



Wszechświat radiowy

naturalna emisja radiowa w przyrodzie

Andrzej Kus
Centrum Astronomii UMK
Toruń

Warsztaty „Ochrona przed PEM”, Instytut Medycyny Pracy,
Łódź, 16 października 2013

Toruńskie Centrum Astronomii UMK

Piwnice koło Torunia

<http://www.astr.uni.torun.pl>



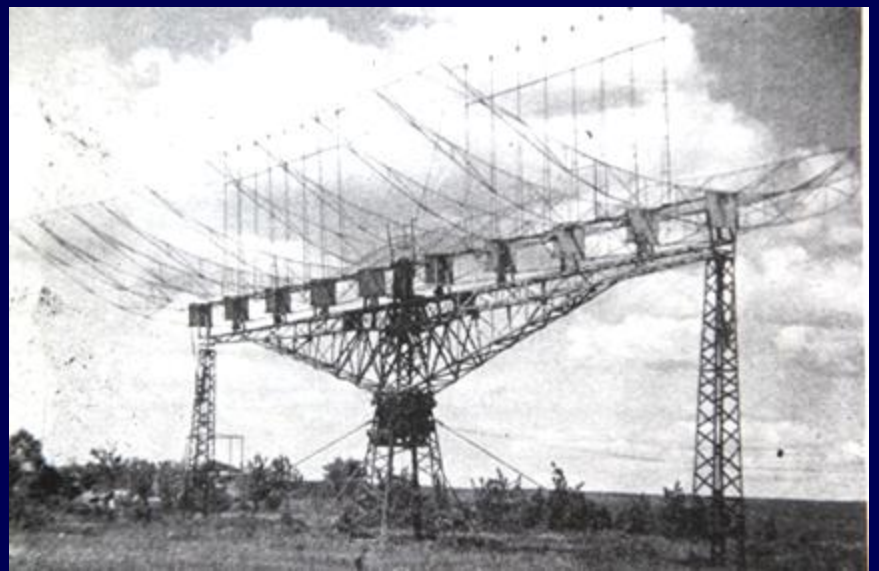


Prof. Władysław Dziewulski

(1878-1972)



Prof. Wilhelmina Iwanowska (1905-1999) Prof. Stanisław Gorgolewski (1926-2011)
Pionierzy współczesnych badań astronomicznych w Toruniu



Dlaczego badamy Wszechświat ?

*M.Kopernik - ... Cóż piękniejszego nad niebo, które
przecież ogarnia wszystko co piękne...*

- Poznanie, zaspokojenie ludzkiej ciekawości > **WIEDZA**
- Budowa Wszechświata (we wszystkich obserwowanych skalach)
- Prawa przyrody ich uniwersalność
- Stany materii, źródła i formy energii
- Ewolucja Słońca, Ziemi i całego Wszechświata
- Powstanie i ewolucja form żywych
- Poszukiwanie pozastoniecznych układów planetarnych
i rozwiniętych cywilizacji
- Ekspansja naszej cywilizacji => kolonizacja kosmosu

Najważniejsze pytania stawiane astronomii

- Jak powstał Wszechświat, jak przebiegnie jego ewolucja ?
- Czym są energia, materia, przestrzeń, czas ?
- Jak naprawdę zbudowany jest Wszechświat ?
- Stworzenie uniwersalnej wiedzy o Wszechświecie
- Badanie najwcześniejszych etapów ewolucji Wszechświata
- Badanie ekstremalnych stanów materii
- Poszukiwanie obserwacyjnych dowodów teorii fizycznych
- Chemiczna ewolucja materii (powstanie form żywych)
- Poszukiwanie planet podobnych do Ziemi

Aby badania były skuteczne konieczna jest budowa nowych instrumentów badawczych dla astronomii pracujących w całym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego

Podstawowe cykle w przyrodzie

Doba (słoneczna i gwiazdowa)	24 godziny (słoneczne, gwiazdowe)
Miesiąc (gwiazdowy, synodyczny)	27,2122 i 29,5306 dni słonecznych (~30)
Rok (gwiazdowy, słoneczny)	364,2564 i 365,2422 dni słonecznych (~12 miesięcy po 30 dni + 5 dni)
2 pi = 360 stopni (zaokrąglenie 365 dni => 360 stopni)	~1 stopień /dobę

Doba ma oczywistą definicję, ale skąd pochodzi podział na 24 godziny ?
Księżyc przemieszcza się na niebie ~12 stopni na dobę
Analogicznie jak dla Słońca 1 stopień = doba, Księżyc 1 stopień ~ „godzina” ?
ale K. przesuwana się ~0,5 stopnia (średnica kątowna dysku) w ciągu godziny
co jest lepszą miarą (12 godzin nocnych i 12 godzin dziennych)

Podział godzin na minuty i sekundy czasowe wynikł z przyjętego systemu (60)
2 pi = 360 stopni, łatwy podział na 3, 4, 12, 15, 30, 60 jednostek

Pory roku przypisane położeniu Słońca na niebie – 4 kwartały po 3 miesiące
Aktywność Słońca 11 i 22 lata, Precesja osi ziemskiej 26 tys. lat

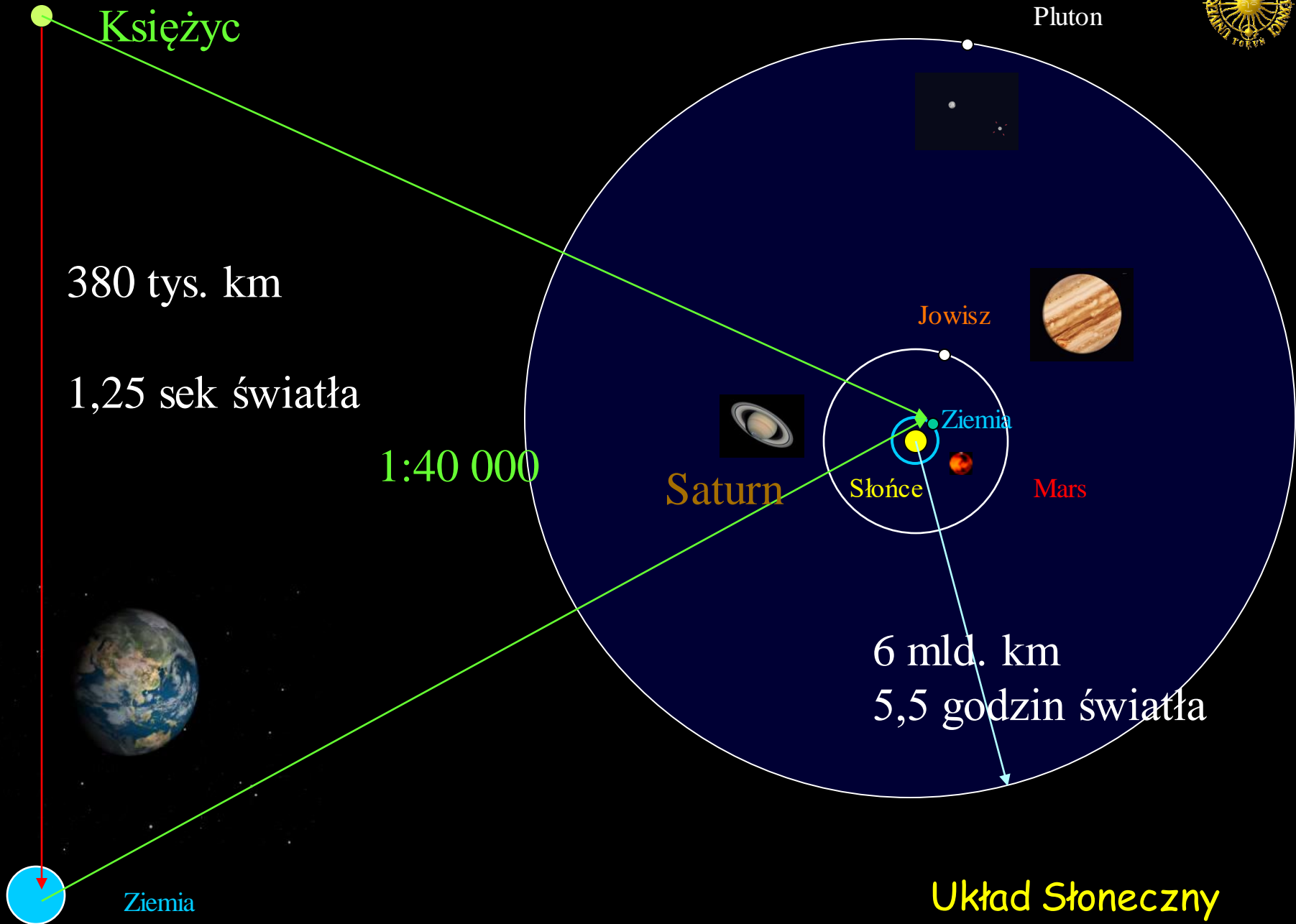
Czy istnieją inne naturalne zegary w przyrodzie ? - np..1 sekunda ?

rezonanse Schumanna (PEM)

kosmiczne skale odległości

od układu planetarnego
do
całego obserwowalnego Wszechświata

elementarne wiadomości z astrofizyki i kosmologii



Słońce \leftrightarrow Proxima Centauri 1,3 pc (4,2 l.ś.)

Śred

~ 5 l.ś.

G

ykę



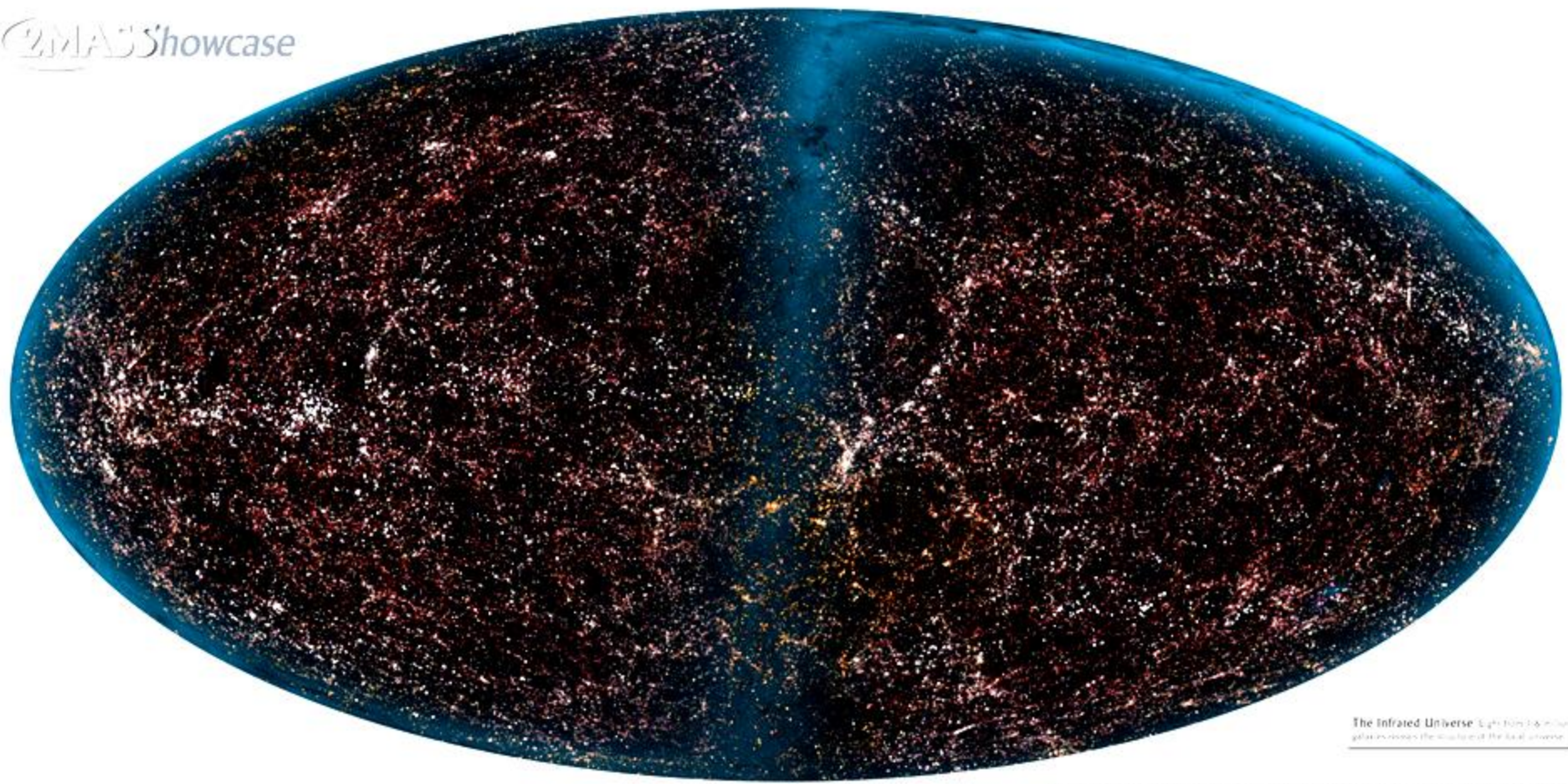
Kosmiczne fabryki pierwiastków

- Nucleosynteza BB : pierwsze 3 minuty
 ${}^1\text{H}$ ${}^2\text{D}$ ${}^3\text{He}$ ${}^4\text{He}$... ${}^7\text{Li}$
- Przemiany jądrowe w *** jesteśmy dziećmi gwiazd !
... ${}^{12}\text{C}$ ${}^{14}\text{N}$ ${}^{16}\text{O}$...
- Eksplozje supernowych ($M_* > 8 M_{\text{sun}}$)
... ${}^{56}\text{Fe}$... ${}^{235}\text{U}$



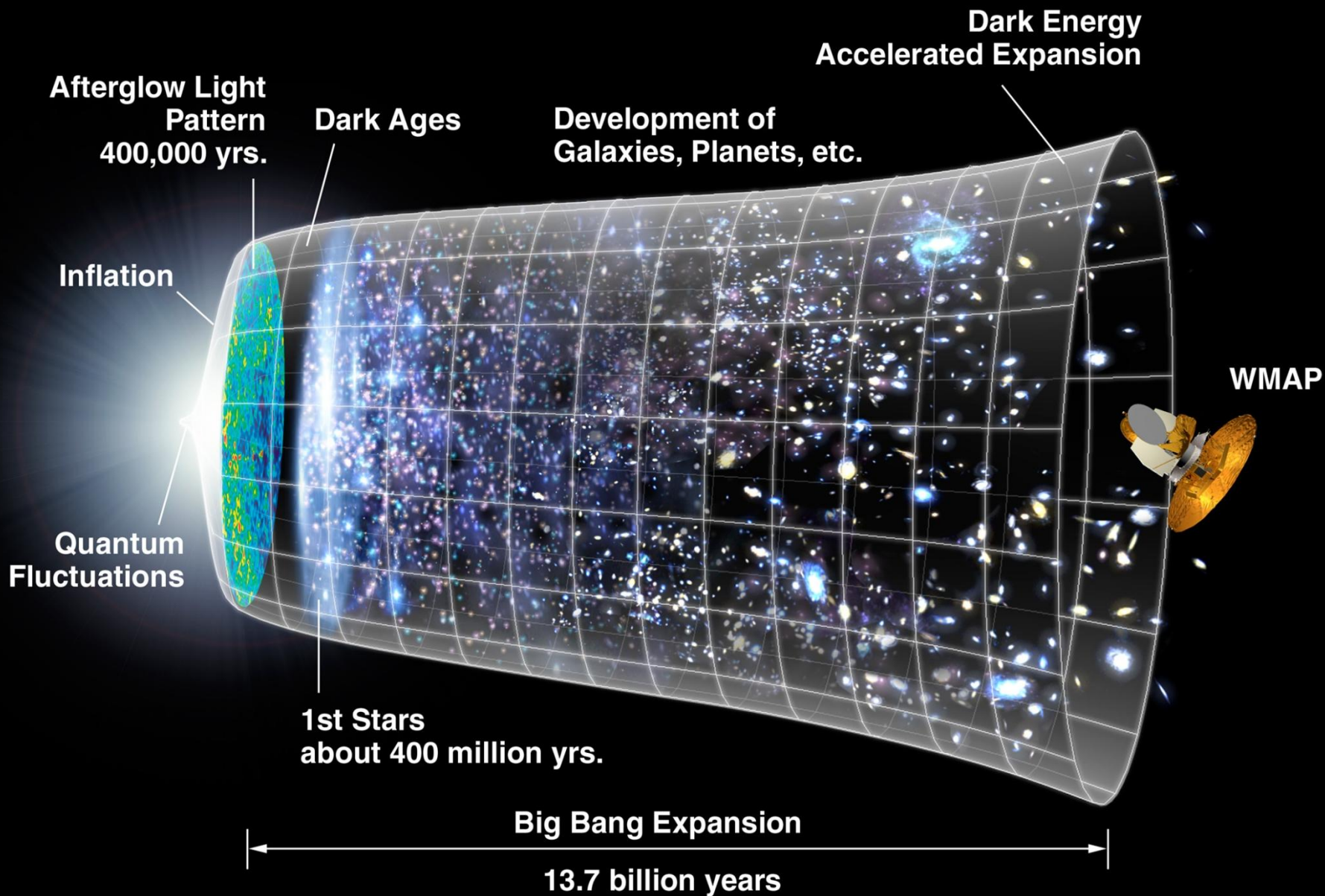
- Obfitości ciężkich pierwiastków wznoszą się za każdym razem gdy nowa populacja gwiazd wzbogaca ośrodek międzygwiazdowy.
- Wiatry gwiazdowe, wyrzuty materii, eksplozje
pogoda kosmiczna

2MASSShowcase

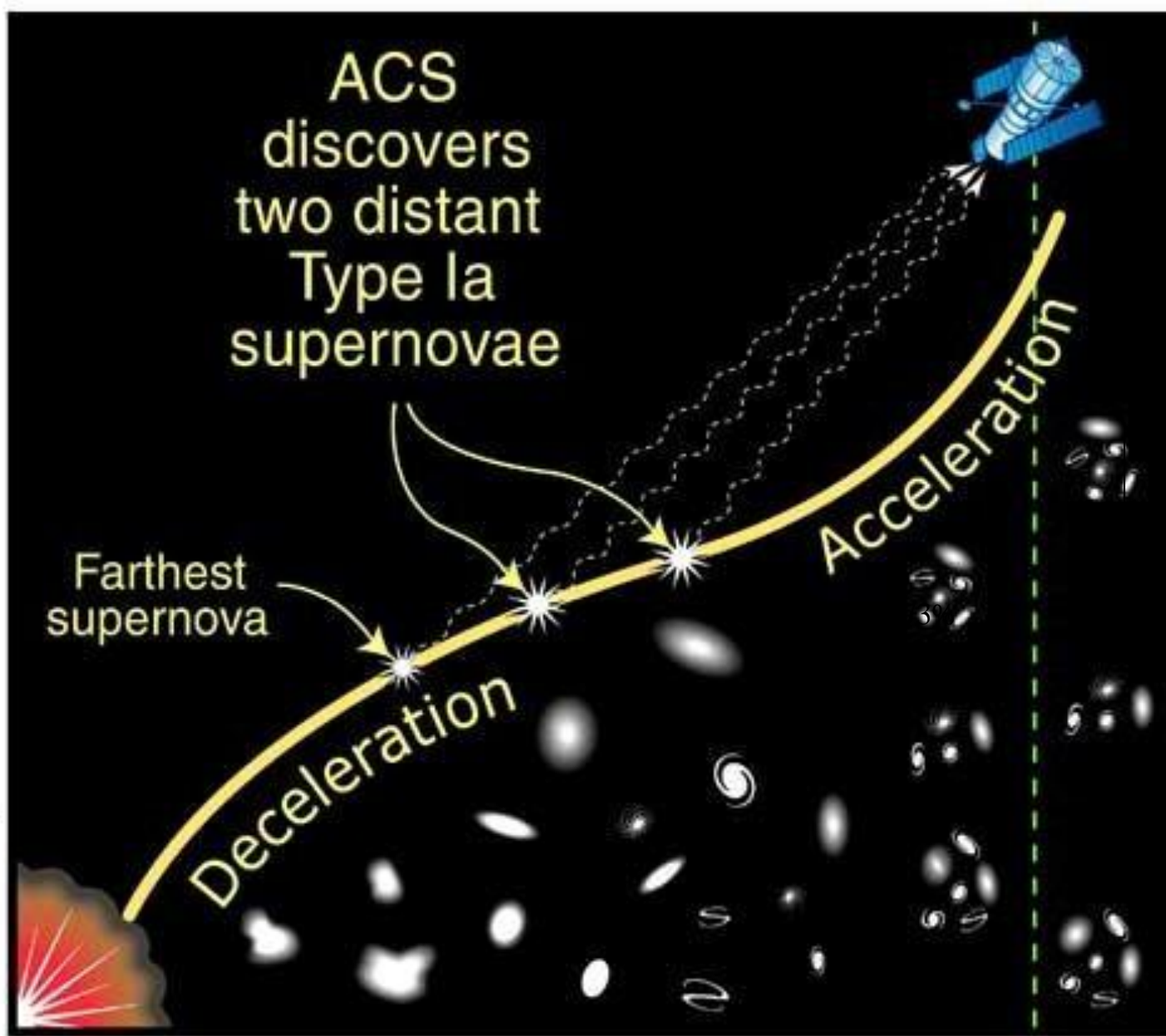


The Infrared Universe: Light from 1.6 million galaxies exceeds the volume of the local universe.

Two Micron All-Sky Survey Image Mosaic: Infrared Processing and Analysis Center/Carnegie Mellon University of Massachusetts



Expansion of universe



ACS
discovers
two distant
Type Ia
supernovae

Farthest
supernova

Deceleration

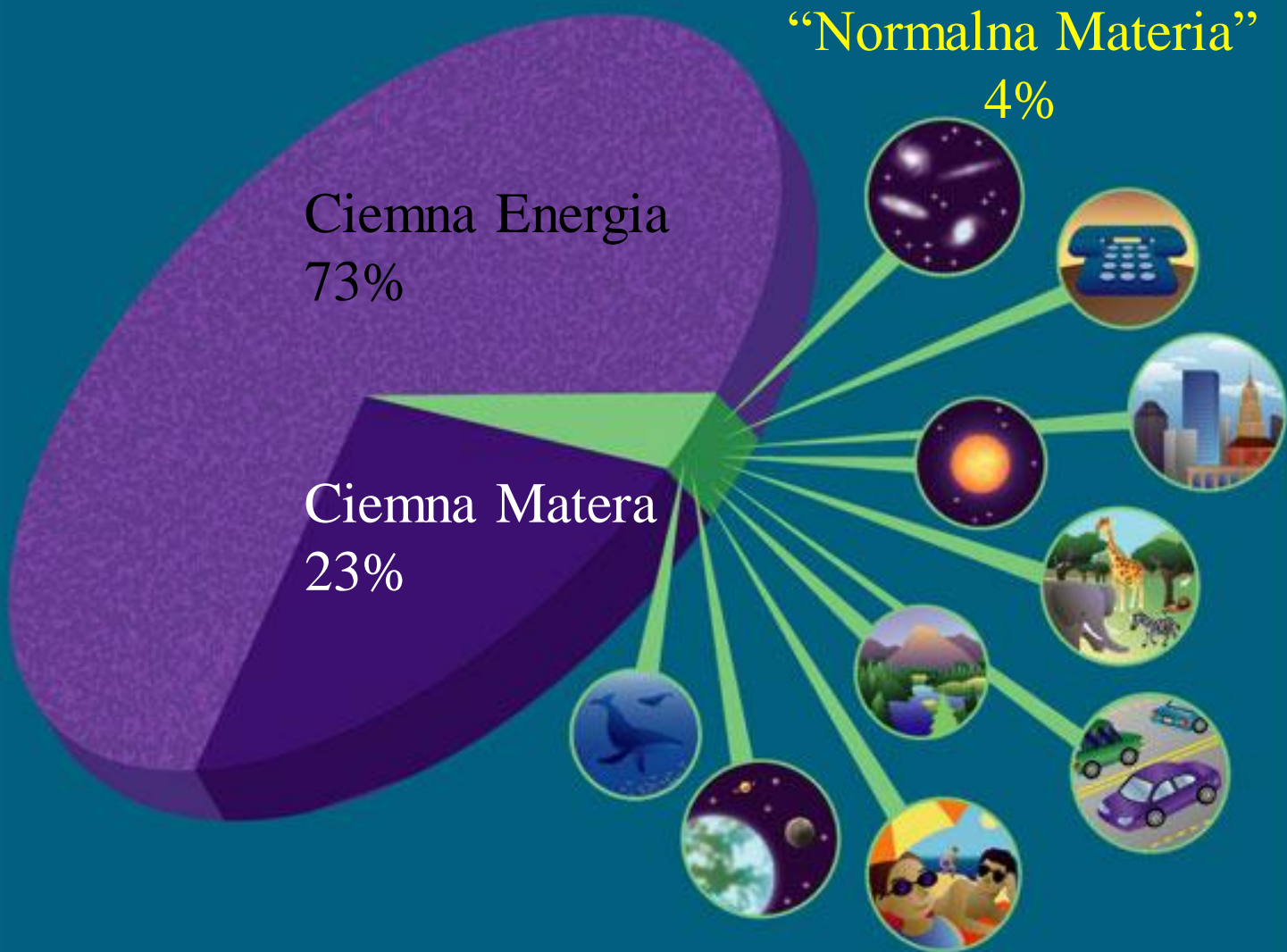
Acceleration

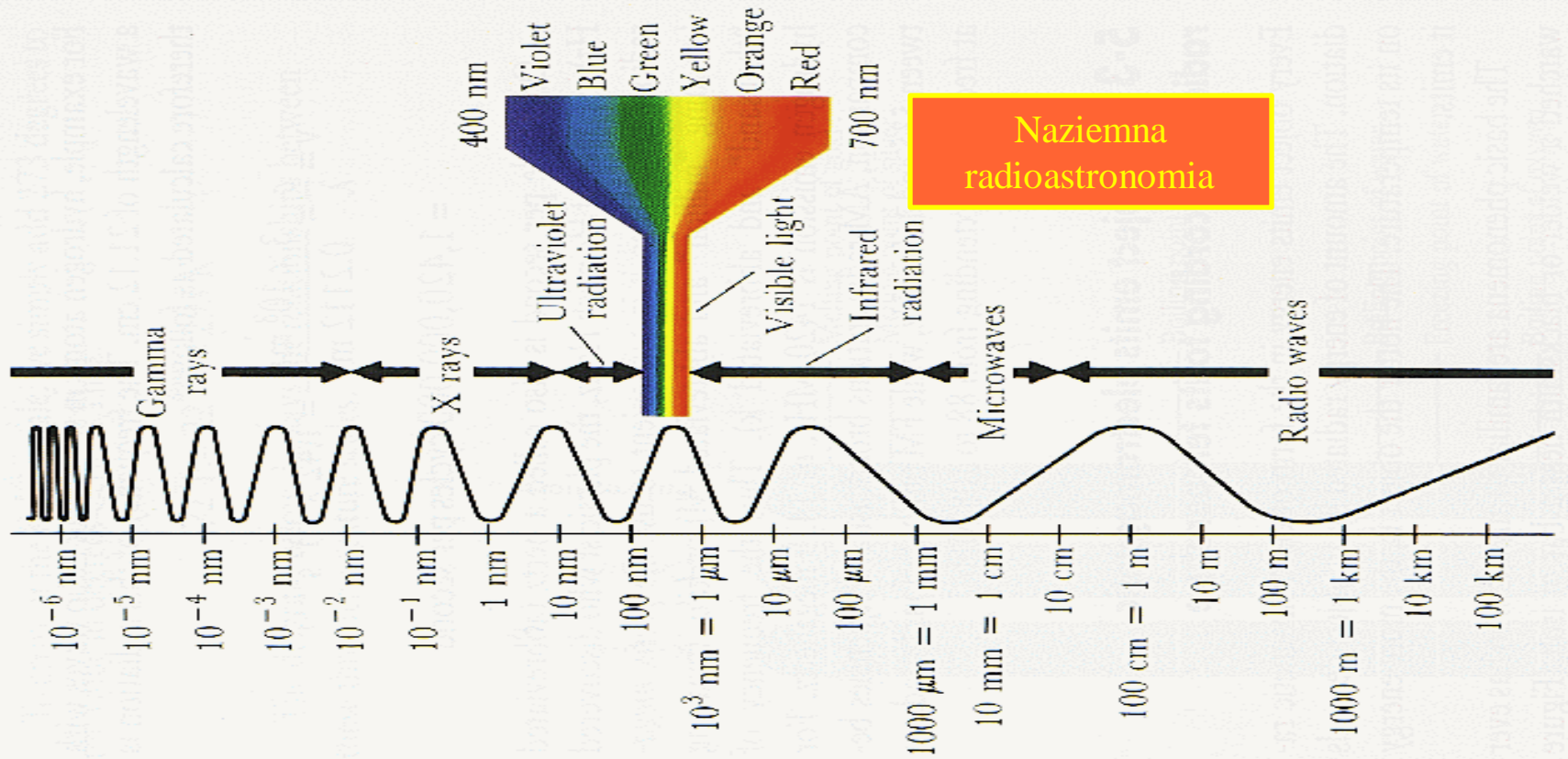
Big
Bang

10 billion
years
ago

5 billion
years
ago

Today





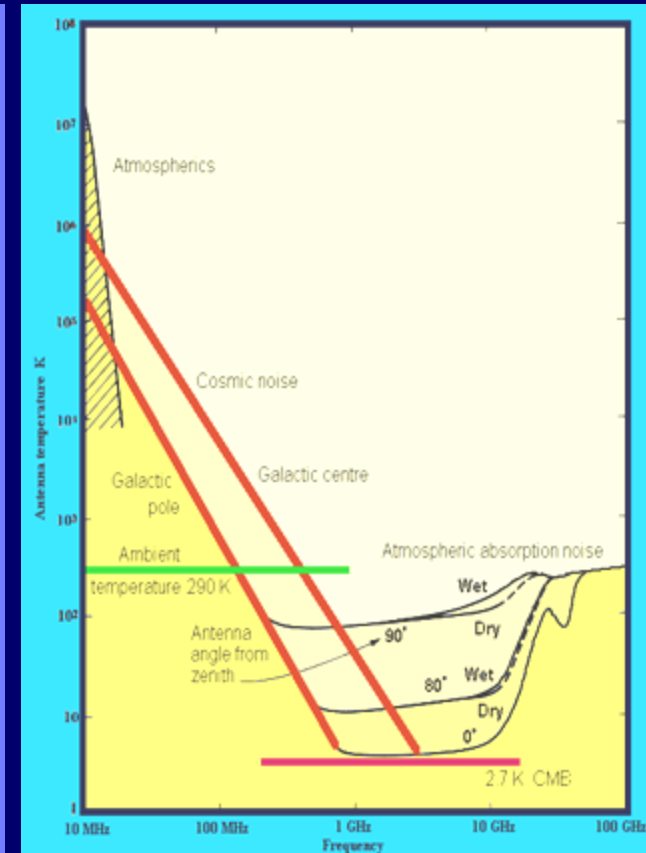
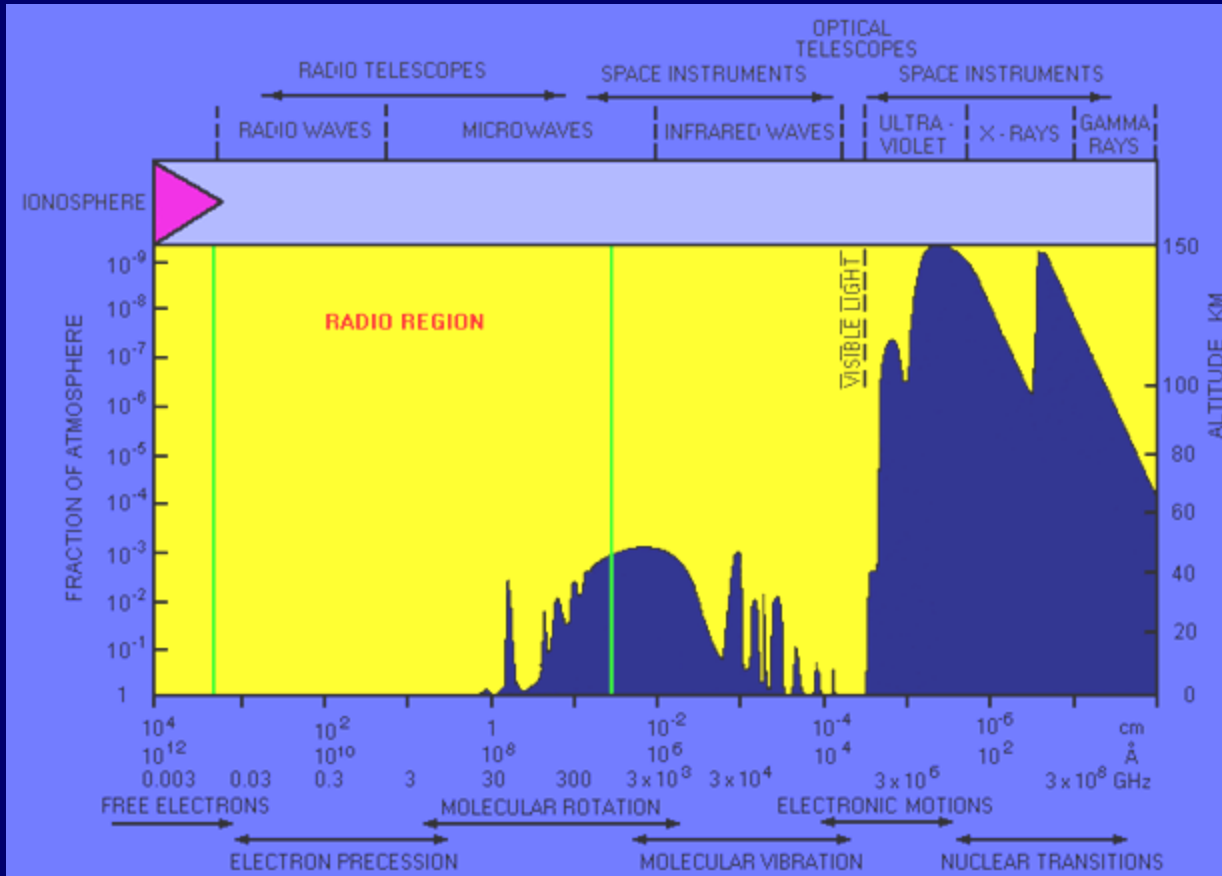
Short wavelength
High frequency
High energy



Long wavelength
Low frequency
Low energy

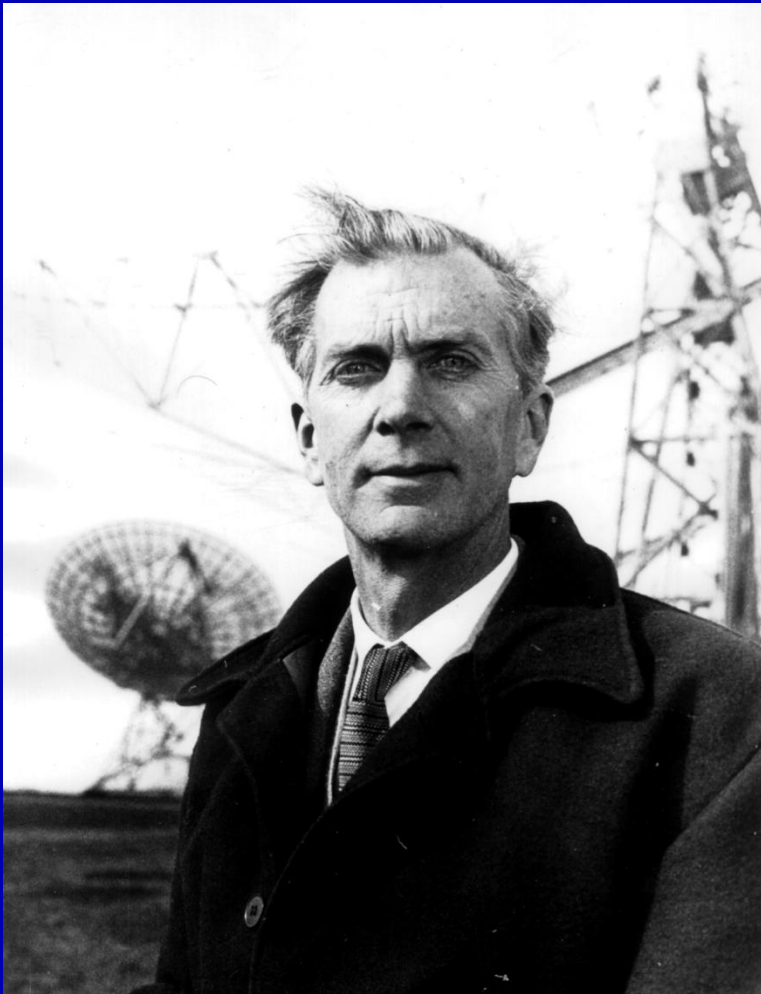
Badania astronomiczne w zakresie radiowym

