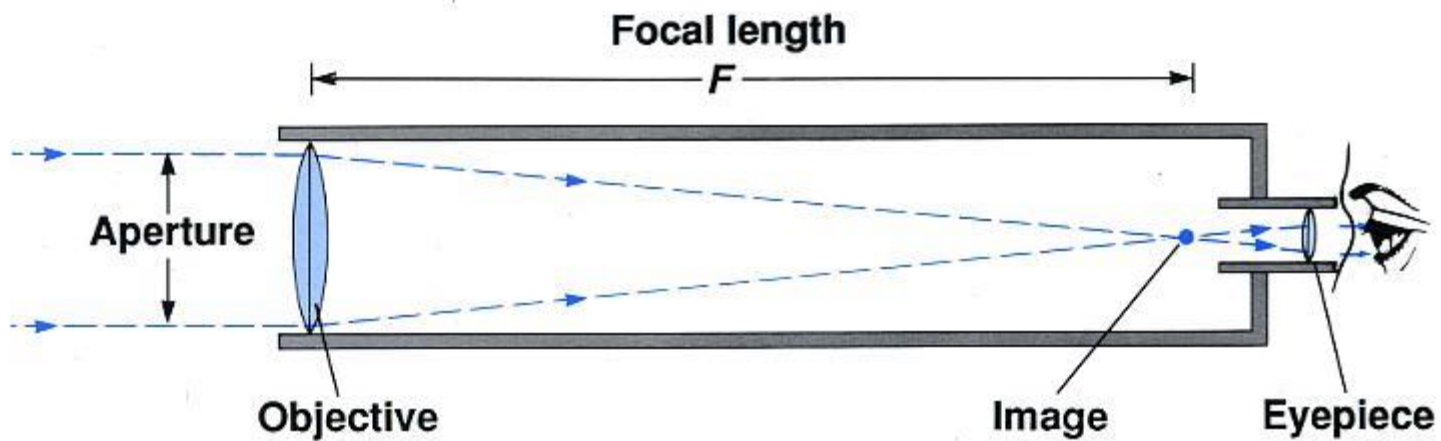


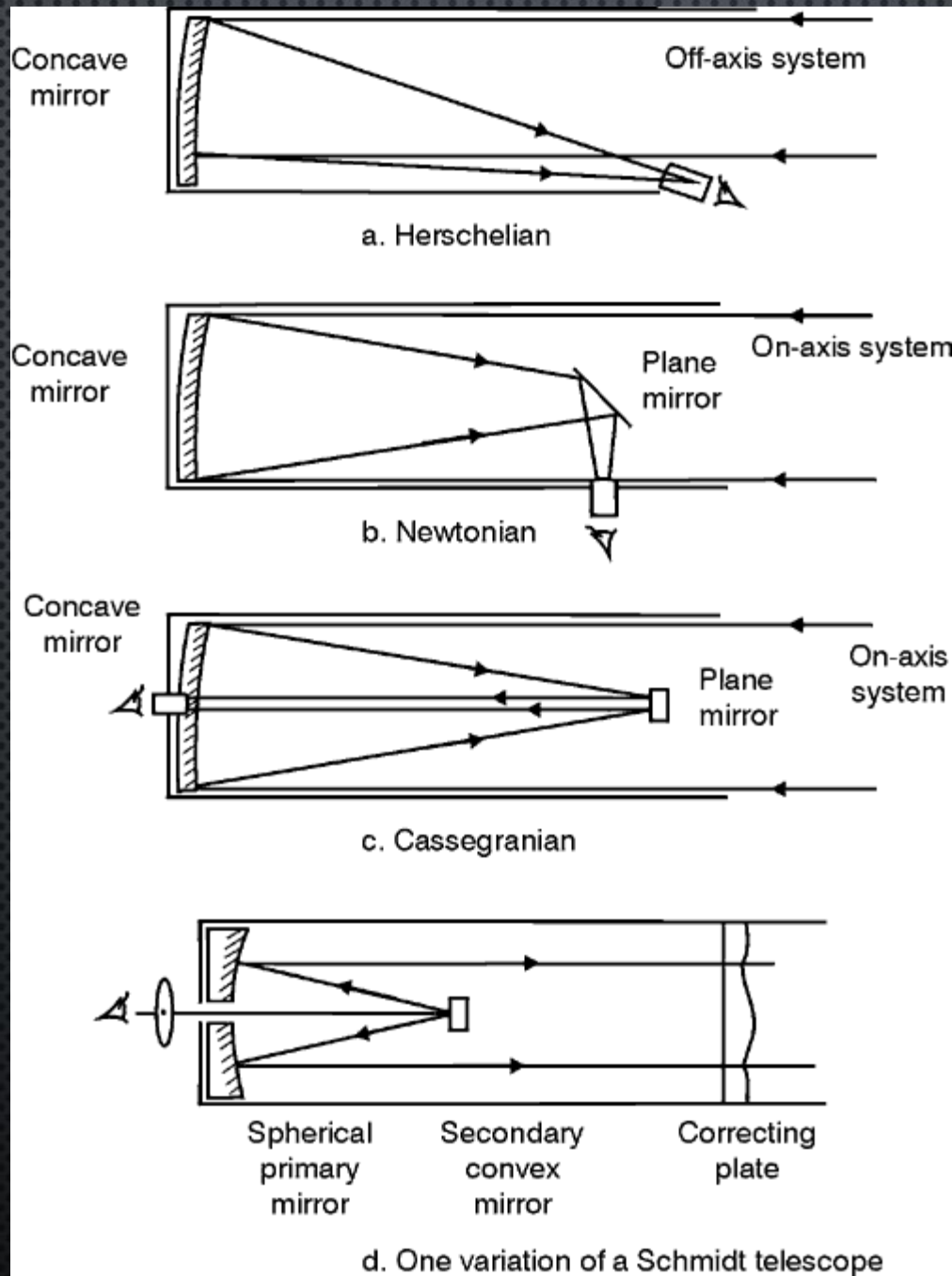
Reflecting



Catadioptric







DALEKOHLED

- CHARAKTERISTIKY
 - PRŮMĚR HLAVNÍHO OBJEKTIVU (VSTUPNÍ PUPILY) D
 - OHNISKOVÁ VZDÁLENOST F
 - SVĚTELNOST = F/D
 - ZVĚTŠENÍ F_{OBJ} / F_{OKUL}
 - VELIKOST ZORNÉHO POLE

DALEKOHLEDY

- MEZNÍ HVĚZDNÁ VELIKOST

$$\frac{J_D}{J_O} = \frac{D^2}{d^2}$$

$$\frac{F_D}{F_O} = \frac{D^2}{d^2}$$

$$m_D - m_O = -2,5 \log_{10}(F_D / F_O) = -5 \log_{10}(D / d)$$

$$m_{\text{lim}} = 6 + 5 \log_{10}(D / d)$$

$$m_{\text{lim}} \cong 16,5 + 5 \log_{10} D$$

$$m_{\text{lim}} \cong 16 + 5 \log_{10} D$$

- PRŮMĚRY JSOU V METRECH, PŘEDP. $D=0,008$ M A ZTRÁTU SVĚTLA V OPT. SOUSTAVĚ CCA 0,5 MAG

DALEKOHLEDY

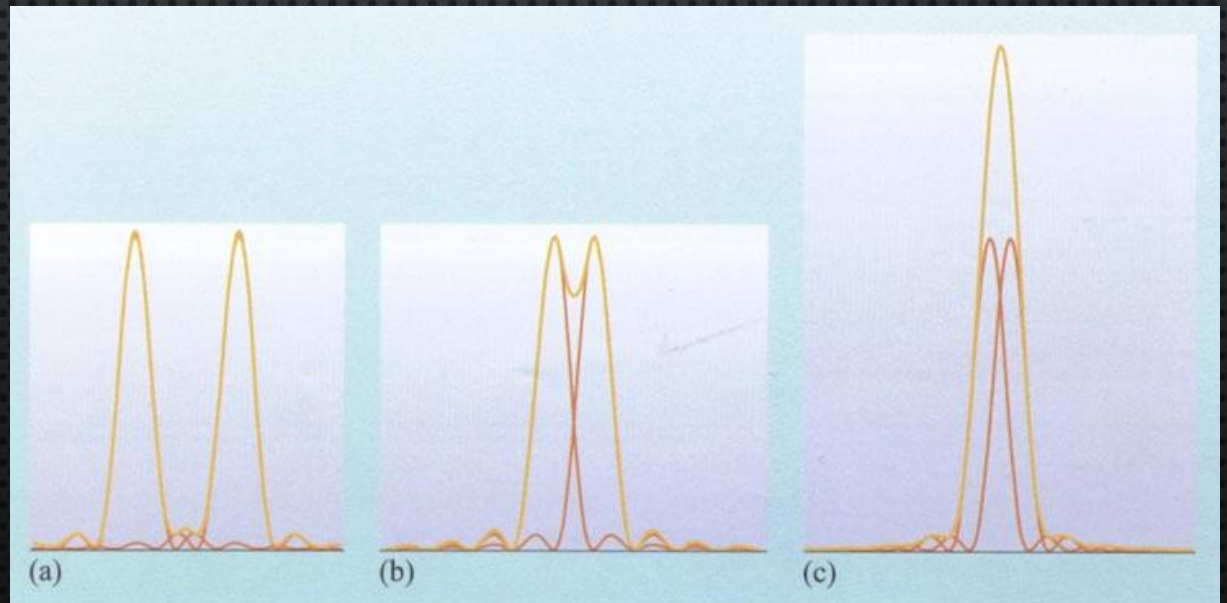
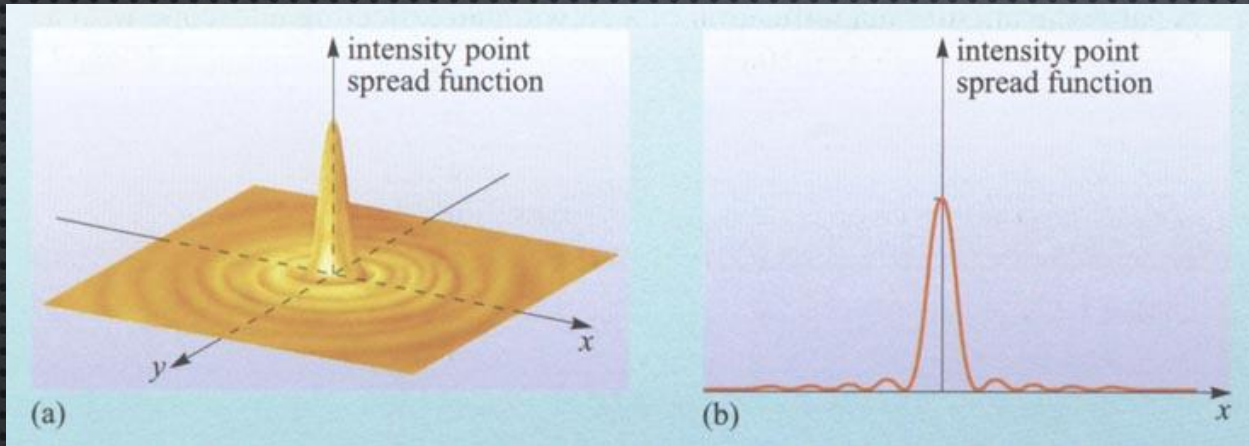
- ÚHLOVÉ ROZLIŠENÍ

