

ODKRYJ SWÓJ
WSZECHŚWIAT



MIĘDZYNARODOWY ROK
ASTRONOMII
2009

Teleskopy optyczne

dr Krzysztof Rochowicz
Zakład Dydaktyki Fizyki
UMK Toruń



Teleskop: historia

Odkrycie teleskopu przypisuje się tradycyjnie holenderskiemu optykowi Hansowi Lippersheyowi, a sam wynalazek datowany jest na rok 1608.



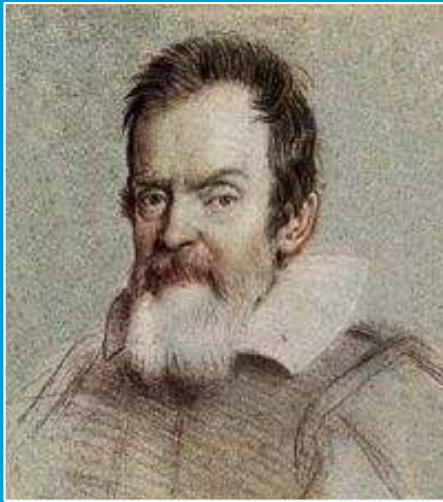
Jednakże pierwsze opisy zasad optyki urządzeń powiększających można znaleźć w dziełach dużo starszych:

Roger Bacon: *Opus Maius* (1267):

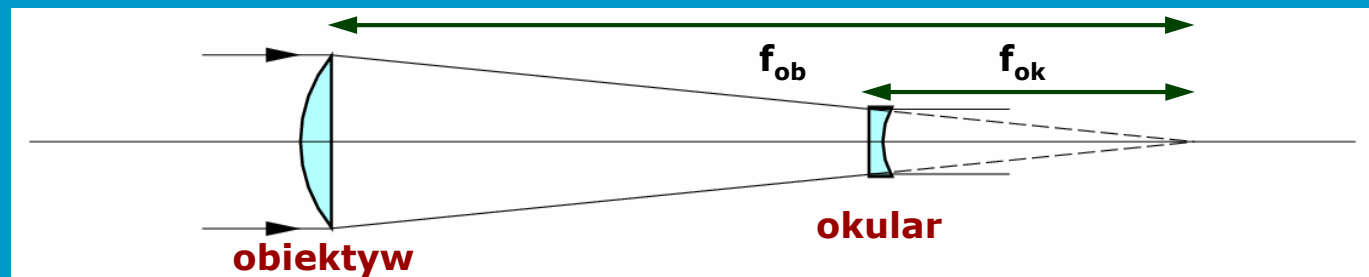
*For we can so shape transparent bodies, and arrange them in such a way with respect to our sight and objects of vision, that the rays will be reflected and bent in any direction we desire, and under any angle we wish, we may see the object near or at a distance ... So we might also cause **the Sun, Moon and stars in appearance to descend here below...***

Teleskop: historia

Galileusz dowiedział się o wynalezieniu teleskopu w maju 1609 roku i bez pierwowzoru zbudował własny teleskop.



Teleskop ten składał się z dwu soczewek: płasko-wypukłej (**obiektyw**) i płasko-wklęsłej (**okular**). **Luneta Galileusza** daje obraz prosty.

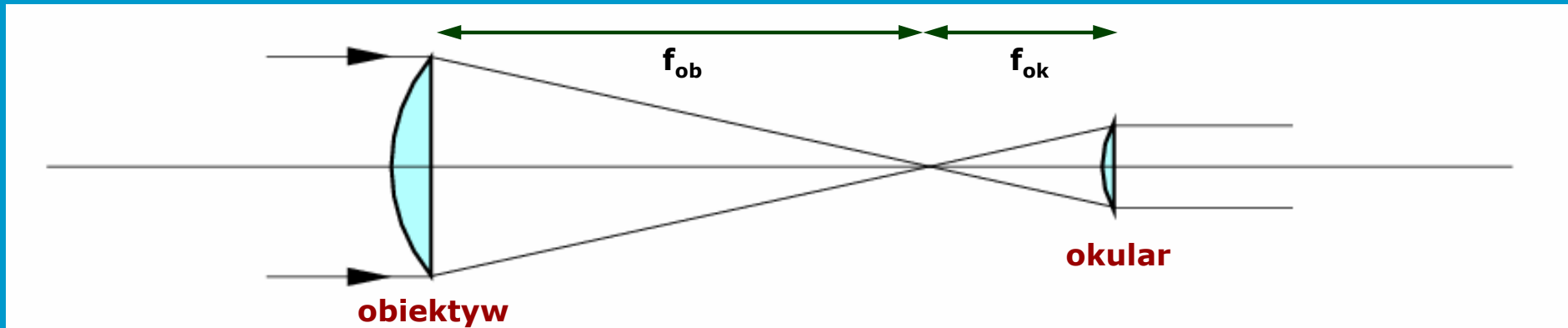


Za pomocą swoich teleskopów Galileusz odkrył cztery największe księżycy Jowisza (Io, Europa, Ganymedes, Kallisto), rozdzielił Drogę Mleczną na gwiazdy, zobaczył fazy Wenus i plamy na Słońcu.

Największy teleskop Galileusza miał 5 cm średnicy i dawał powiększenie 33x.

Teleskop: historia

W jednej ze swoich prac (1611) Johannes Kepler zasugerował iż teleskop soczewkowy można ulepszyć stosując jako okular soczewkę płasko-wypukłą i umieszczając ją za ogniskiem obiektywu.

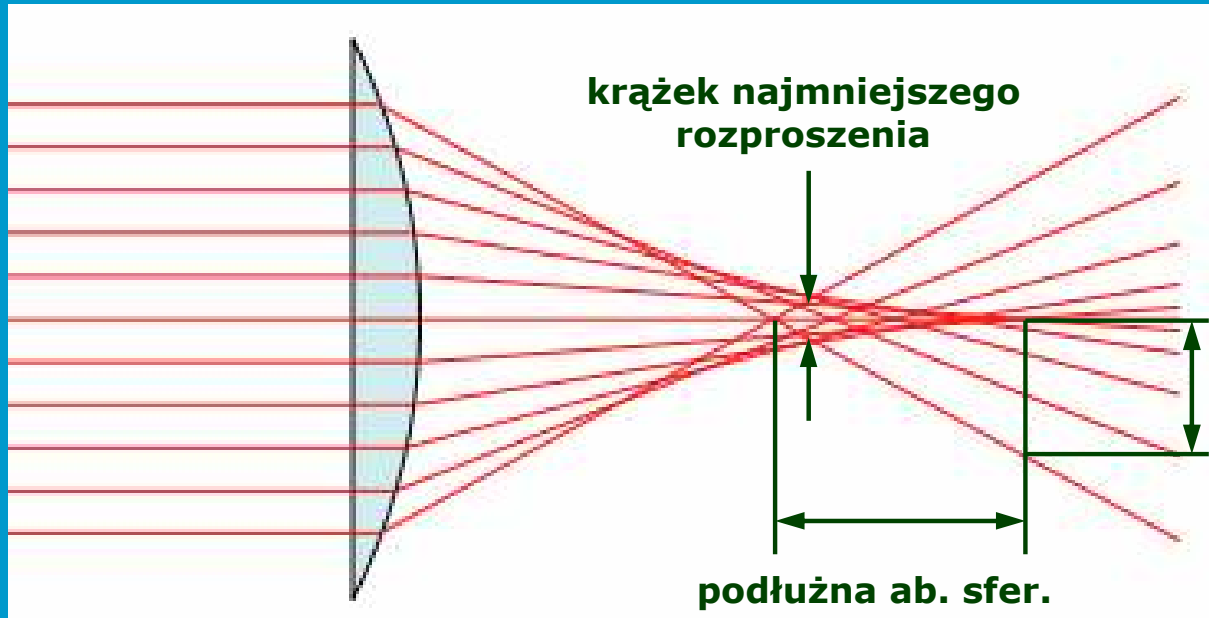


Luneta taka, zwana **lunetą Keplera** daje obraz odwrócony. Ognisko może być wykorzystane do umieszczenia w nim przyrządów do pomiaru odległości kątowych (mikrometr) czy choćby skrzyżowanych nitek.