- Zakres widmowy
- Ograniczenia



Kątowa rozdzielczość $\sim D$

Czułość $\sim D^2$



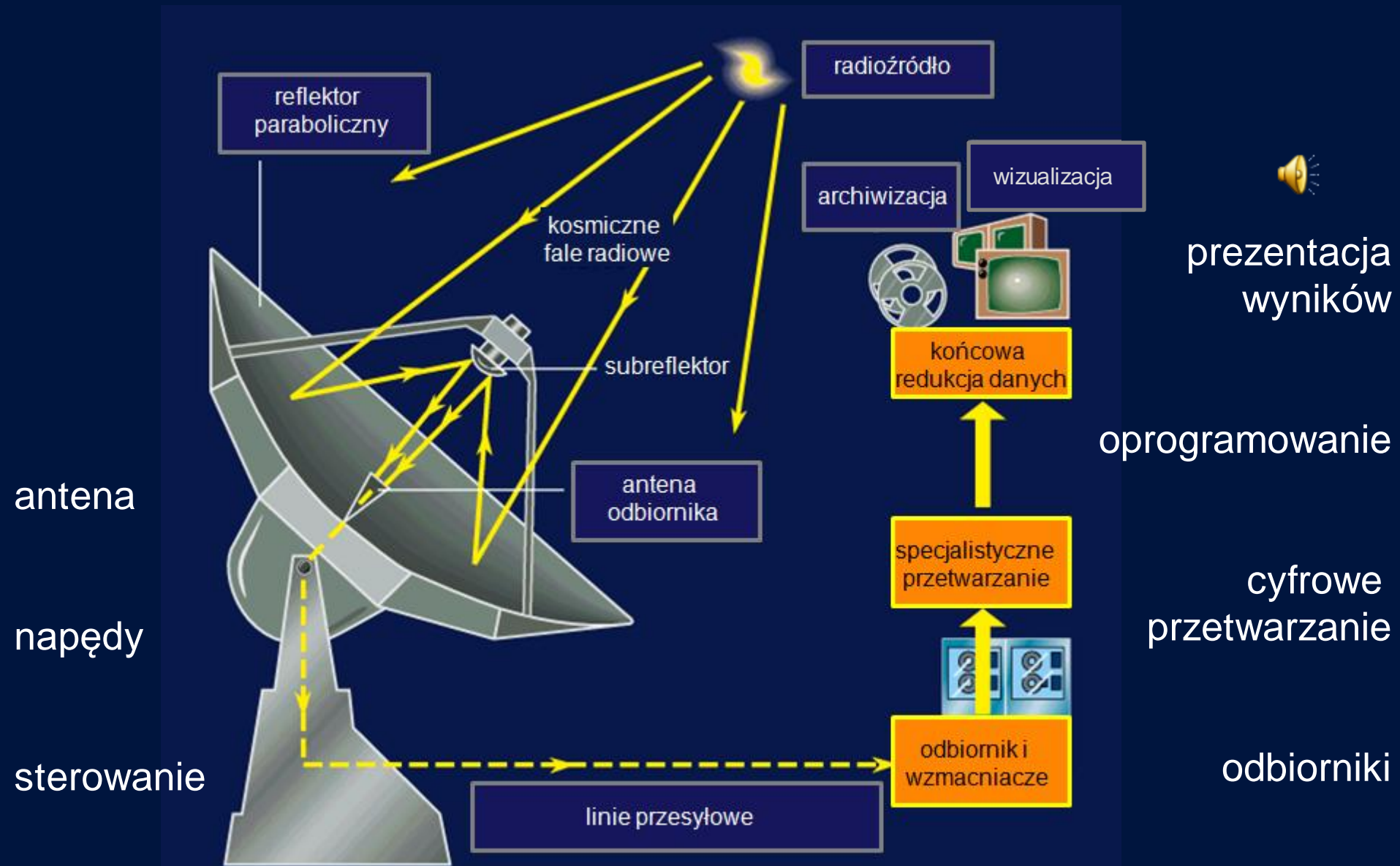
Sir Martin Ryle



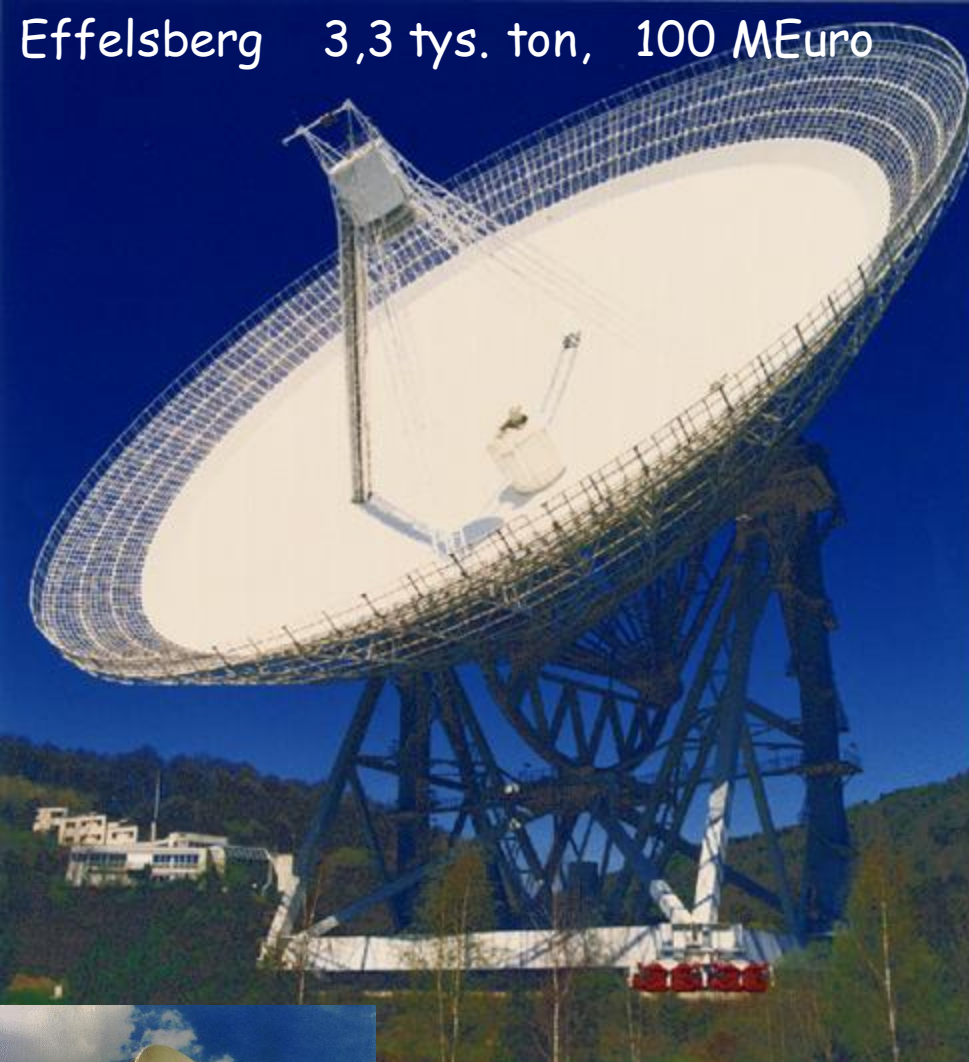
Sir Anthony Hewish

Mullard Radio Astronomy Observatory, Cambridge University, England

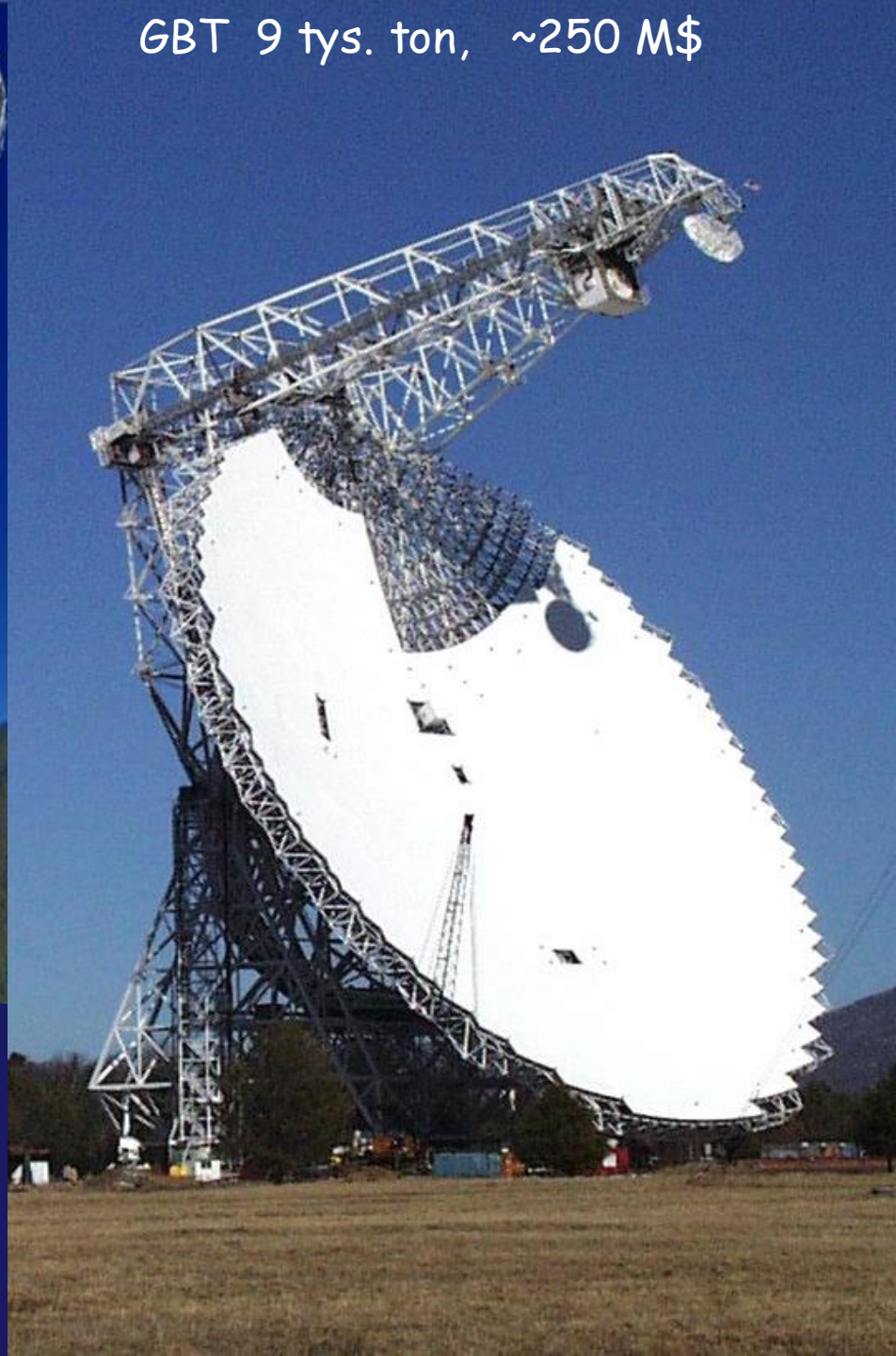
radioteleskop



Effelsberg 3,3 tys. ton, 100 M€uro



GBT 9 tys. ton, ~250 M\$



RT4, waga 600 ton
koszt ~8 M€uro

Sardinia Radio Telescope (2010)

Nowe duże radioteleskopy



60 MEuro



~30 MEuro

Yebes Spain 40m

64 m SRT

graniczna długość fali 3 mm

Five hundred meter Aperture Spherical Telescope

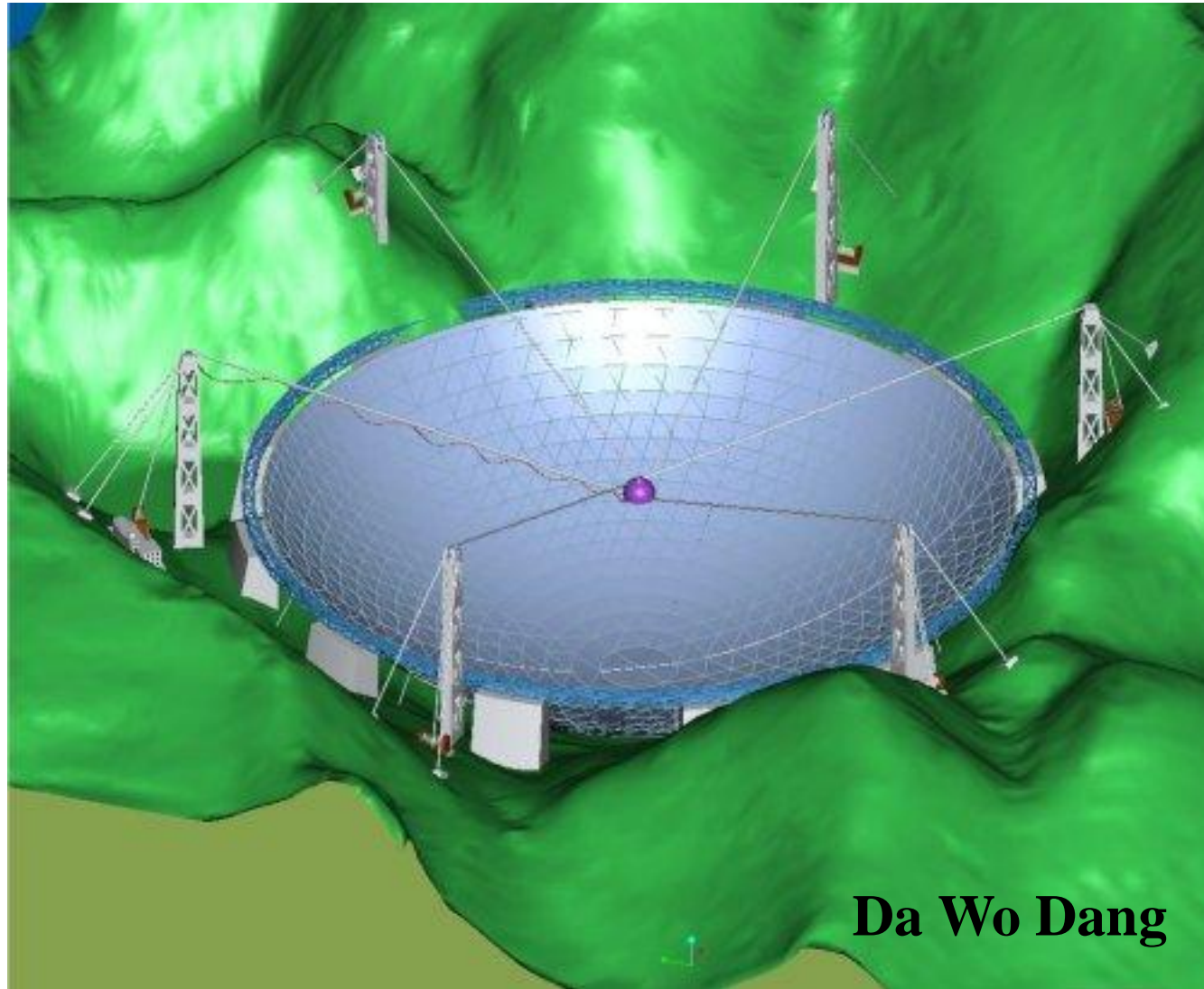
FAST in China (2015)

- 2x Arecibo
- 5x larger field-of-view than Arecibo

500 m diameter
300 m active surface
+/- 30° sky coverage
130 MHz – 8.8 GHz
4" pointing

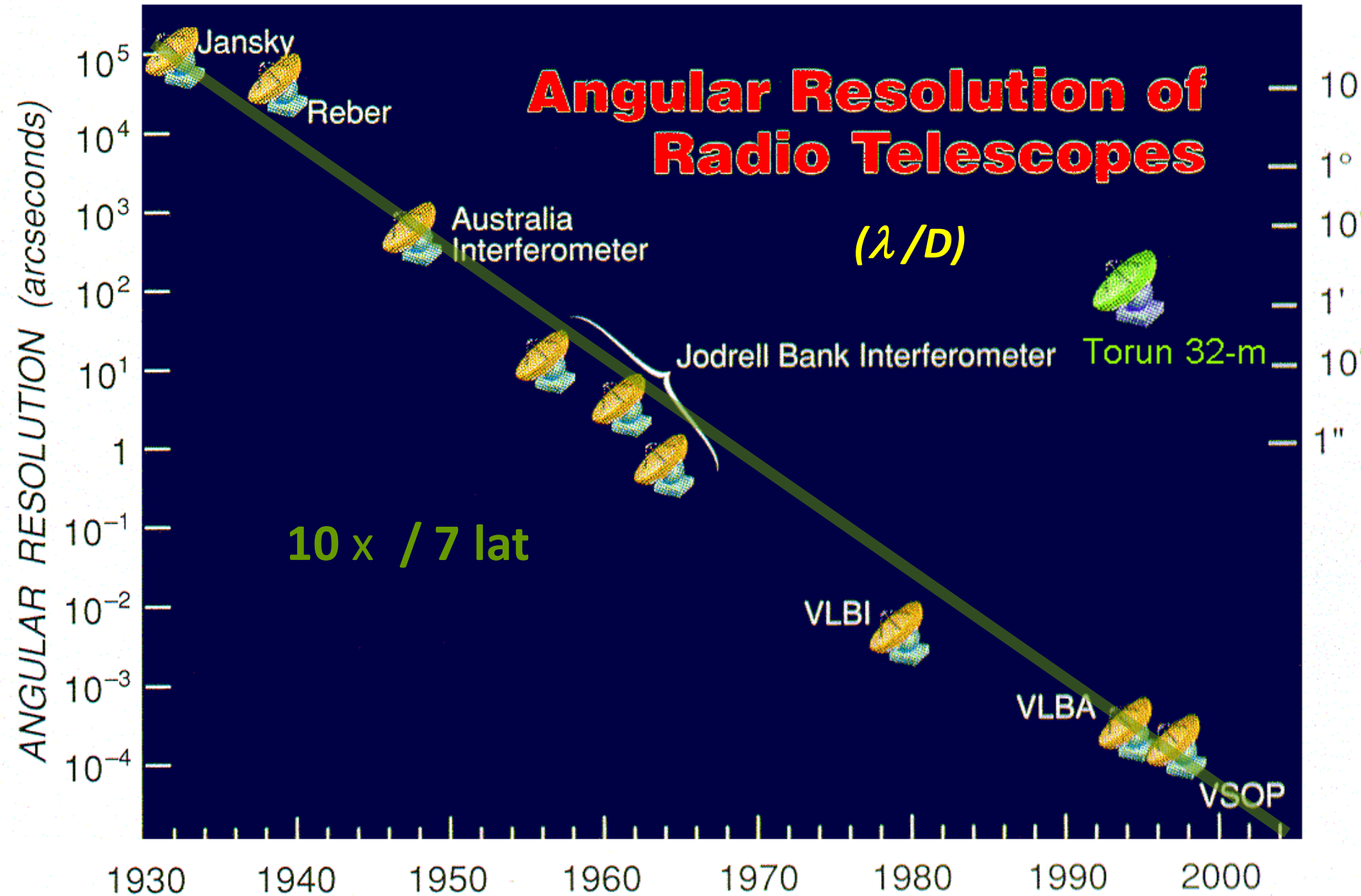
4x FAST => SKA

Cost ~100 M \$

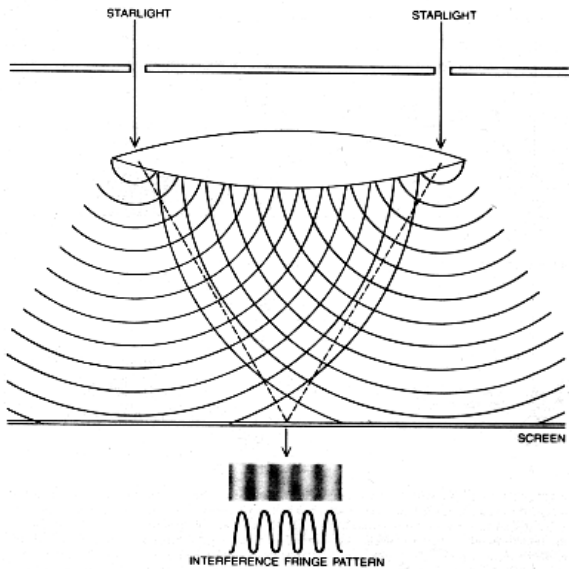


Da Wo Dang

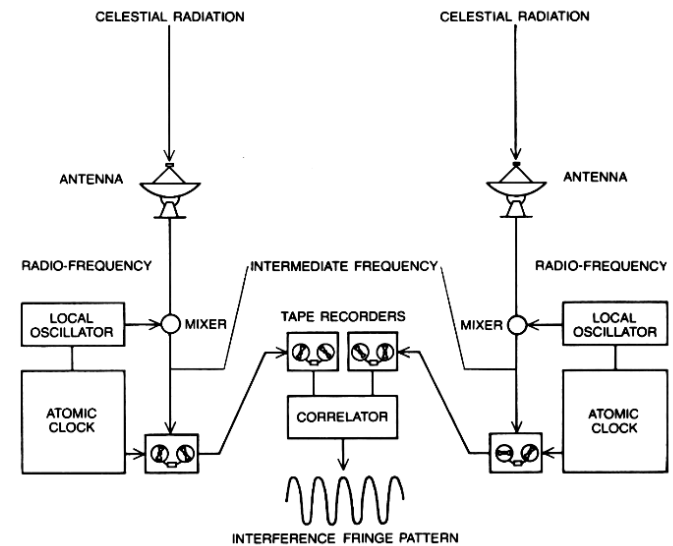
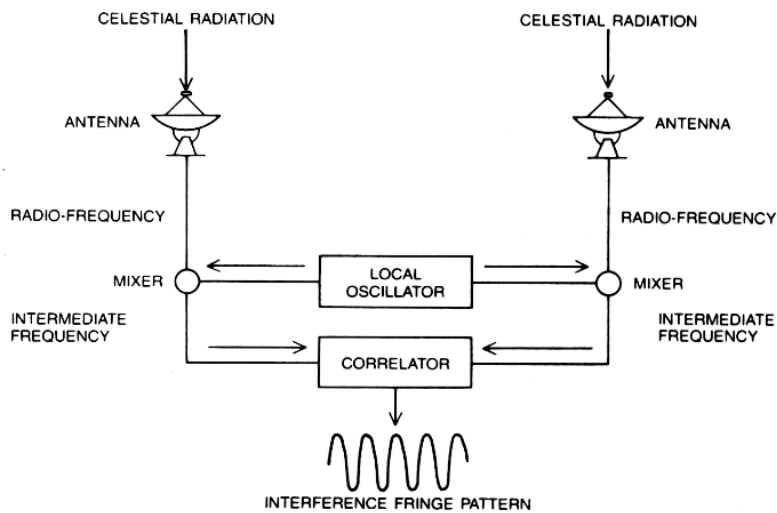
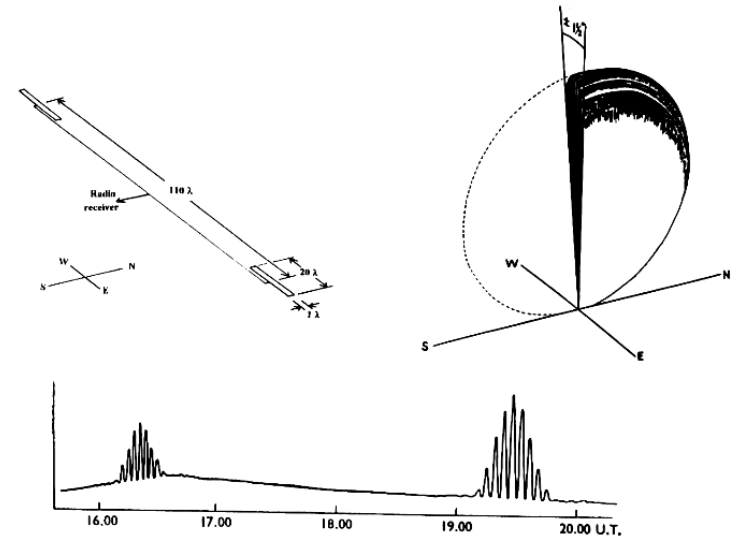
Rozdzielczość kątowna radioteleskopów



Podstawy interferometrii



Amplituda & Faza
funkcja *Visibility*
 $FFT(V) = B(x,y)$

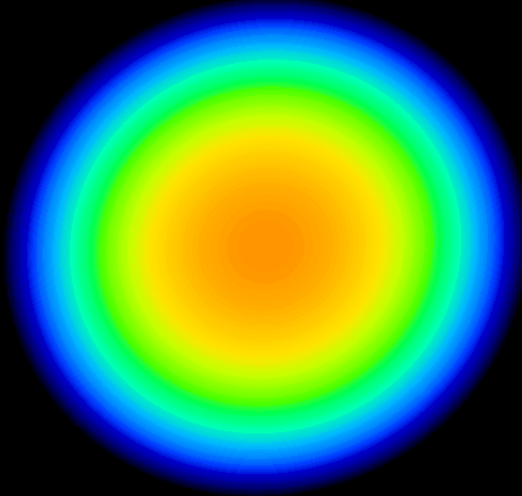


*Rozdzielczość
kątowna*

Pojedyncza antena

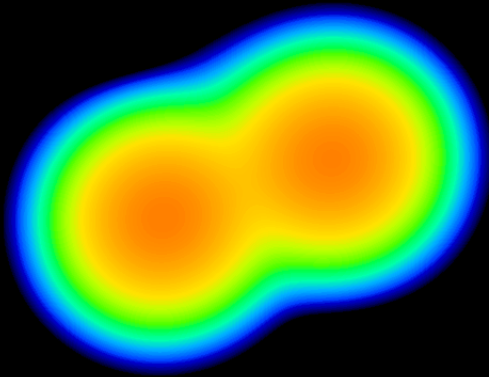
$$\theta \sim 1/D$$

D



1950

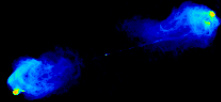
HPBW 6'
D = 32 m



1965

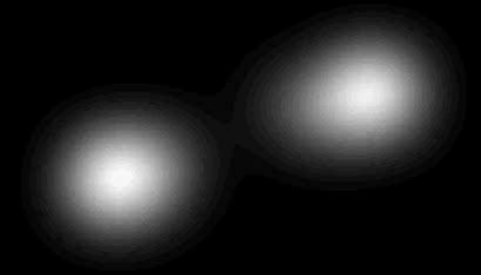
HPBW 1'
D = 200 m

Synteza apertury

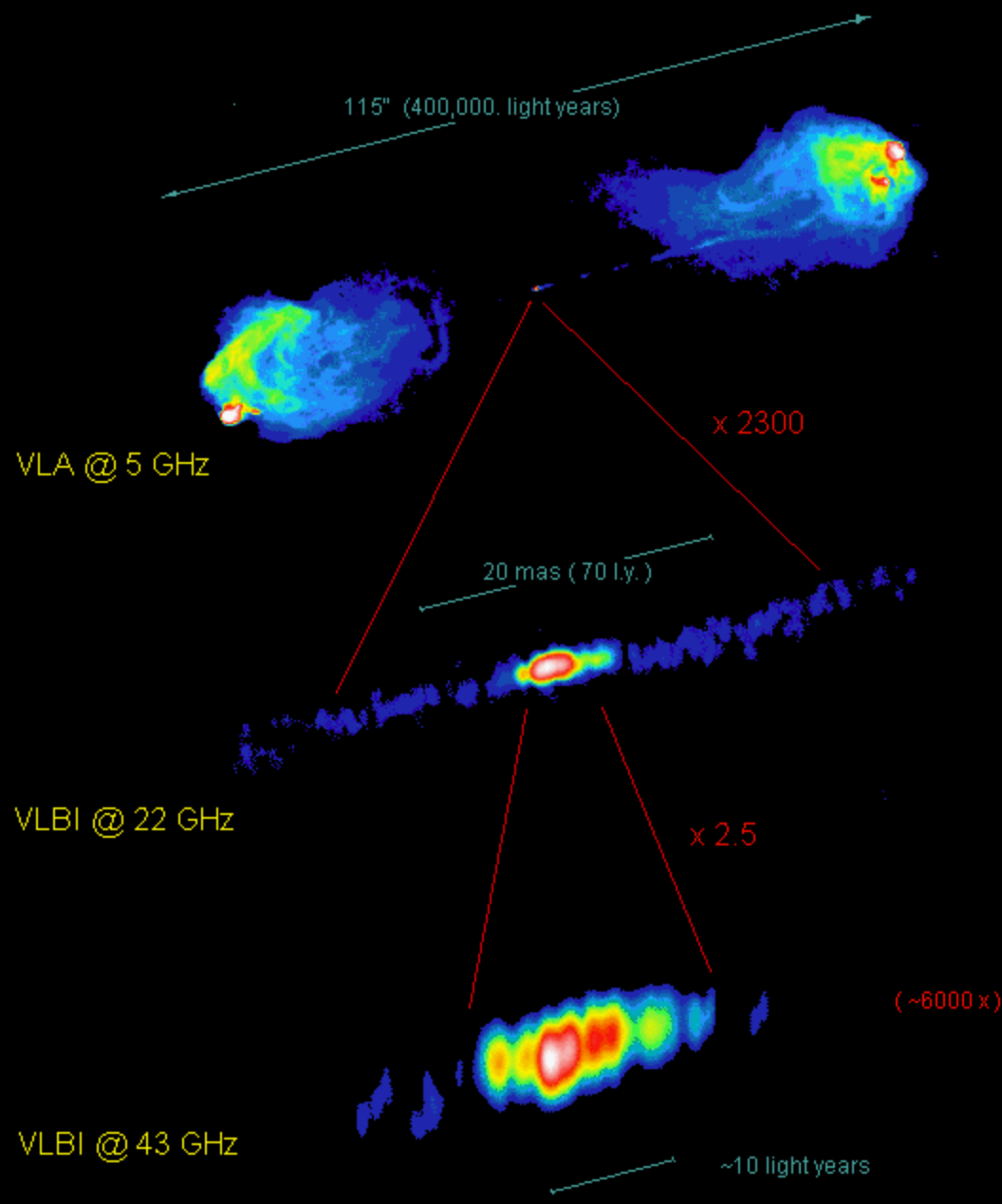


1984

HPBW ~0.5"
D = 30 km

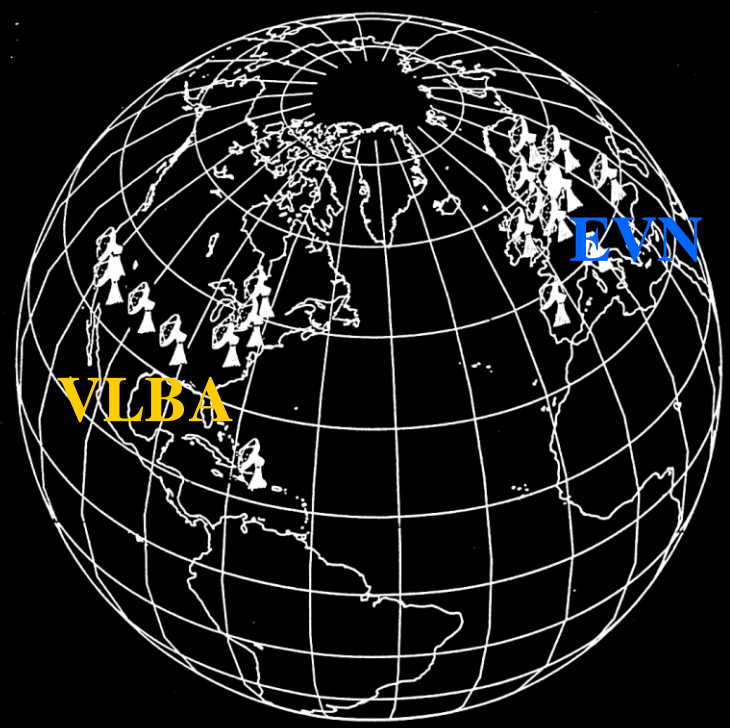


CYGNUS A



Wielkobazowa Interferometra Radiowa

VLBI



Sensitivity of Radio Telescopes

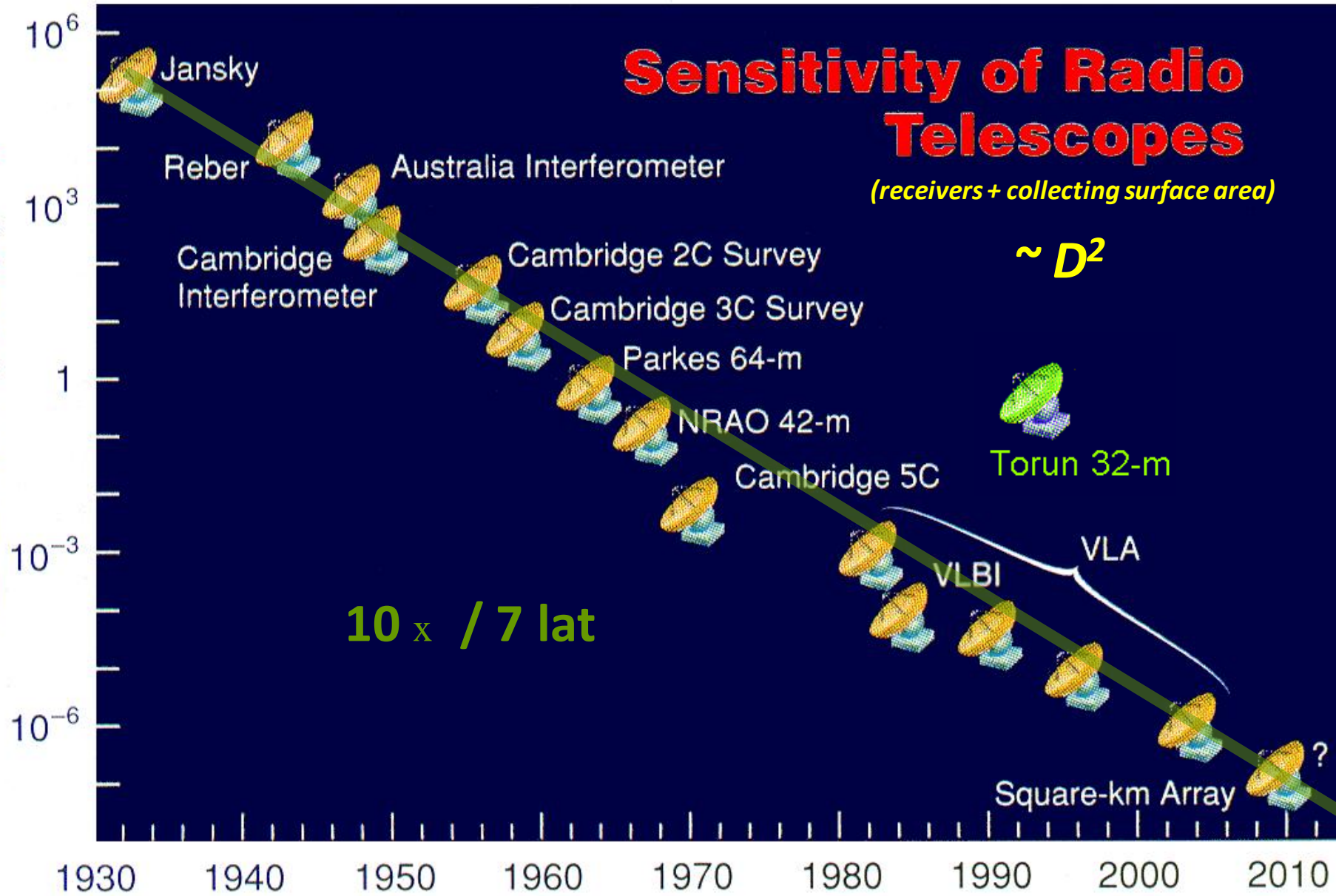
(receivers + collecting surface area)

$$\sim D^2$$

10 x / 7 lat

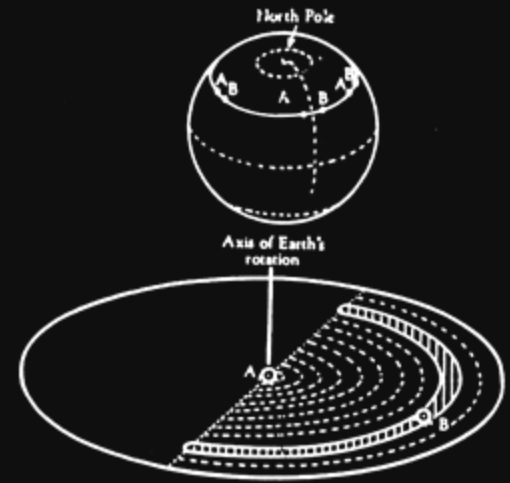
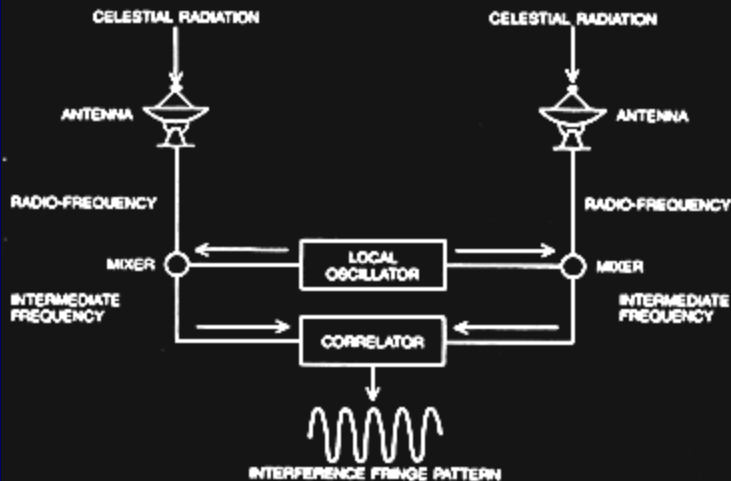
1 Jy = $10^{-26} \text{ W m}^{-2} \text{ Hz}^{-1}$

SENSITIVITY (Janskys)