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

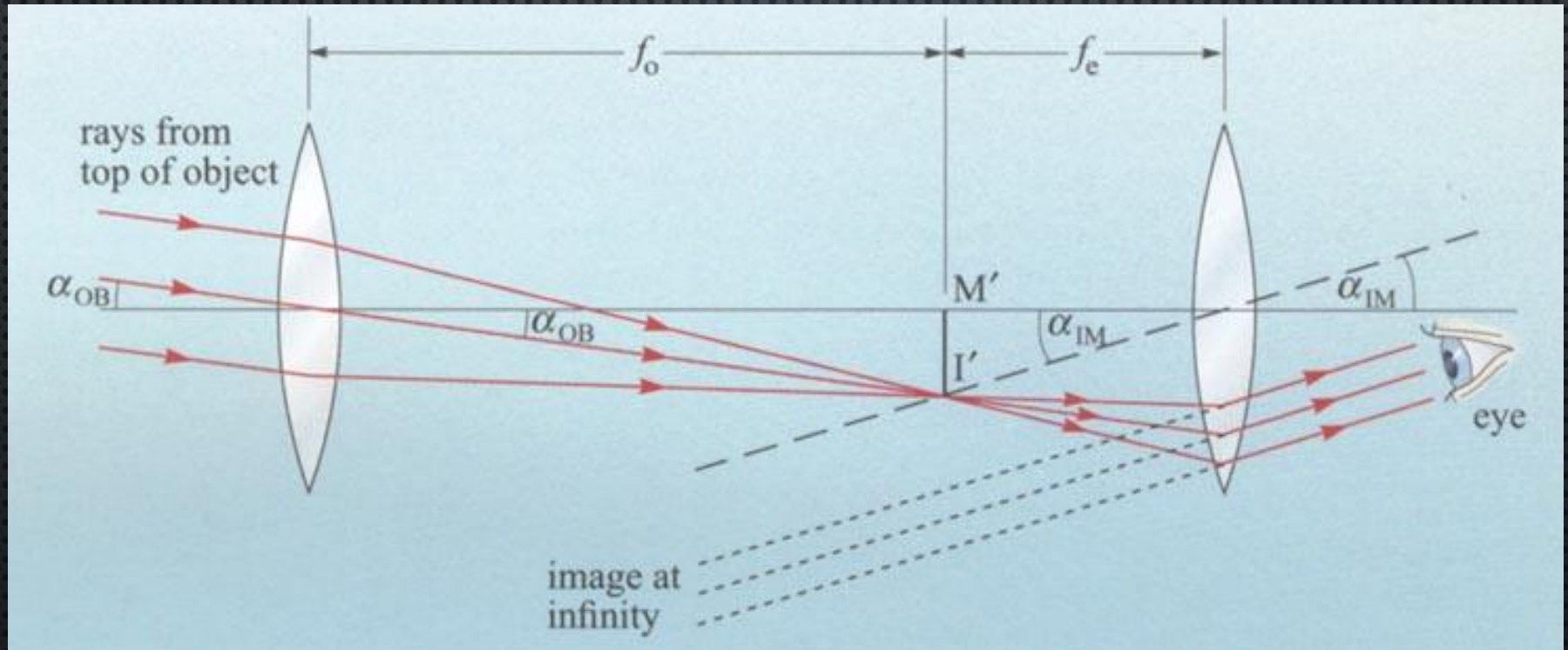
$$\alpha = \frac{1,22\lambda}{D}$$

DALEKOHLED



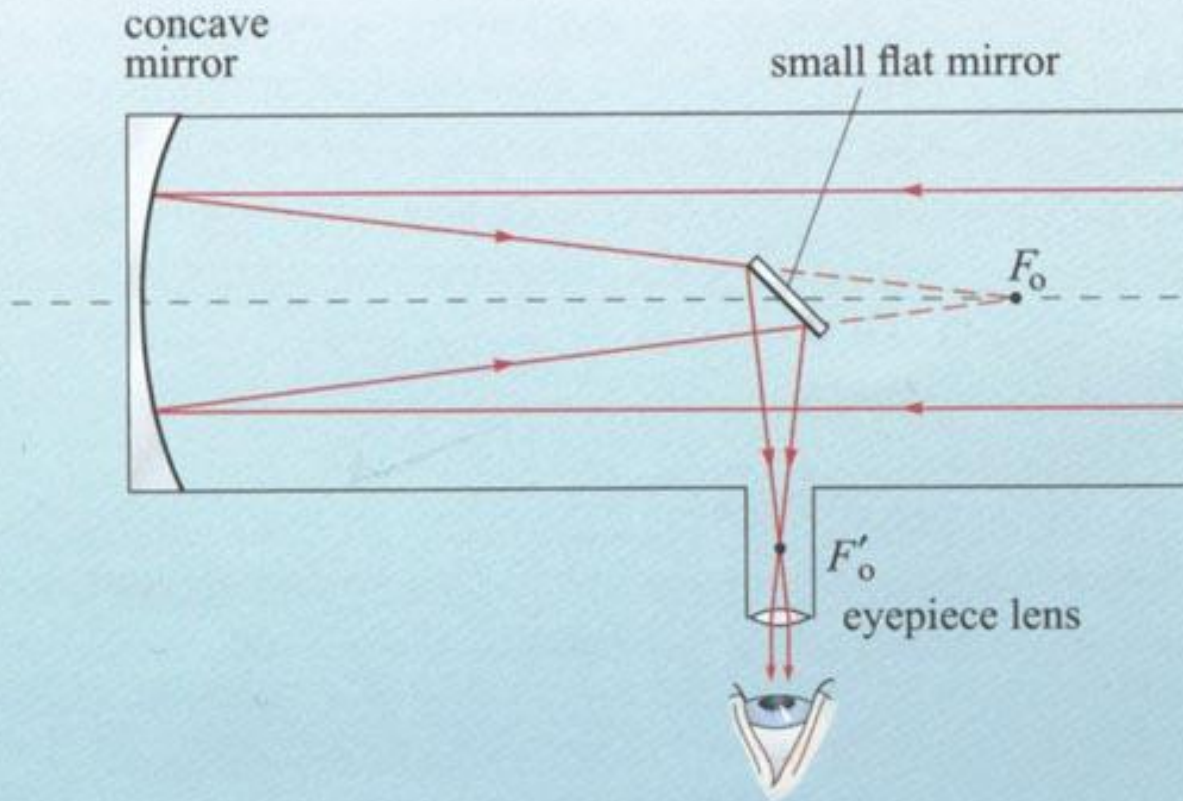
DALEKOHLEDY

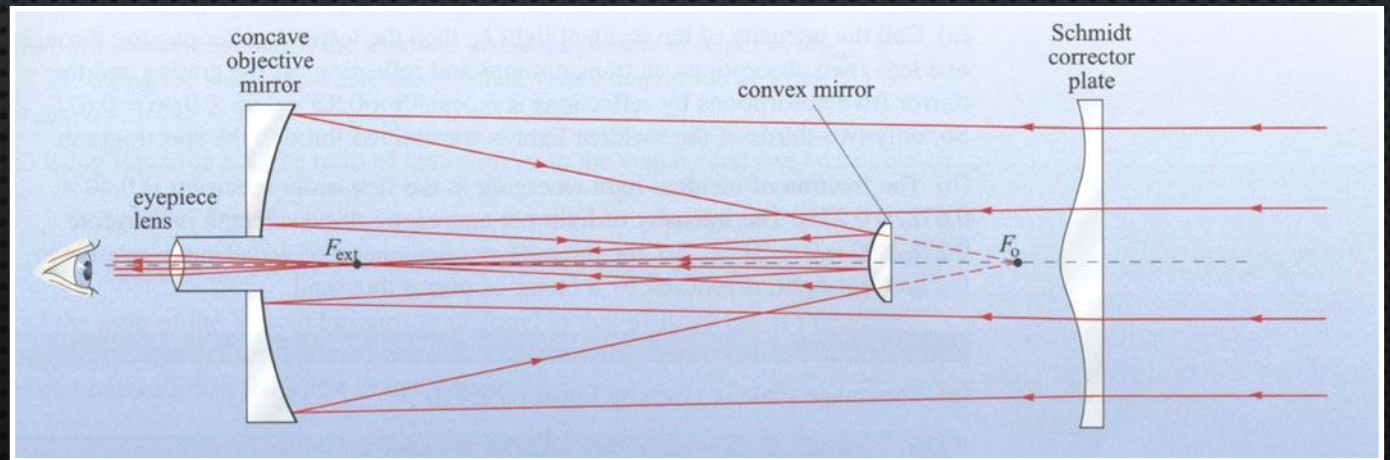
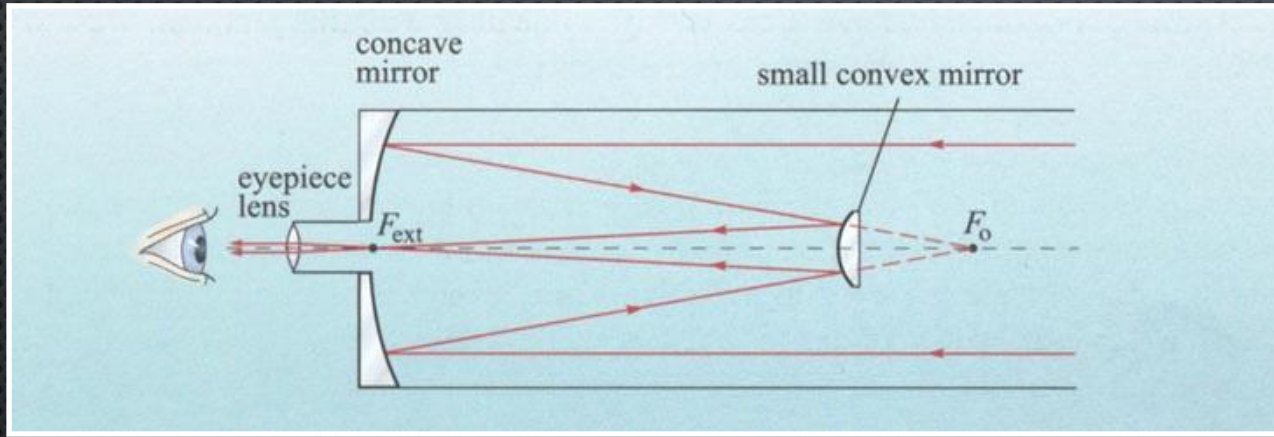
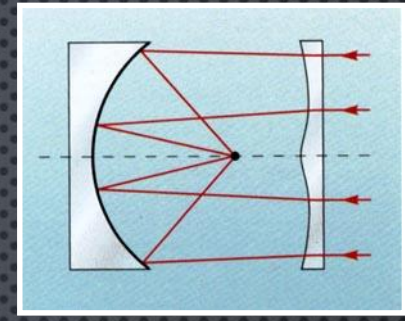
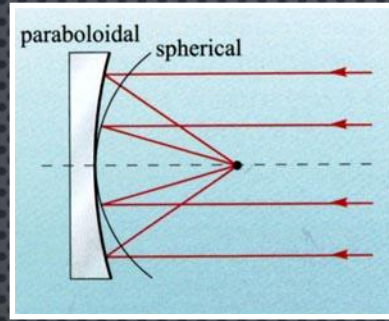
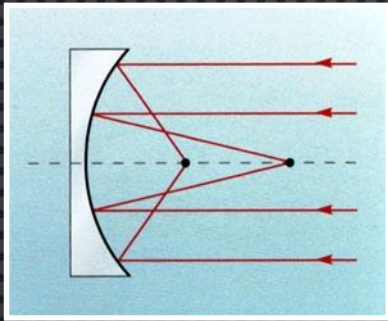
- REFRAKTOR



DALEKOHLEDY

- REFLEKTOR