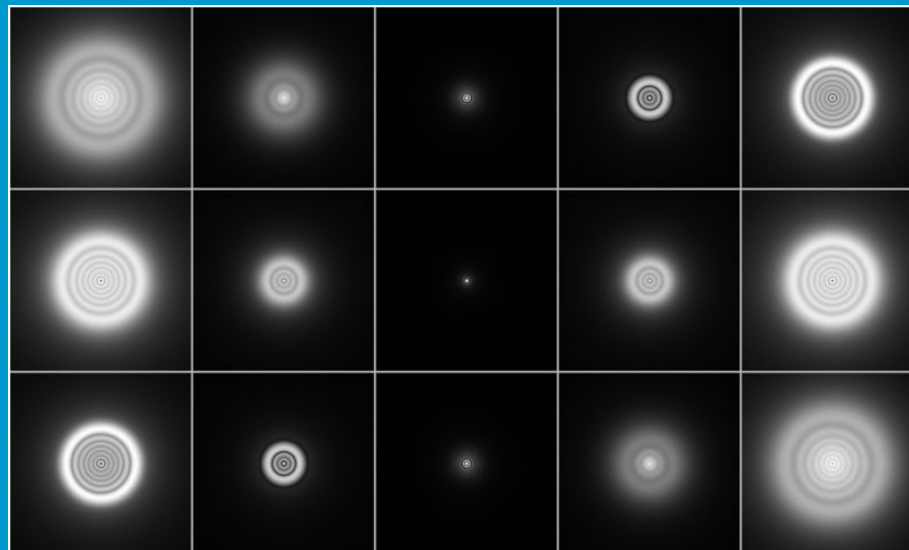
Lunety stanowią przykład **refraktora**, czyli teleskopu, którego elementami optycznymi są **soczewki**. Drugi rodzaj teleskopów stanowią **reflektory**, w których elementami optycznymi są **lustra**.

Teleskop: aberracja sferyczna

Pierwsze refraktory miały dwie zasadnicze wady: **aberrację sferyczną** i ...

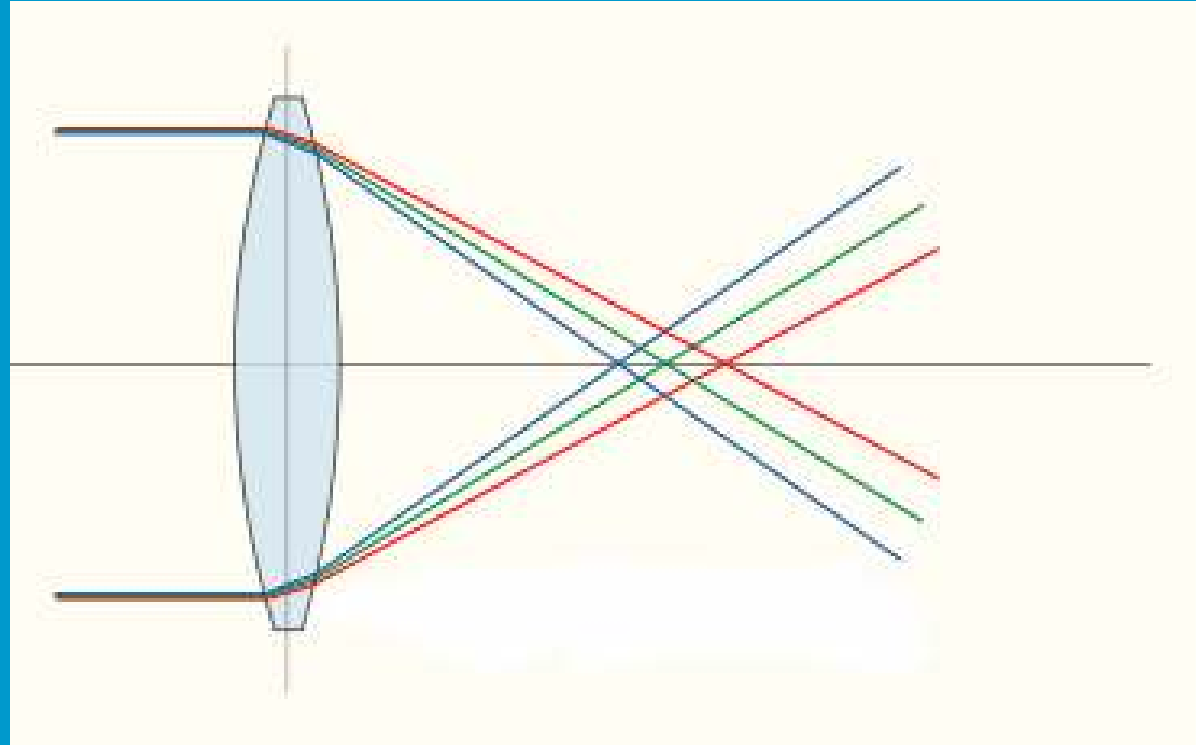


Aberracja sferyczna: promienie przyosiowe skupiają się w innym miejscu niż promienie biegnące daleko od osi.