WSRT



VLA

Interferometria i Synteza Apertury

VLA/e-VLA 2012

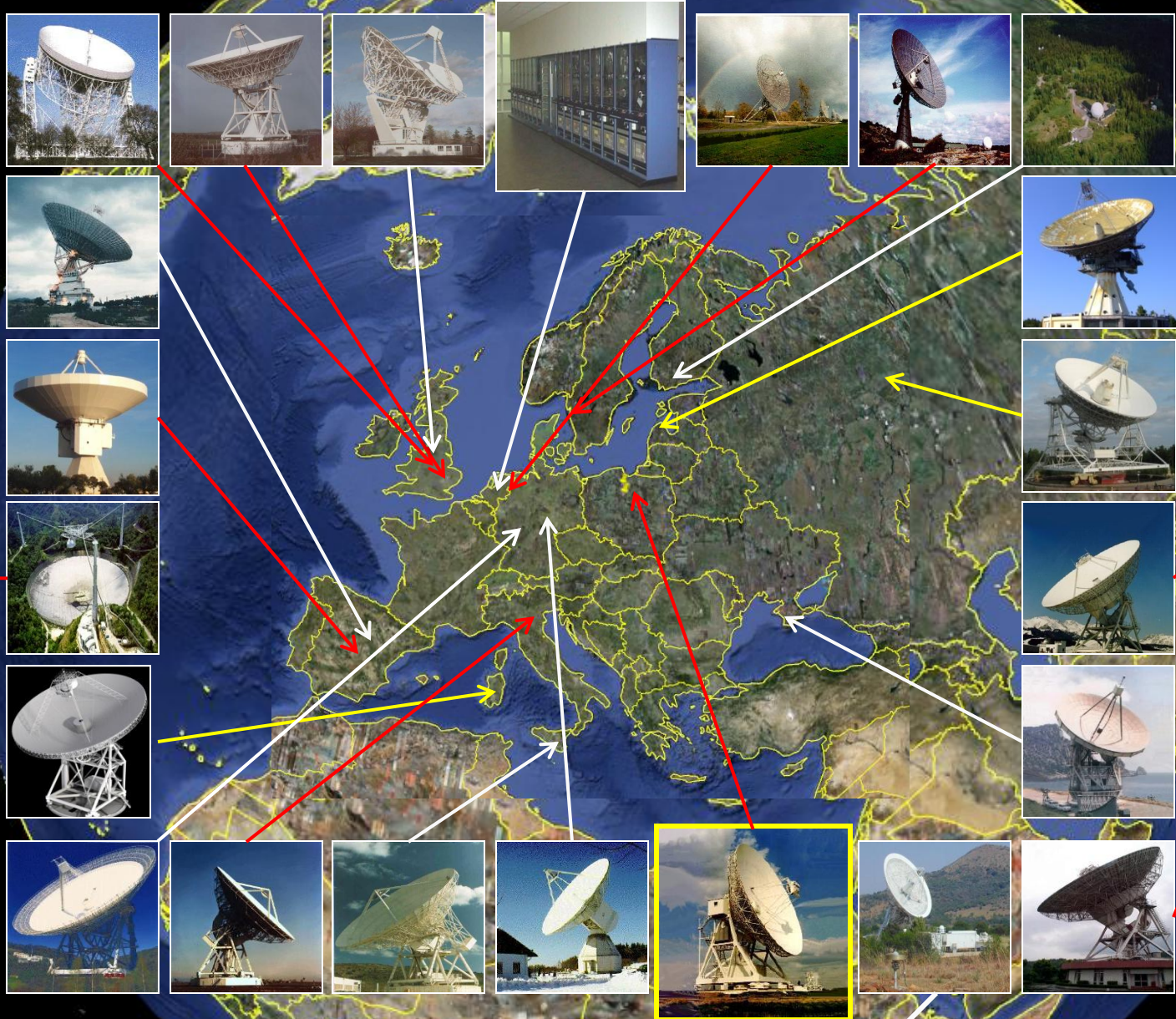
*Very Large Array
NRAO, Socorro,
USA*

Budowany 1972-1980
78 milionów \$ (1975)





EVN => Globalny Radioteleskop



USA

China

e-EVN

South Africa

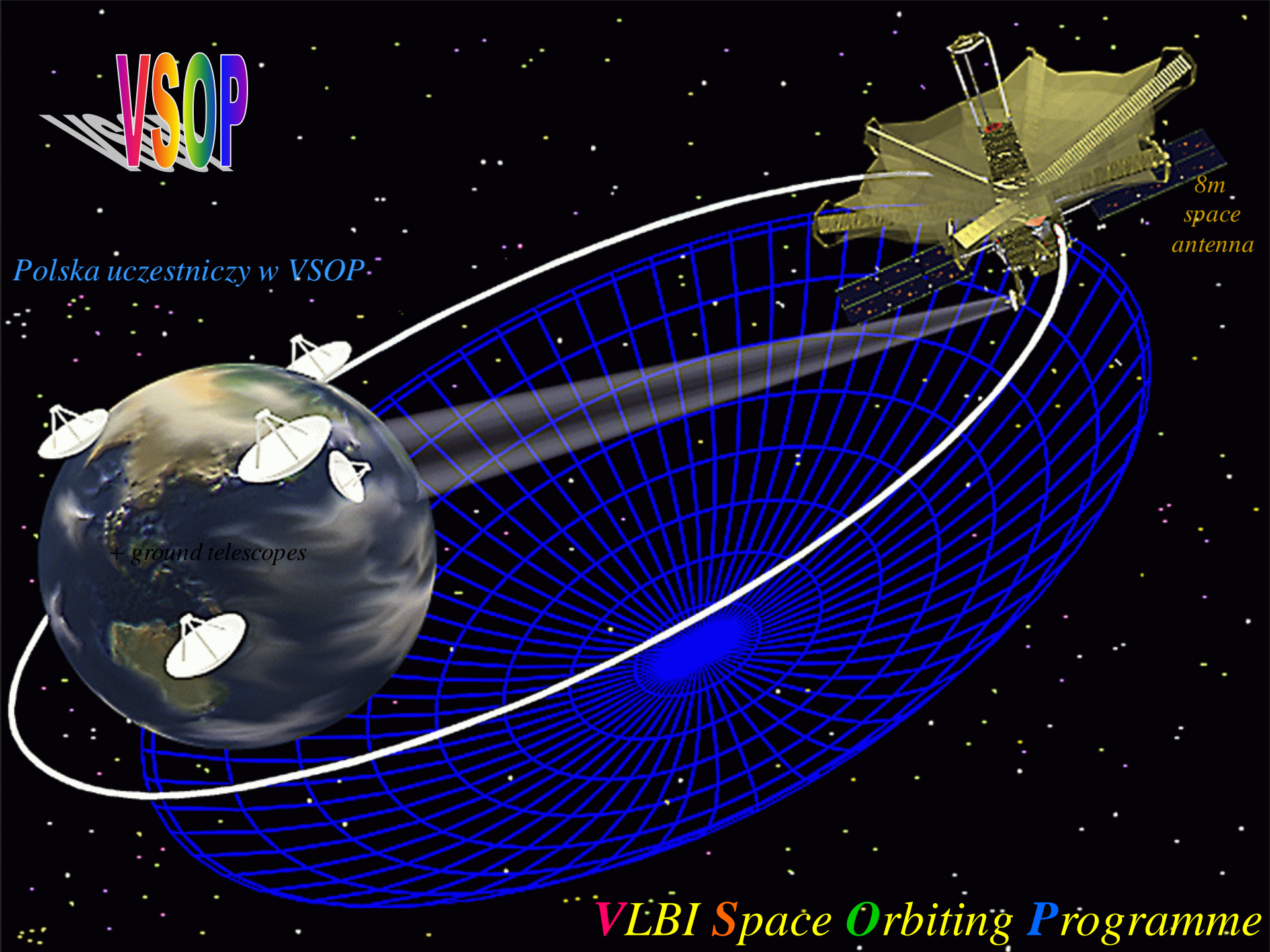
VSOP

Polska uczestniczy w VSOP

+ ground telescopes

*8m
space
antenna*

VLBI Space Orbiting Programme



Początki radioastronomii w Polsce

Obserwatorium UJ

- 1954 pierwsze obserwacje emisji radiowej Słońca

O. Czyżewski

A. Strzałkowski

J. Demezer

5m antena, $\lambda = 90 \text{ cm}$

- 1970 15 m antena

2013 @ LOFAR

* Badania Słońca

Obserwatorium UMK

- 1958 pierwsze radiowe obserwacje Słońca

J. Groszkowski

S. Gorgolewski

A. Manczalski

12 m antena, $\lambda = 2.4 \text{ m}$

- 1977 15m antena

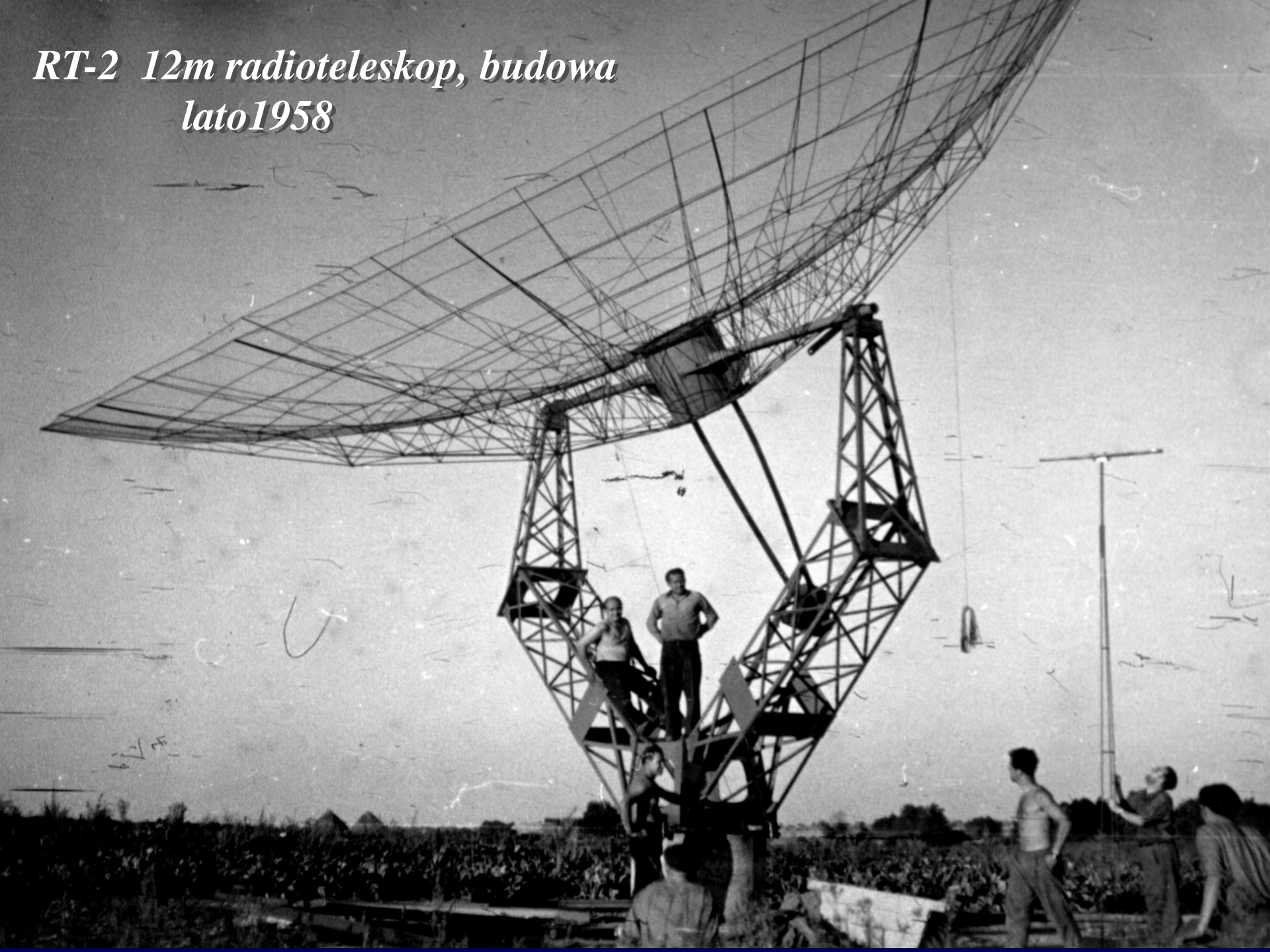
- 1994 32m antena

* VLBI, pulsary, spektroskopia, radiometria



***RT-1 30x12m
1957***

*RT-2 12m radioteleskop, budowa
lato 1958*



RT4



Podstawowe informacje

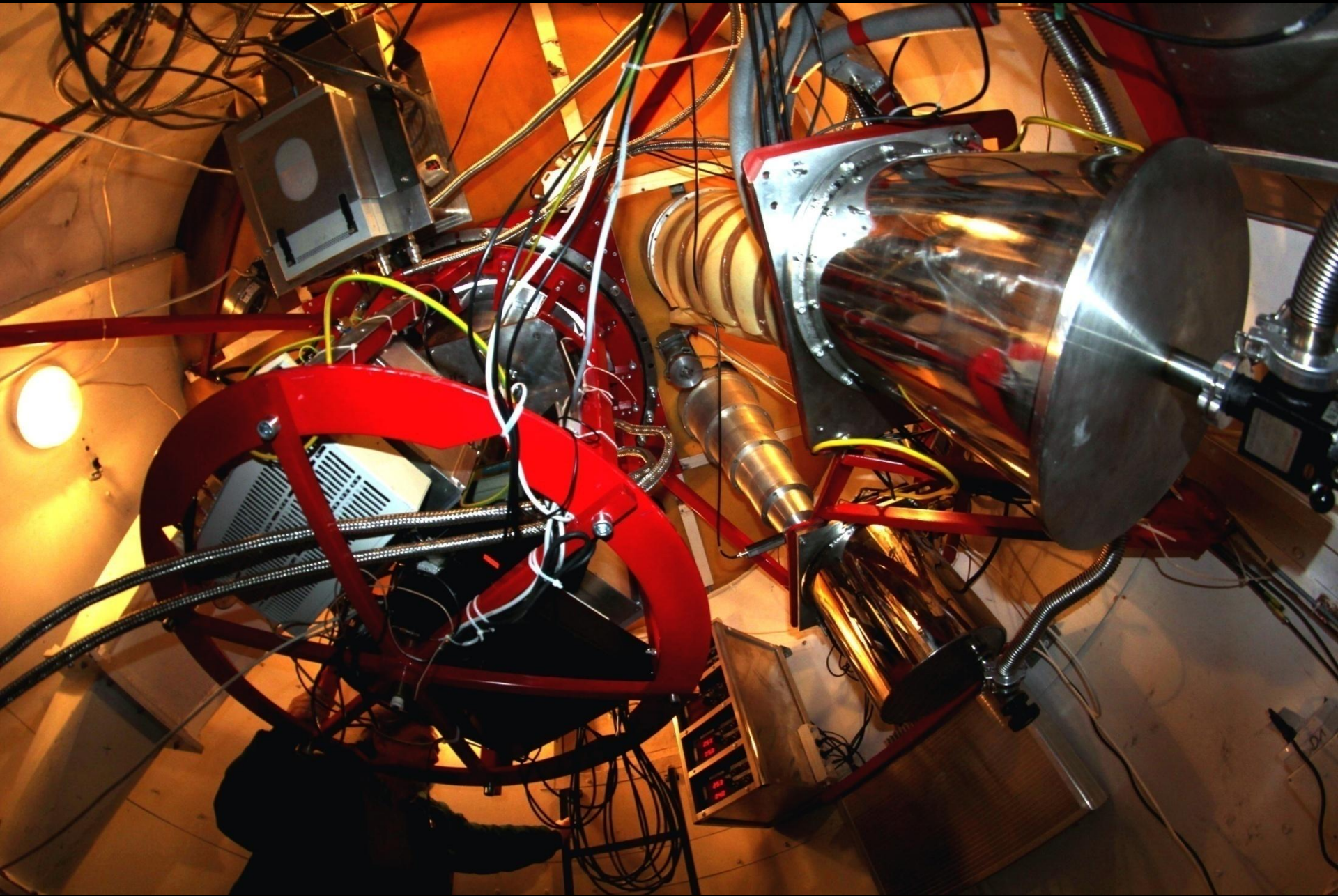
- Zaprojektowany i zbudowany w Polsce
- Konstrukcja homologiczna
- Zbudowany w '94, funkcjonuje od '96

- Średnica 32m
- Cassegrain z 3.2 m subreflektorem
- Dokładność powierzchni 0.4 mm RMS
- Pozycjonowanie, śledzenie ~5 arcsec
- Całkowita waga 600 Mg
- Ruch w Az i El do 30 deg/min
- Pełna kontrola komputerowa

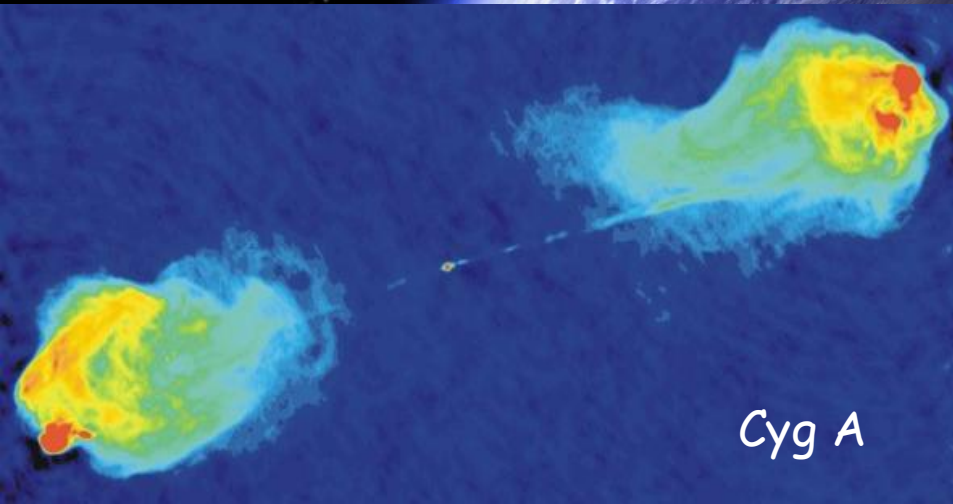
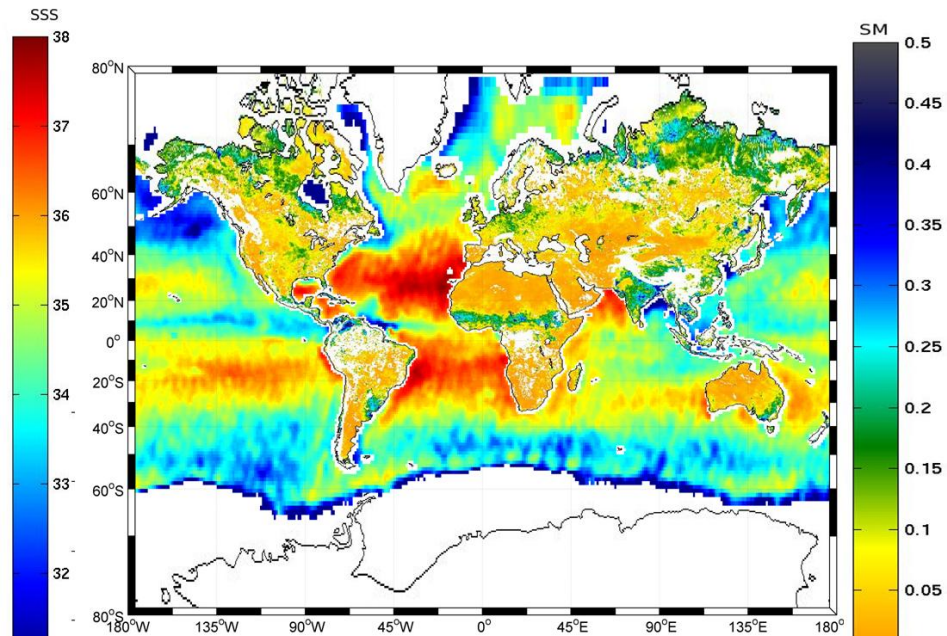
- Odbiorniki radiowe na pasma
 - 750-1100 MHz (30cm)
 - 1400-1800 MHz (20cm)
 - 4400-5100 MHz (6cm)
 - 6100-7000 MHz (5cm)
 - 20-24 GHz (1,35 cm)
 - 26-34 GHz (1cm)

- VLBI terminal
- Maszyna pulsarowa PSPM2
- Spektrograf autokorelacyjny
- Polarymetr
- Maser wodorowy



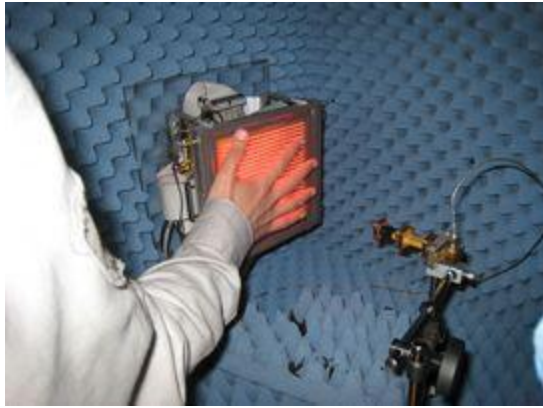


Praktyczne zastosowania technik radioastronomii



Praktyczne zastosowania technik radioastronomii

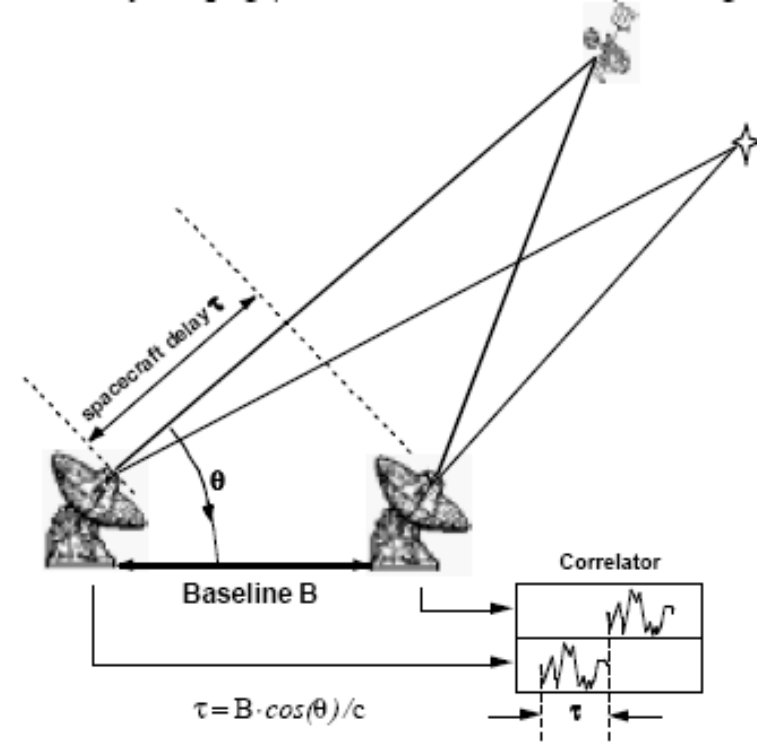
Mikrofalowe kamery, skanery, radiometry, Telekomunikacja, TV-sat, Nav. GPS



Huygens Probe

Incident Power

Huygens Probe 3.7W
in carrier line
Flux = $5 \times 10^{-25} \text{ W/m}^2$

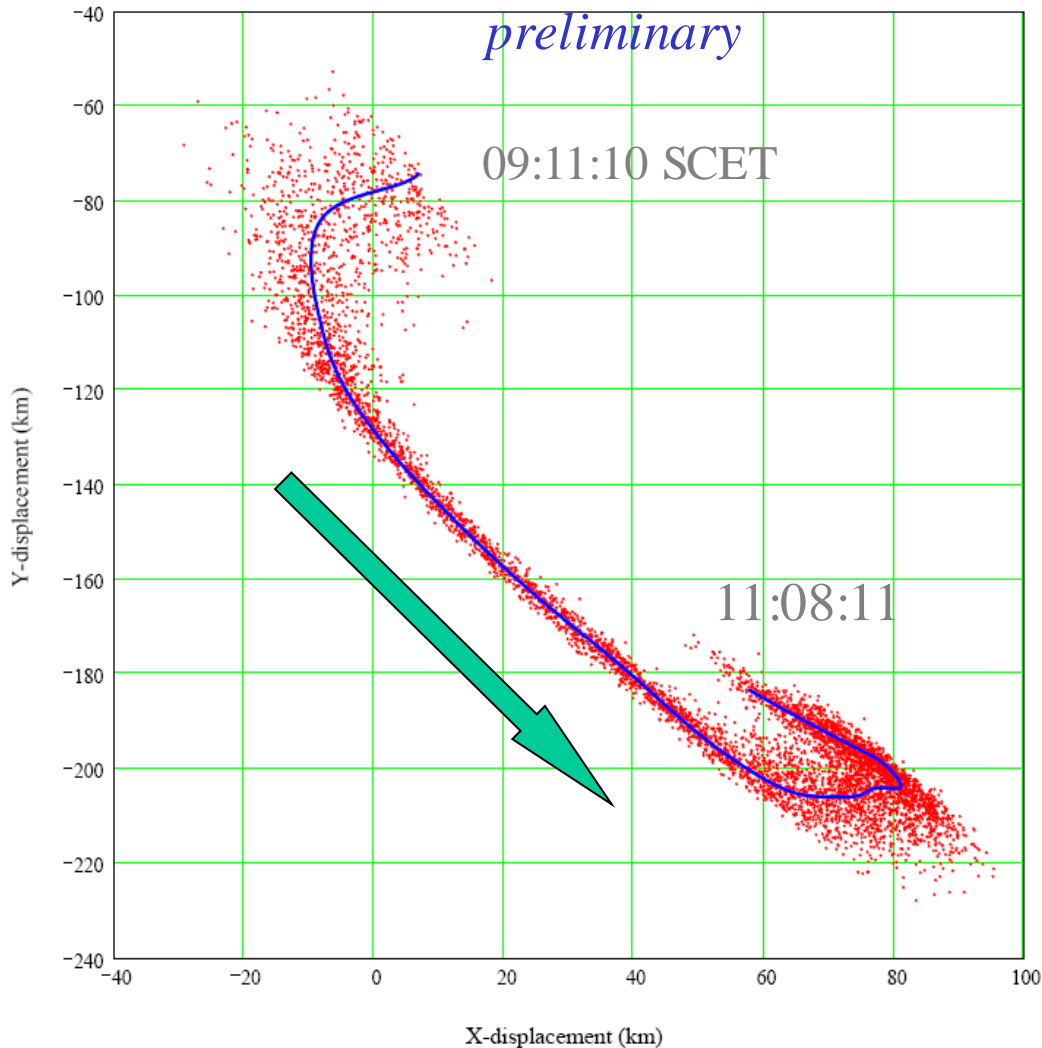


$$\tau = B \cdot \cos(\theta) / c$$

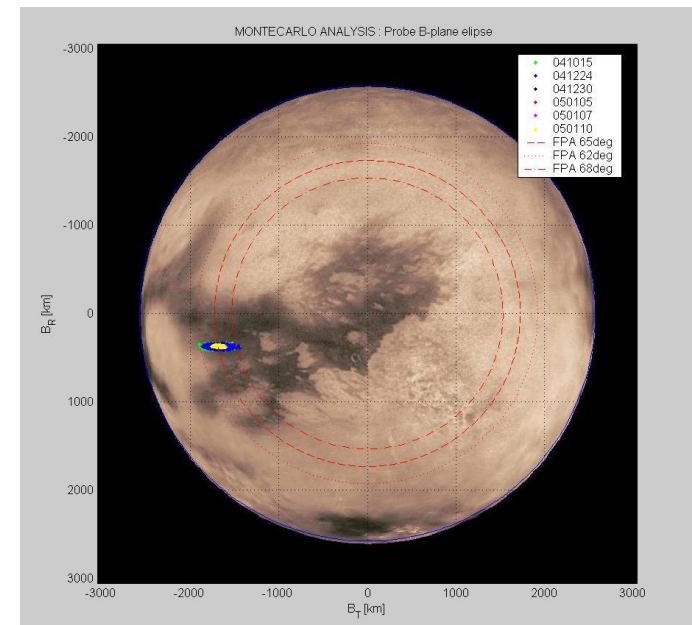
Δ DOR "Delta Differential One-way Ranging" *i.e.* Group Delay Measurement.

VLBI on Spacecraft

Huygens Trajectory on Titan



- Note spread of the data points: ~ 1 km across the trajectory



**Jakie, istotnie nowe, informacje
dotyczące fizyki kosmosu
dostarczają nam
badania radioastronomiczne ?**

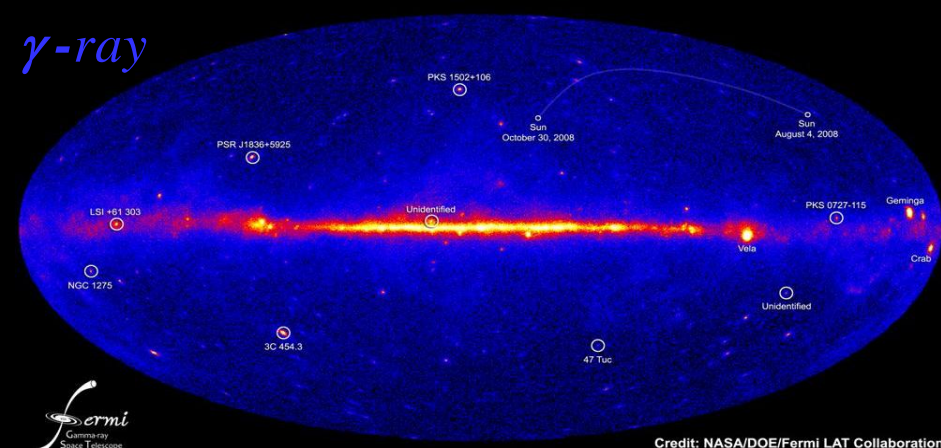
Nagrody Nobla

- 1974 M.Ryle, A.Hewish
- 1978 A.Penzias, R.Wilson
- 1983 S.Chandrasekhar, W.Fowler
- 1993 R.Hulse, J.Taylor
- 2002 R.Giacconi
- 2006 J.Mather, G.Smoot
- 2011 S.Perlmutter, B.Schmidt, A.Riess
- 2014 (?)

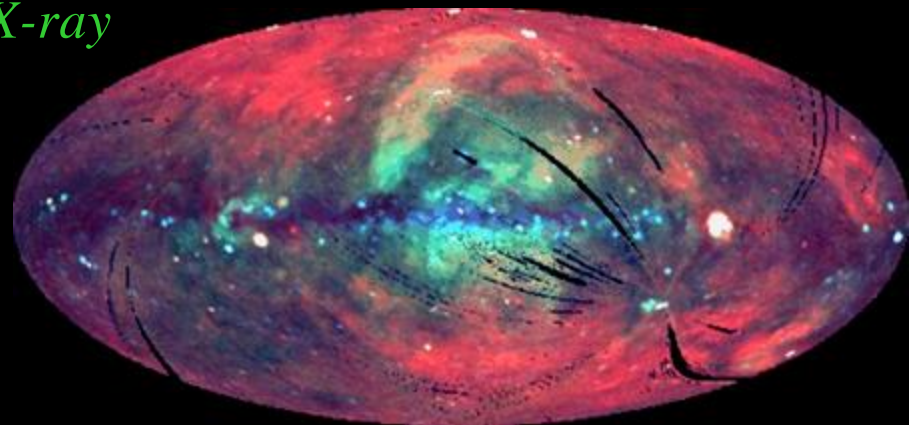
Radioastronomia (8)

Astrofizyka, X-ray (6)