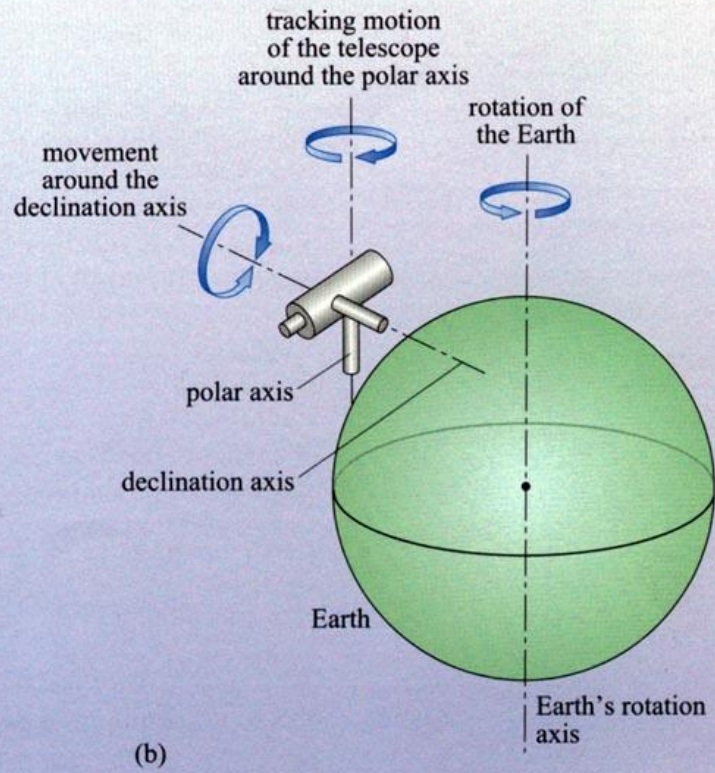
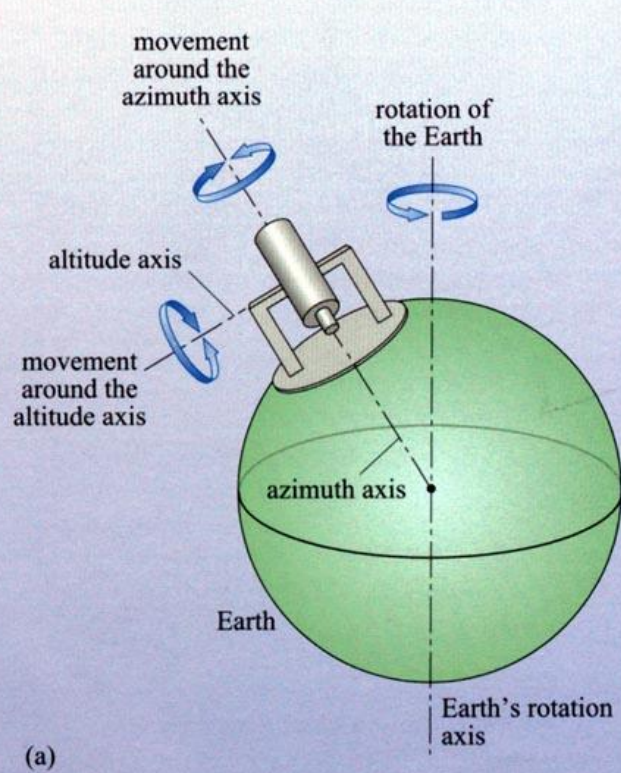


MONTÁŽE

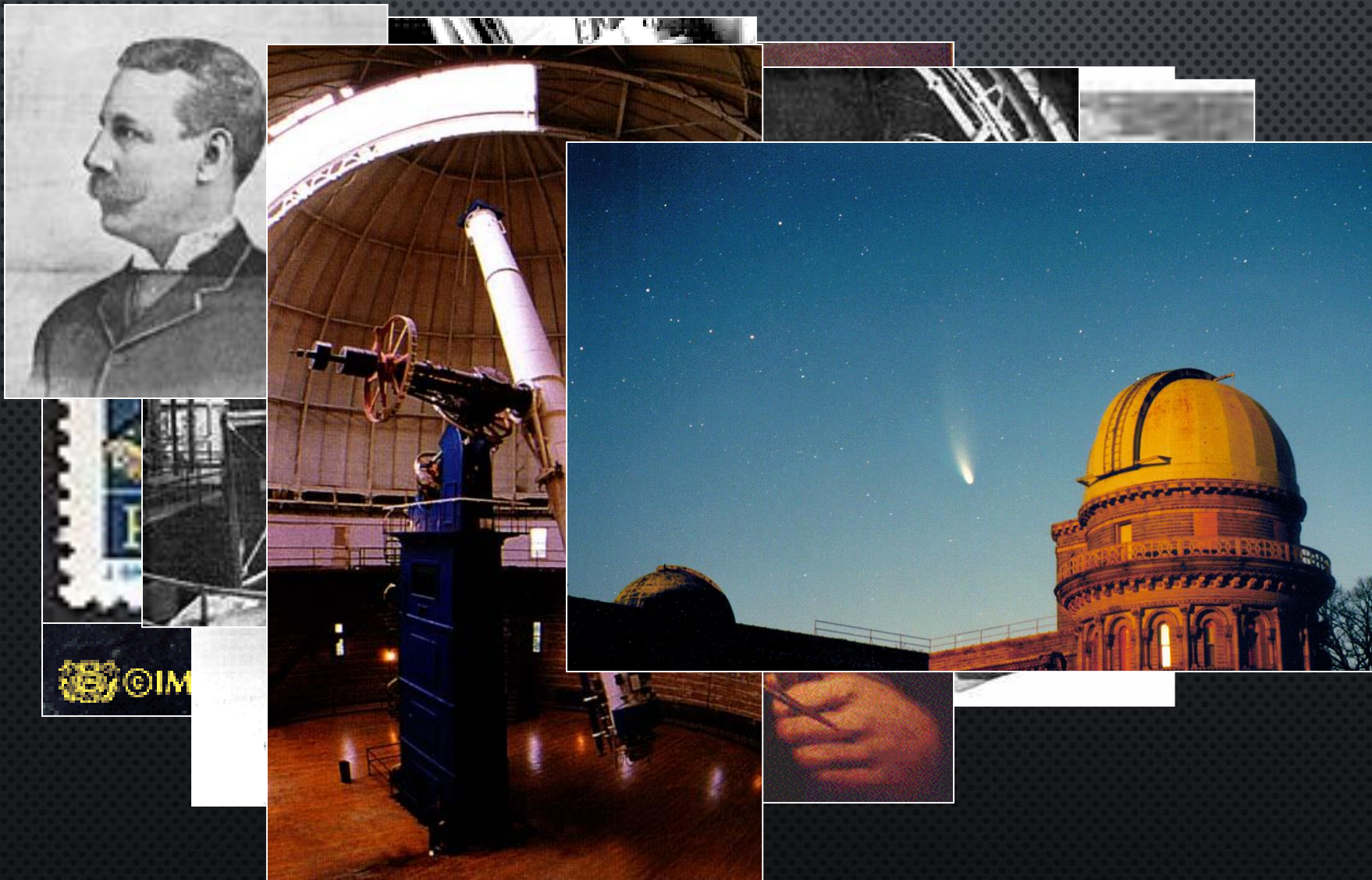
- **AZIMUTÁLNÍ MONTÁŽ**
 - STATIV S VIDLICÍ
 - DOBSONOVA MONTÁŽ
- AZIMUTÁLNÍ MONTÁŽE U VELKÝCH DALEKOHLEDŮ PŘEVAŽUJÍ
- **PARALAKTICKÁ MONTÁŽ**
 - **NĚMECKÁ MONTÁŽ**, HMOTNOST TUBUSU JE KOMPENZOVÁNA PROTIZÁVAŽÍM
 - **VIDLICOVÁ PARALAKTICKÁ MONTÁŽ**, TUBUS DALEKOHLEDU JE DRŽEN V TĚŽIŠTI JEDNOU ČI DVĚMA VIDLICEMI