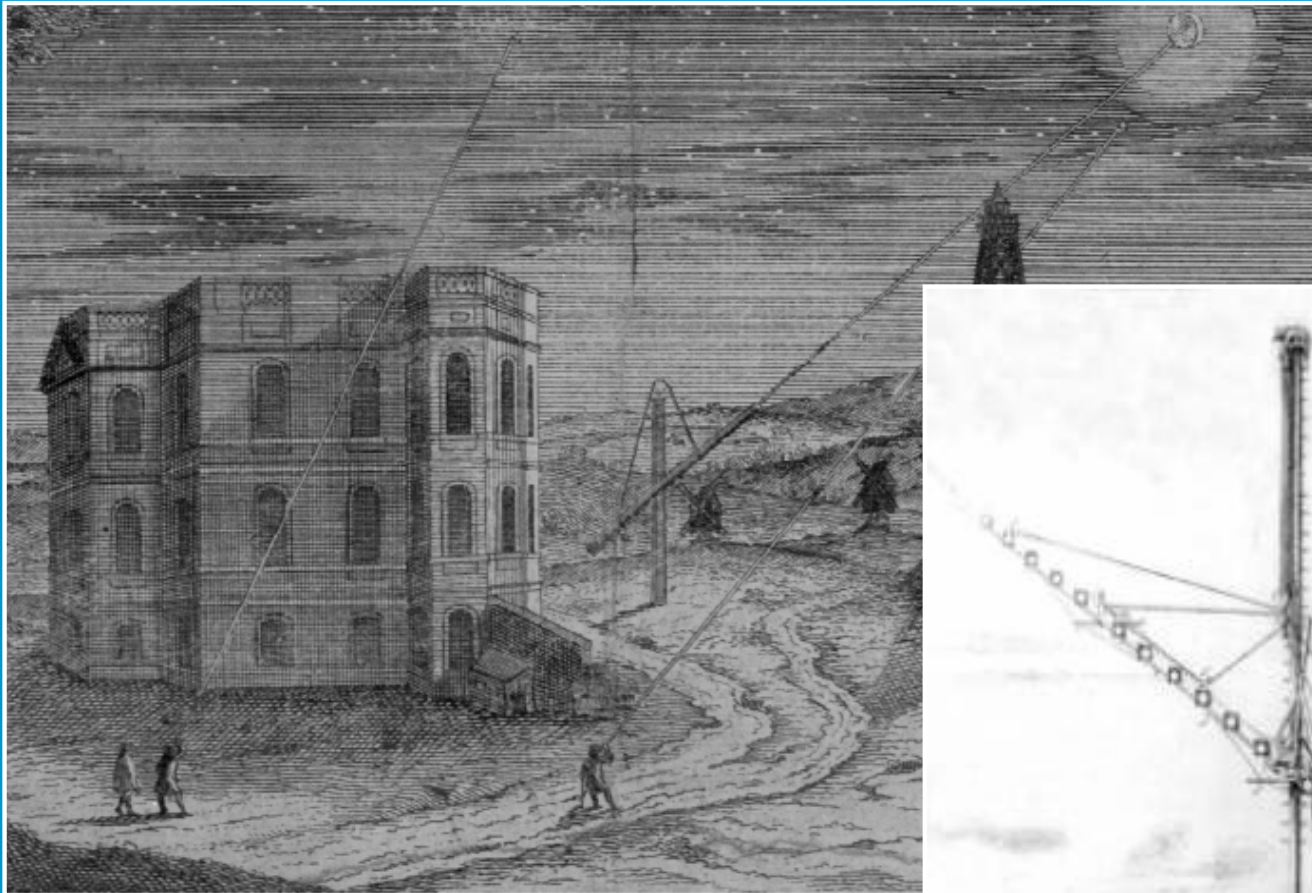
Teleskop: aberracja chromatyczna

... **aberrację chromatyczną**: promienie o różnych długościach fali skupiają się w różnych miejscach.

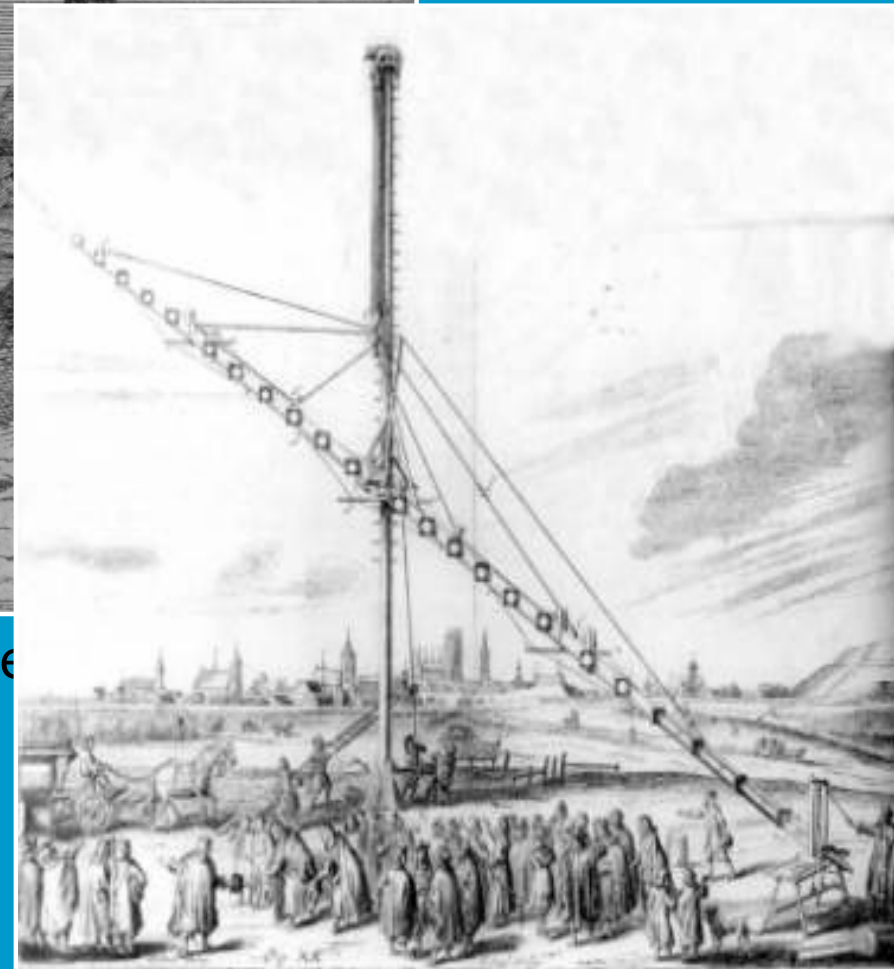


XVII/XVIII-wieczne sposoby na aberrację chromatyczną:
- długoogniskowe teleskopy,
- reflektory.

Teleskopy o długich ogniskowych



Obserwatorium Królewskie
1705

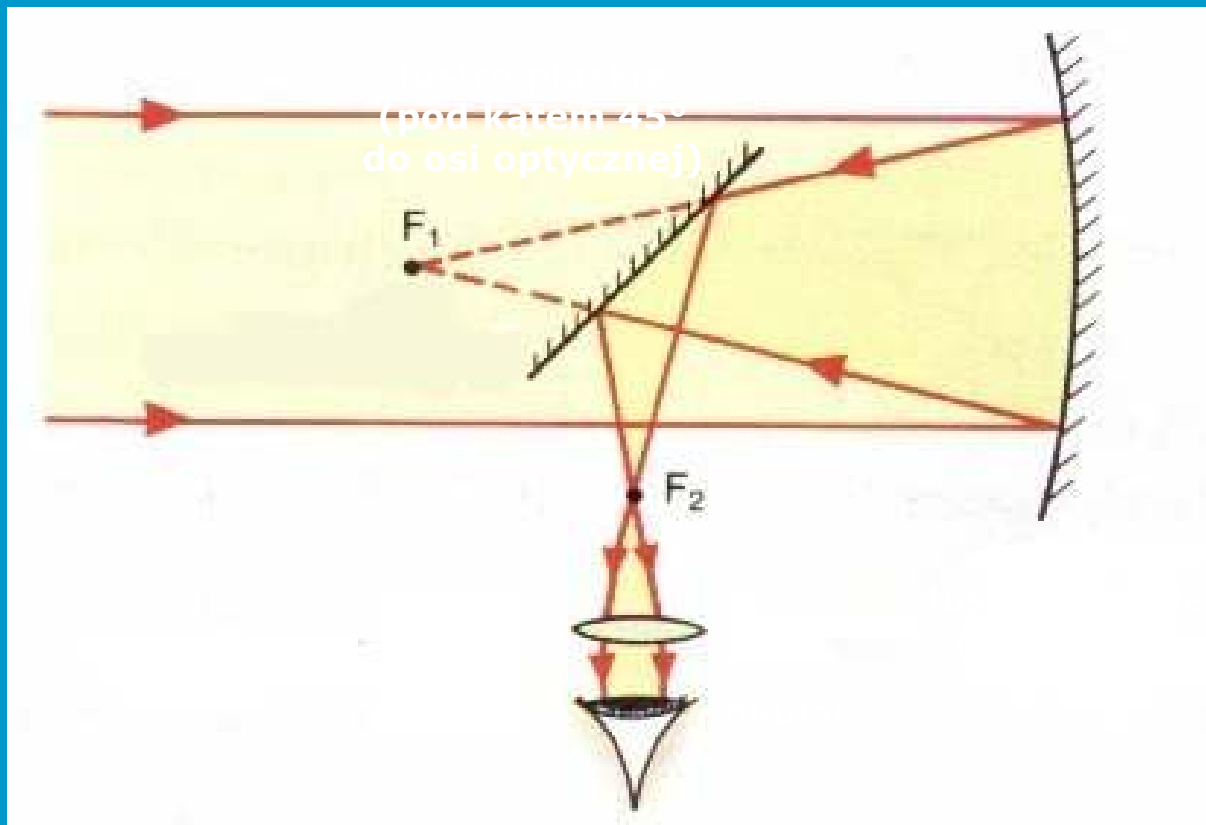


teleskop Heweliusza ($f \sim 46$ m)