γ -ray



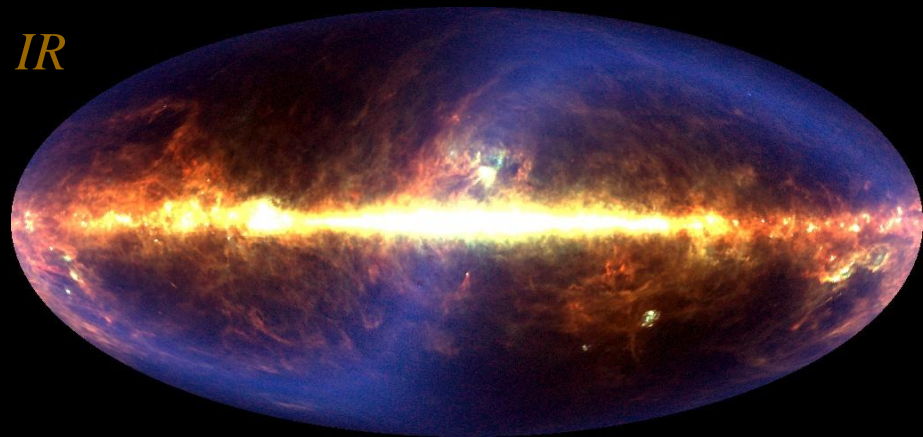
X-ray



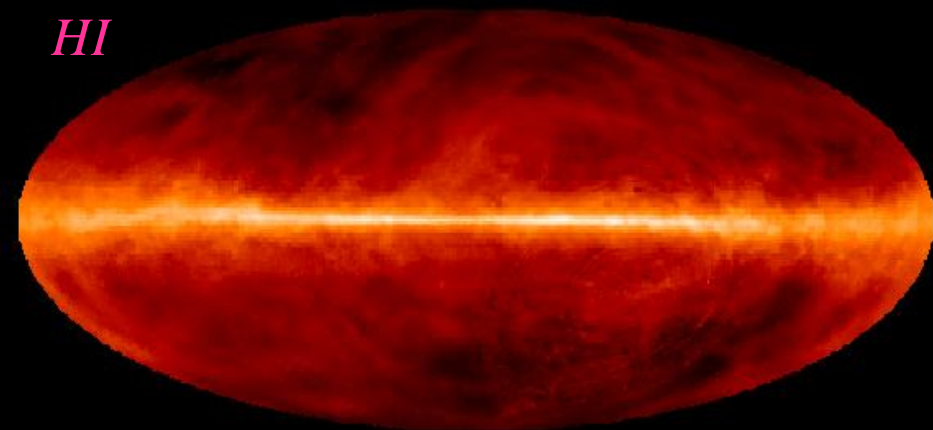
Visible light



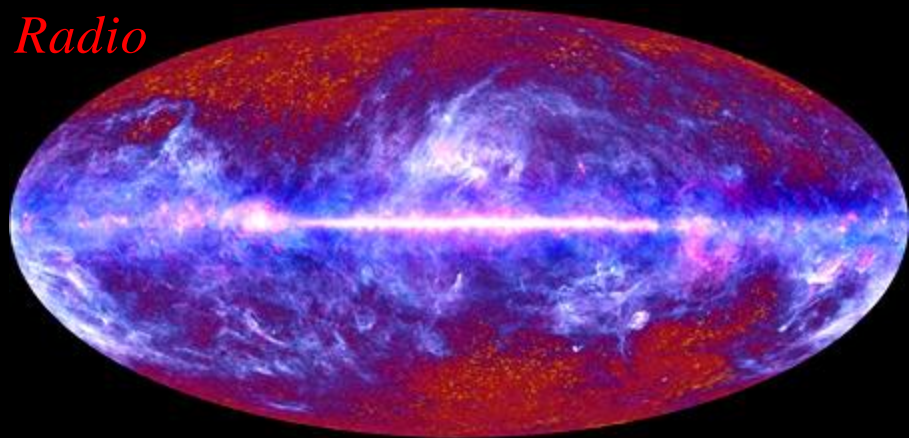
IR

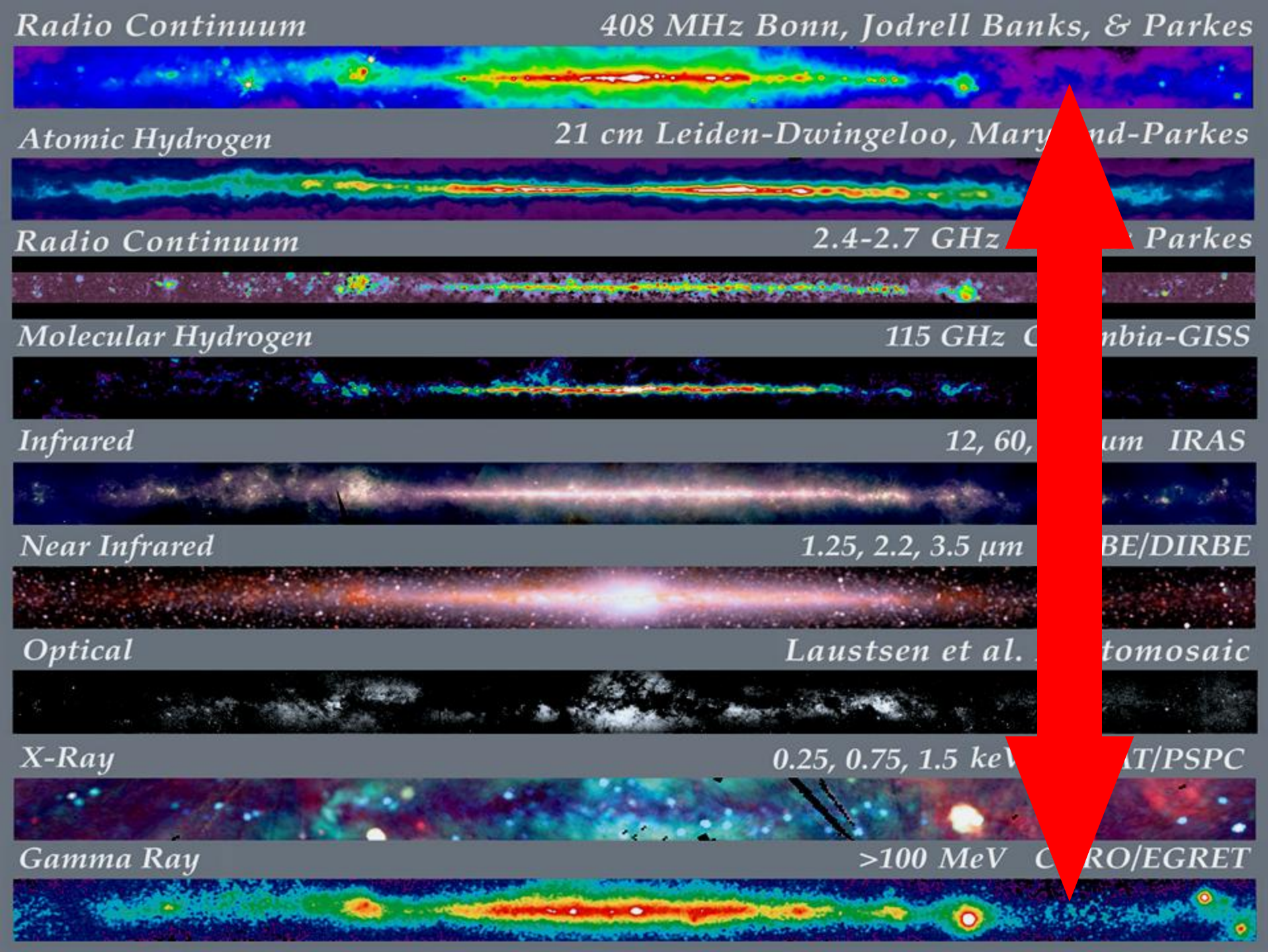


HI

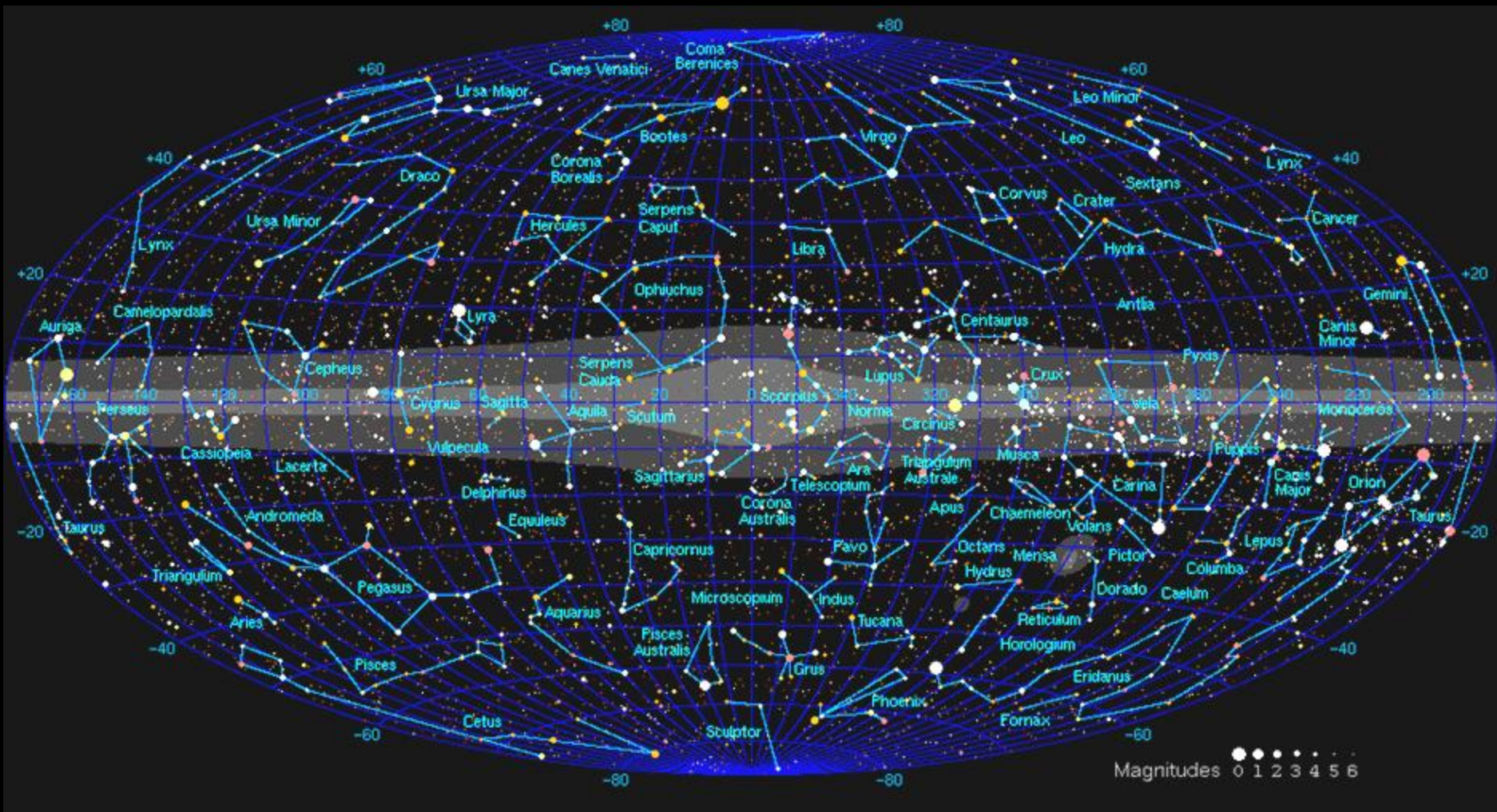


Radio



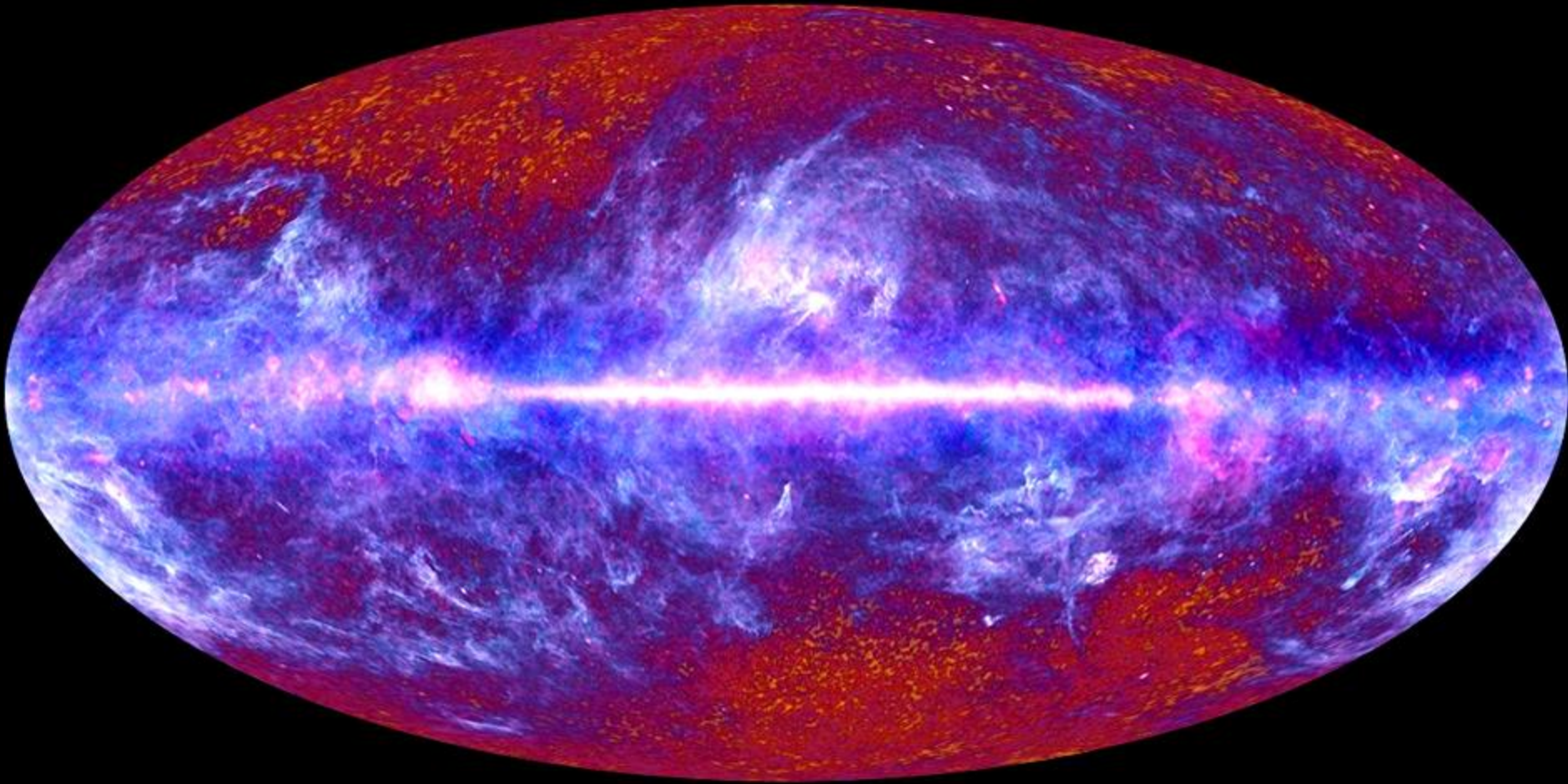




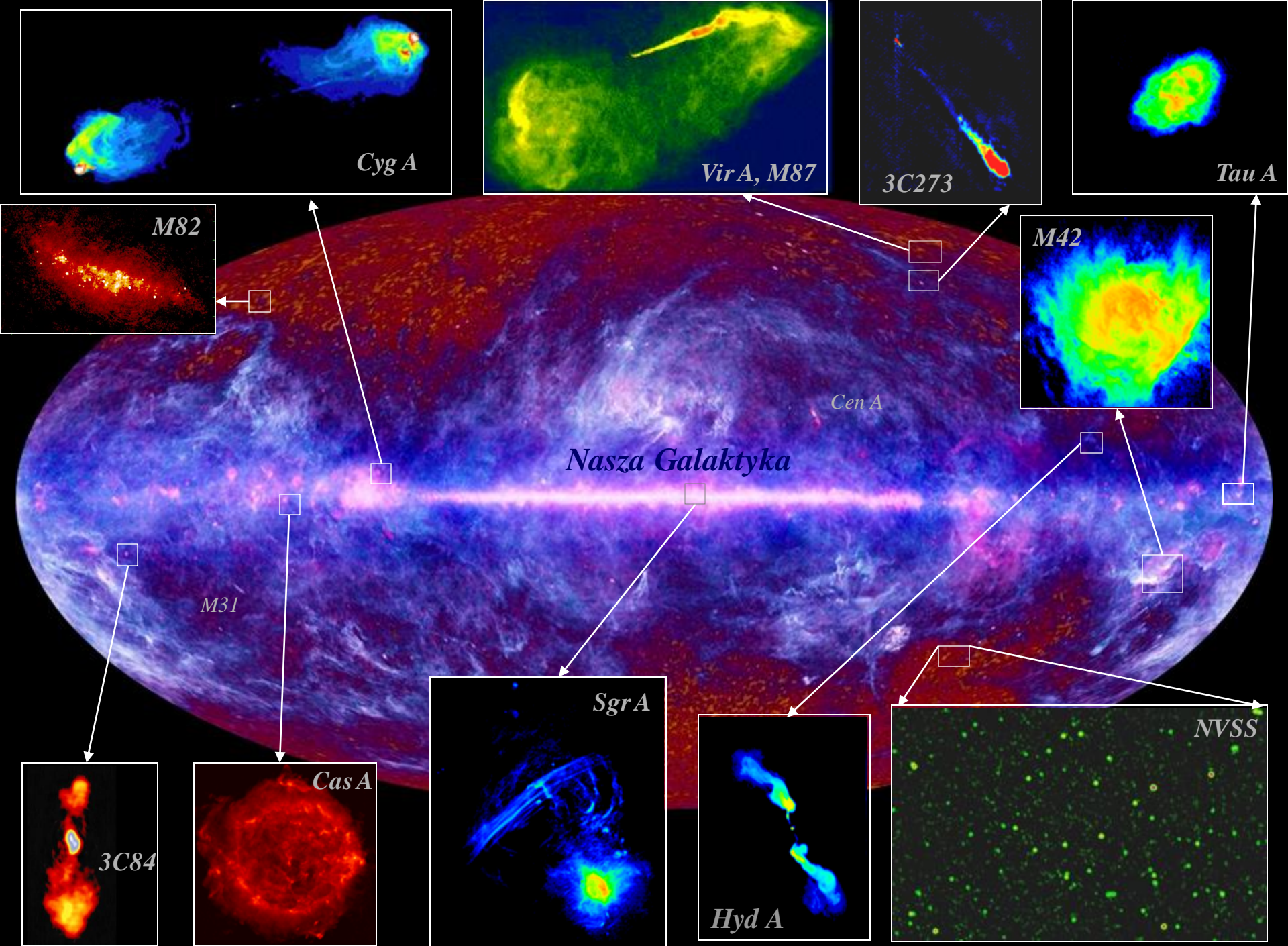


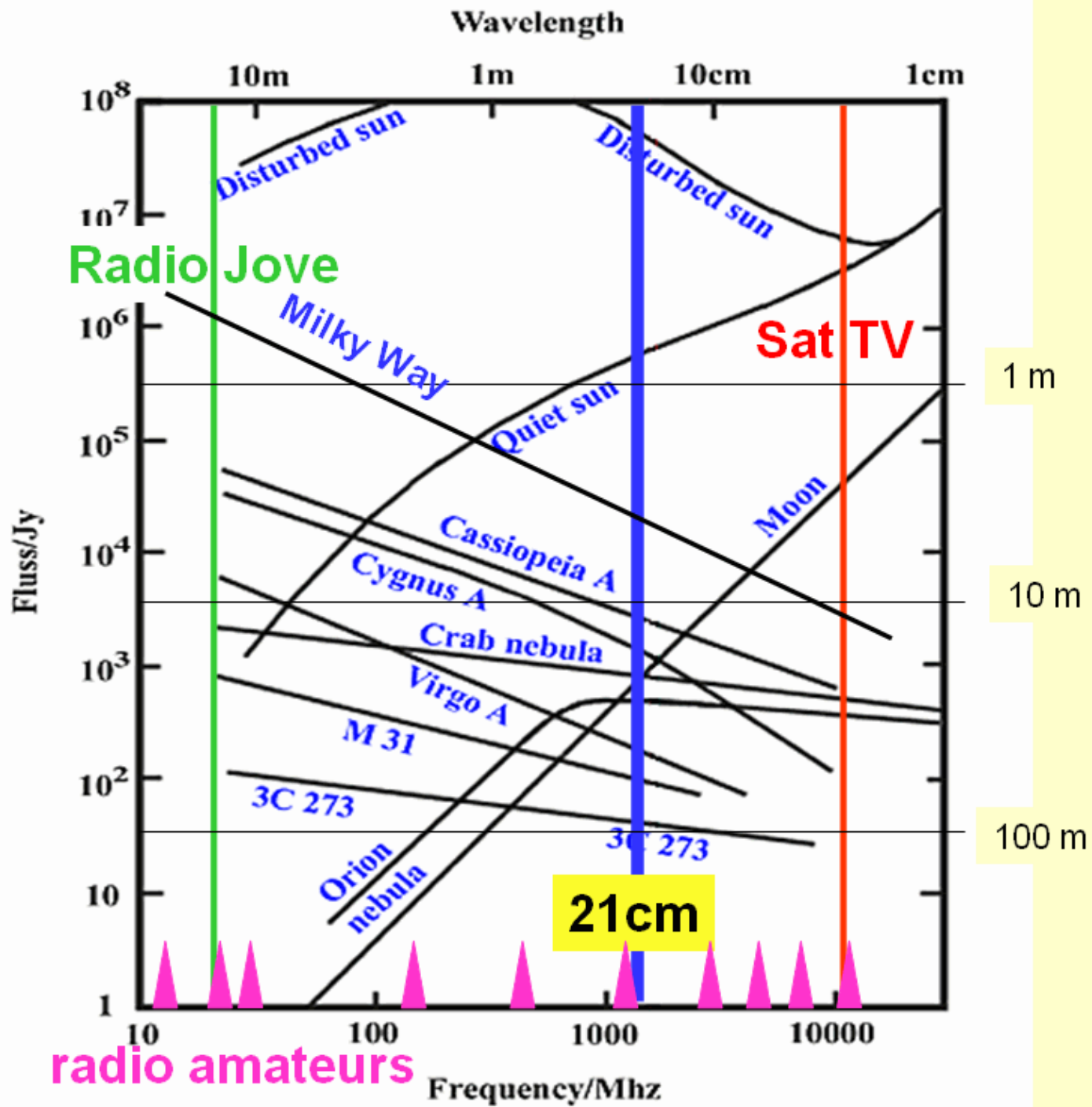
Magnitudes 0 1 2 3 4 5 6

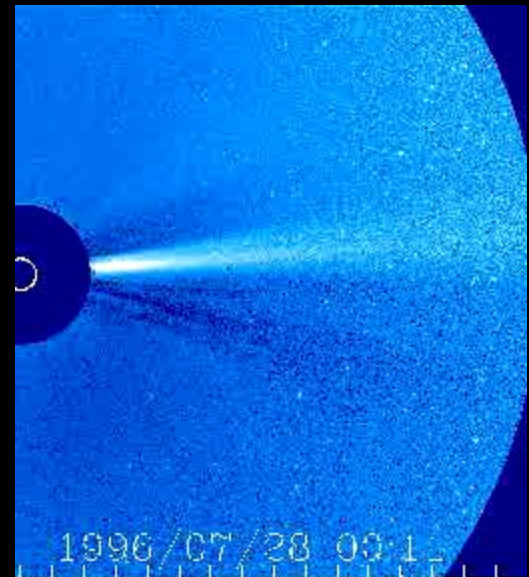
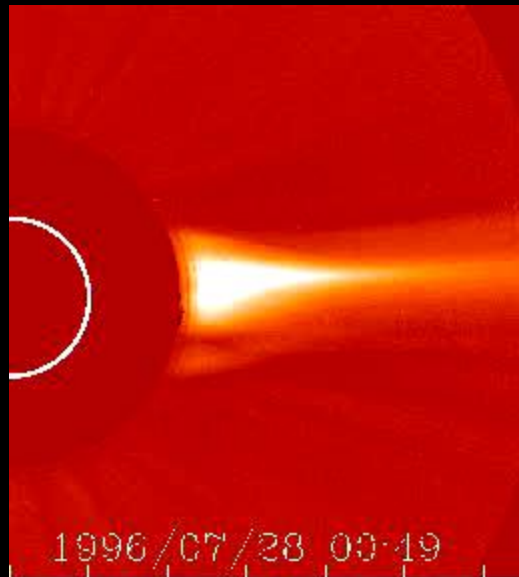
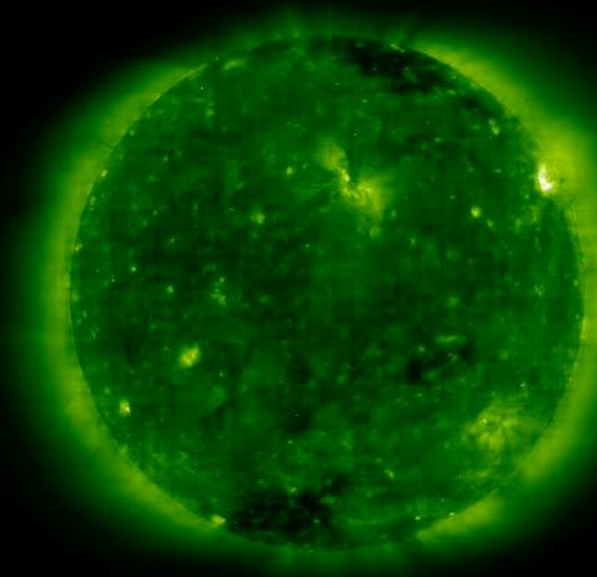




Planck Mission Satellite - mapa nieba 2010, Nasza Galaktyka i tło CMB

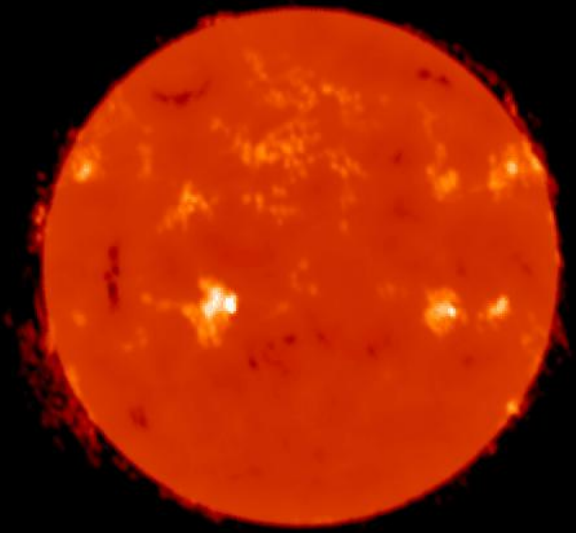
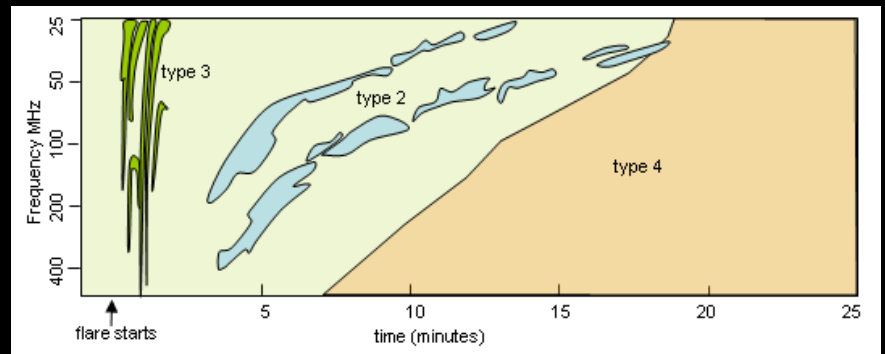






1997/05/12 00:12:05

NOBEYAMA RADIO HELIOGRAPH 17GHz (R+L)

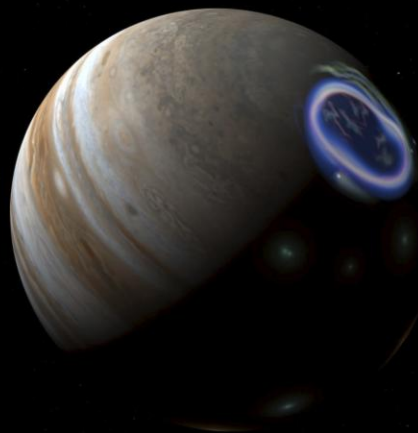
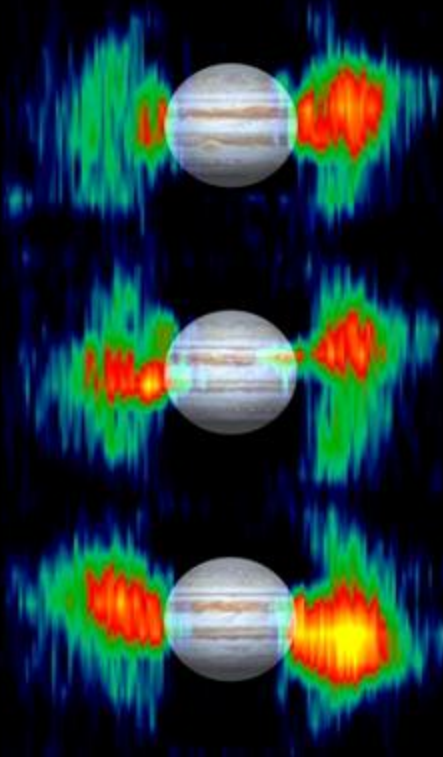


2000-03-01 03:00:04.000

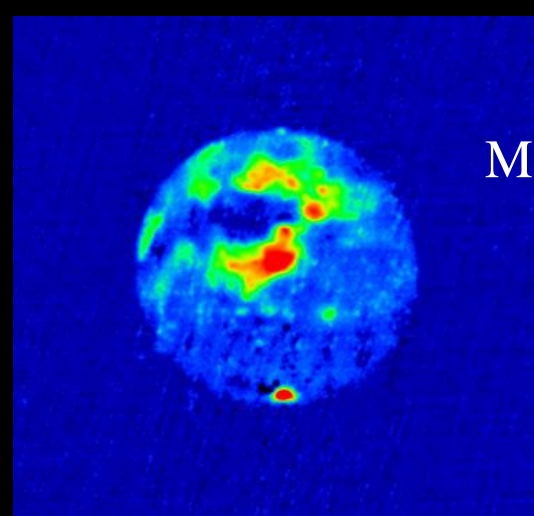
SOLAR NORTH IS UP
 CENTER
 (257 , 257)/ PIXEL
 PEAK
 239240 K
 PIXEL SIZE
 4.911 (ARCSEC)
 SOLAR RADIUS
 980.525 (ARCSEC)
 SOLAR POLAR ANGLE
 -21.6451 (DEGREE)
 SOLAR B0
 -7.2231 (DEGREE)
 DATA
 LOGSCALE
 MAX=1E4.8 : MIN=1E3

Układ słoneczny

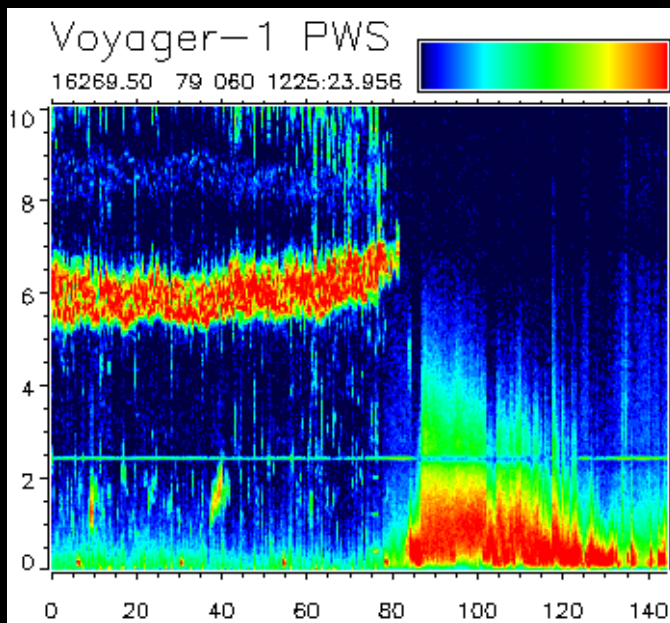
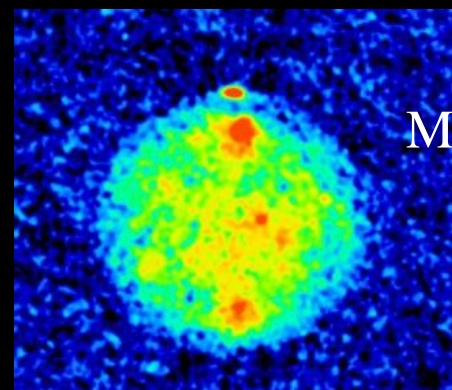
Jowisz



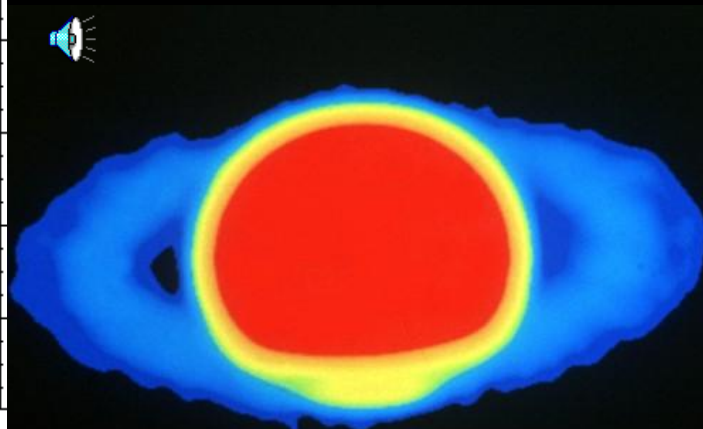
Mars

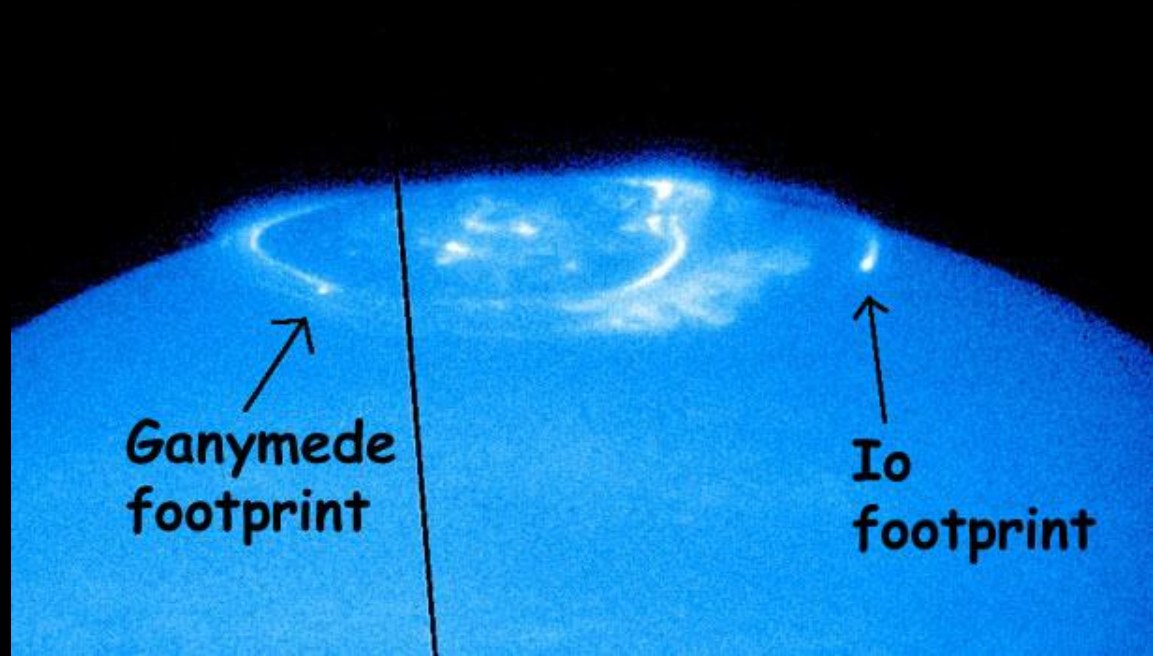
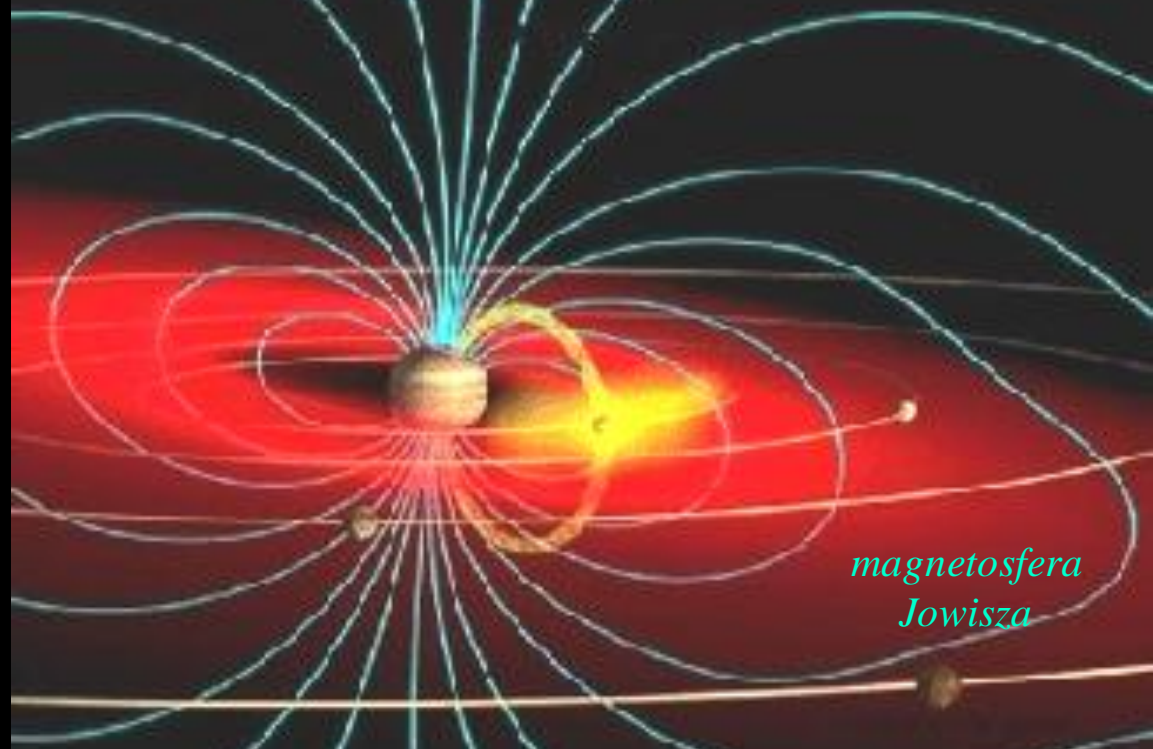
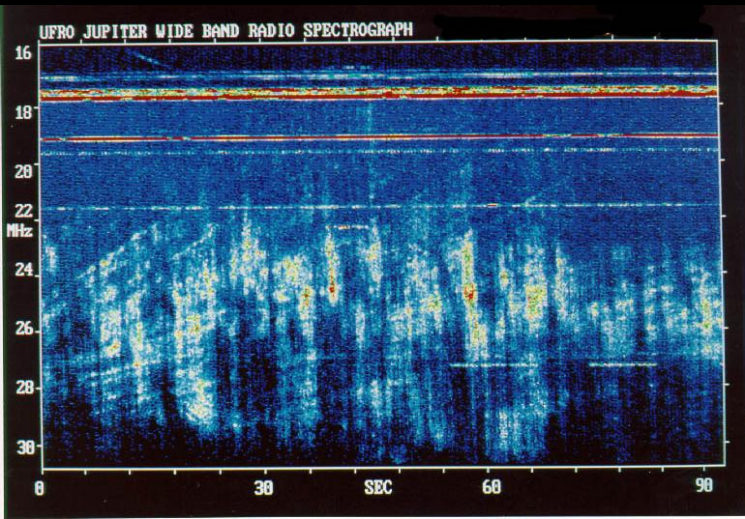


Merkury



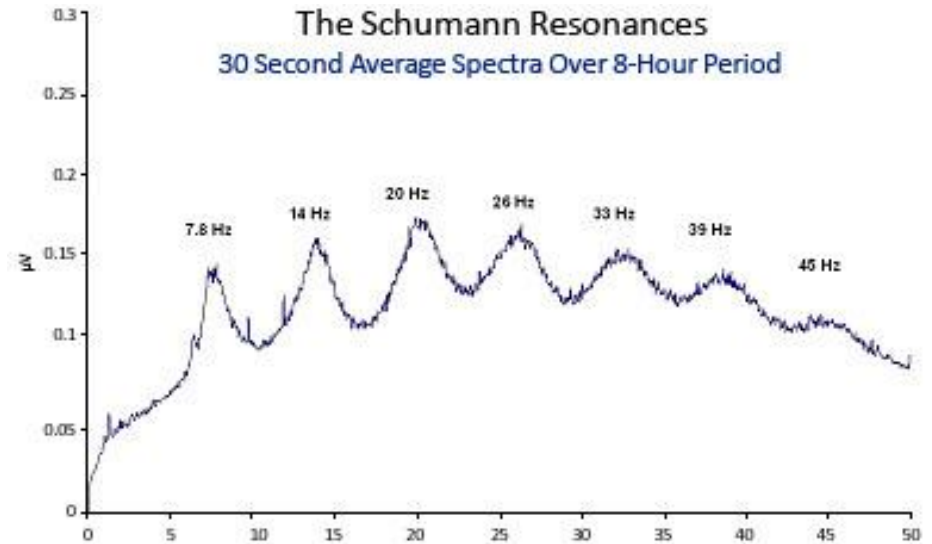
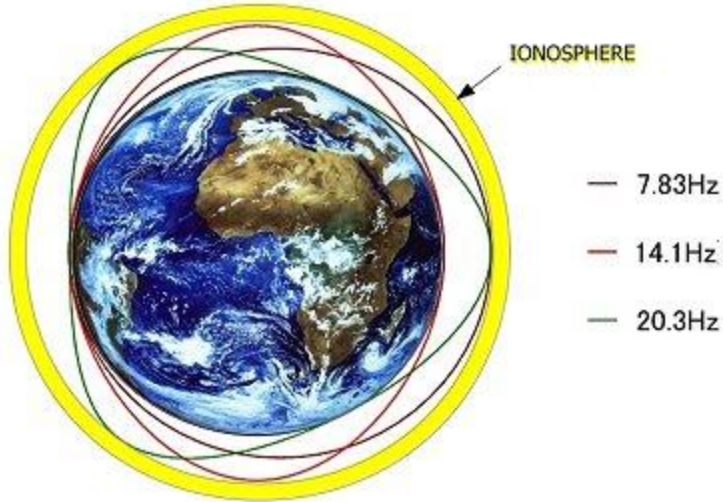
Saturn



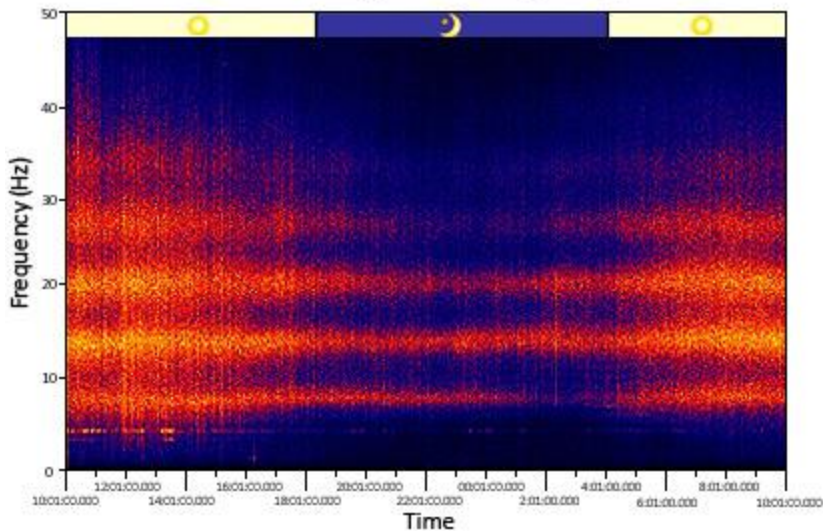


Naturalna radiowa emisja planety Ziemia

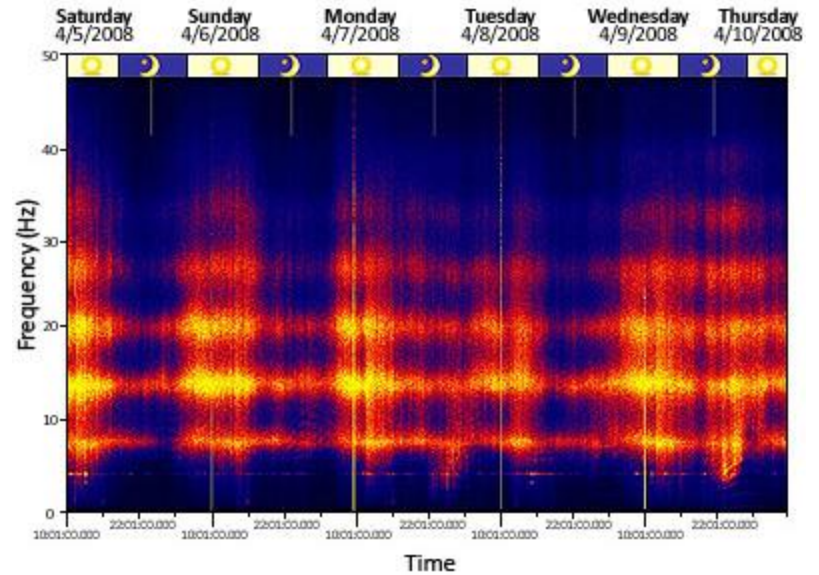
1. Rezonans Schumanna ELF



24-Hour Magnetic Field Spectrogram



5 Day Magnetic Field Spectrogram
East/West Orientation

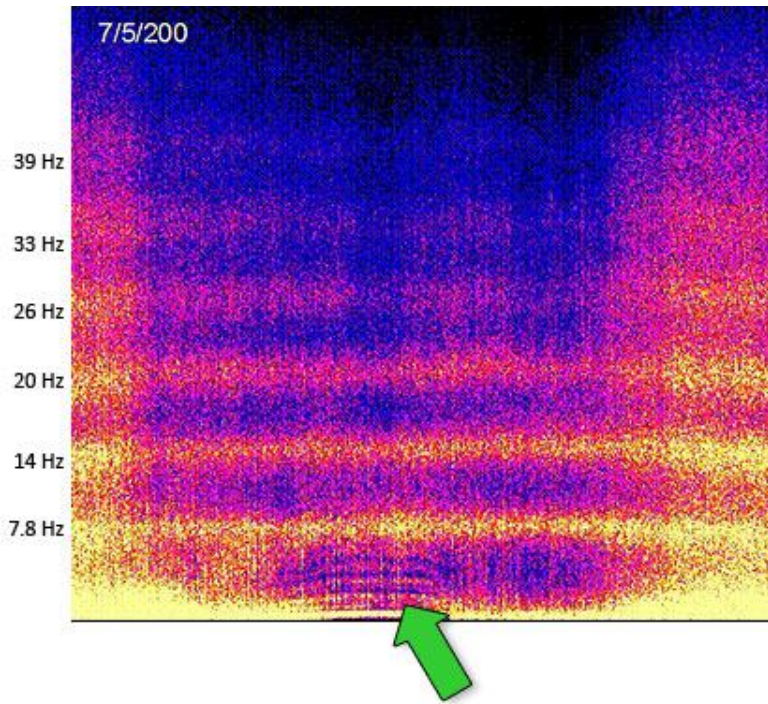
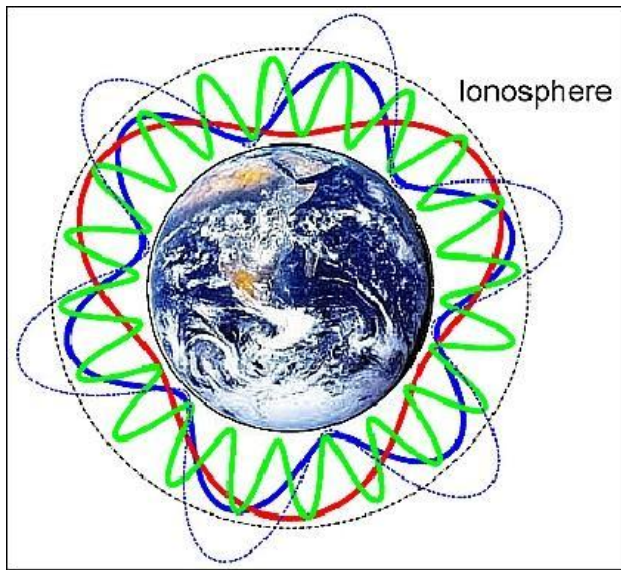


BETA waves (14 cycles per second and above) dominate our normal waking state of consciousness when attention is directed towards cognitive tasks and the outside world. Beta waves range between 13-40 Hz. Gamma (above 30 Hz) represents hyperarousal. The Beta wave is associated with peak concentration, heightened alertness and visual acuity. Nobel Prize winner, Sir **Francis Crick** and other scientists believe that the 40Hz beta frequency may be key to the act of cognition.