MONTÁŽE



HISTORICKÁ MEZIHRA



HISTORICKÁ MEZIHRA

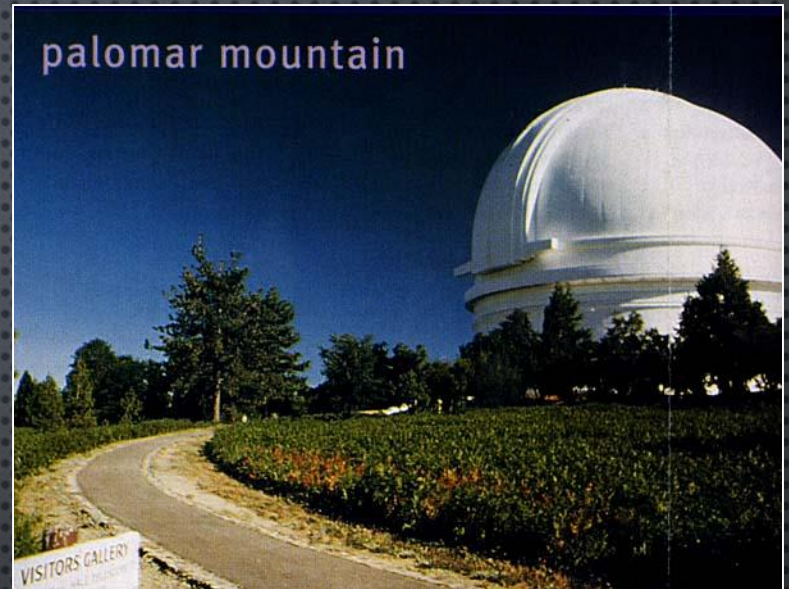
- REFRAKTORY DOSÁHLY LIMITUJÍCÍHO ROZMĚRU
- ROZVOJ REFLEKTORŮ NA BÁZI MONOLITICKÉHO SKLENĚNÉHO PRIMÁRNÍHO ZRCADLA
- MT. PALOMAR, HALŮV REFLEKTOR
- ZELENČUKSKAJA, BTA
- NÁSLEDUJE TECHNOLOGICKÝ ZLOM, POUŽITÍ TENKÝCH NEBO SEGMENTOVANÝCH PRIMÁRNÍCH ZRCADEL
- PRŮMĚR PRIMÁRNÍHO ZRCADLA NENÍ VŠE, ROZHODUJE DETEKTOR



2.5-m Hooker
Mount Wilson, CA • 1917



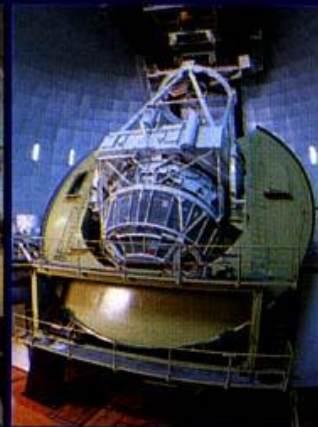
5.1-m Hale
Palomar Mountain, CA • 1948



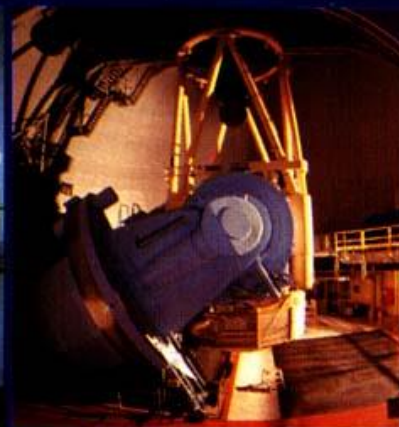
palomar mountain



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

HISTORICKÁ MEZIHRA

- 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
Mauna



orth)
1999

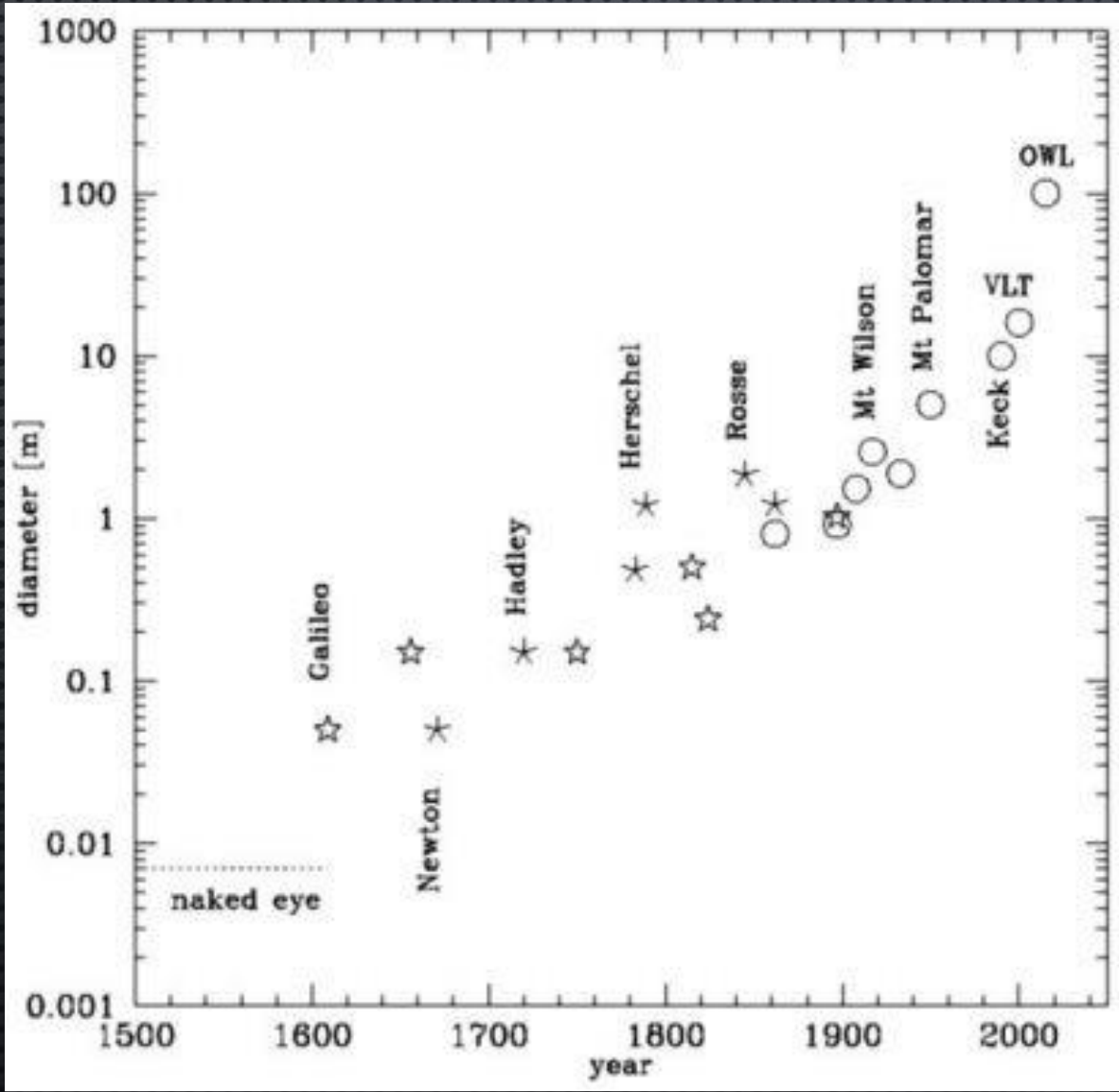


Very Large Telescope
Cerro Paranal, Chile • 2001



KOLIK OČÍ MÁTE POD TUBUSEM, PANE?