Najstarsze reflektory: teleskop Newtona

Reflektor działa na zasadzie **odbicia**, a nie **załamania** światła. Odbicie jest niezależne od długości fali, wobec czego reflektory nie mają aberracji chromatycznej.

Konstruktorem pierwszego reflektora był **Izaak Newton (1668)**. Lustro główne było zwierciadłem sferycznym, wtórne było płaskie, umieszczone pod kątem 45° do osi optycznej. Pozwalało to na umieszczenie okularu z boku teleskopu.



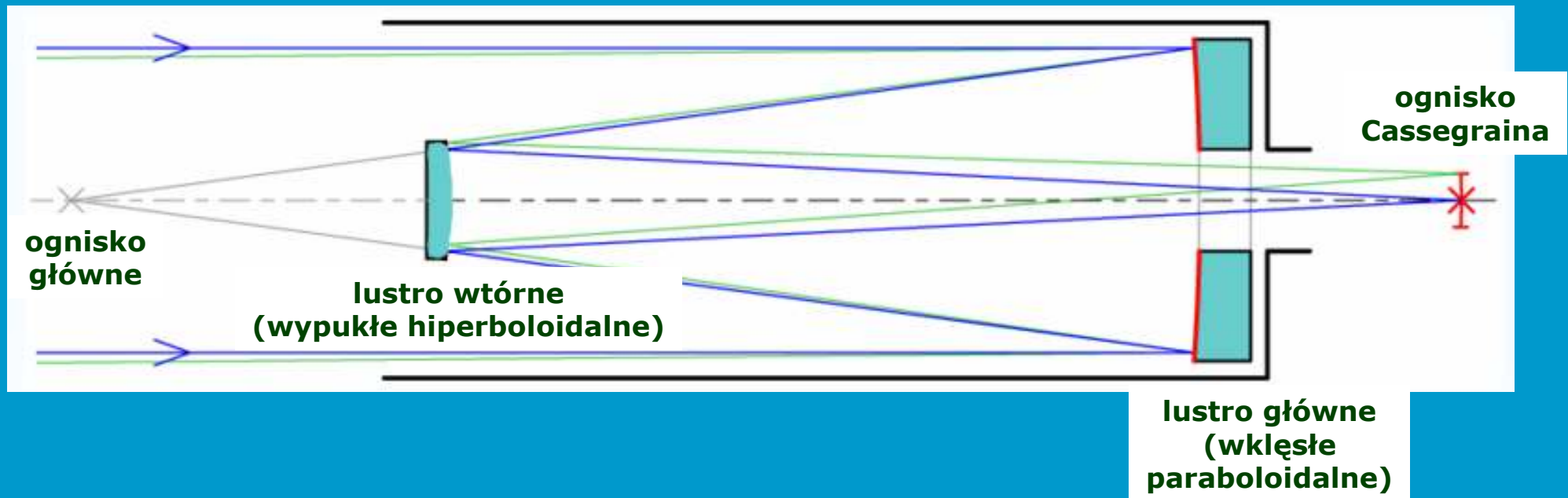
Najstarsze reflektory: teleskop Gregory'ego

Newton nie był wynalazcą reflektora. Był nim Szkot, **James Gregory**, który w roku **1663** zaproponował konstrukcję, nazywaną dziś jego imieniem, a składającą się z dwóch lusterek wklęsłych: paraboloidalnego i elipsoidalnego.



Najstarsze reflektory: teleskop Cassegraina

W roku 1672 Guillaume Cassegrain zaproponował inną konstrukcję, w której lustro główne jest takie samo jak w teleskopie Gregory'ego (wklęsłe paraboloidalne), ale wtórne jest wypukłe i hiperboloidalne. Umieszcza się je przed ogniskiem głównym.

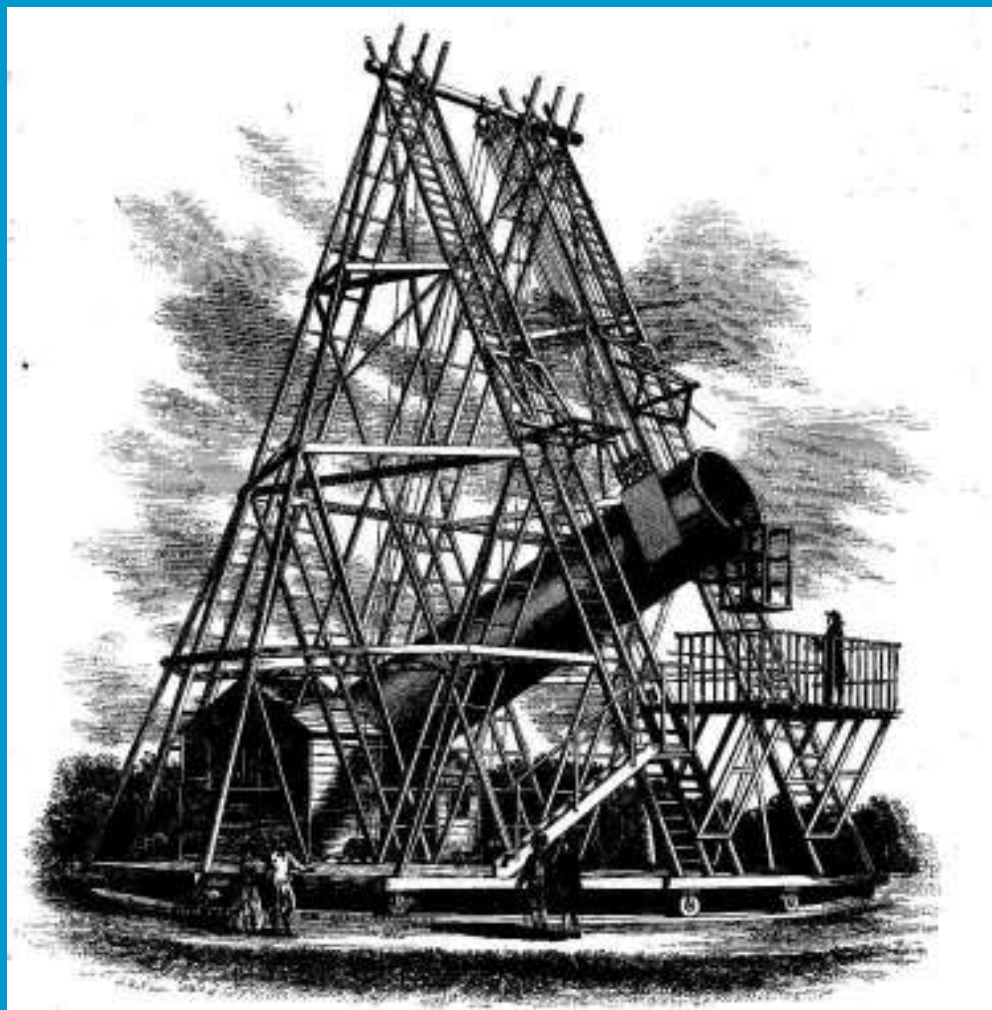


Teleskop Cassegraina i jego zmodyfikowana wersja (**Ritchey-Chrétien**, lustro główne hiperboloidalne) to najpopularniejsza obecnie konstrukcja teleskopu.