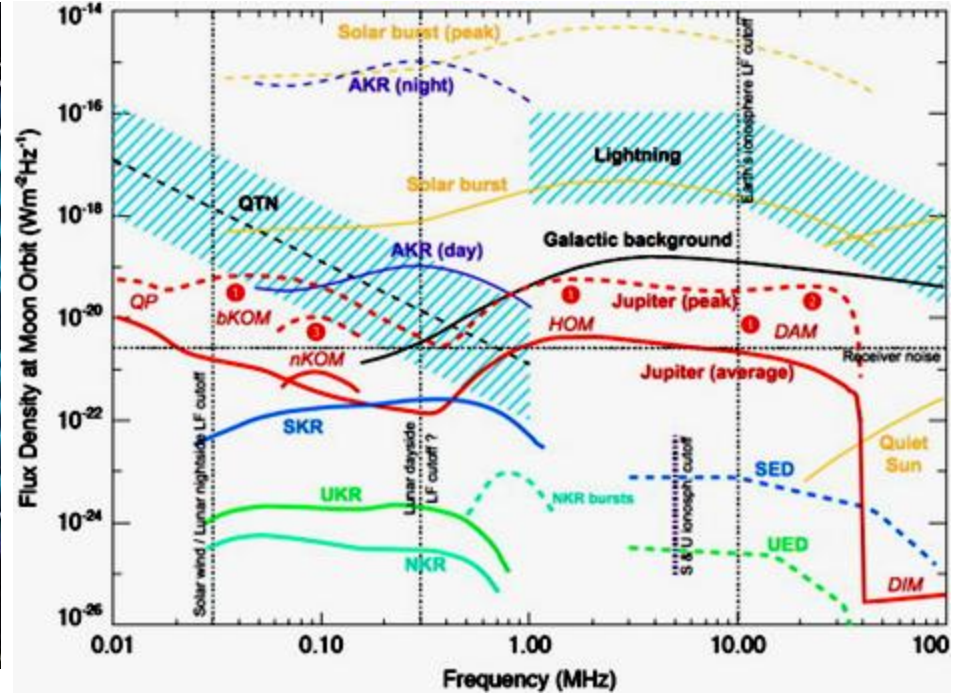
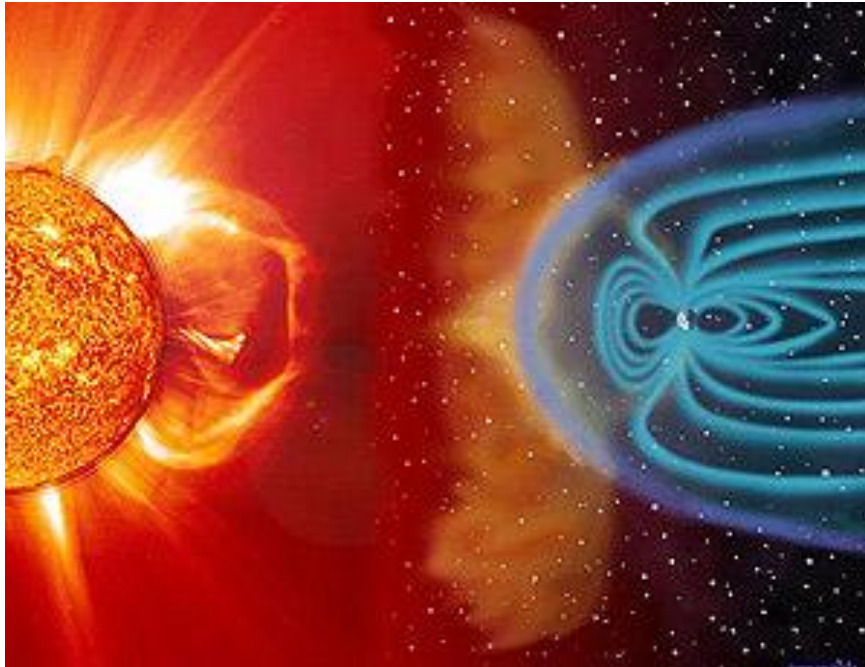
ALPHA waves (7-13 cycles per second) are present during dreaming and light meditation when the eyes are closed. As more and more neurons are recruited to this frequency, alpha waves cycle globally across the whole cortex. This induces a state of deep relaxation, but not quite meditation. In Alpha, we begin to access the wealth of creativity that lies just below our conscious awareness. It is the gateway, the entry point that leads into deeper states of consciousness. Alpha is also the home of the window frequency known as *the Schumann Resonance*, which is the resonant frequency of the earth's electromagnetic field. SR waves propagate with little attenuation around the planet. When we intentionally generate alpha waves and go into resonance with that earthy frequency, we naturally feel better, refreshed, in tune, in synch. It is, in fact, environmental synchronization.

THETA waves (4-7 cycles per second) occur most often in sleep but are also dominant in the deepest state of meditation (body asleep/mind awake). The optimum level for deep thought is this realm of Theta. In Theta, our senses are withdrawn from the external world and focused on the mindscape, internally originating signals. Theta waves are associated with mystery, an elusive and extraordinary realm we can explore. It is that twilight state which we normally only experience fleetingly as we rise from the depths of delta upon waking, or drifting off to sleep. In theta we are in a waking dream, vivid imagery flashes before the mind's eye and we are receptive to information beyond our normal conscious awareness. Theta has also been identified as the gateway to learning and memory. Theta meditation increases creativity, enhances learning, reduces stress and awakens intuition and other extrasensory perception skills.

DELTA waves range between 0-4 Hz. Delta is associated with deep sleep. In deepest meditation and dreamless sleep, Delta waves are generated. Each of these brainwave frequencies serves an important function. DELTA waves confer a suspension of external existence and provide the most profound feelings of peace. In addition, certain frequencies in the delta range trigger the release of growth hormone beneficial for healing and regeneration. This is why sleep, deep restorative sleep is so essential to the healing process.



2. Magnetosfera ziemska

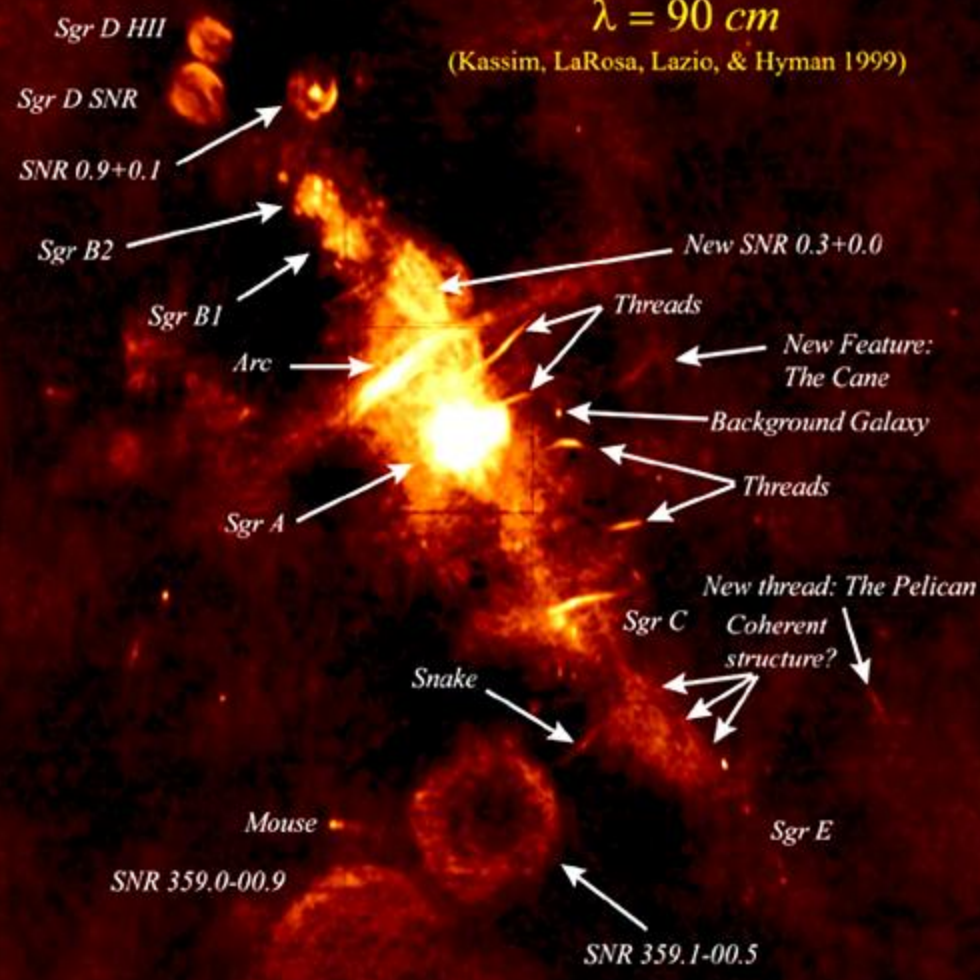




Wide-Field Radio Image of the Galactic Center

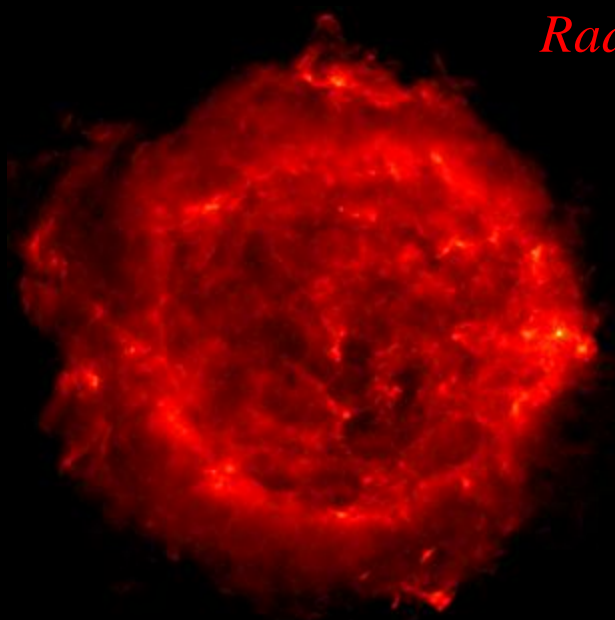
$\lambda = 90 \text{ cm}$

(Kassim, LaRosa, Lazio, & Hyman 1999)

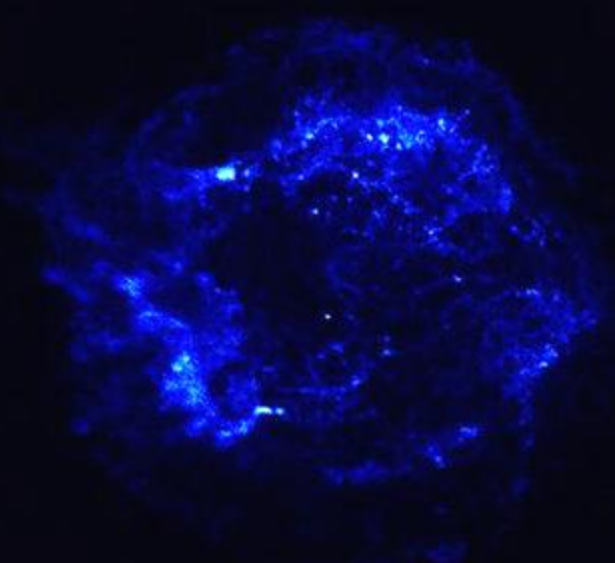


~0.5°
 ~75 pc
 ~240 light years

Radio

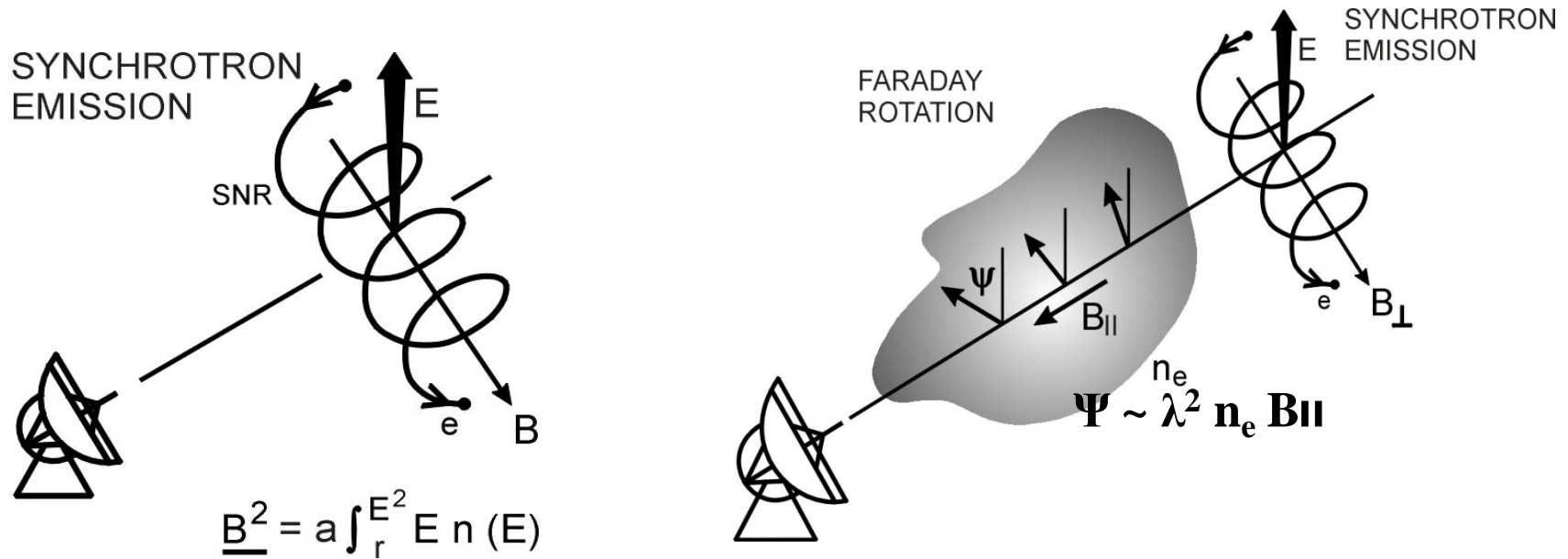


Cas A



X-ray

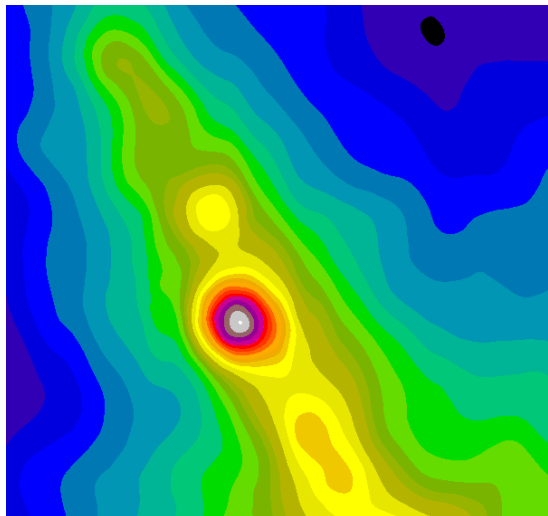
Radiopolarymetria - metoda pomiaru kosmicznych pól magnetycznych



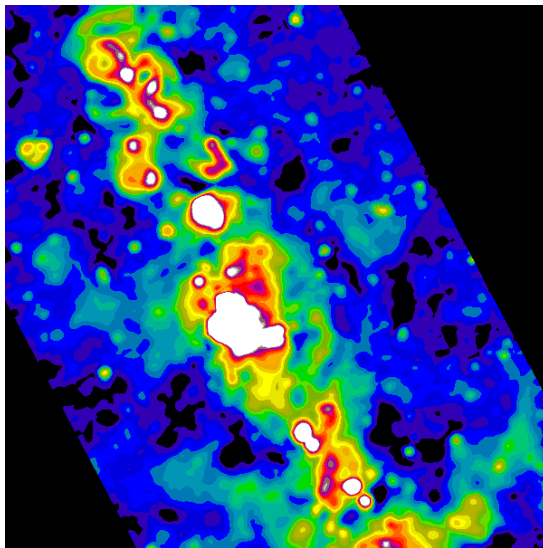
Radio waves emerge polarized from magnetic field regions

Radio waves suffer rotation In the interstellar medium

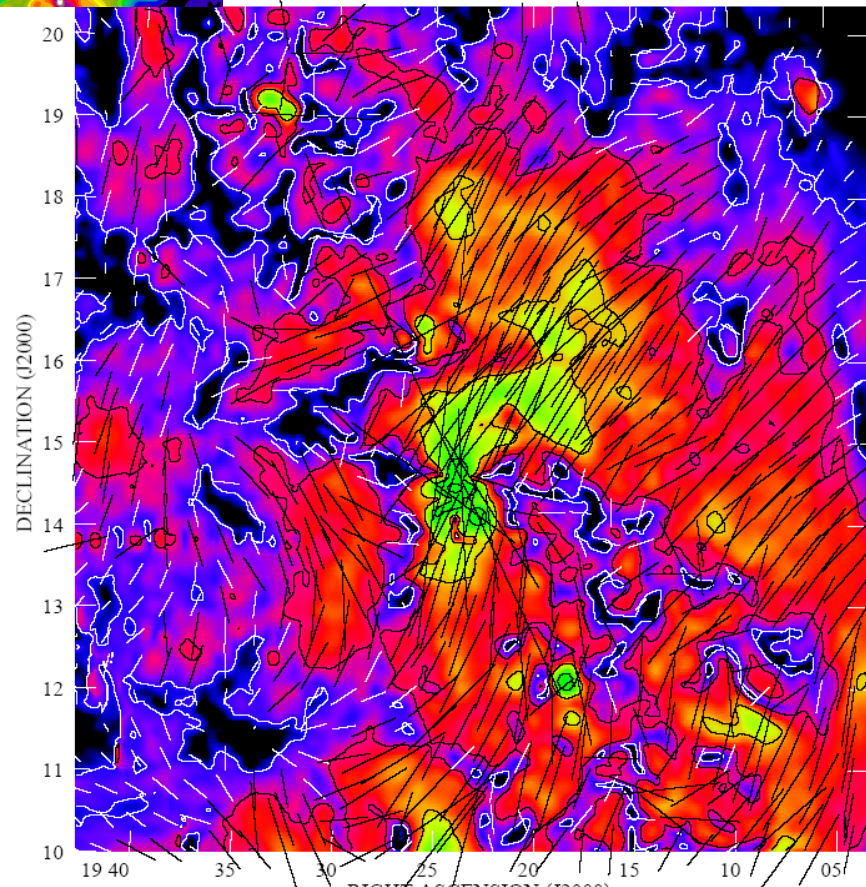
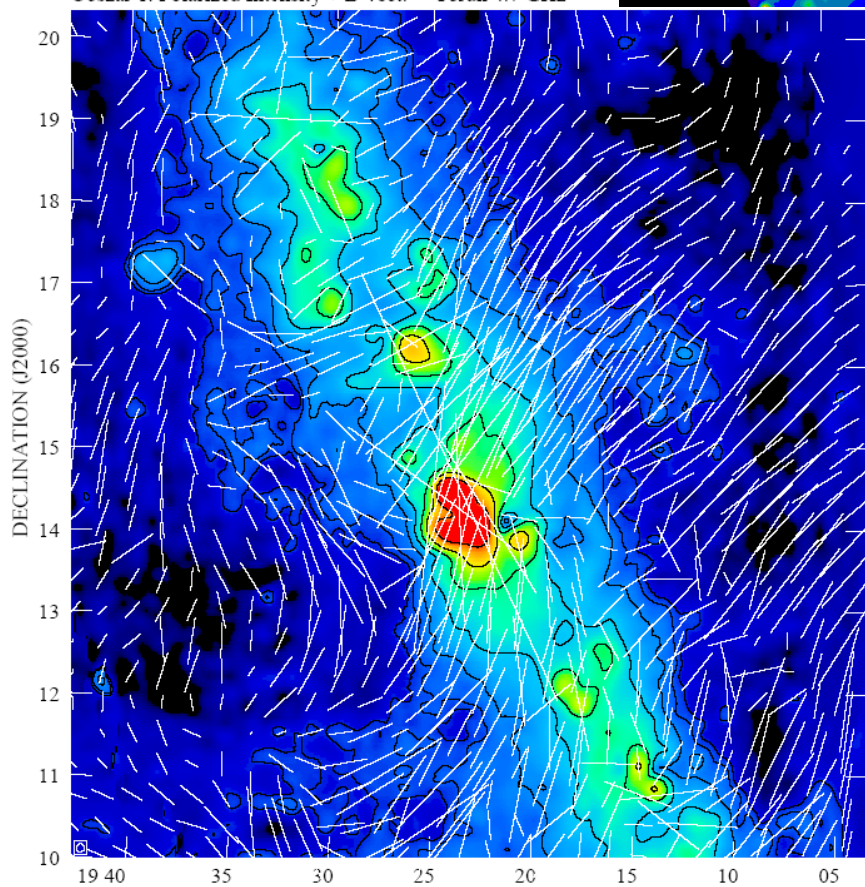
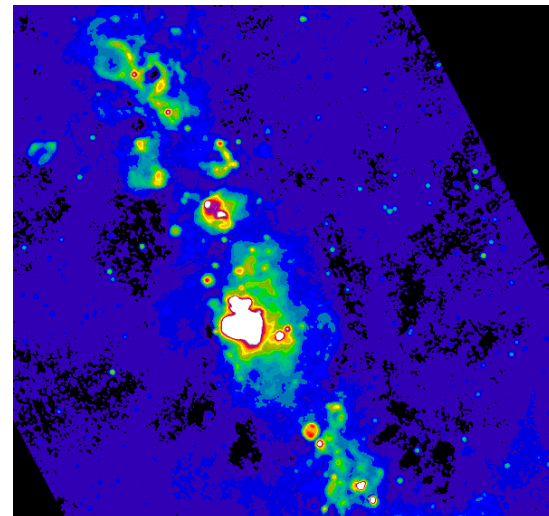
Pomiary polaryzacji dają nam możliwość wektora natężenia pola magnetycznego



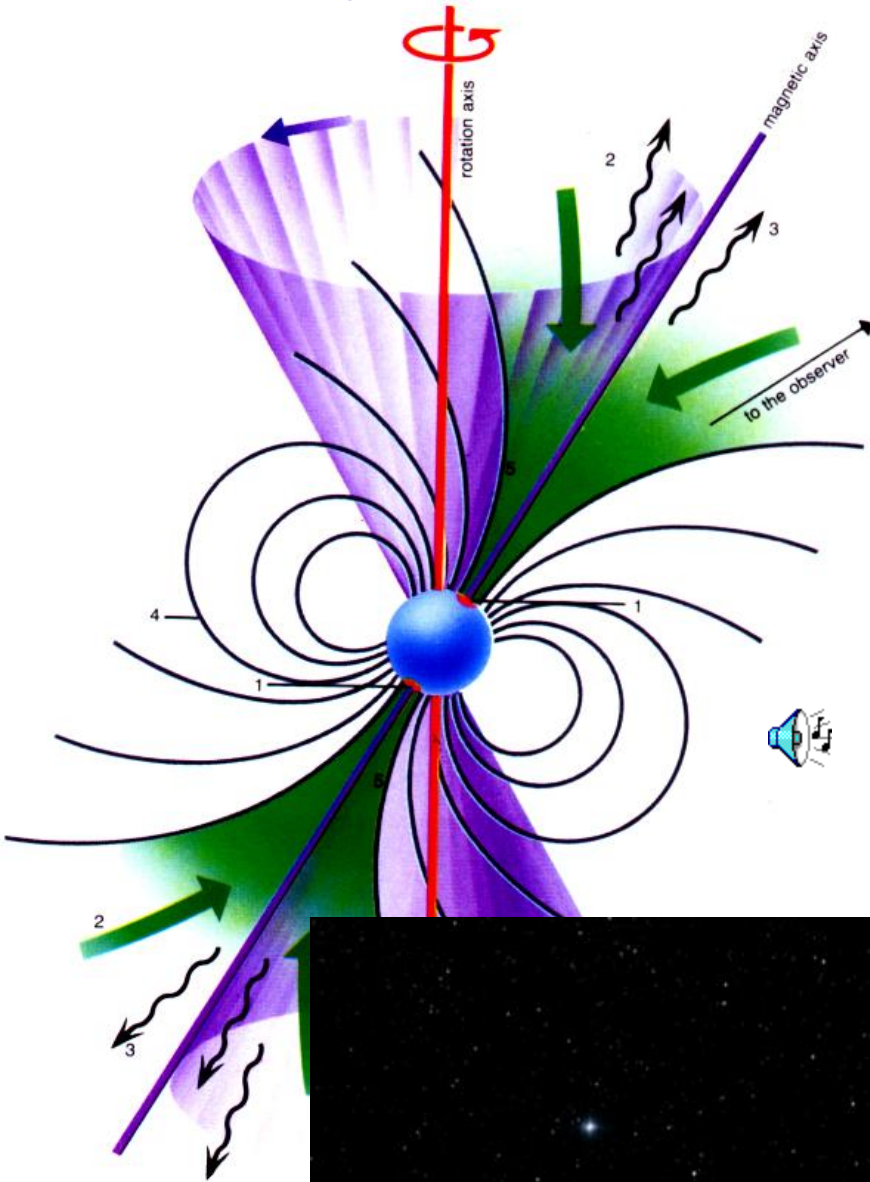
Obszar 1. Polarized Intensity + B-vect. Torun 4.7 GHz



Power + Pol.Int. B-vect. Torun 4.7 GHz



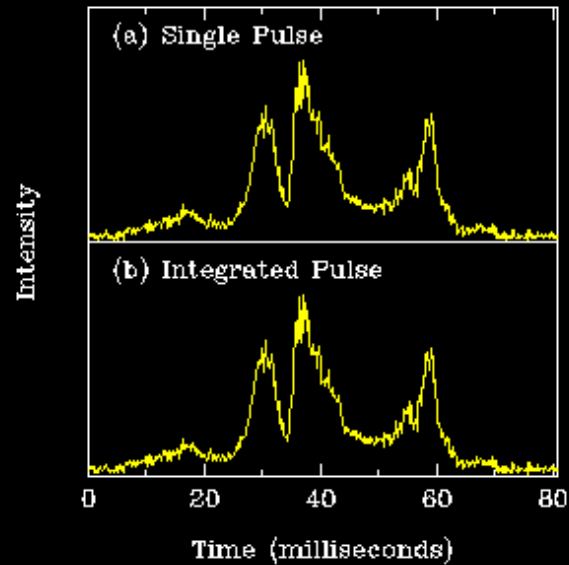
Pulsars - magnetized neutron stars



- 1 hot spots (magnetic poles at 10^7)
- 2 flux of particles
- 3 radio emission
- 4 magnetic force lines
- 5 accretion column



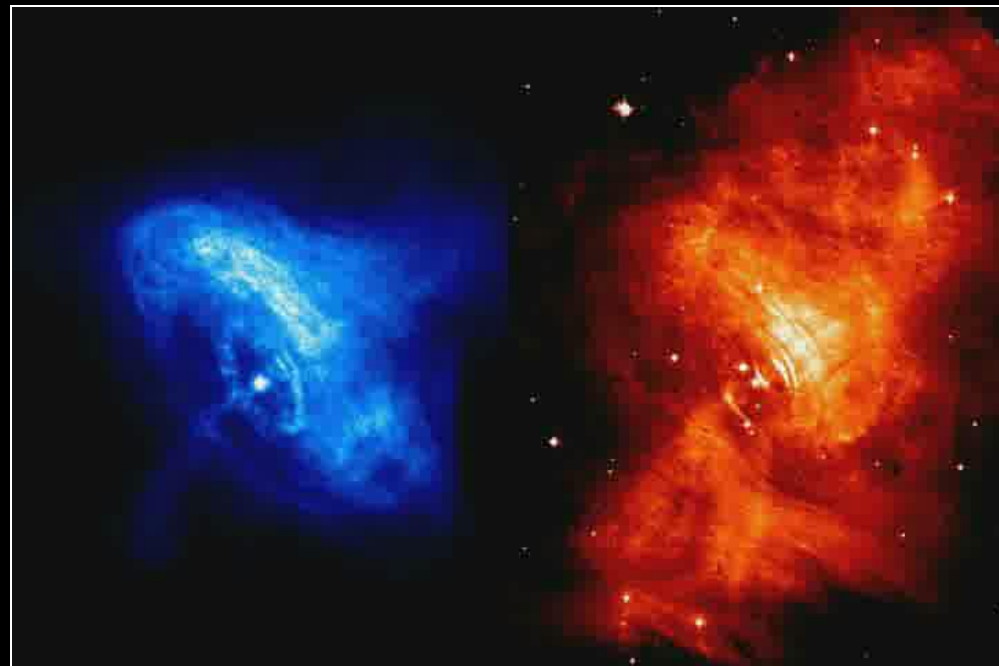
Pulse number: 1



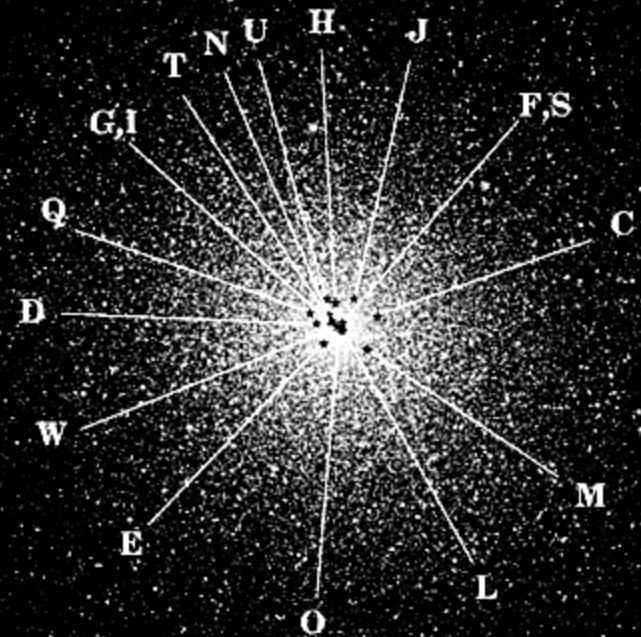
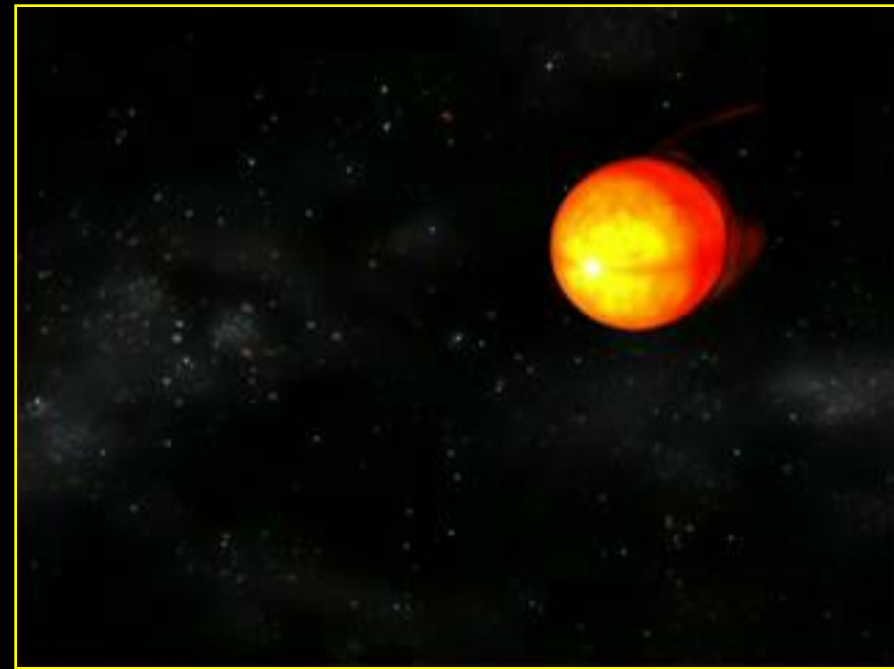
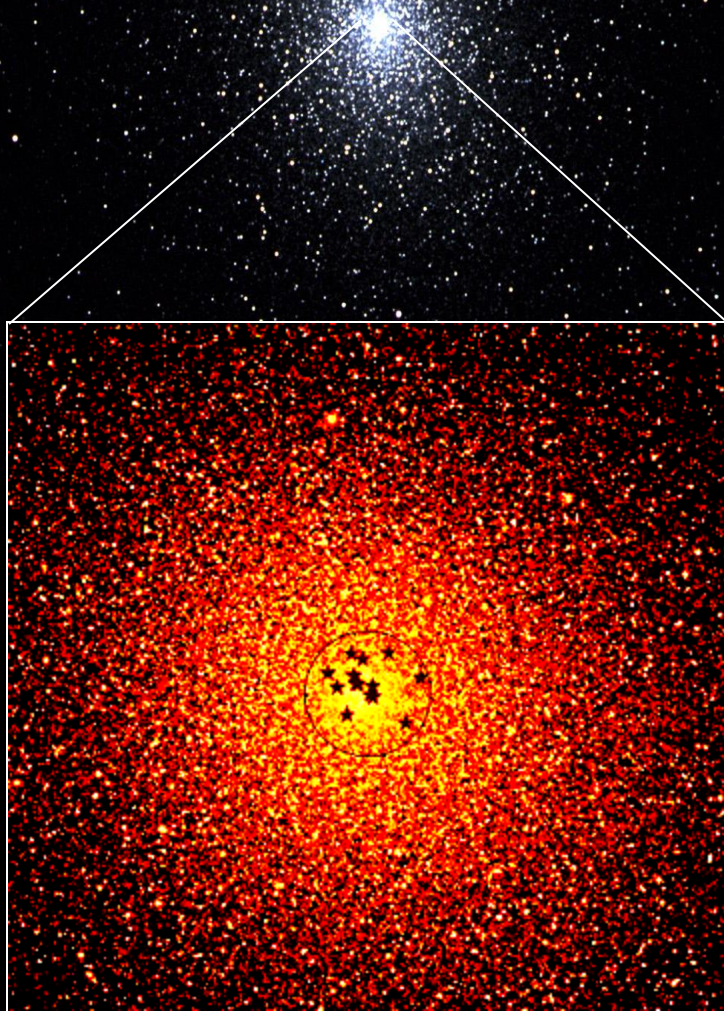
MPIfR
data