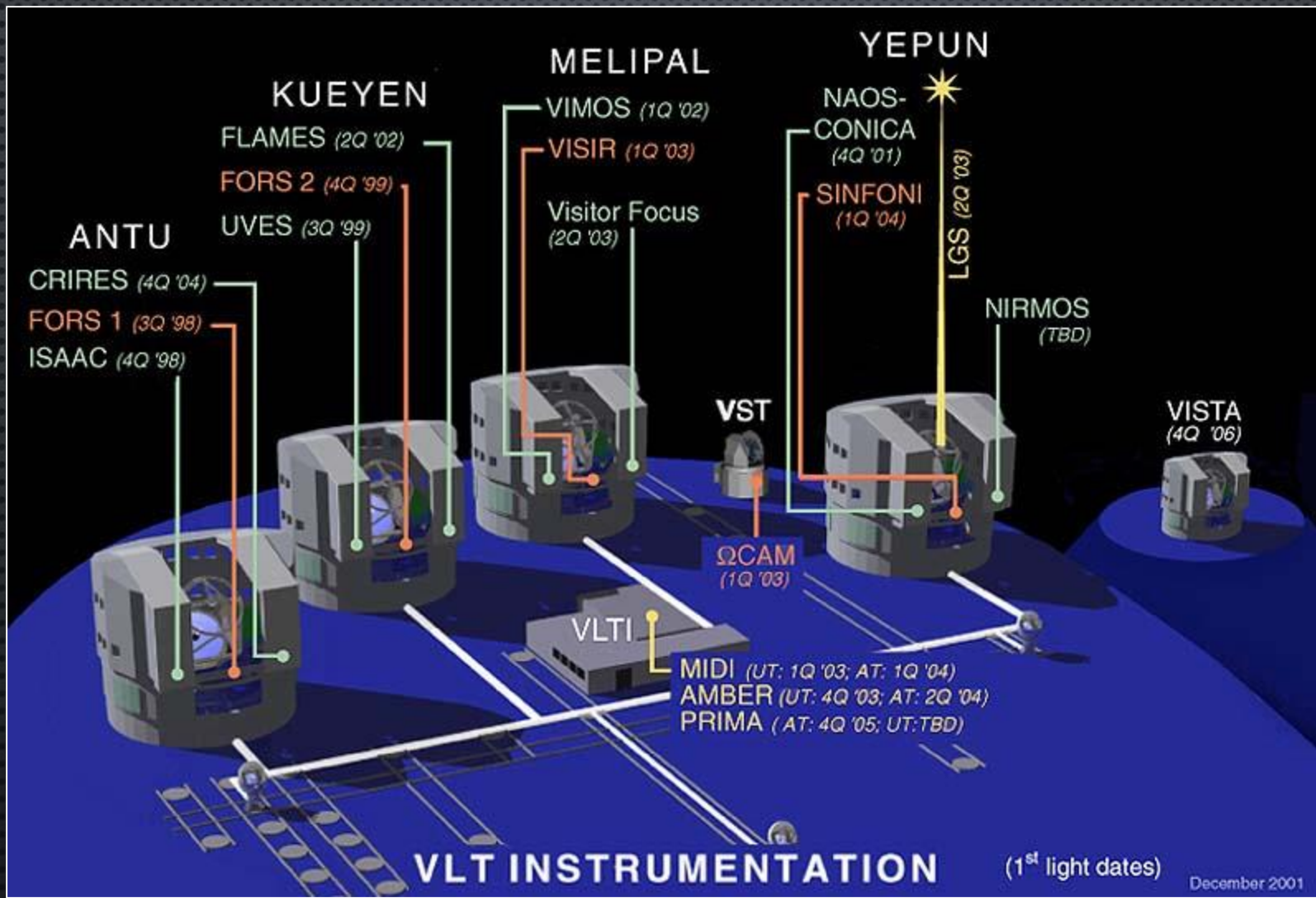
- NETRADIČNÍ JEDNOTKA NÁM MŮŽE NAHRADIT INFORMACI O PRŮMĚRU DALEKOHLEDU
- GALILEO 25 očí
- YERKES 16 KILOOČÍ
- LORD ROSSE 52 KILOOČÍ
- MT. WILSON 100 KILOOČÍ
- MT. PALOMAR 400 KILOOČÍ
- HST 90 KILOOČÍ



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

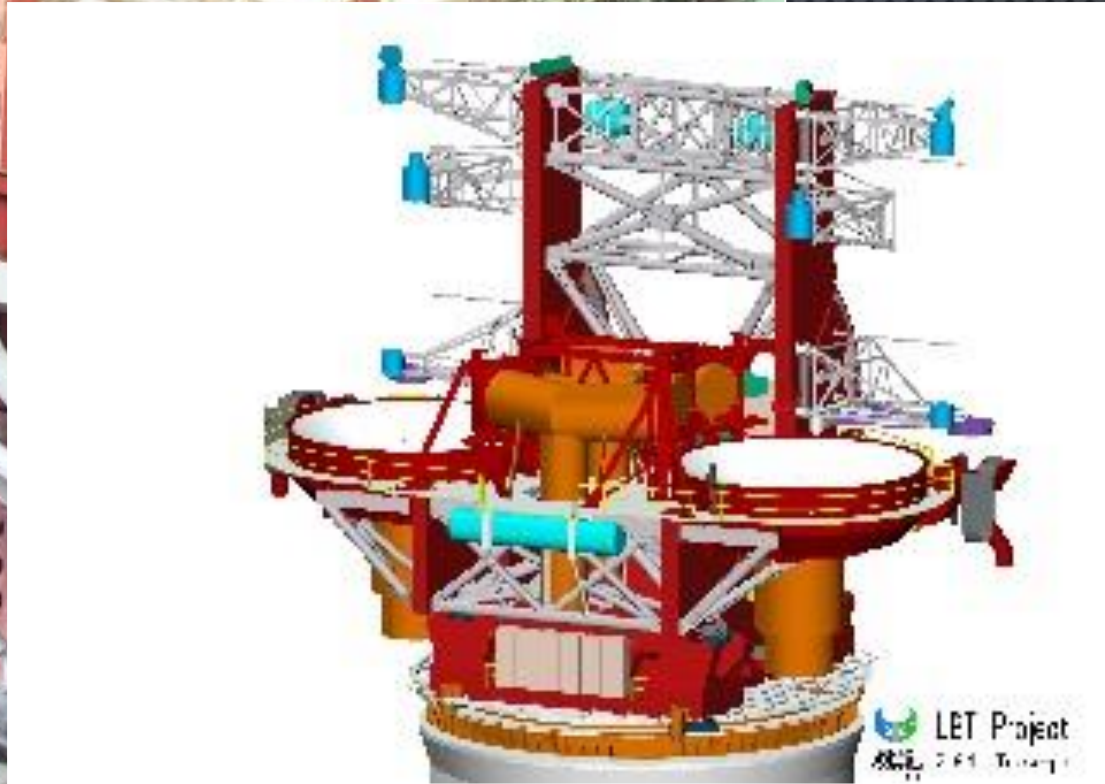
- KECKOVY DALEKOHLEDY
- 2x 9,82 M - 3,06 MEGAOČÍ
- CALTECH, MAUNA KEA
- 1991, 1996
- OPTIKA R-CH, 36
HEXAGON. SEGMENTŮ,
ALTAZIMUT, 300 T



TOP 10

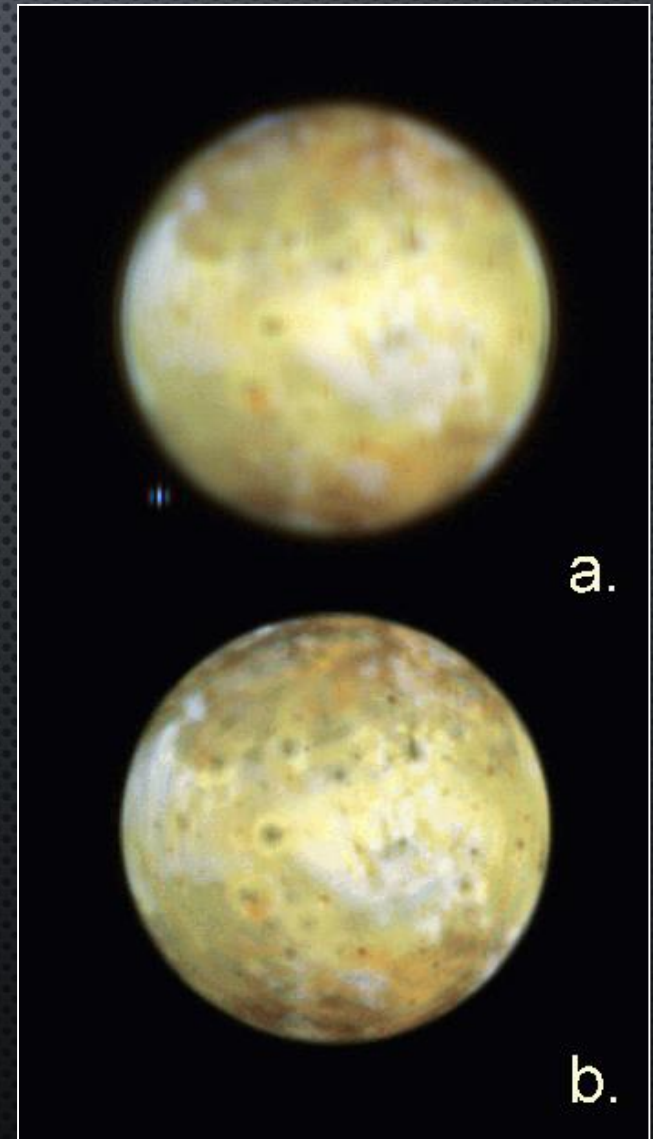
- LARGE BINOCULAR TELESCOPE
- 2 x 8,4 M - 2,2 MEGAOČÍ
- 12 PARTNERŮ USA, ITÁLIE, SRN, MT. GRAHAM
- DOKONČENÍ R. 2004
- OPTIKA CASS, ALTAZIMUT, 350 T