Reflektory a refraktory

Mimo zalet reflektorów, były rzadko budowane w XVIII w.
Podstawowy problem: dobre lustro.

Do połowy XIX w. – lustra z **brązu** (Cu+Sn). Szybko matowiały.



40-stopowy (12 m), reflektor
William Herschela o średnicy
49,5 cala = 1,26 m (1789).

Montaż alt-azymutalny.

Największe refraktory: Yerkes Observatory

Największe teleskopy soczewkowe zostały zbudowane przez Amerykanów: Alvana Clarka (1804-1887) i jego syna Alvana Grahama Clarka (1832-1897), m.in..

- 90-cm refraktor Obserwatorium Licka (1888),
- 102-cm refraktor Obserwatorium Yerkes.



1921

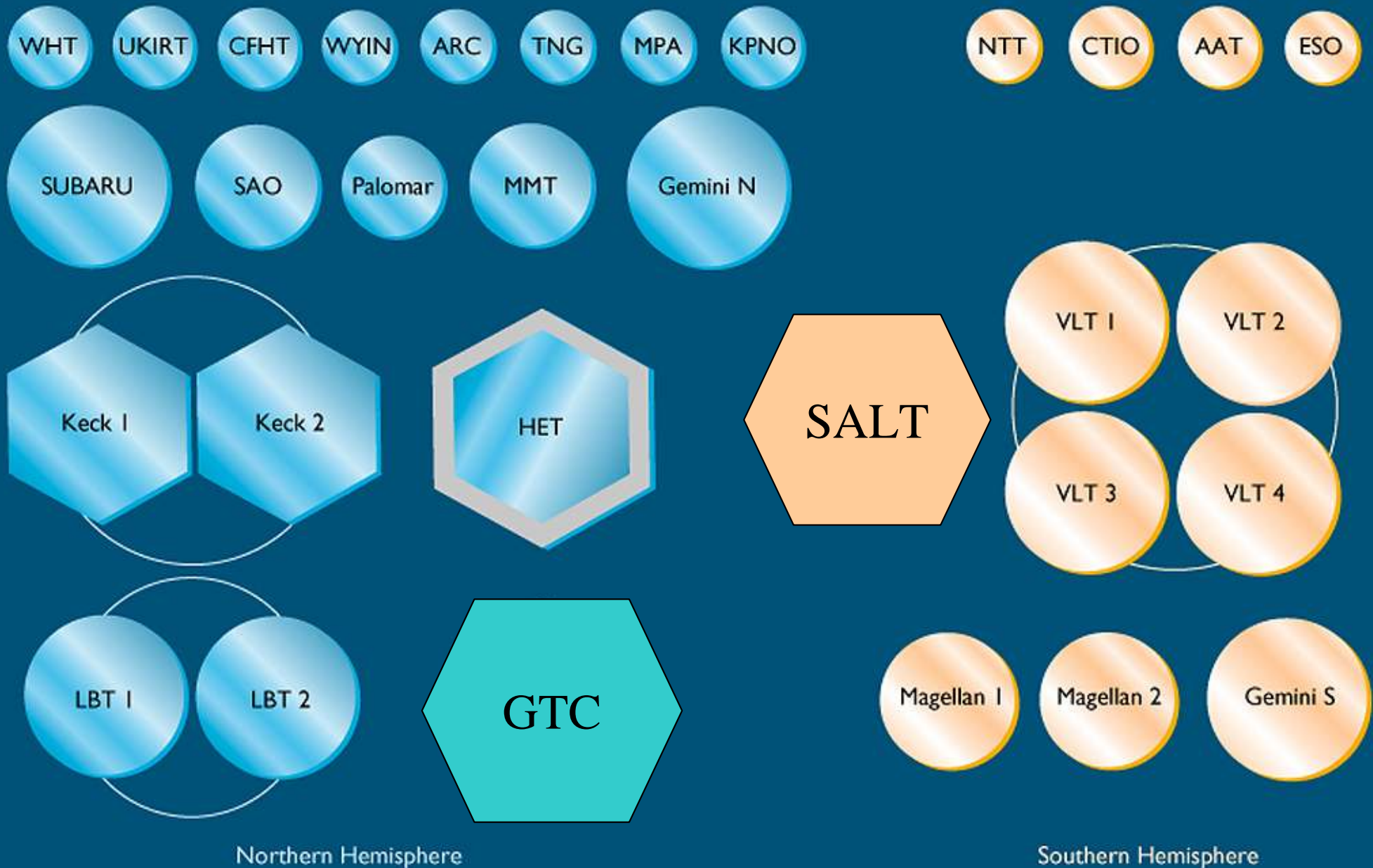


2006

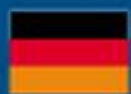
Największe teleskopy świata (2009)

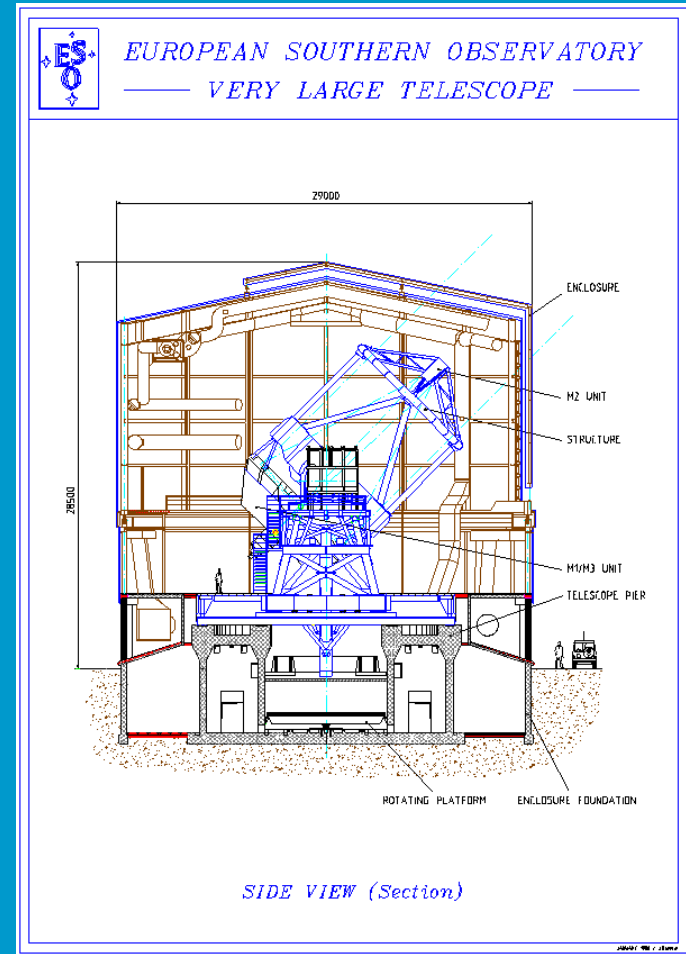
Średnica (m)	Nazwa	Położenie
10,4	Gran Telescopio Canarias	La Palma, W-y Kanaryjskie
10,0	Keck, Keck II	Mauna Kea, Hawaje
10,0	SALT	RPA
9,2	Hobby-Eberly (HET)	Teksas, USA
8,4	Large Binocular Telescope	Arizona, USA
8,3	Subaru	Mauna Kea, Hawaje
8,2	VLT (4 jednostki)	Cerro Paranal, Chile
8,1	Gillet (Gemini North)	Mauna Kea, Hawaje
8,1	Gemini South	Cerro Pachon, Chile
6,5	Multi-Mirror Telescope	Arizona, USA
6,5	Magellan I i II	La Serena, Chile
6,0	Bolshoi Teleskop Azimutalny	Rosja
6,0	Large Zenith Telescope	Kanada
5,0	Hale	Mt. Palomar, USA