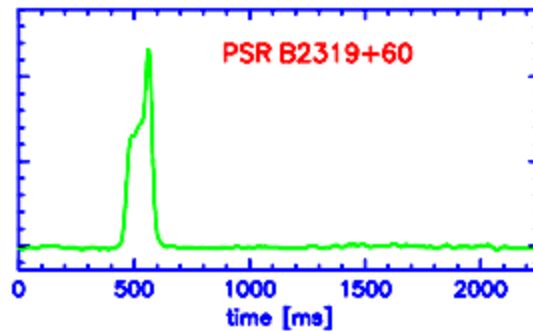
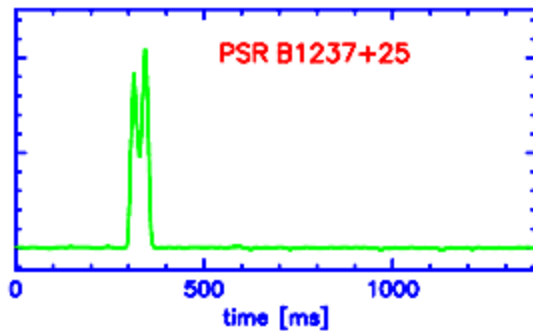
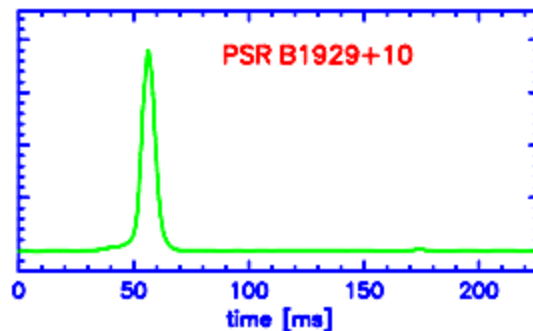
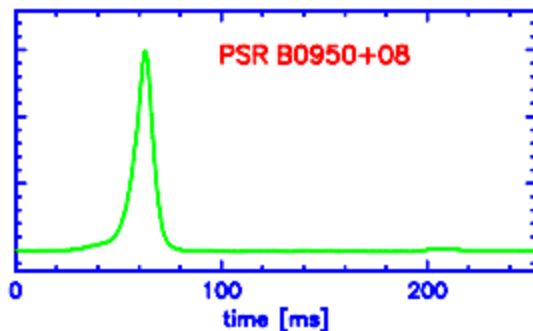
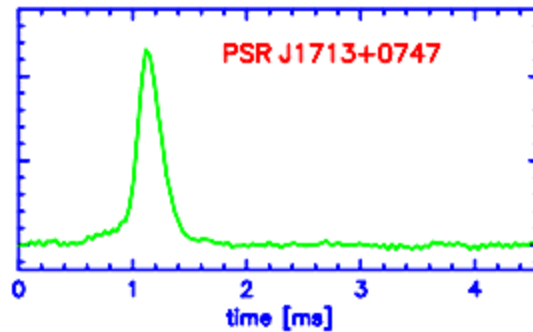
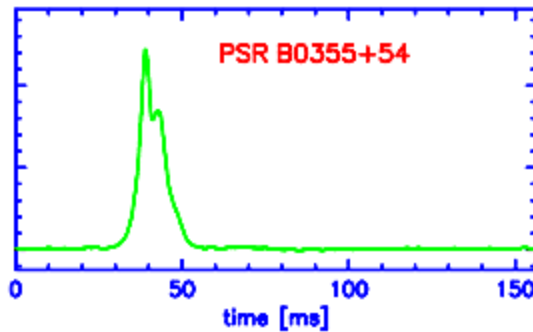
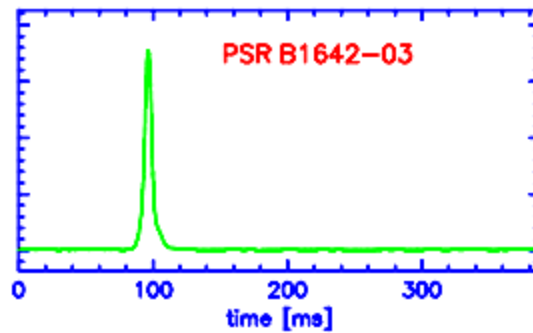
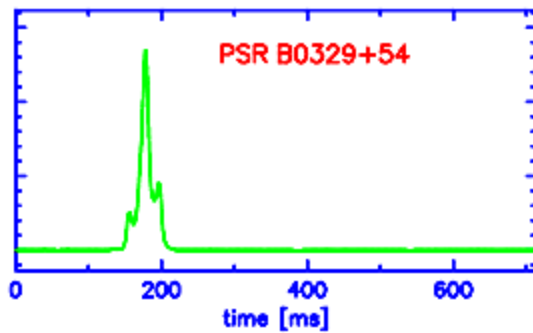


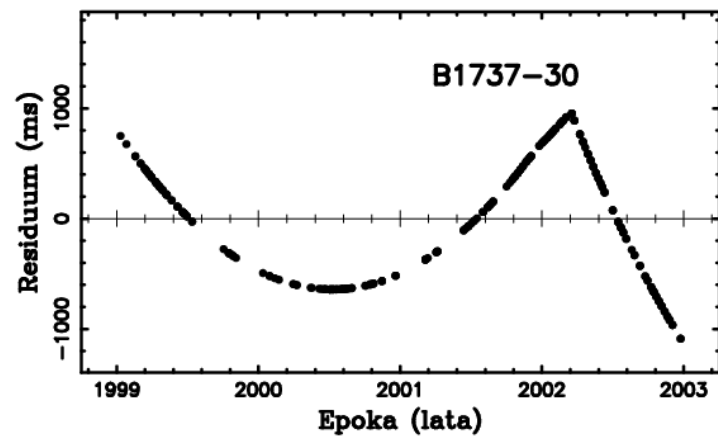
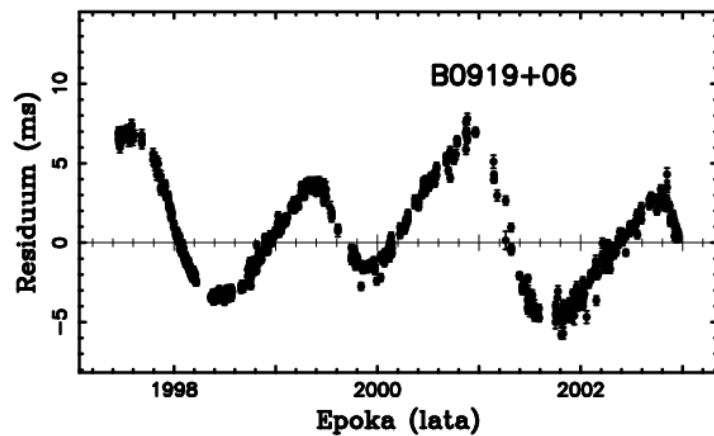
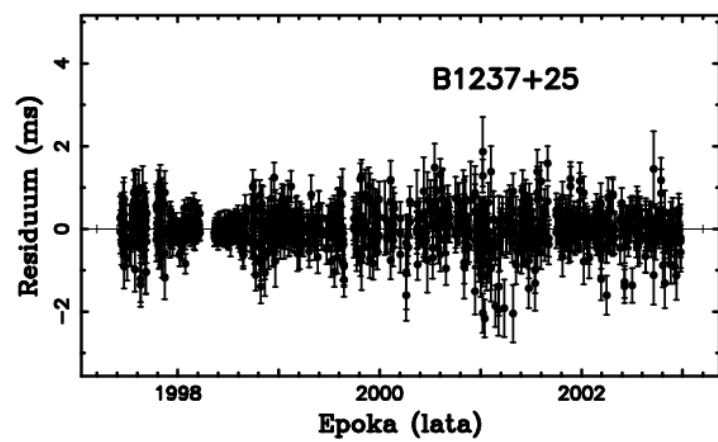
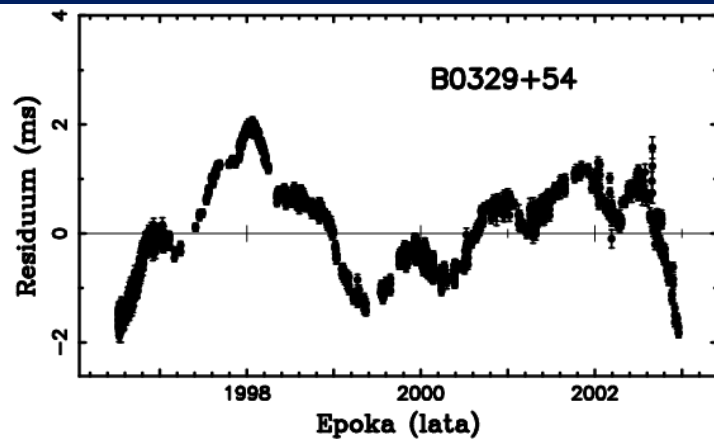
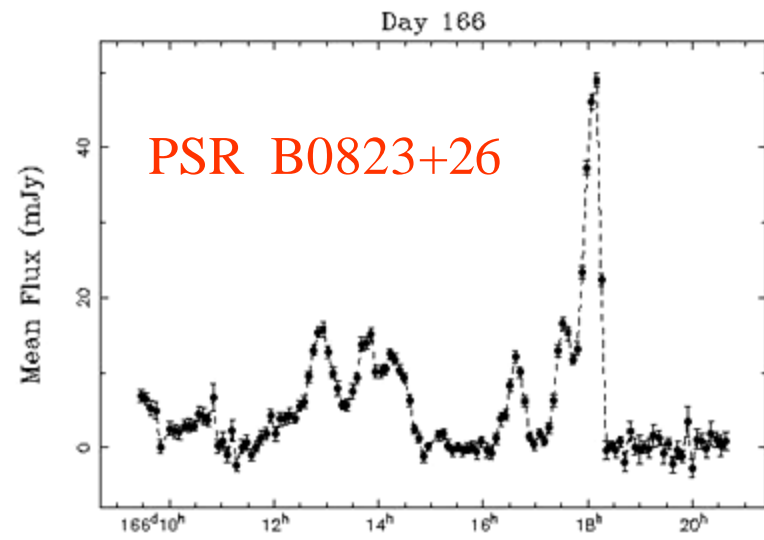
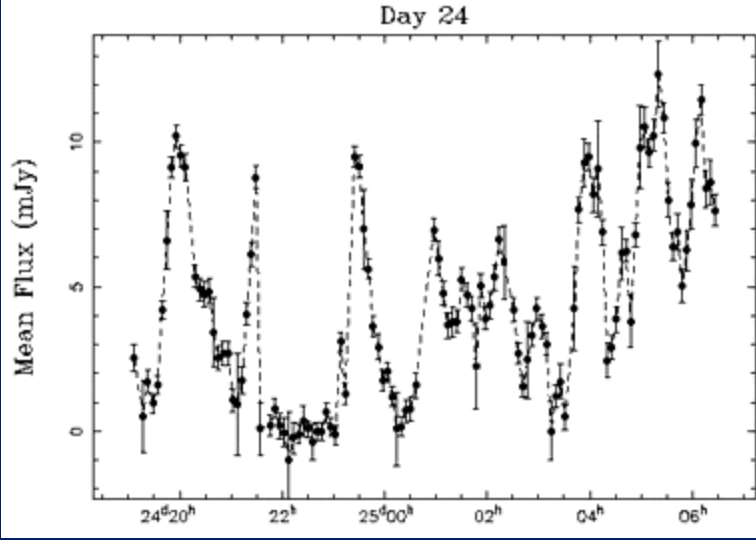
X-ray image of
Crab pulsar envelope

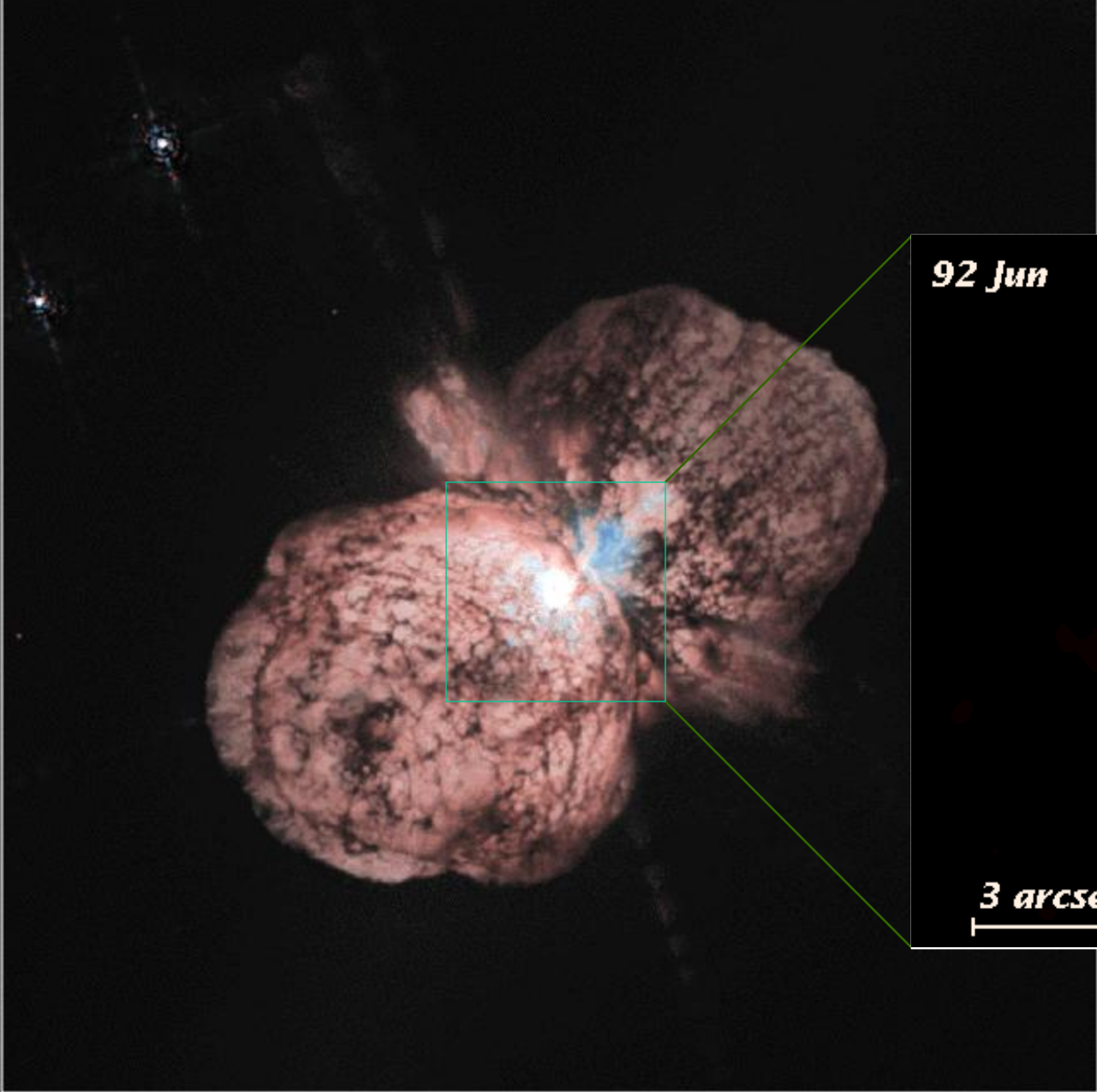


47 Tucanae



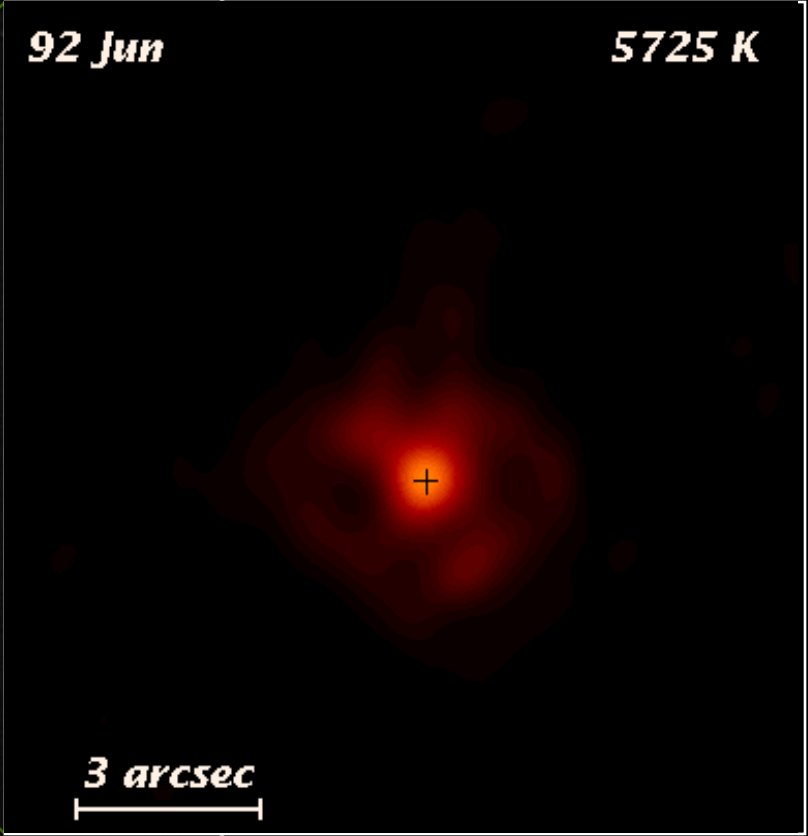






92 Jun

5725 K



3 arcsec

*Robert Duncan,
ATNF, Australia*

Eta Carinae

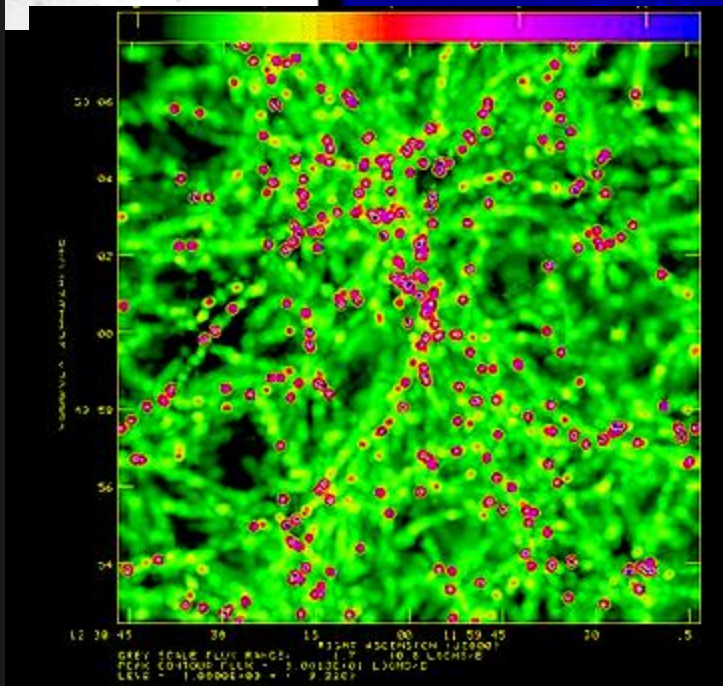
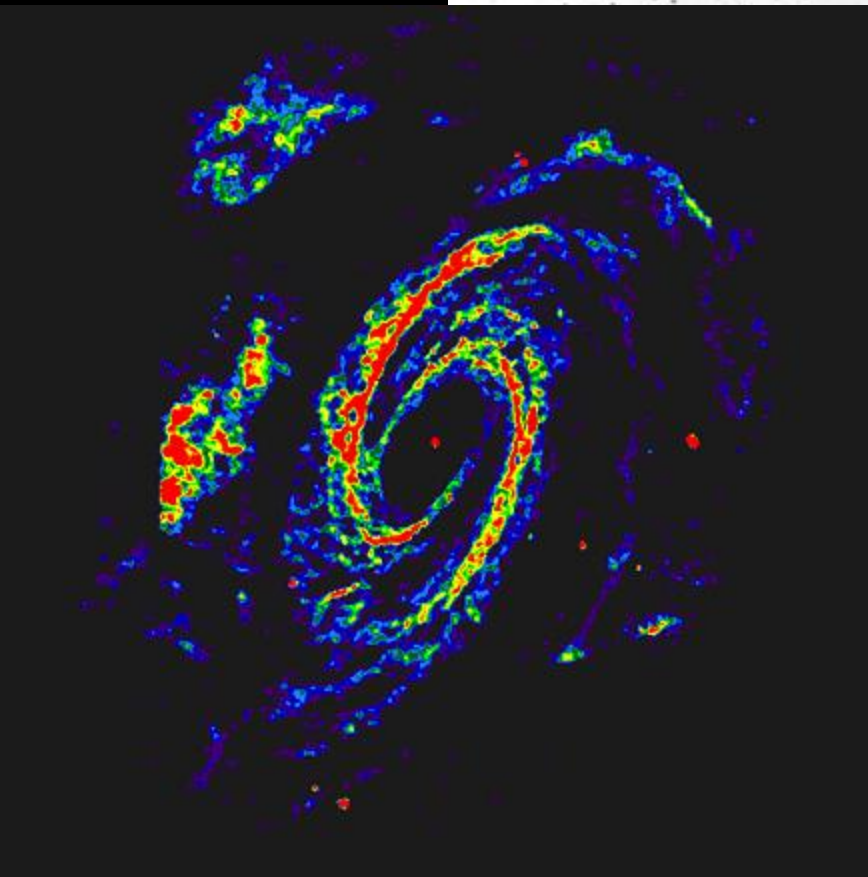
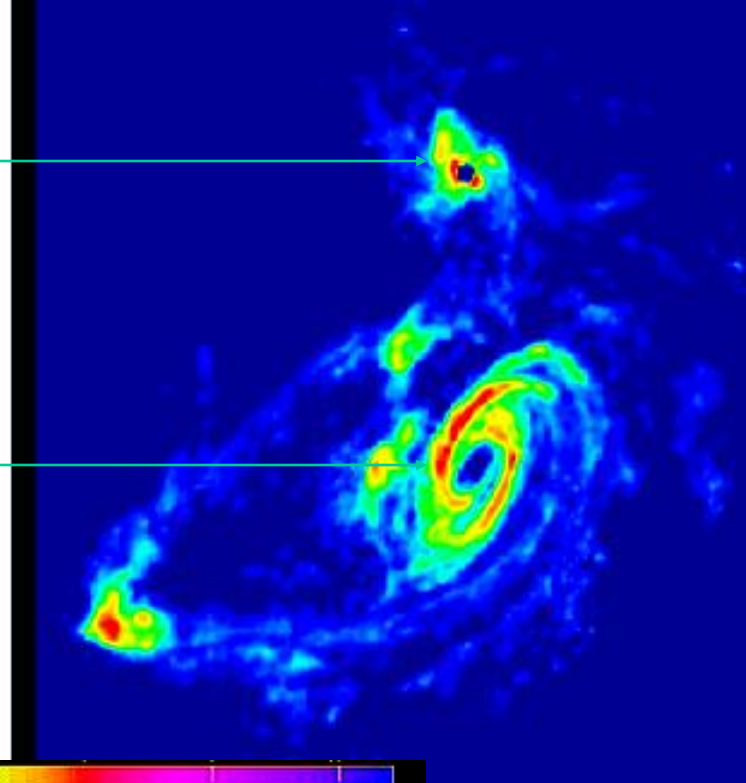
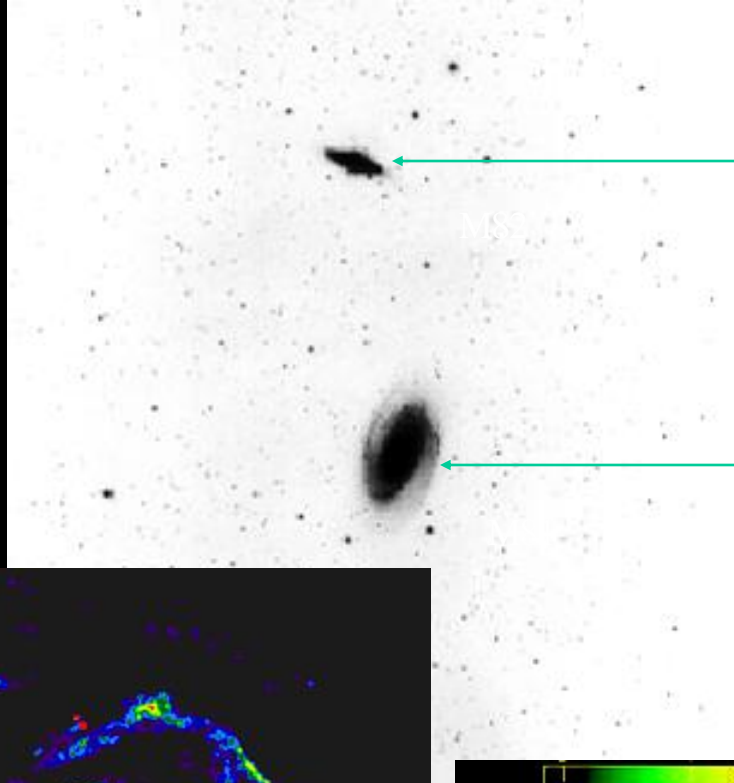
HST · WFPC2

PRC96-23a · ST ScI OPO · June 10, 1996
J. Morse (U. CO), K. Davidson, (U. MN), NASA



radiowa
spektroskopia
molekuly

Wodór
Neutralny
w
M81 & M82



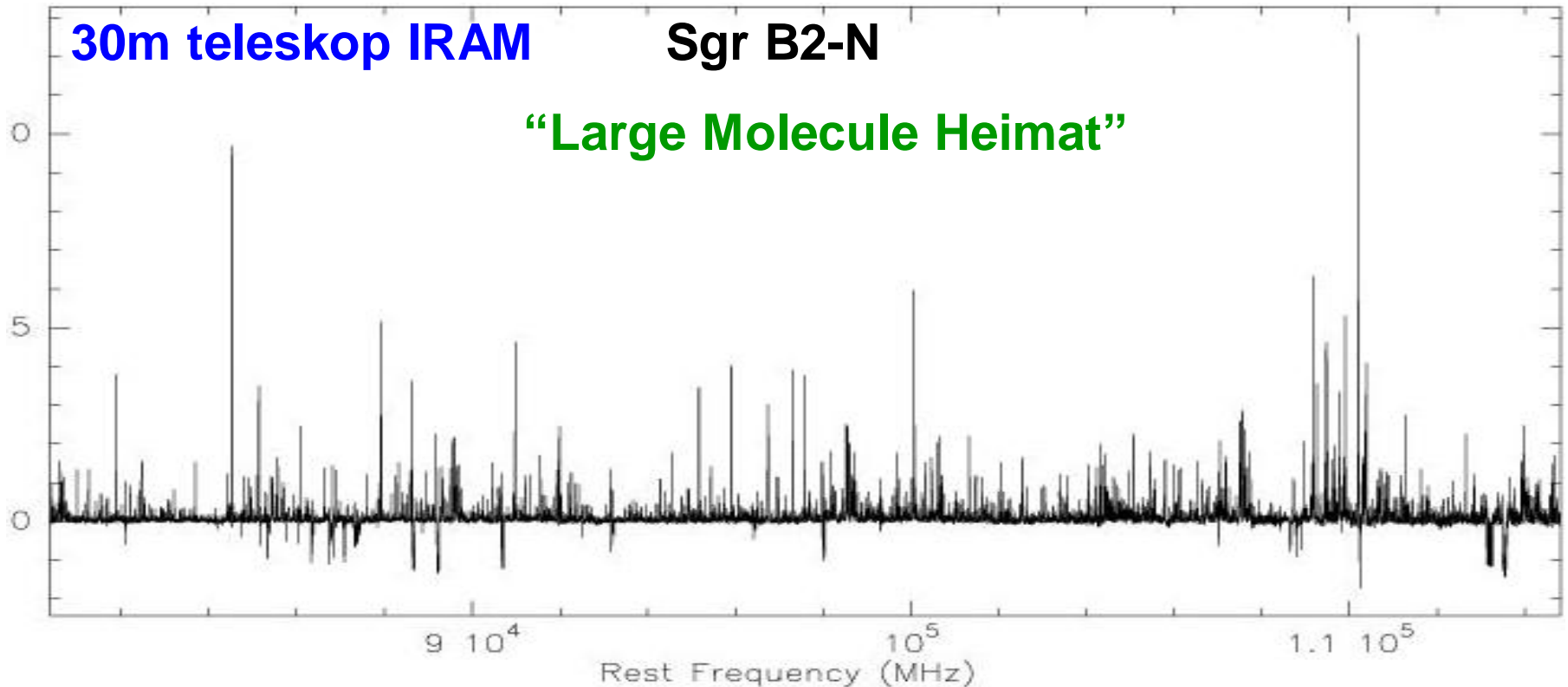
*HI distrybucja
simulacja
dla $z = 2$*

*Robert Braun
NFRA*

30m teleskop IRAM

Sgr B2-N

“Large Molecule Heimat”

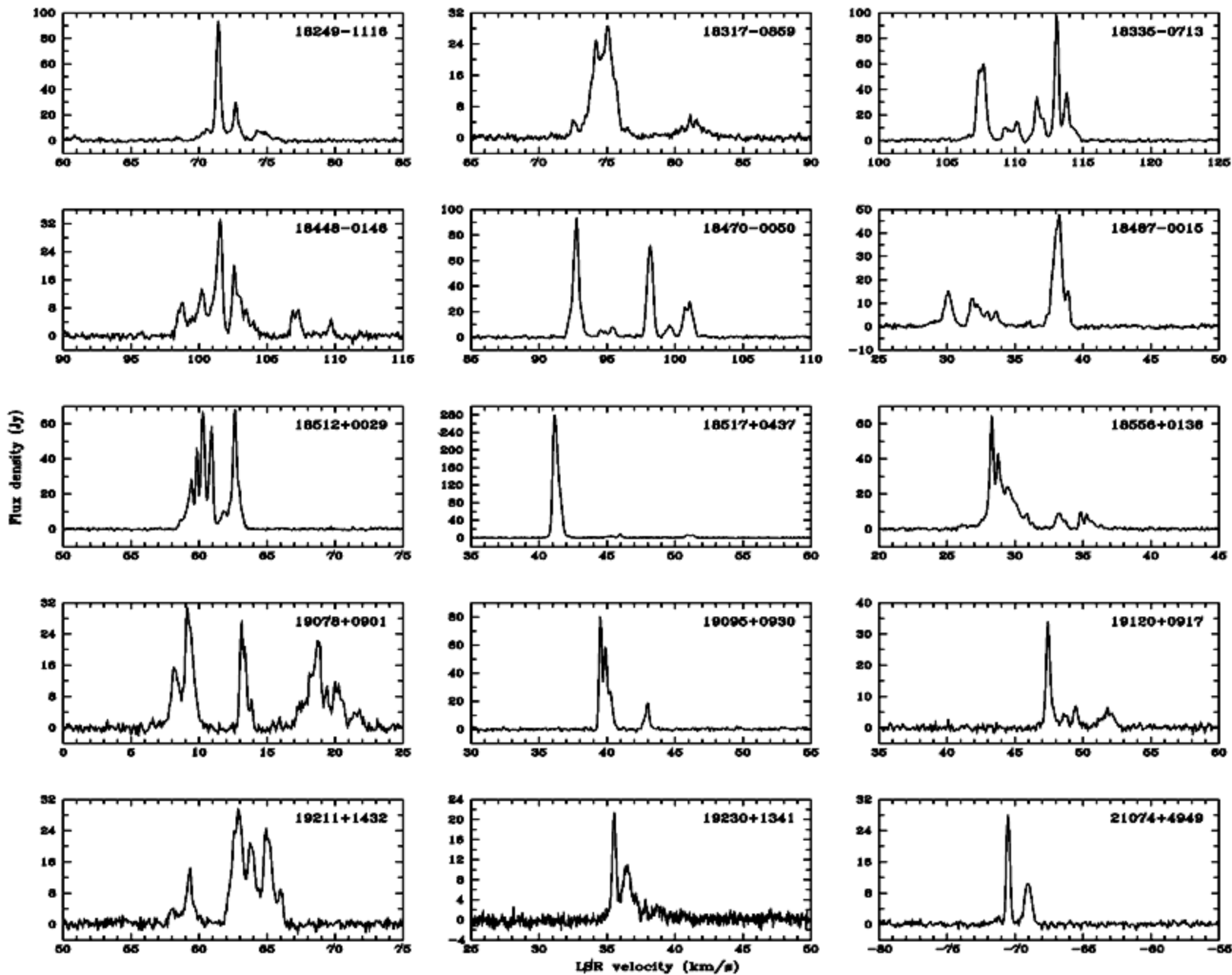


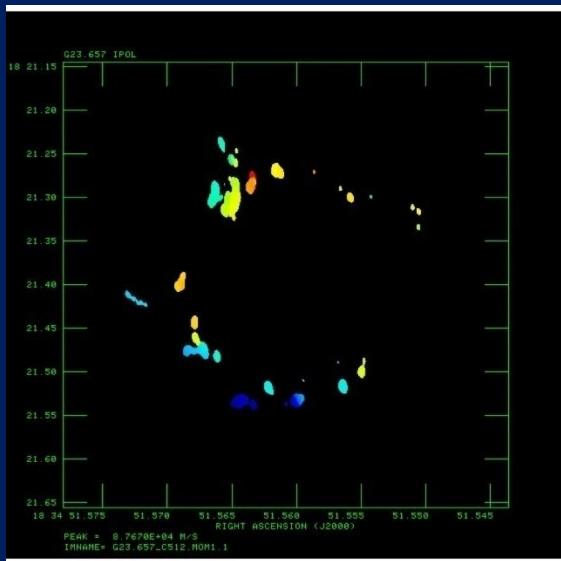
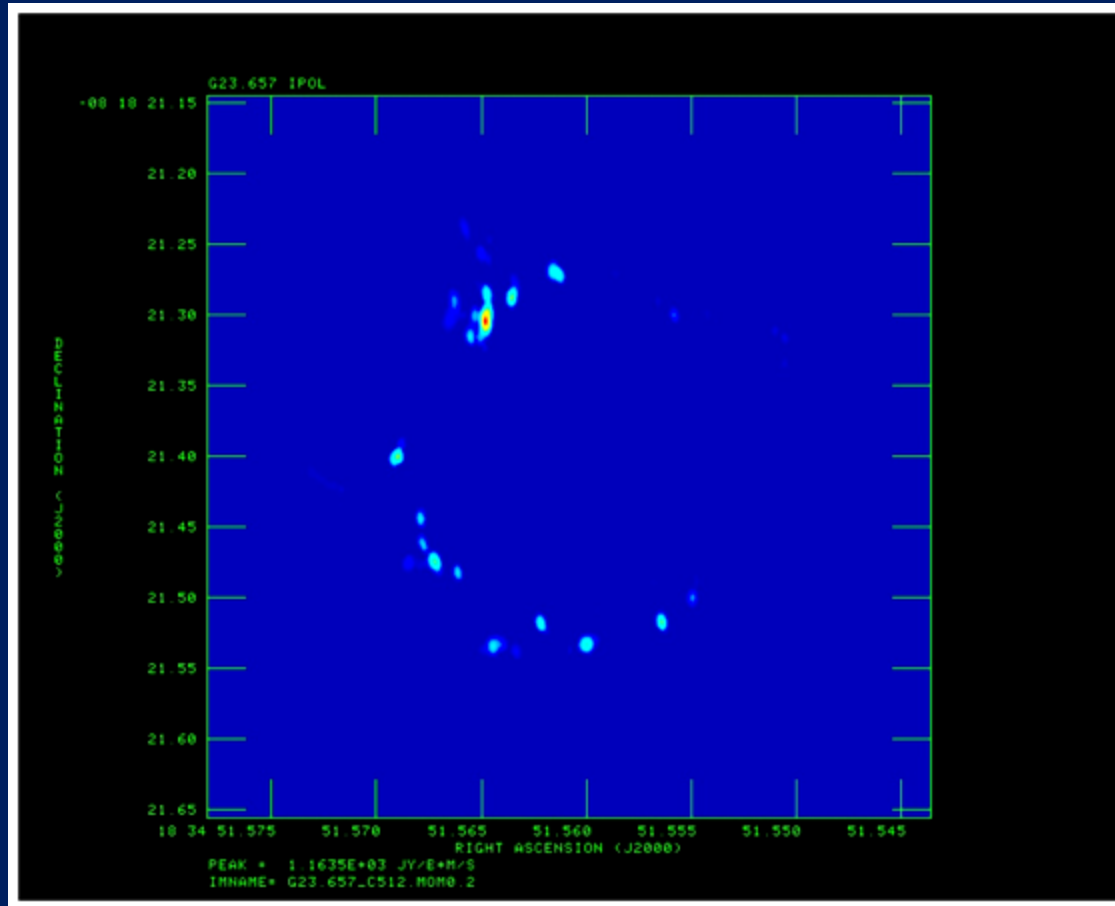
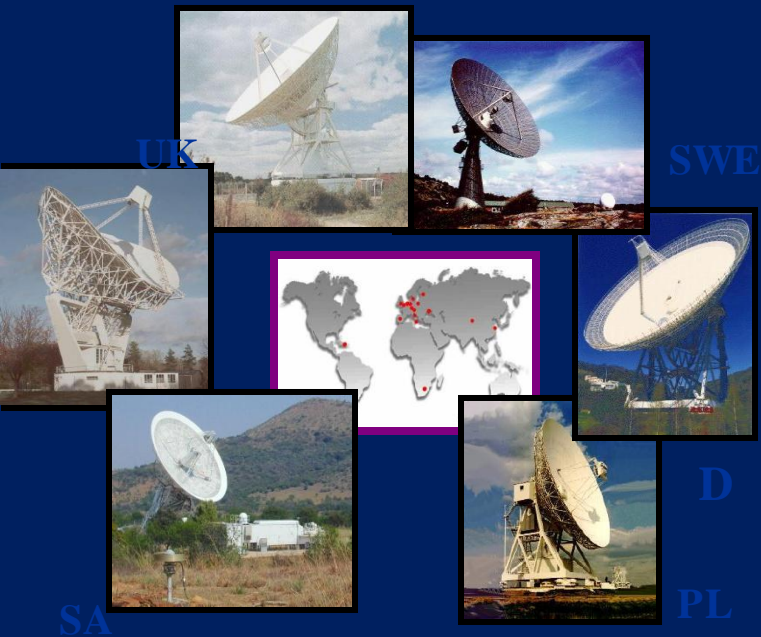
Pasmo 3 mm (70 – 116 GHz) w przedziale 500 MHz jest aż 2000 – 3000 linii!!!!