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



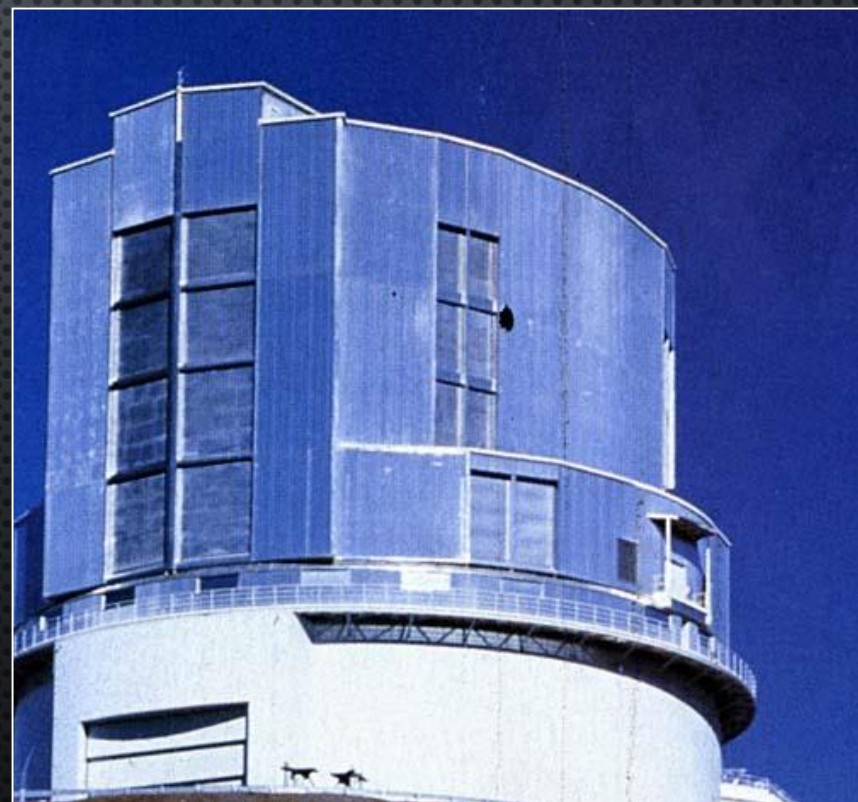
TOP 10

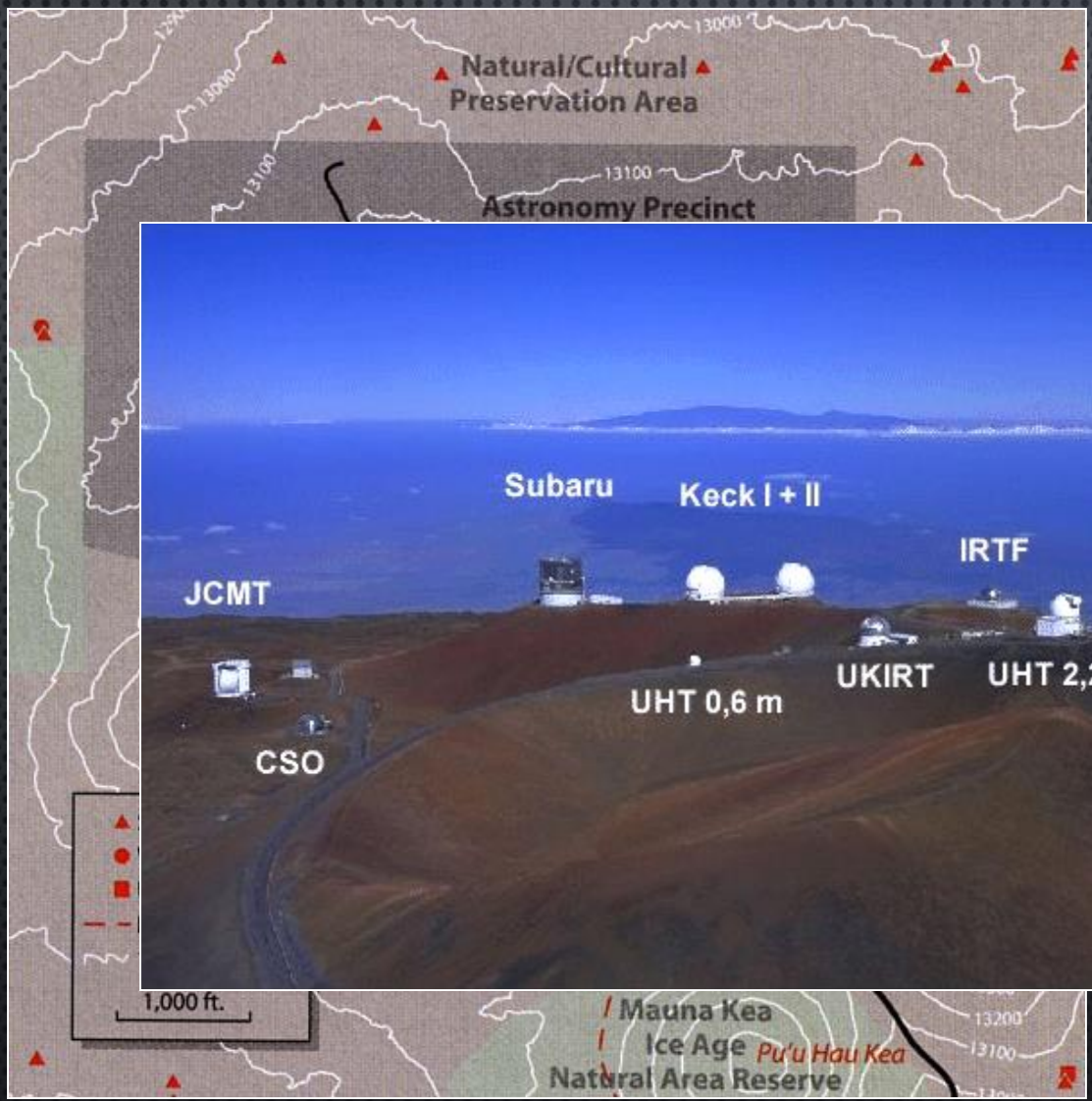
- SOUTHERN AFRICAN LARGE TELESCOPE
- CCA 10 M - 1,5 MEGAOČÍ
- DVOJČE HET, SUTHERLAND, JAR
- DOKONČENÍ R. 2005
- SFÉRICKÝ TVAR, POUZE AZIMUT, VÝŠKA JE FIXNÍ 55 ST., 100 T



TOP 10

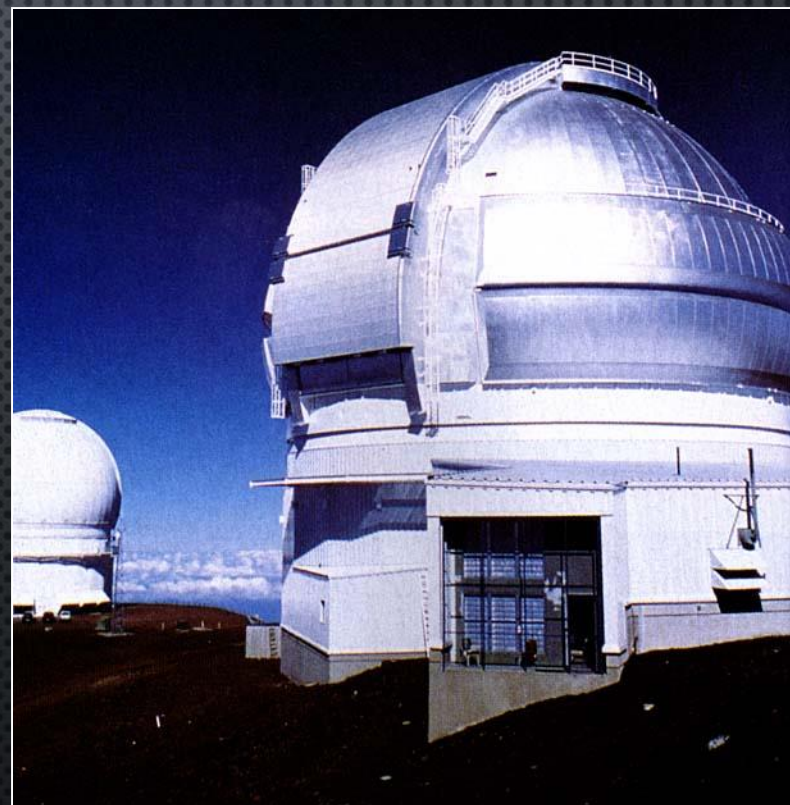
- SUBARU
- 8,2 M - 1,05 MEGAOČÍ
- JAPONSKO, MAUNA KEA
- DOKONČENÍ R. 1999
- OPTIKA R-CH, ALTAZIMUT,
HMOTNOST 500 TUN,
BUDOVA ROTUJE S
DALEKOHLEDEM