COLLECTING AREA OF THE LARGE TELESCOPES



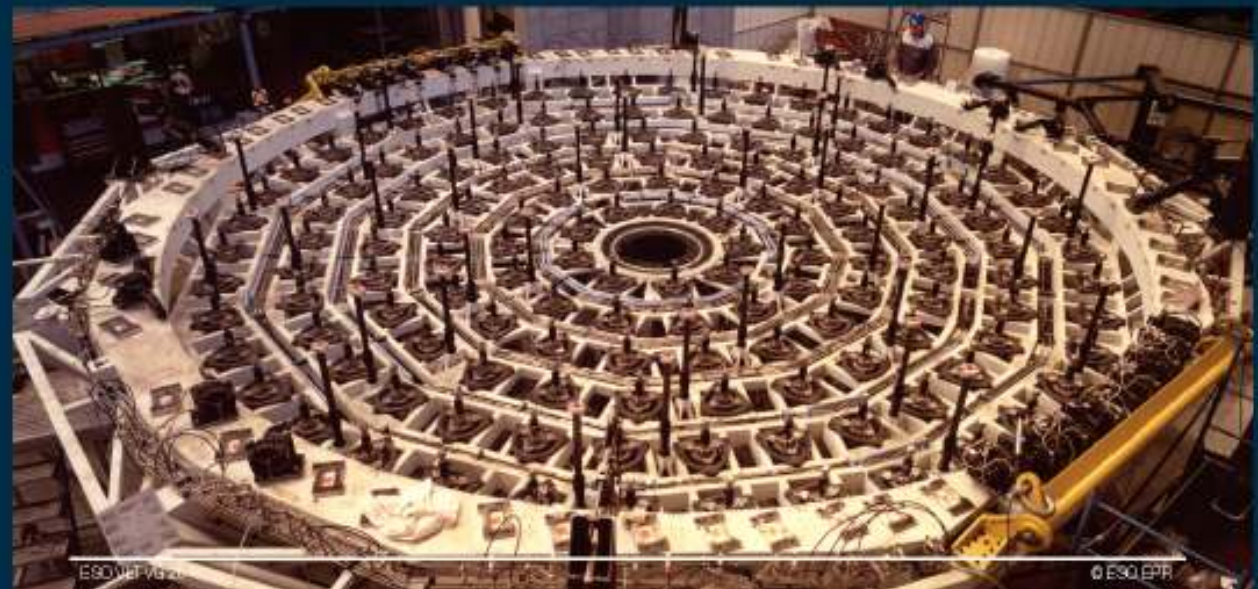
ESO, The European Southern Observatory



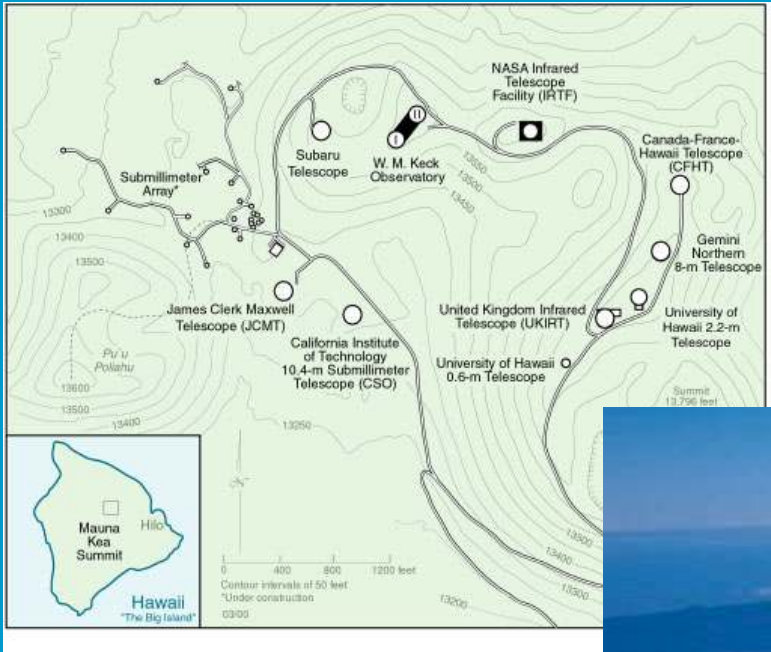


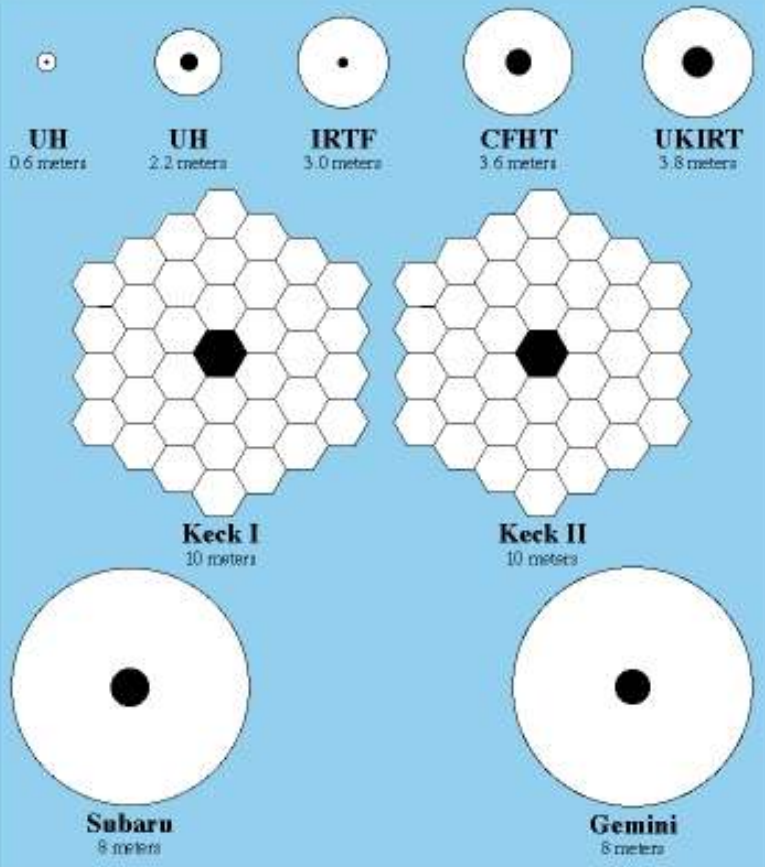
ACTIVE OPTICS AT THE VLT

No. of active, axial supports:	No. of lenslets in WFS:	Update interval:
150	30x30	30 sec (typ.)
Wavefront Sensor (WFS):	Correction scheme:	Coma and focus correction:
Shack-Hartmann	Modal	on M2



Hawaje: Mauna Kea 4205 m n.p.m.