~10 minut integracji/spectrum → poziom konfuzji

(Belloche, Comito, Hieret, Leurini, Menten, Schilke)

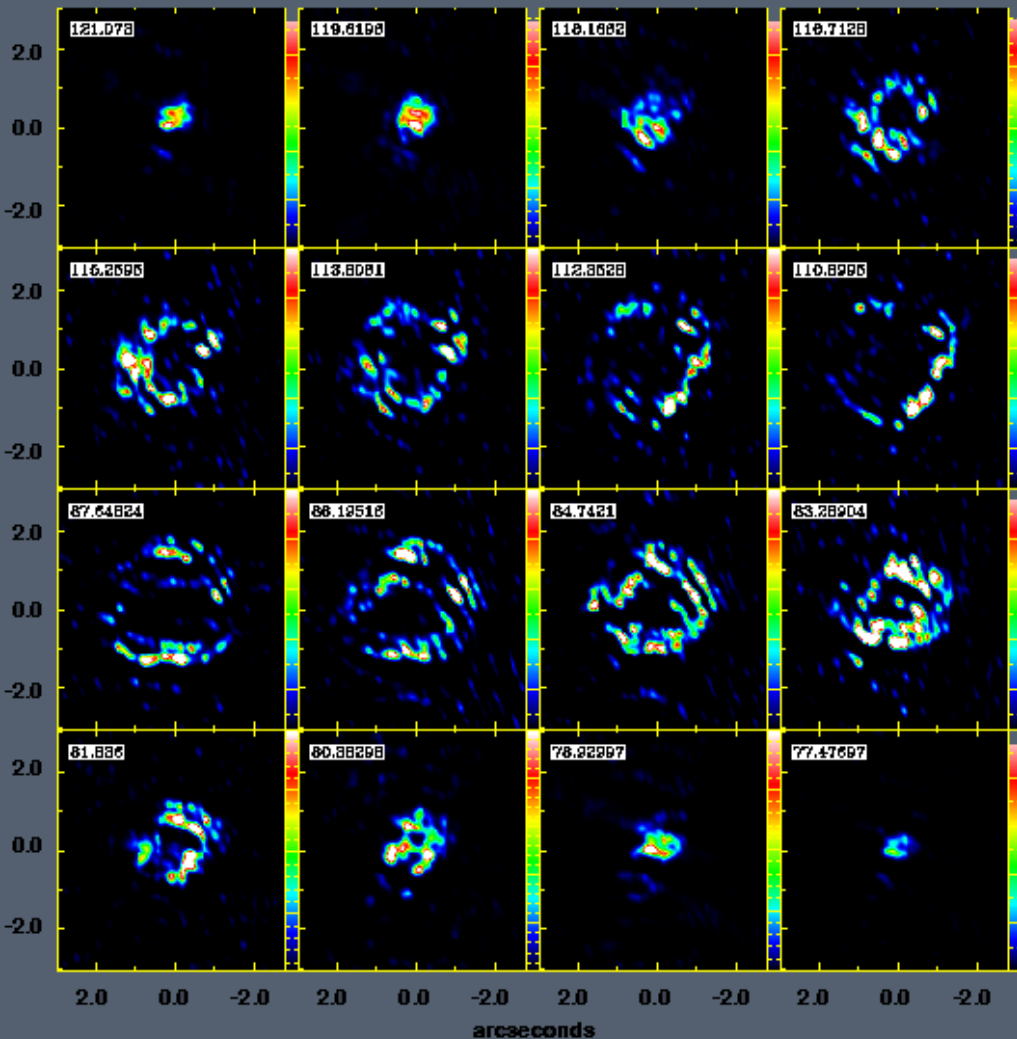
Z teleskopem ALMA możliwe będą obserwacje całego zakresu fal mm w ciągu *10 minutes* do poziomu konfuzji





G23.657 maser metanology

OH 30.1 18 cm OH Masers MERLIN



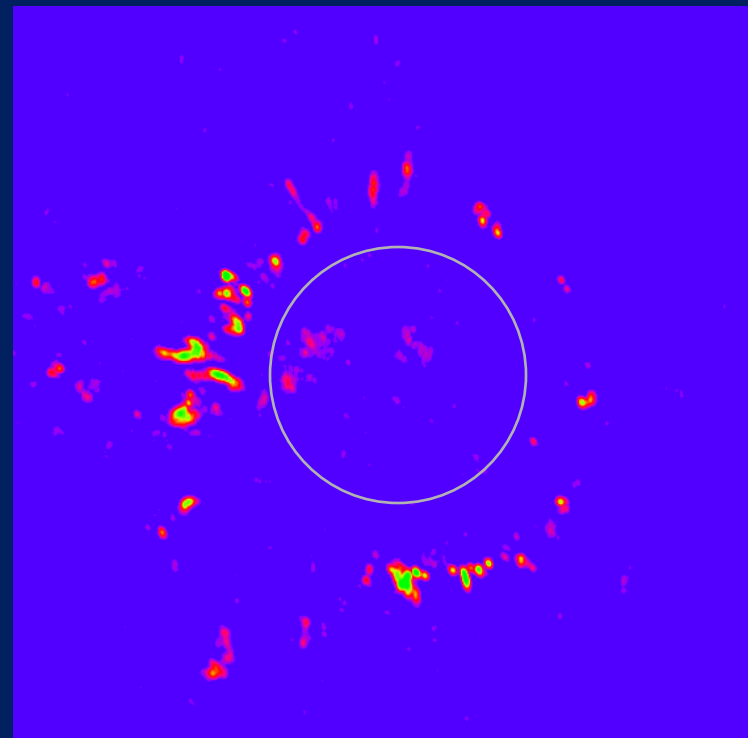
Images made by Chapman (ATNF) at Jodrell Bank with MERLIN telescopes

OH

H₂O

3D tomografia atmosfer gwiazdowych

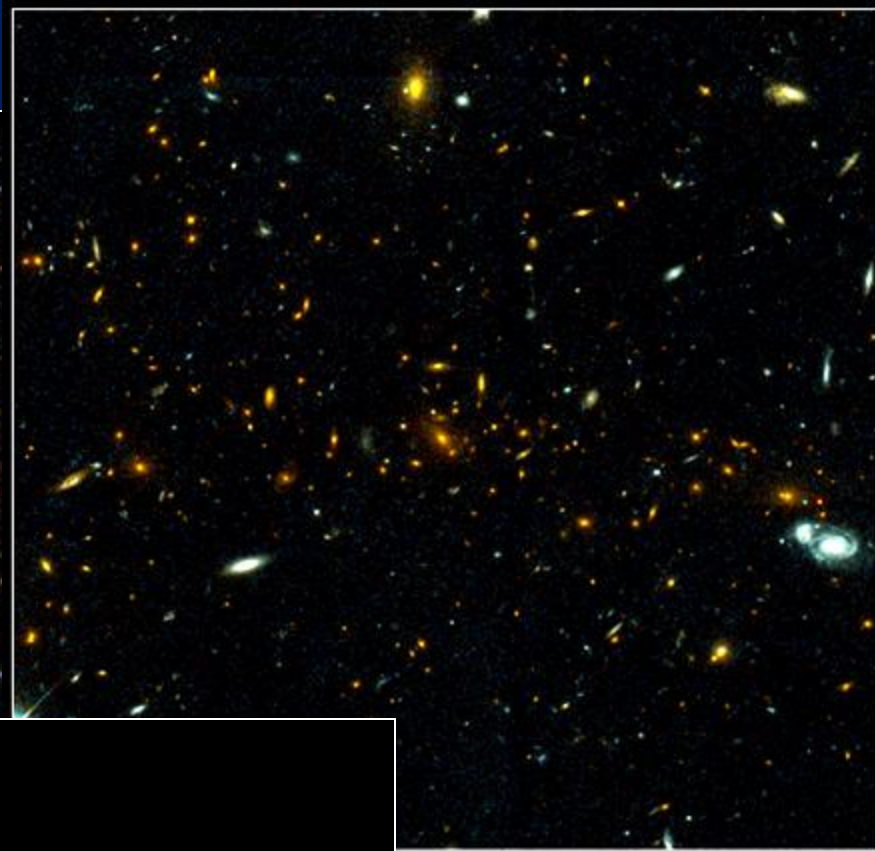
dysk gwiazdy



Ewolucja otoczki masera SiO w TX Cam - Diamond and Kambal

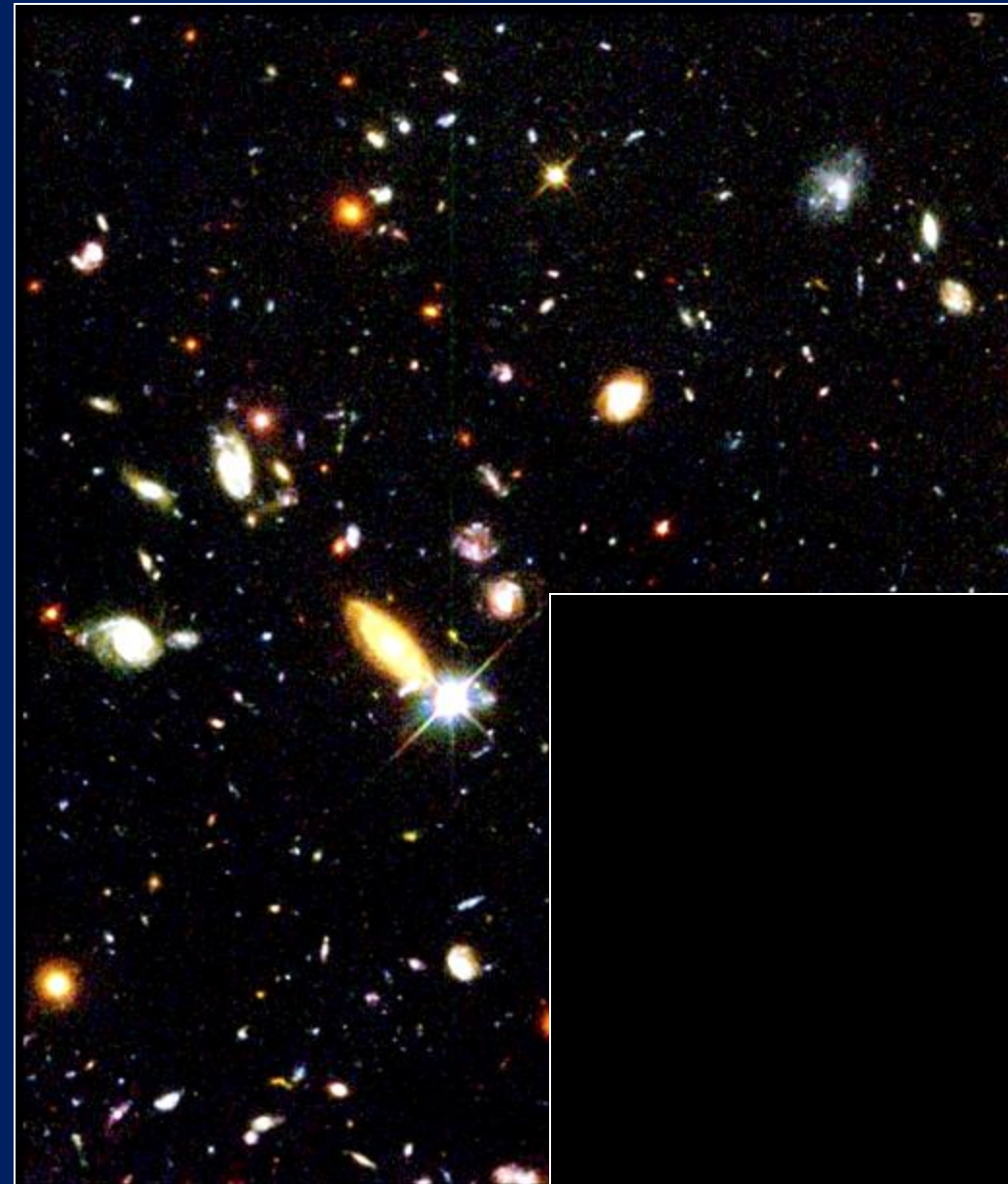
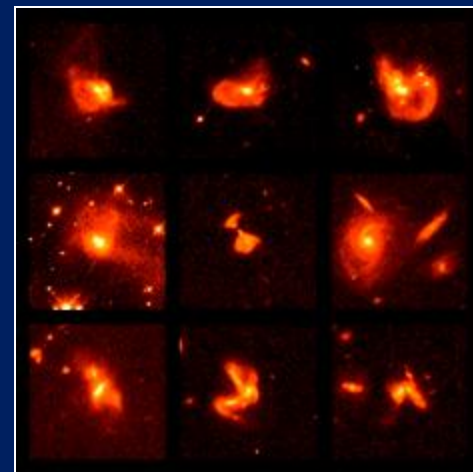
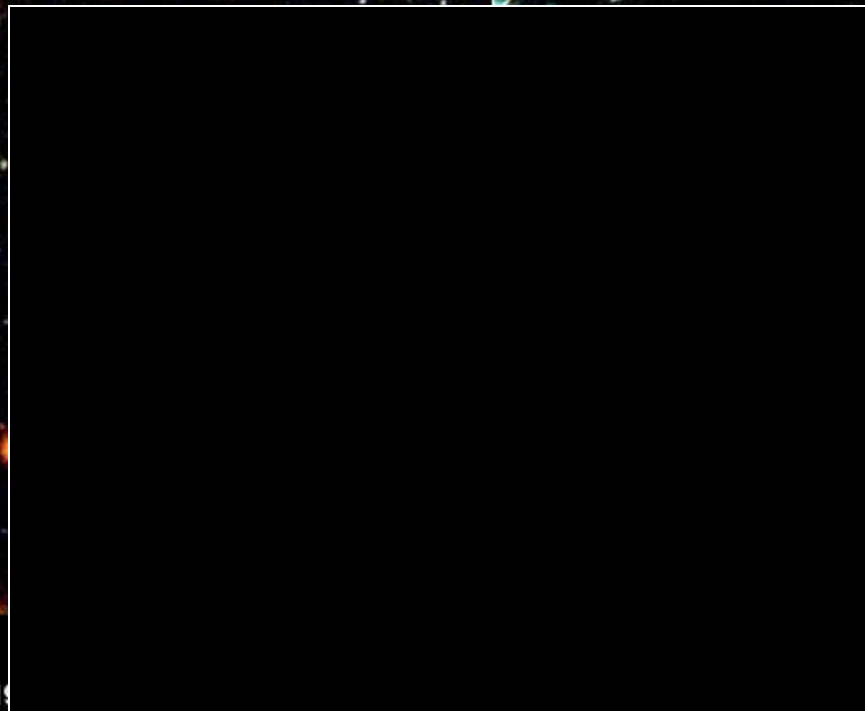
SiO

Setki miliardów galaktyk



54-03

mergers



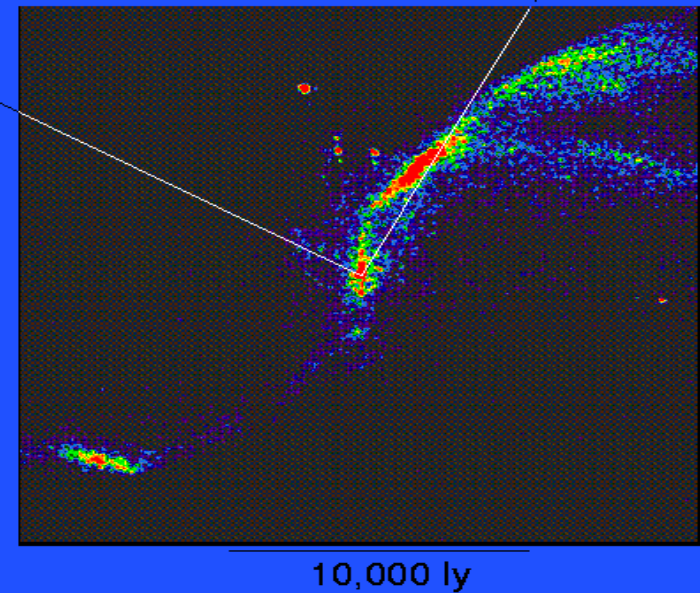
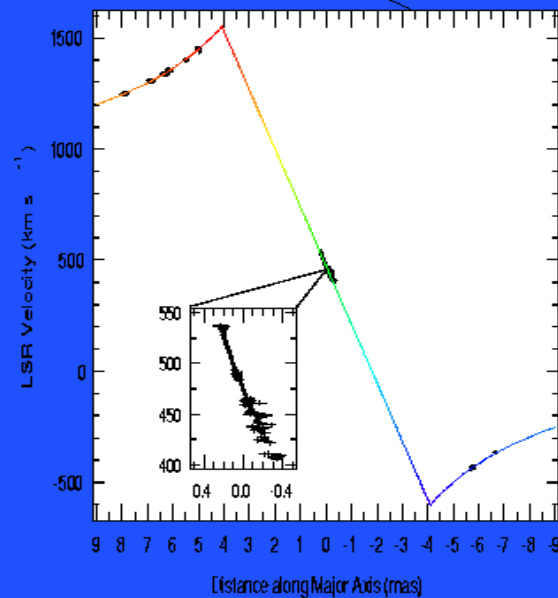
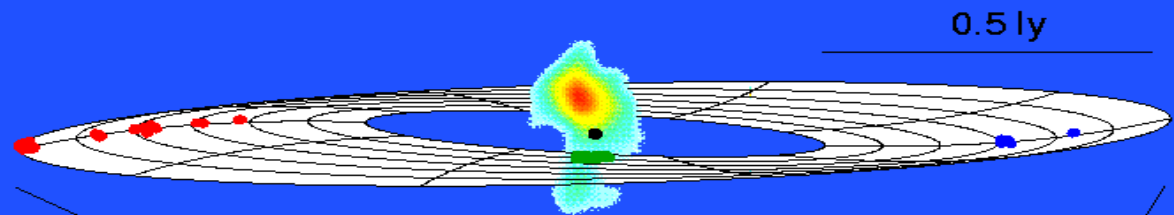
Hubble Deep Field

PRC96-01a · ST ScI OPO · January 15, 1996

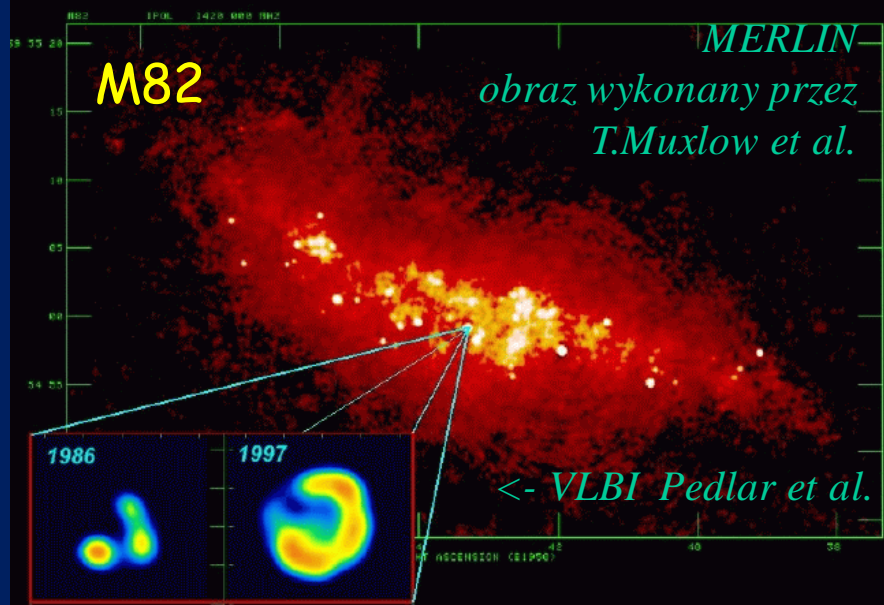
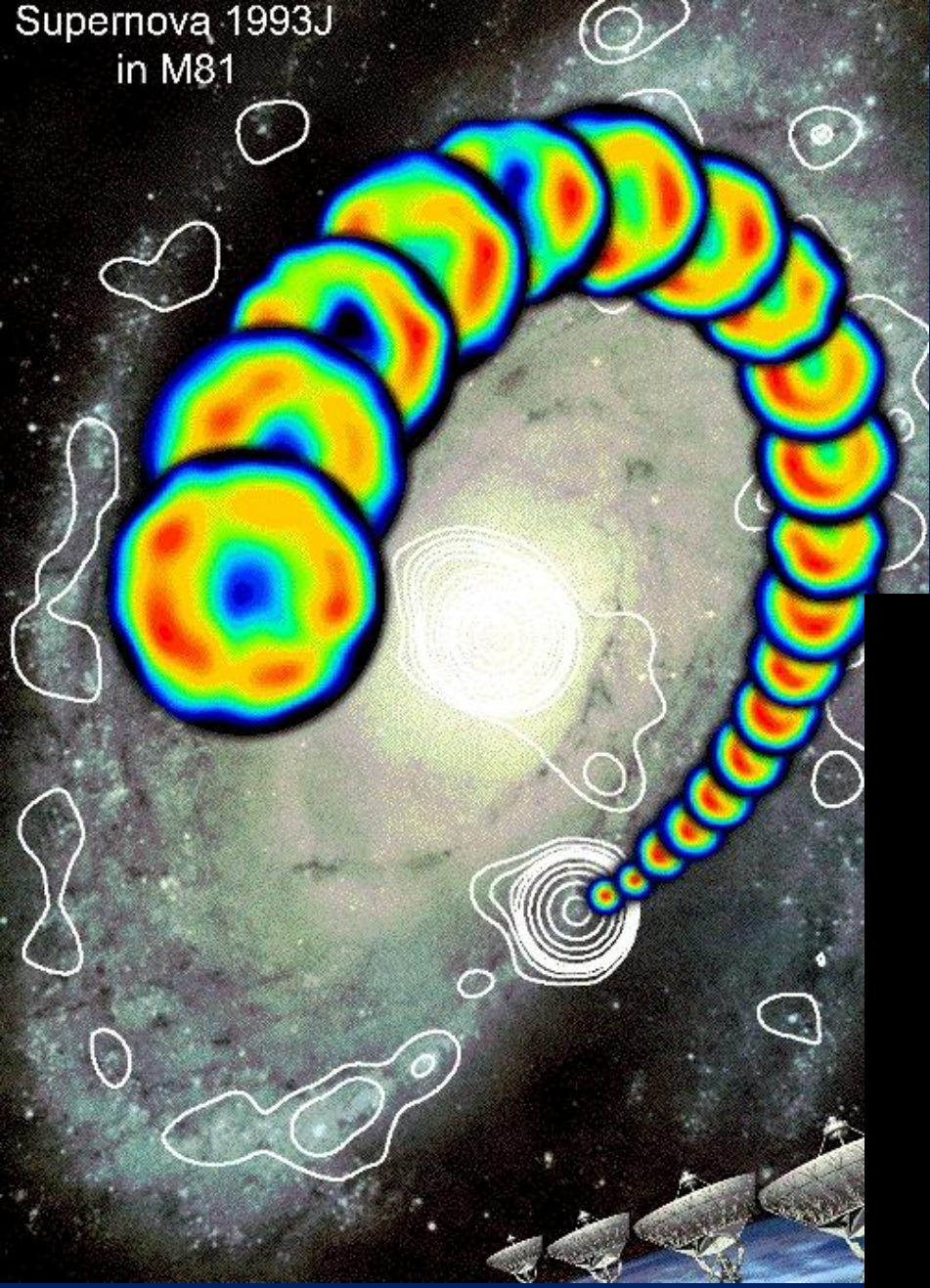
Wykrywanie masywnych czarnych dziur w galaktykach

NGC 4258
M106

By J. Moran et al.



Supernova 1993J
in M81



SN1993J in M81 VLBI Observations

J.M. Marcaide, A. Alberdi, E. Ros,
et al.

© J.M. Marcaide, Universitat de València, 2000

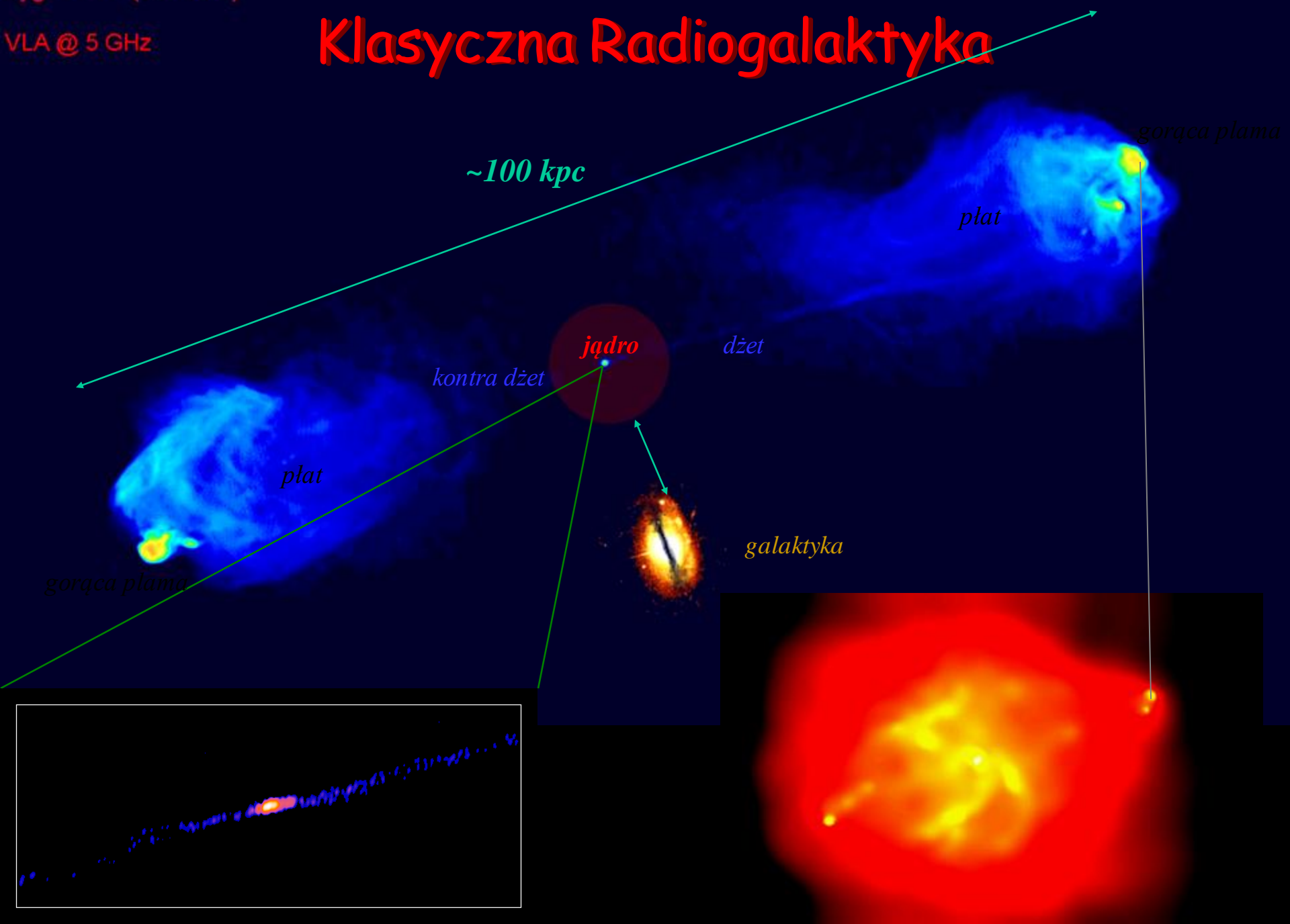


SN 1993j, Marcaide et al. ->

Cygnus A (3C405)

VLA @ 5 GHz

Klasyczna Radiogalaktyka



VLBA 22 GHz Observations of 3C120

José-Luis Gómez

Alan P. Marscher

Antonio Alberdi

Svetlana Marchenko-Jorstad

Cristina García-Miró

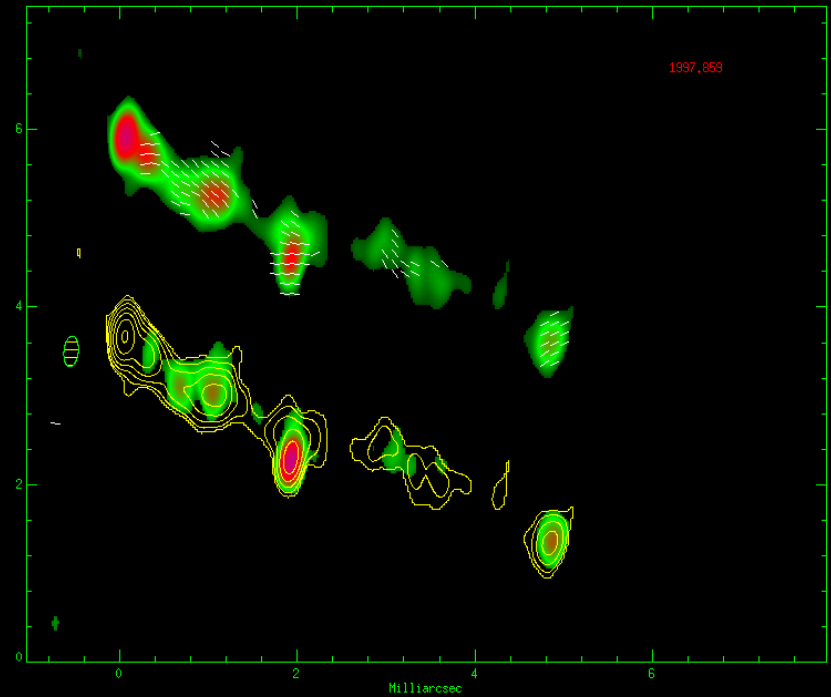
IAA (Spain)

BU (USA)

IAA (Spain)

BU (USA)

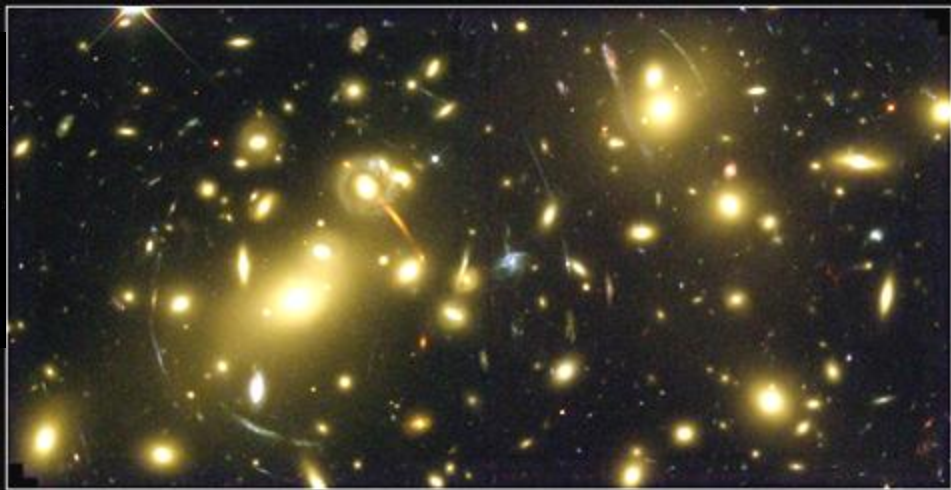
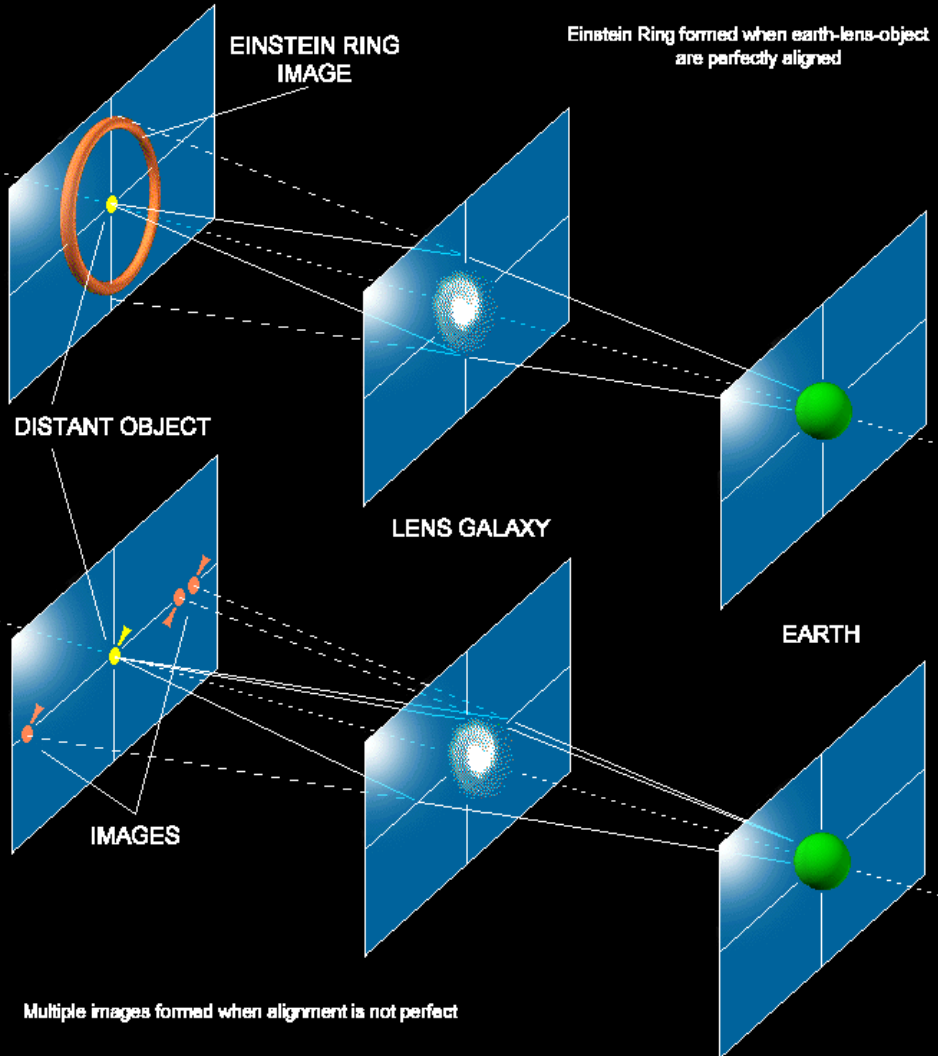
IAA (Spain)



SLM

Grawitacyjne soczewkowanie we Wszechświecie

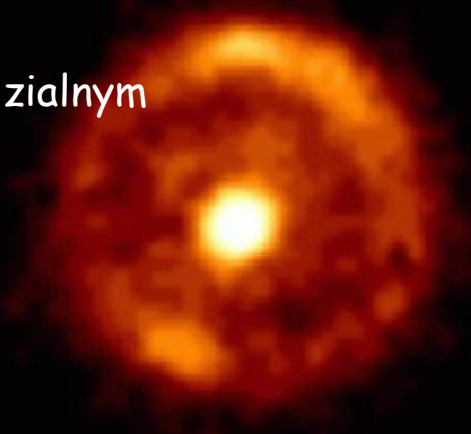
Arc In Ci 2244-02



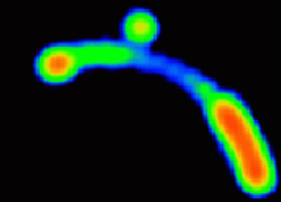
Galaxy Cluster Abell 2218
NASA, A. Fruchter and the ERO Team (STScI, ST-ECF) • STScI-PRC00-08