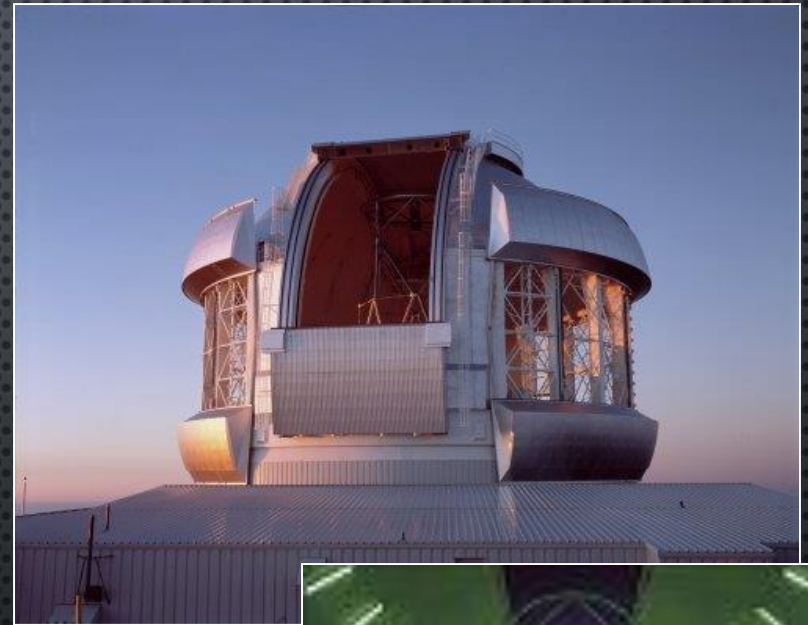
TOP 10

- 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



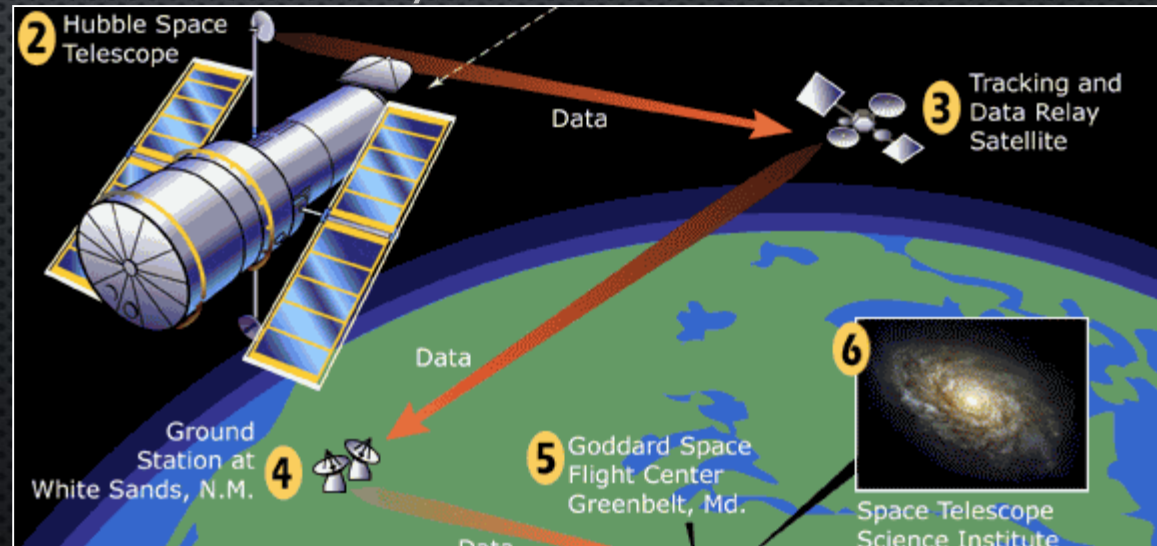
VELKÉ DALEKOHLEDY AKTUÁLNĚ

[HTTP://ASTRO.NINEPLANETS.ORG/BIGEYES.HTML](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.

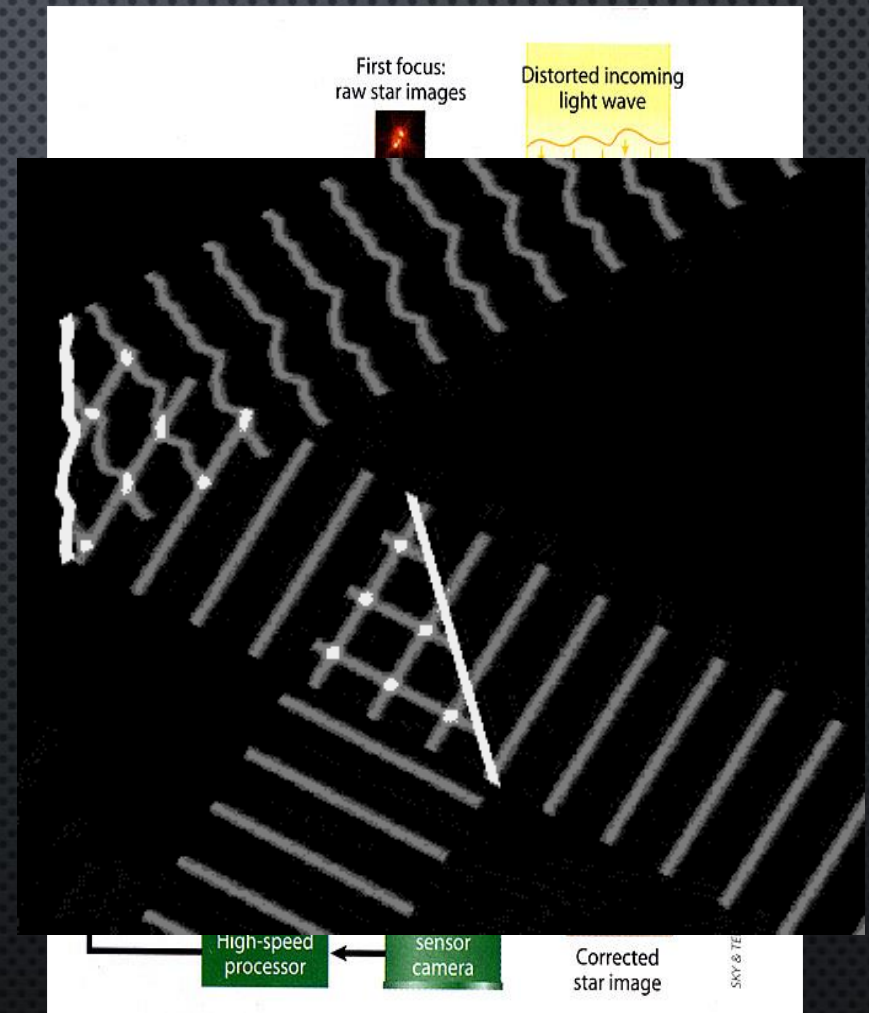


AKTIVNÍ A ADAPTIVNÍ OPTICKÉ SYSTÉMY

- **AKTIVNÍ** – SYSTÉMY „INTELIGENTNÍCH PODPĚŘ“ 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“
- SNAŽŠÍ V IR OBLASTI



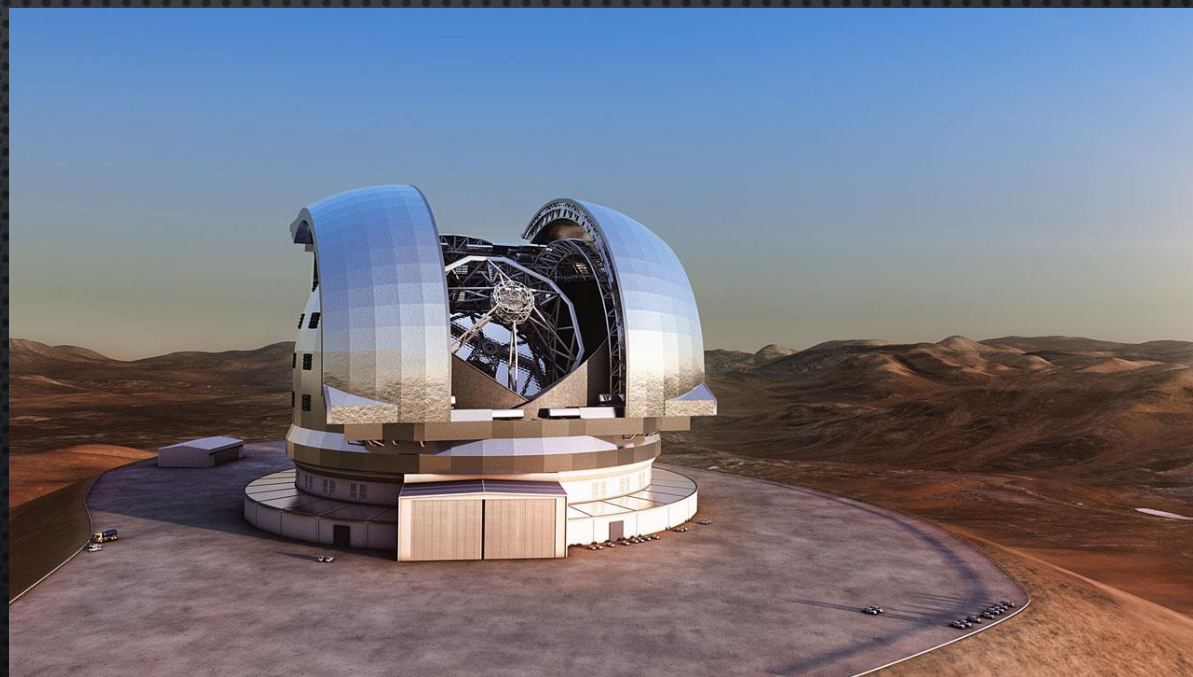
ADAPTIVNÍ OPTIKA

- 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



POROVNÁNÍ VELIKOSTI PRIMÁRNÍCH ZRCADEL

[HTTPS://UPLOAD.WIKIMEDIA.ORG/WIKIPEDIA/COMMONS/C/C5/COMPARISON
OPTICAL TELESCOPE PRIMARY MIRRORS.SVG](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/c/c5/Comparison_of_optical_telescope_primary_mirrors.svg)



TROCHA FUTUROLOGIE

- PROJEKTY „PŘEHLÍDKOVÉHO“ TYPU
- VISIBLE AND INFRARED SURVEY TELESCOPE FOR ASTRONOMY - VISTA
- LARGE SKY AREA MULTI-OBJECT SPECTROSCOPIC TELESCOPE - LAMOST
- LARGE-APERTURE SYNOPTIC SURVEY TELESCOPE - LSST
- DARK MATTER TELESCOPE - DMT