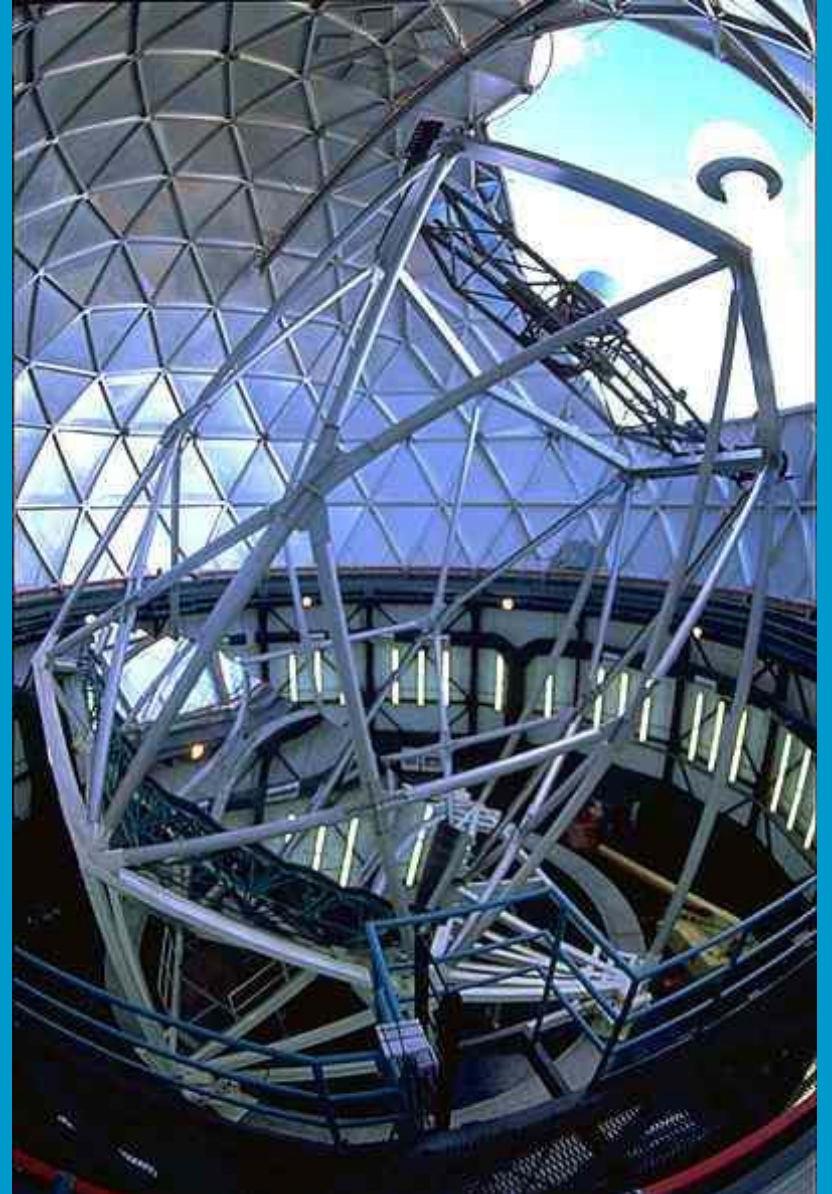




Zwierciadła teleskopów optycznych na Hawajach



Mc Donald Observatory, Austin, Texas (USA): teleskop HET (1997)



South African Astronomical Observatory (SAAO)



South African Large Telescope (SALT)