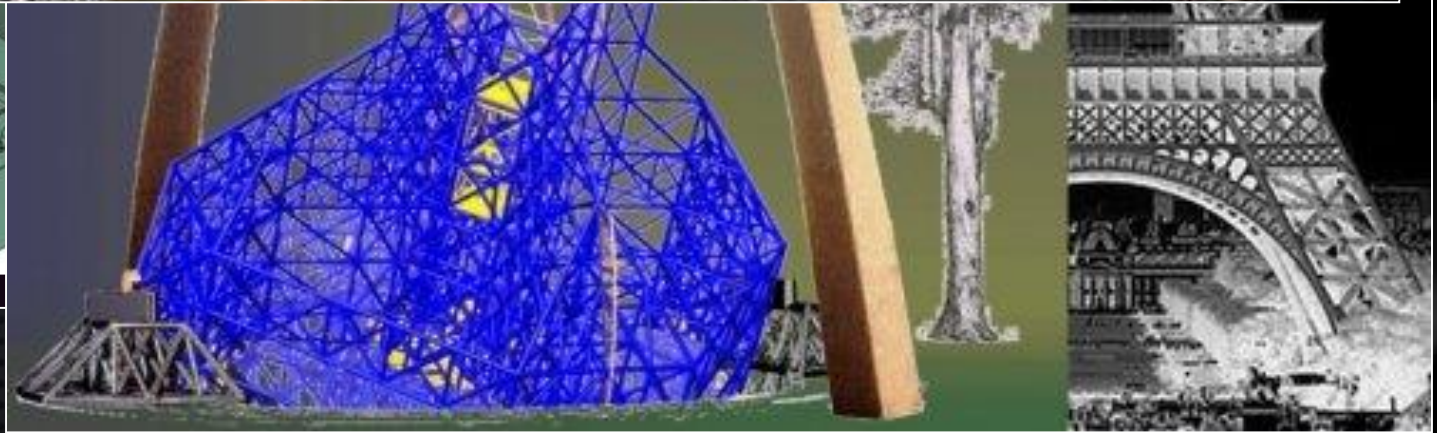
TROCHA FUTUROLOGIE

- **GIGANTICKÉ PROJEKTY**

- CALIFORNIA EXTREMELY LARGE TELESCOPE - CELT
- GIANT SEGMENTED MIRROR TELESCOPE - GSMT
- EXTREMELY LARGE TELESCOPE - XLT, ŠVÉDSKO
- MAXIMUM APERTURE TELESCOPE - MAXAT
- EXTREMELY LARGE TELESCOPE - ELT
- ~~• OVERWHELMINGLY LARGE TELESCOPE - OWL, 156 MEGAOČÍ~~
- NEW GENERATION SPACE TELESCOPE - NGST

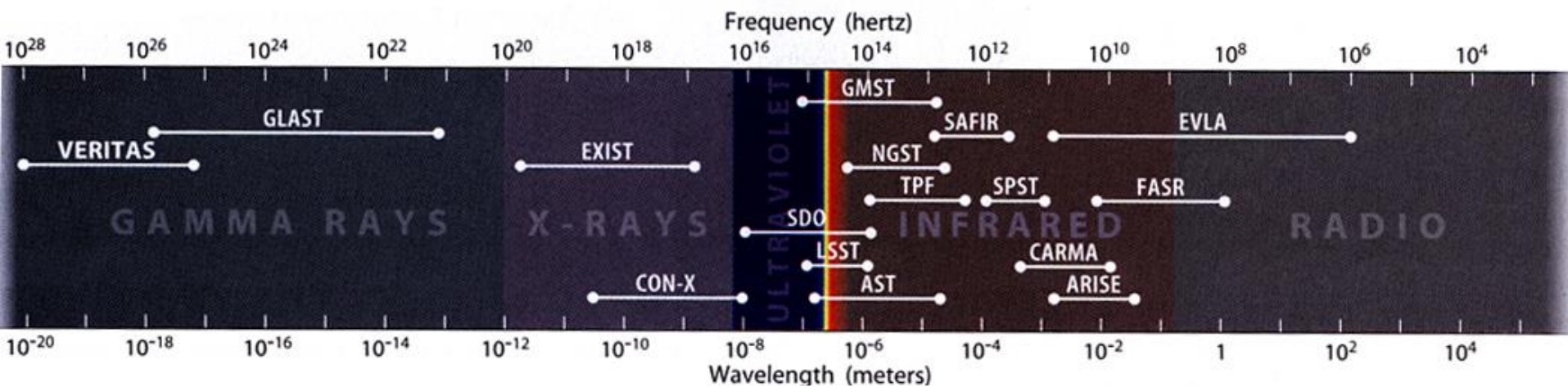
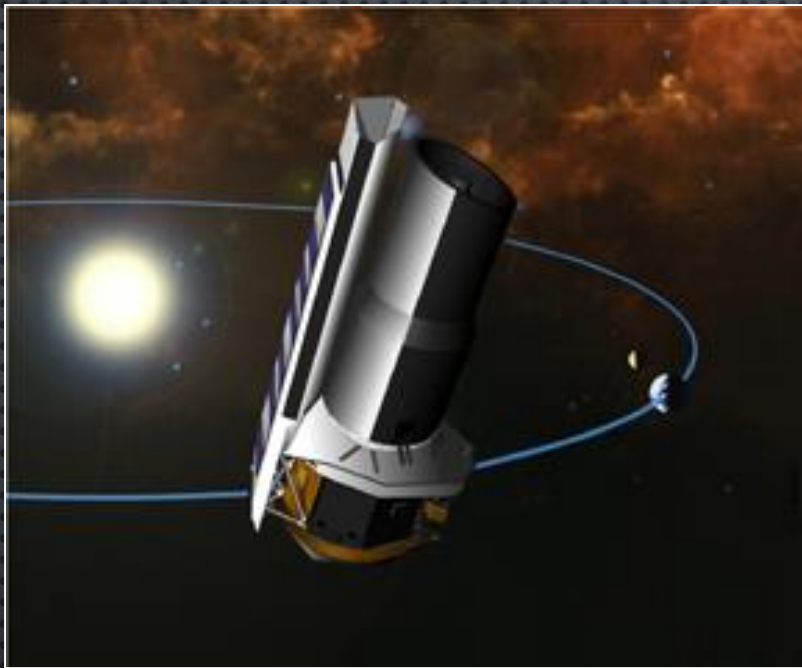
192-m

Gateway Arch



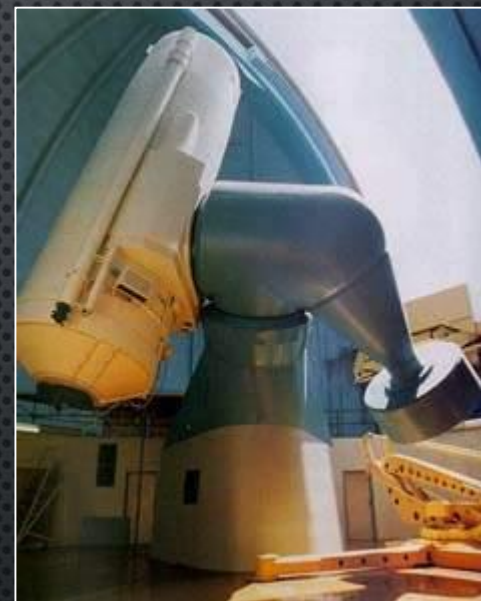
QUO VADIS, POZOROVACÍ ASTRONOMIE?

- VÝVOJ VESMÍRU - WMAP, NGST, LSST
- PROCESY V MLADÉM VESMÍRU - NGST, GSMT
- ČERNÉ DÍRY - CONX, GLAST, VERITAS, LISA
- FORMOVÁNÍ HVĚZD A PLANET - NGST, SAFIR, EVLA, SPST, TPF
- VLIV ASTRONOMICKÝCH FENOMÉNŮ NA ŽIVOTNÍ PROSTŘEDÍ NA ZEMI - LSST, AST, FASR



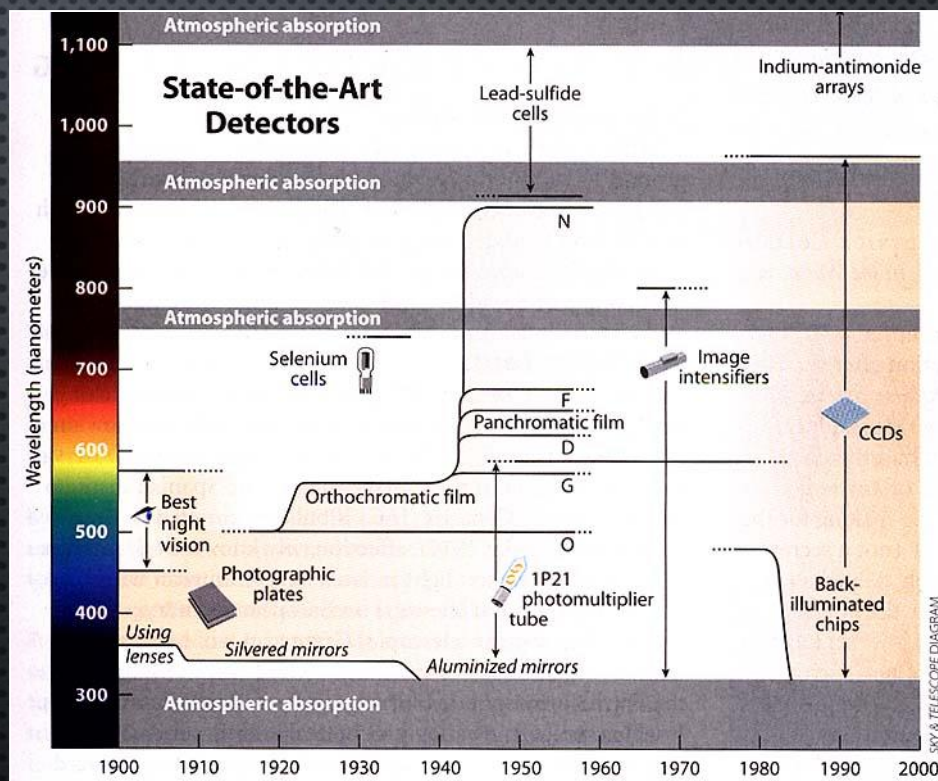
JAKPAK JE DNES U NÁS DOMA?

- ONDŘEJOVSKÝ 2 M - 65,5 KILOOČÍ
- KLENOT, 1,06 M - 17,5 KILOOČÍ
- 2007 JSME SE STALI ČLENY ESO !!!



DETEKTORY

- 1887 ASTROFOTOGRAFIE
- 1940 SPECIÁLNÍ EMULZE PRO SPEKTROSKOPII (KODAK)
- 1930 POUŽITÍ FOTOEL. ČLÁNKŮ
- 1940 FOTONÁSOCIČE
- 1990 CCD



... GAME IS OVER ...