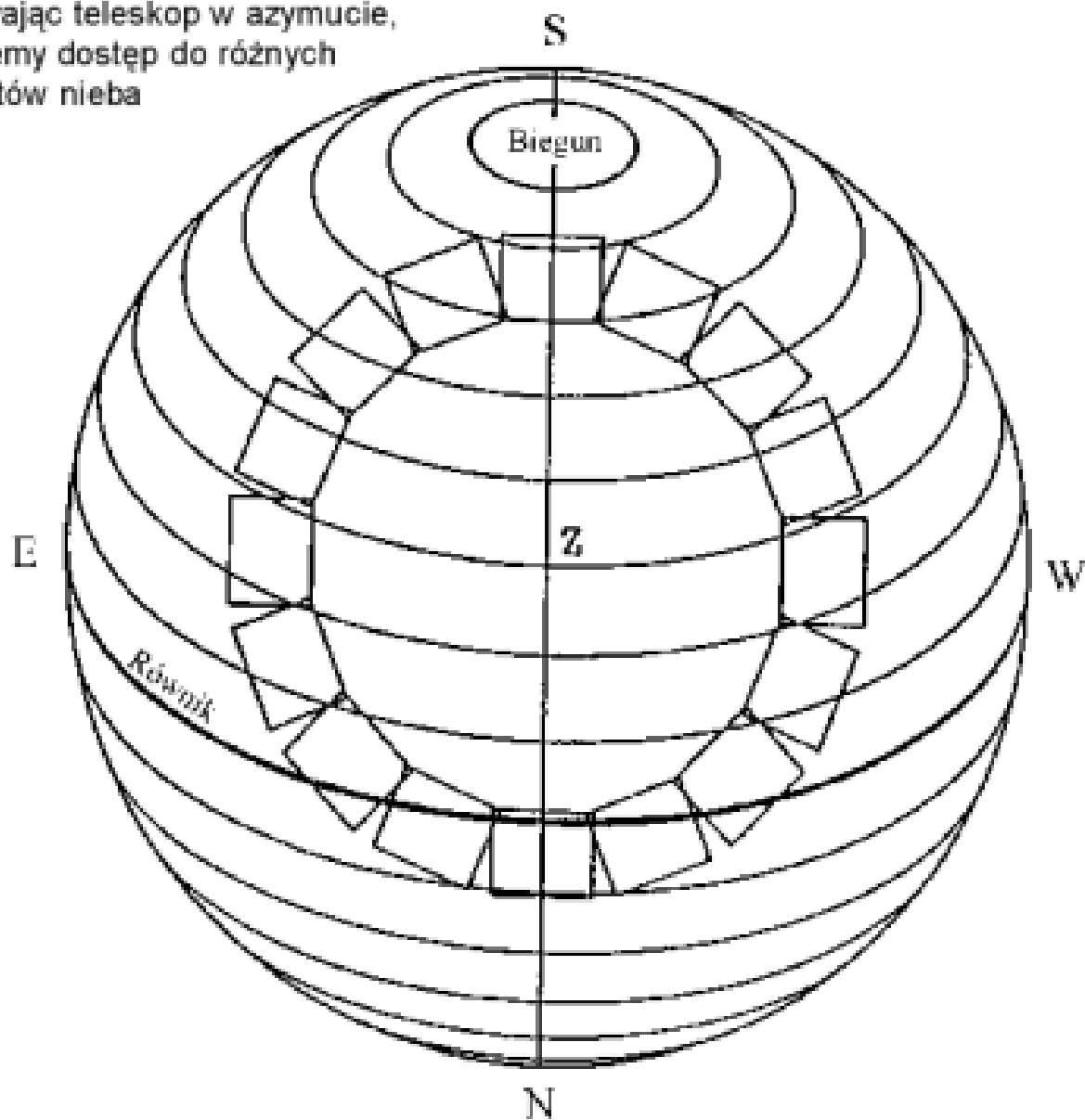
www.salt.ac.za

salt.camk.edu.pl





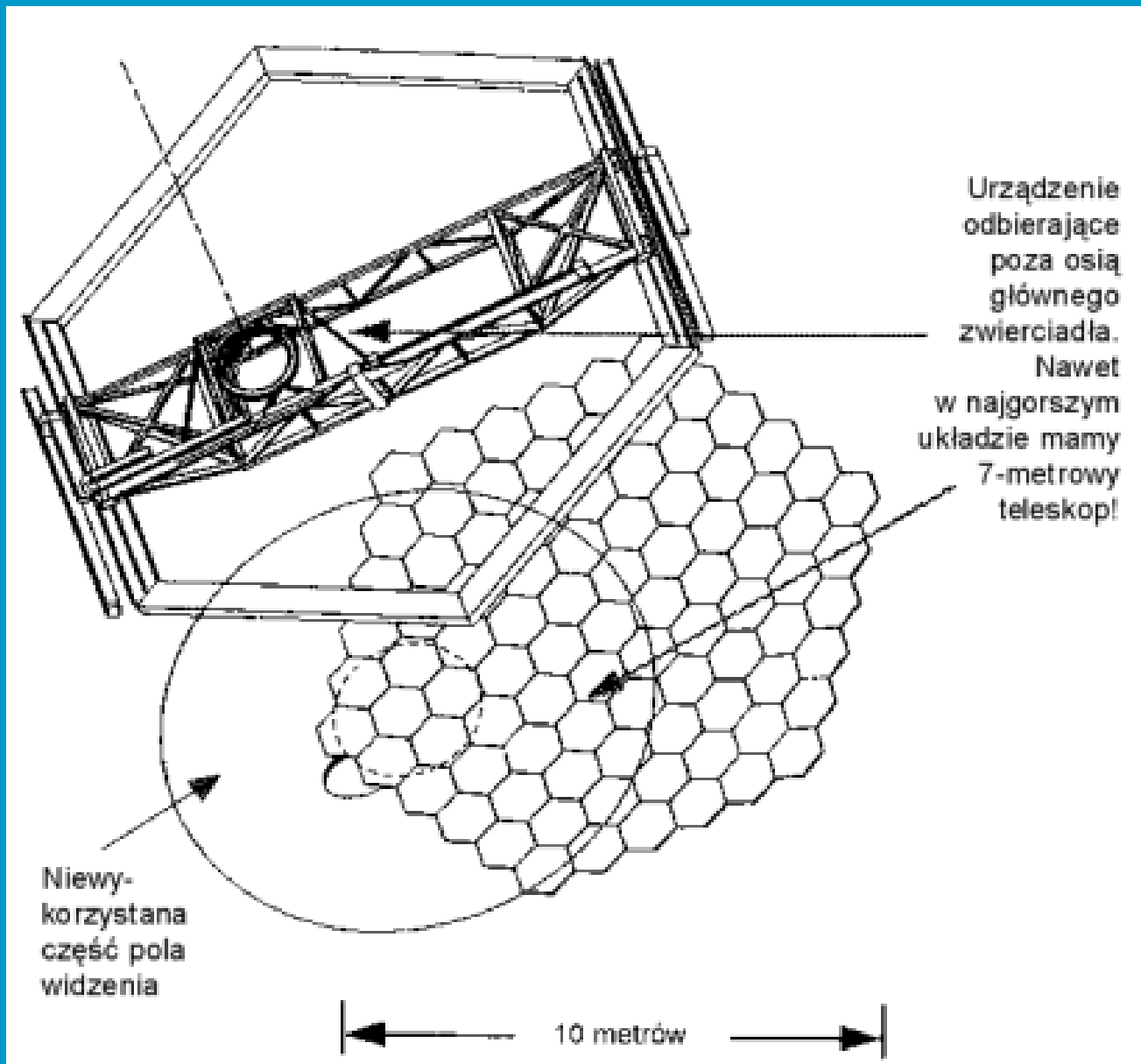
Przesuwając teleskop w azymucie,
uzyskujemy dostęp do różnych
fragmentów nieba



Rys. 4. Część sfery niebieskiej, którą w danej chwili może obserwować SALT



Rys. 1. Schemat zasady prowadzenia obserwacji teleskopem SALT



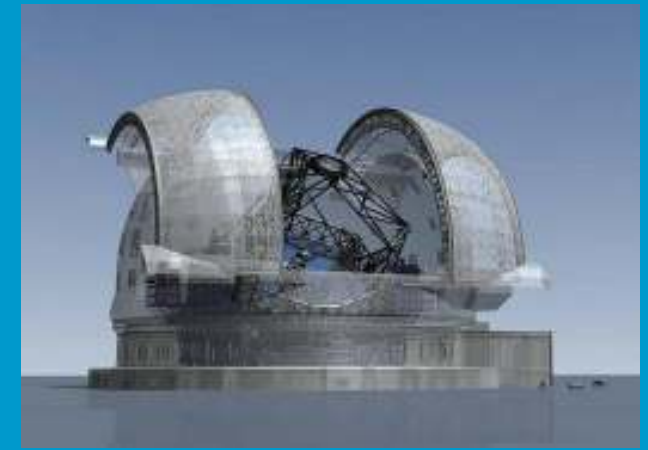
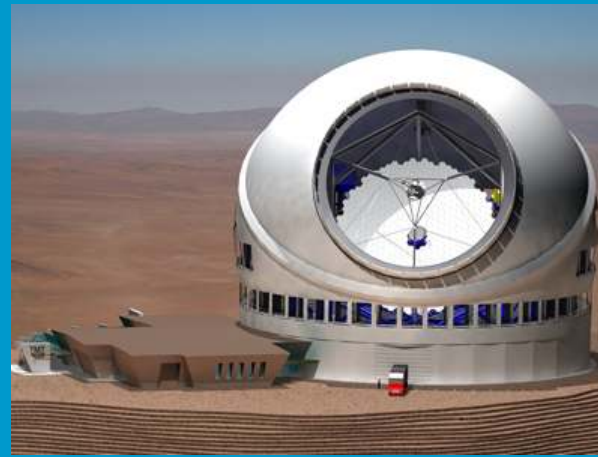
Rys. 2. SALT jako teleskop o zmiennej powierzchni zbierającej zwierciadła

SALT to największy pojedynczy teleskop optyczny na południowej półkuli Ziemi:

- średnica teleskopu = 9,8 - 11,1m
- efektywna ogniskowa = 44,1 - 46,2 m
- pole widzenia = 8'
- masa teleskopu = 80 ton
- masa śledzika = 4.5 tony
- zakres widmowy: ~340 - 2500 nm



Planowane olbrzymie teleskopy optyczne



- **GMT:** Giant Magellan Telescope (2018), Las Campanas (Chile) – zwierciadło ponad 24 metry (złożone z 7 mniejszych)
- **TMT:** Thirty Meter Telescope (ok. 2020), Chile lub Hawaje – 492 segmenty a la Keck
- **E-ELT:** European Extremely Large T (2018) 42 metry! (Chile, Argentyna lub La Palma)



Dziękuję za uwagę
i polecam:

www.astronomia2009.pl

www.astronomy2009.org

www.planetarium.olsztyn.pl