HST • WFPC2

Obraz w świetle widzialnym

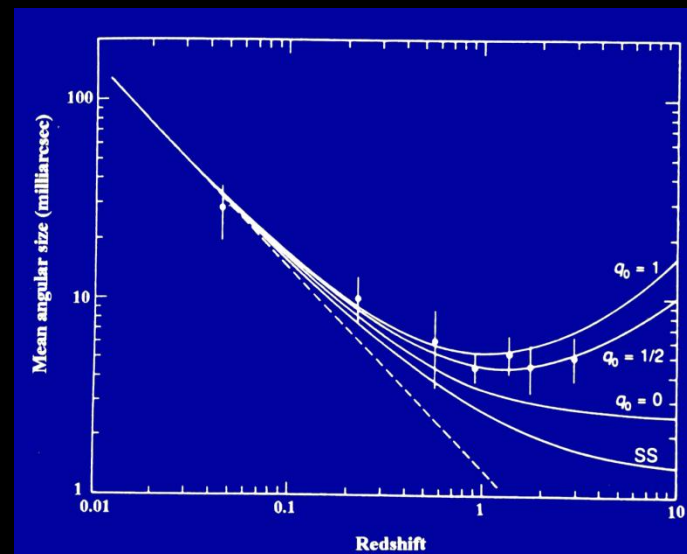
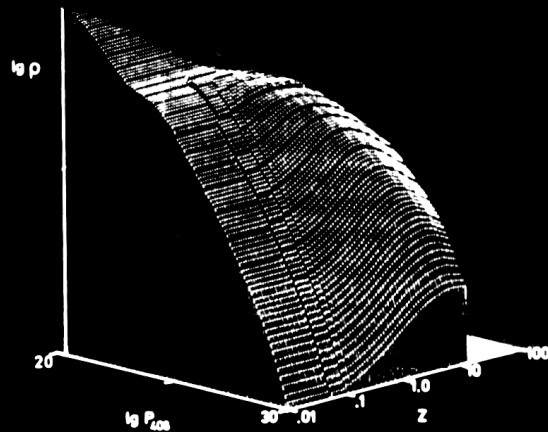
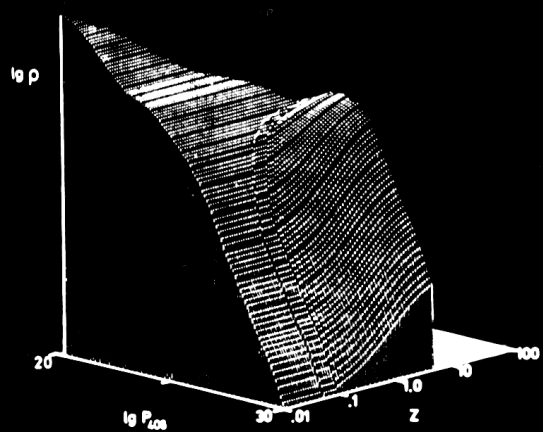
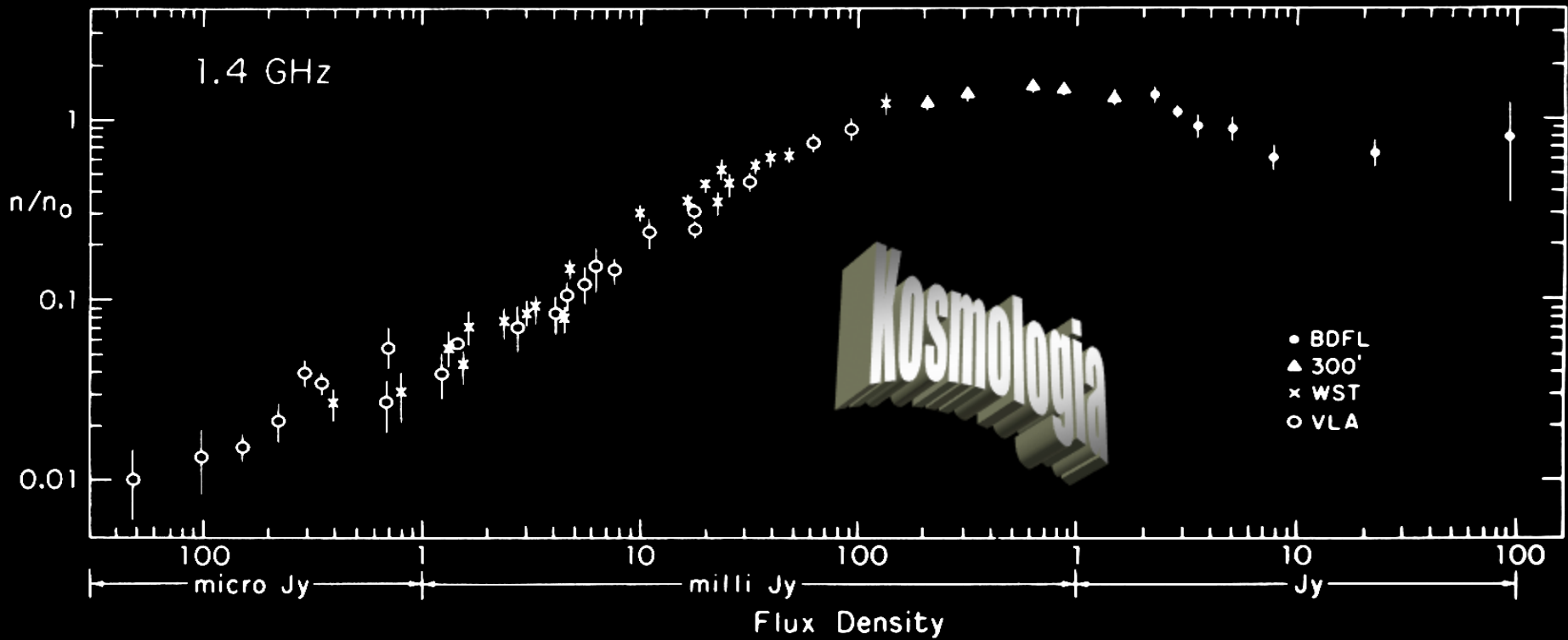


*1938+666
pierścień Einsteina*

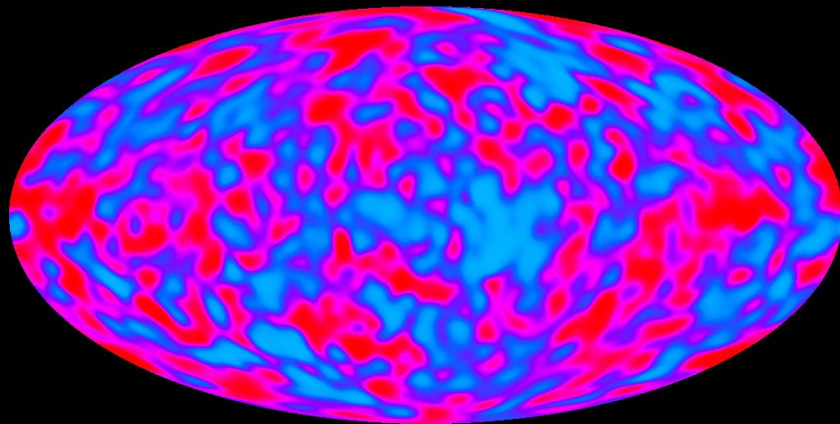
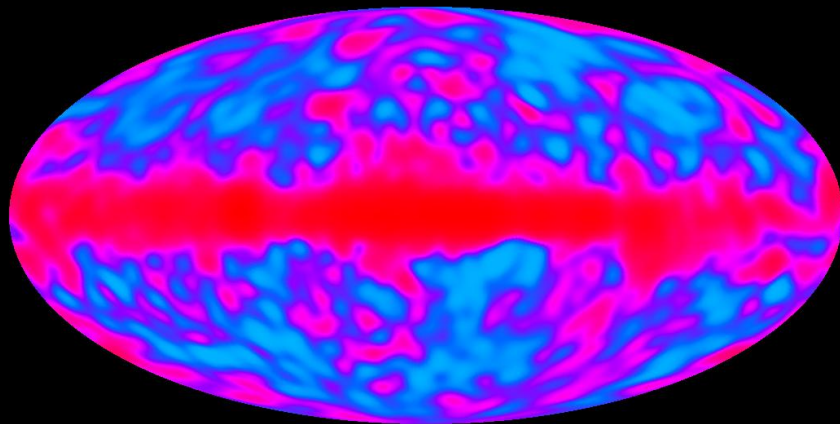
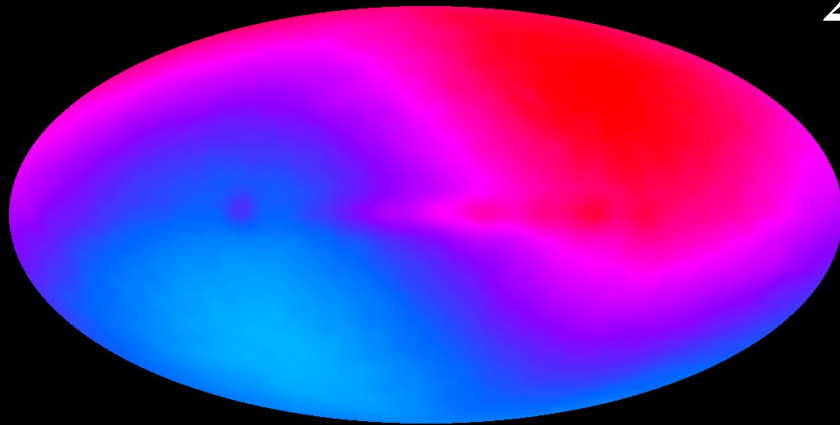


Oraz radiowy z MERLIN-a

Winkilson and Browne of Jodrell Bank



2.7 K CMB



Big Bang !!!
i formowanie się galaktyk



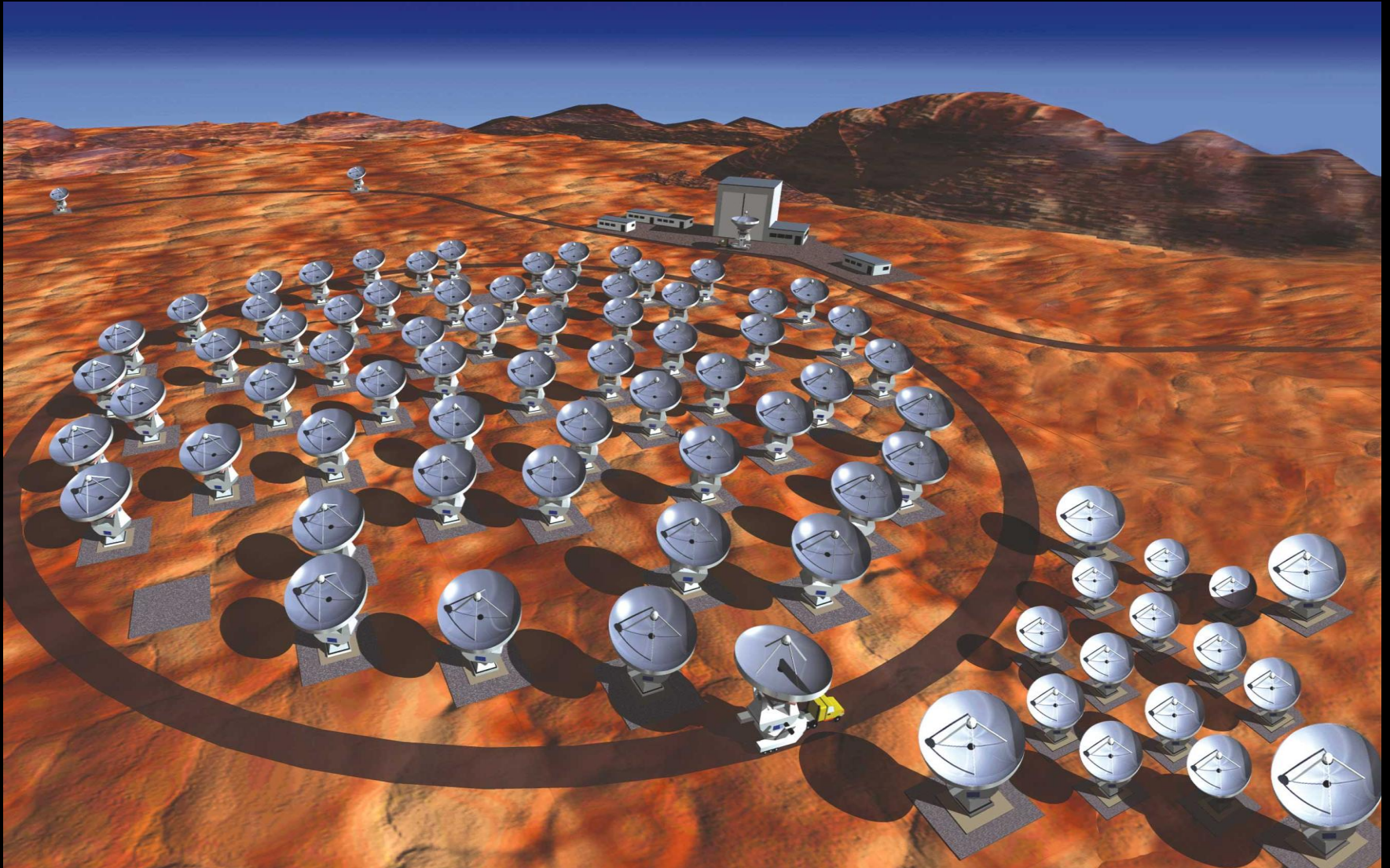
Dalszy postęp będzie możliwy jeśli :

- poprawimy czułość → SKA (x100)
- poprawimy rozdzielczość kątową - VLBI
- przejdziemy do innych pasm → ALMA
- znajdziemy nowe obszary badań

Ale rośnie poziom zakłóceń radiowych !!!

ALMA - Atacama Large Millimeter Array

Współpraca międzynarodowa (ESO), USA, Japonia





Polski LOFAR - **POLFAR**



LBA

The Square Kilometre Array (2025)

1500 anten każda o średnicy 15m w części centralnej (5km)
plus kolejne 1500 w grupach w odległości 5 km do 3000+ km

*Podłączone do superkomputera - ultra szybkiego procesora
danych - światłowodami*



-Partnerzy: USA, Europa, Australia, Chiny
-Koszt ~1.5 Miliardów Euro !

Systemy sfazowanych anten: wiele wiązek : uniwersalność



Big Bang

Evolving galaxies

First astronomical objects

Probing the early Universe

Gravitational radiation

Pulsar

Adaptive nulling

Gamma-ray burster

SETI

Adaptive nulling

Wielu użytkowników

Eliminacja zakłóceń

Polska nie uczestniczy w tworzeniu
nowych światowych projektów
takich jak ALMA i SKA

NIE POSIADA

- odpowiednich środków finansowych
- zaplecza technologicznego
- wyspecjalizowanych zespołów

pomimo tych niedostatków ma jednak
nadzwyczaj dobrą pozycję w VLBI

Polityka rozwoju naukowego Polski

Czy integrować się z nauką światową i pominąć rozwój bazy instrumentalnej w kraju ?

W jakich obszarach badań inwestujemy ?

W jakich dziedzinach nauka uprawiana w Polsce ma szanse wygrywania w silnej międzynarodowej konkurencji ?

Czy mamy szanse na budowę instrumentów astronomicznych w naszym kraju ?

**Proponujemy budowę dużego (90+ m) radioteleskopu
i stworzenie wokół niego
nowoczesnego ośrodka badawczego**

Projekt utworzenia NCR / KCIK i budowy 90+ m radioteleskopu

- Jeśli mamy ambicje posiadania na swoim terytorium astronomicznego instrumentu badawczego na poziomie światowym, będącego zarazem integralną częścią europejskiej i światowej infrastruktury nauki, to z pewnością jest to możliwe w dziedzinie radioastronomii
- W badaniach radioastronomicznych jesteśmy silni, mamy własny potencjał i realny wpływ na rozwój dziedziny
- Jest szansa utworzenia nowoczesnego ośrodka badawczego w skali dotychczas nie zrealizowanej w naszym kraju (NCRiIK, KCIK)
- RT90+ z pewnością stanie się ważnym (kluczowym) elementem europejskiej infrastruktury badawczej

Konsorcjum „Narodowe Centrum Radioastronomii i Inżynierii Kosmicznej”

utworzono 28 sierpnia 2012,
uroczyste podpisanie umowy konsorcyjnej 6 listopada 2012

partnerzy

1. Uniwersytet Mikołaja Kopernika (główny koordynator)
2. Politechnika Gdańska (współ-koordynator)
3. Wojskowa Akademia Techniczna - Warszawa
4. Centrum Badań Kosmicznych PAN - Warszawa
5. Uniwersytet Jagielloński
6. Uniwersytet Zielonogórski
7. Centrum Astronomiczne im. M.Kopernika PAN -Warszawa
8. Instytut Chemii Bioorganicznej PAN - Poznań (PCSS)
9. Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy - Bydgoszcz

Nowy duży radioteleskop - parametry

1. Średnica 90+ m (symetryczna paraboloida)
2. System Cassegrain'a typu R-C (f/D i D/d jak dla RT4)
3. Zakres ruchu: Wysokość < 20-90>; Az. < +/- 270 deg.>
4. Zakres częstotliwości 0.1 - 22 GHz (max 30 GHz)
5. Pasmo całkowite 16 GHz (w ~4-8 podpasmach)
6. Wielowiązkowy system < 50 - 100 > (APRICOT FP7)
7. Cyfrowe, ogólnego zastosowania back-ends (UNIBOARD FP7)
8. Połączenie światłowodowe, szerokie pasmo (PIONIER)
9. Zdalne sterowanie i funkcjonowanie
10. Minimalizacja kosztów utrzymania

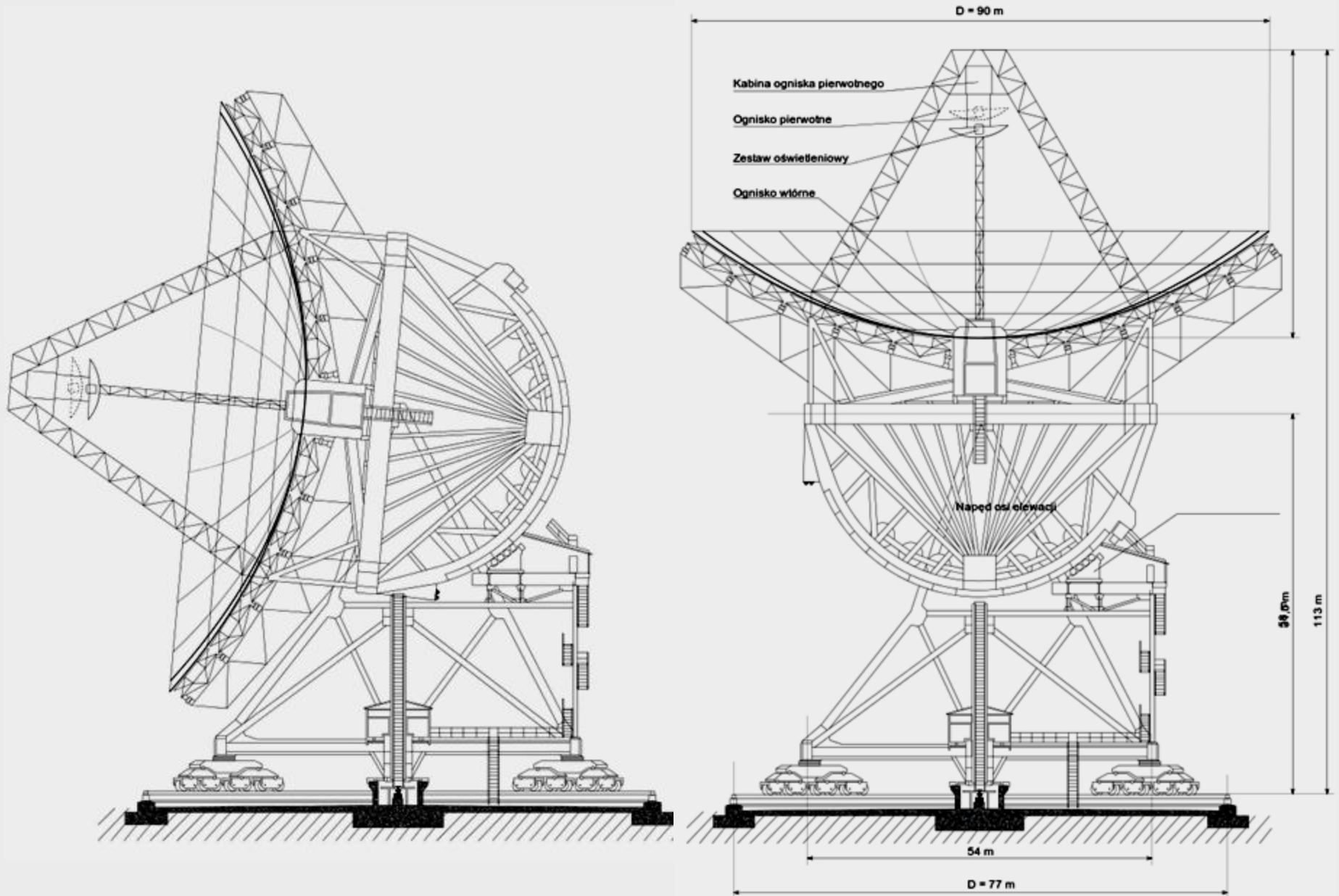
Badania => instrument do przeglądów nieba („Radiowe OGLE“)

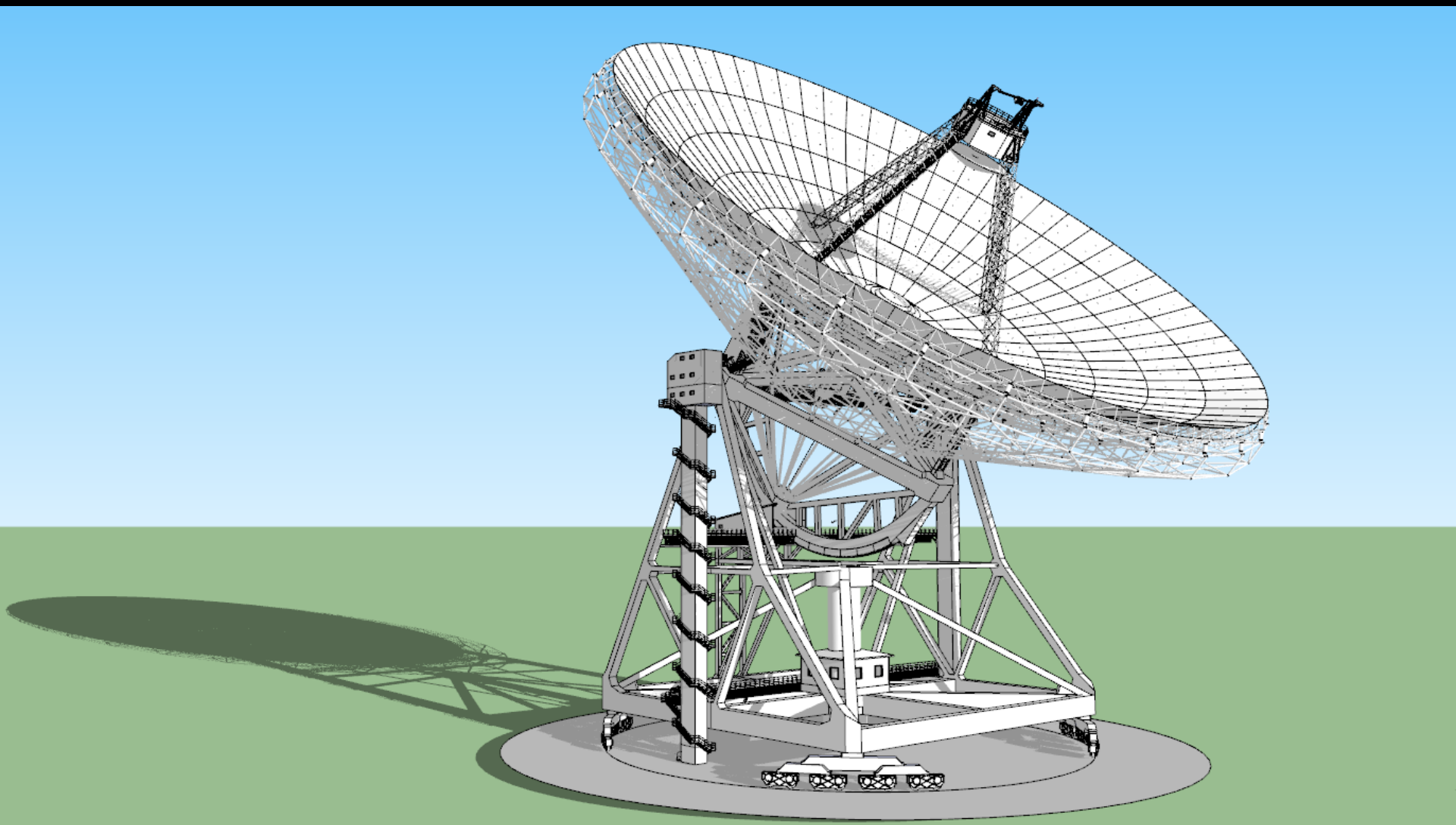
Wymagania dotyczące lokalizacji

Niski poziom RFI, strefa ochronna

Proponowana lokalizacja - Bory Tucholskie

Wstępna koncepcja RT90+ jest wzorowana na opracowaniu inż. Zygmunta Bujakowskiego RT70





Komputerowy model 3D anteny RT90+ (D=110m)



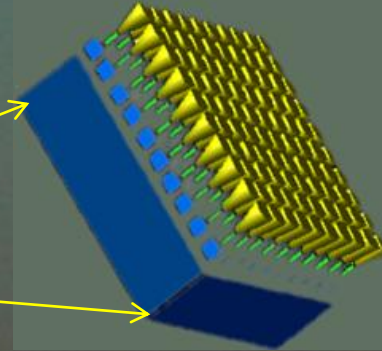
Porównanie rozmiarów RT110 z budowlami starego Torunia



Porównanie rozmiarów RT110 z budynkami centrum Warszawy

RadioNet

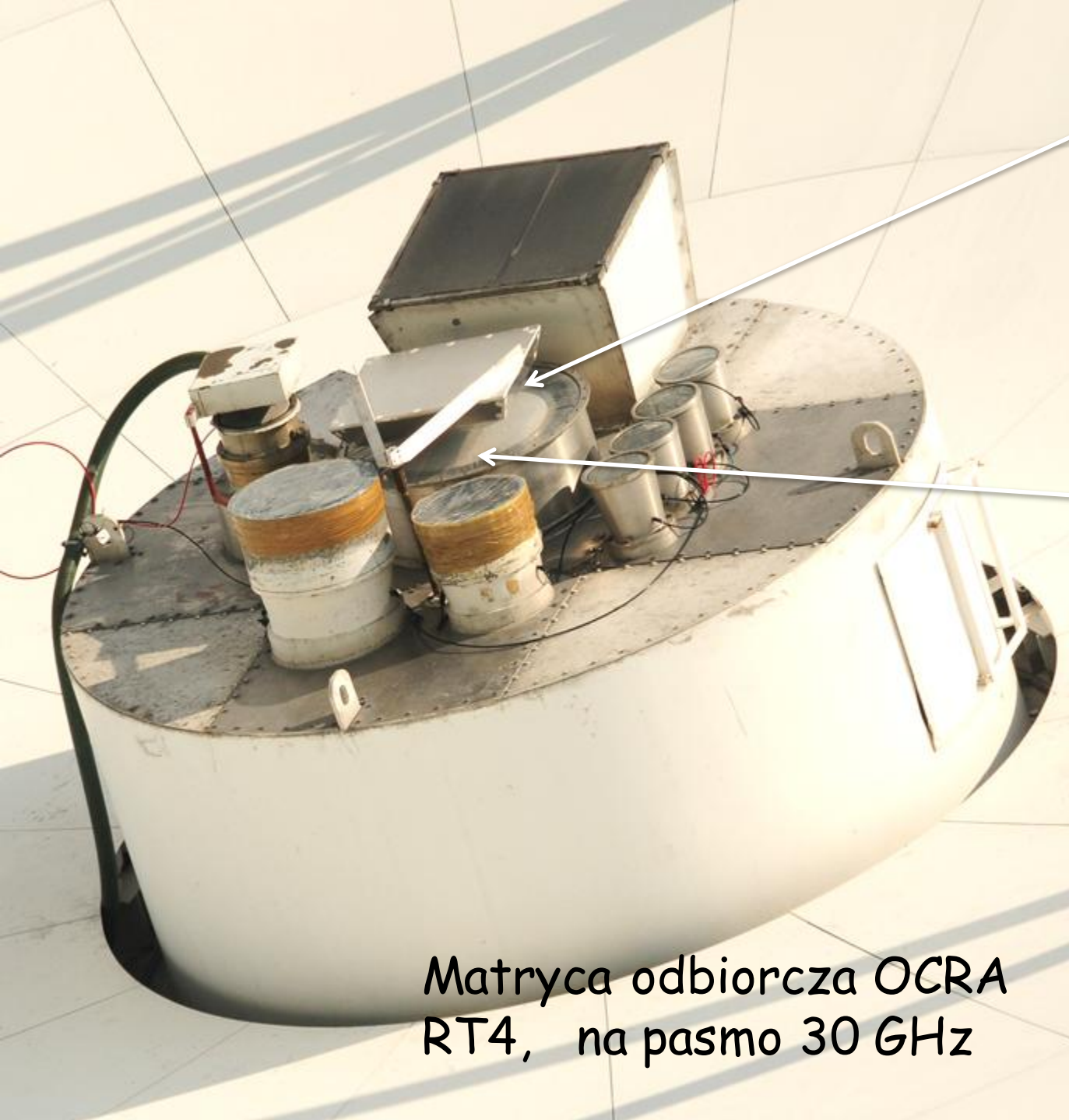
FP 5,6,7 R&D FARADAY, PHAROS, APRICOT



design study & sub-system prototyping for future large radio cameras on large telescopes

Ultra szeroko pasmowe, super czułe odbiorniki, duże pole „widzenia”, instrument do detekcji niezwykle słabszych sygnałów radiowych, radiowe przeglądy nieba, systematyczne monitorowanie

U. Manchester, MPIfR Bonn, IRA Bologna, CAY Yebes, TCfA Torun



Matryca odbiorcza OCRA
RT4, na pasmo 30 GHz



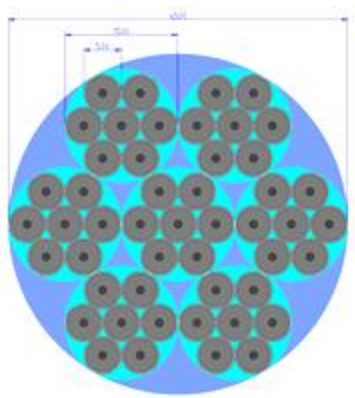
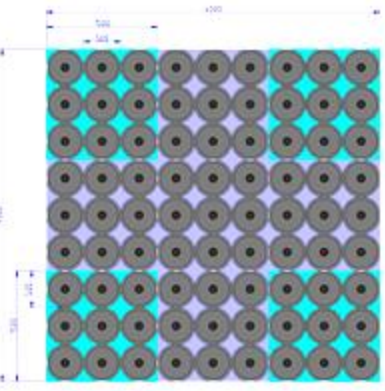
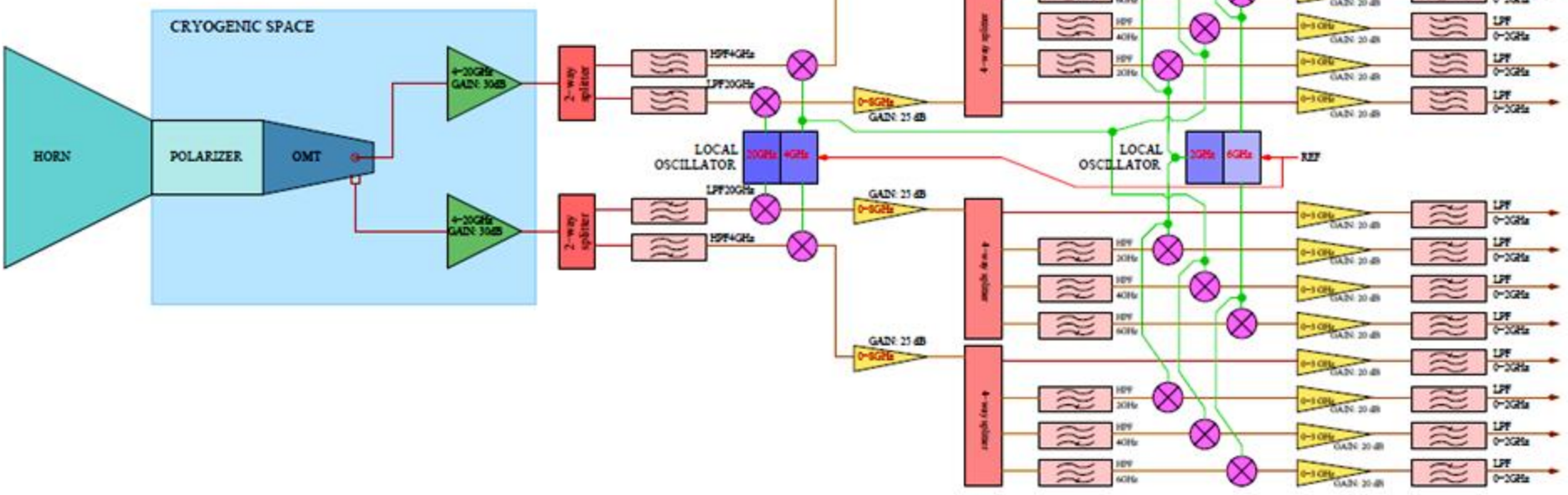
OCRA-f cryostat



Projekty systemów odbiorczych i cyfrowych back-end'ów FPGA

RT-5 single feed receiver scheme
Revision 2

LPF - Low Pass Filter
HPF - High Pass Filter
BPF - Band Pass Filter
OMT - OrthoMode Transducer



r.en.alibaba.com

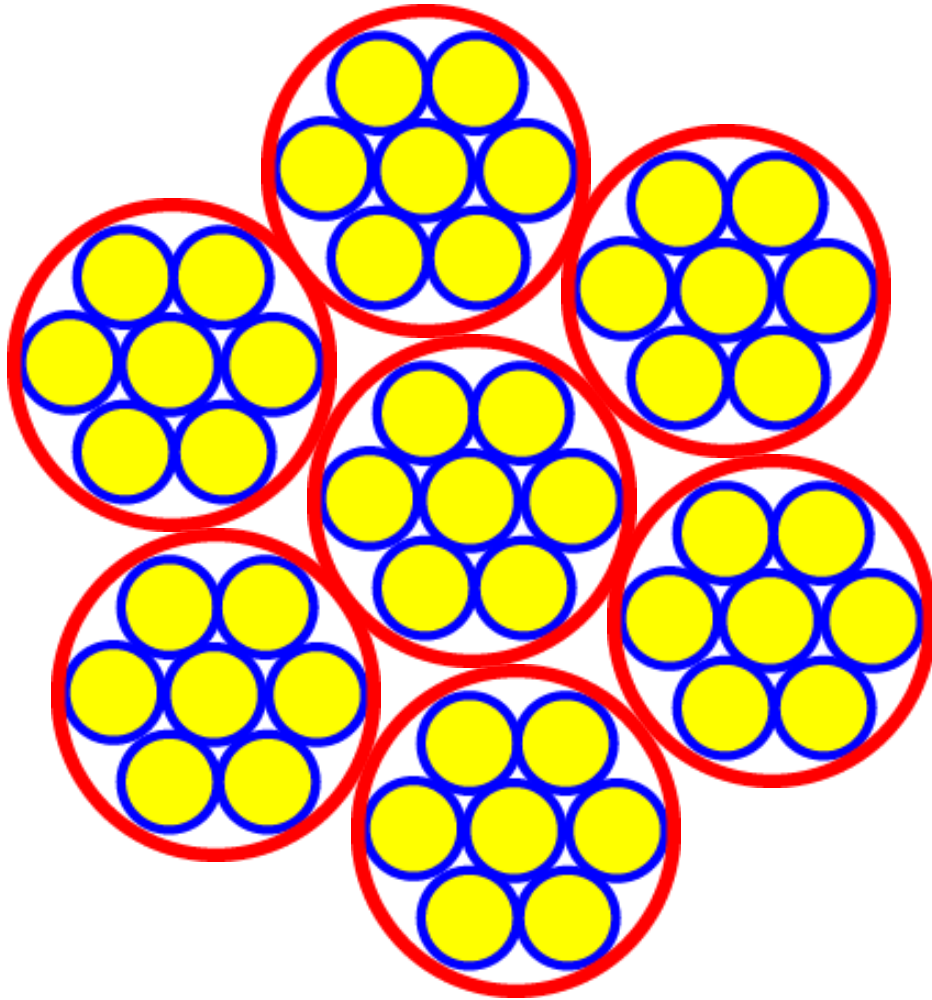
BW 5-21 GHz
POL LHC & RHC
Sub-Bands 2 GHz

Digital Back-ends FPGA

Radiometria
Polarymetria
Spektroskopia
PSR-y
Rozbłyski

Równocześnie !

41 wyjść x 2 pol x
16 (1 GHz) pod-pasm=>
1312 kanałów z ~1 kHz
rezdzielczością
surowe dane ~5 TB/s



-1,5 m

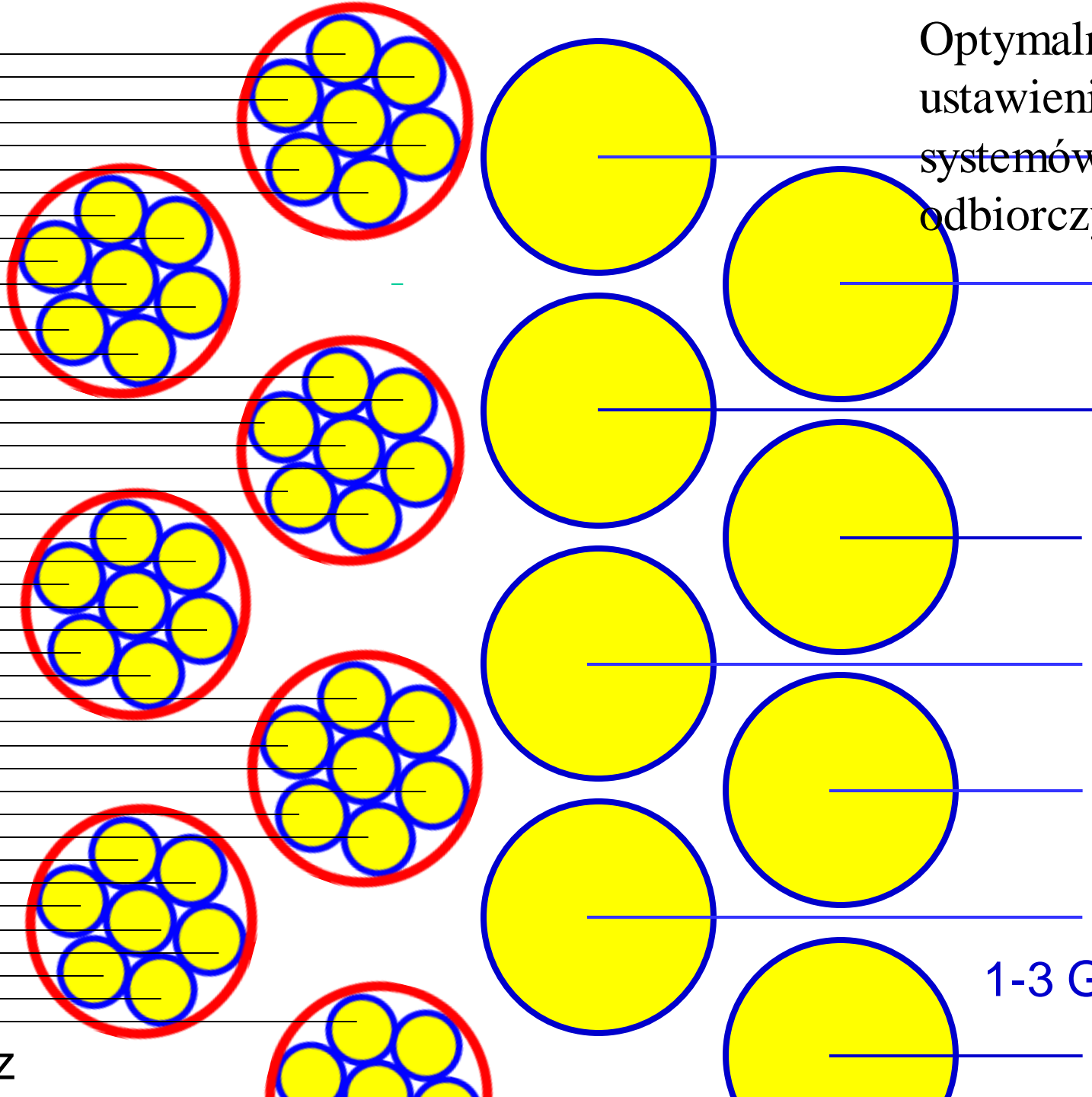
0

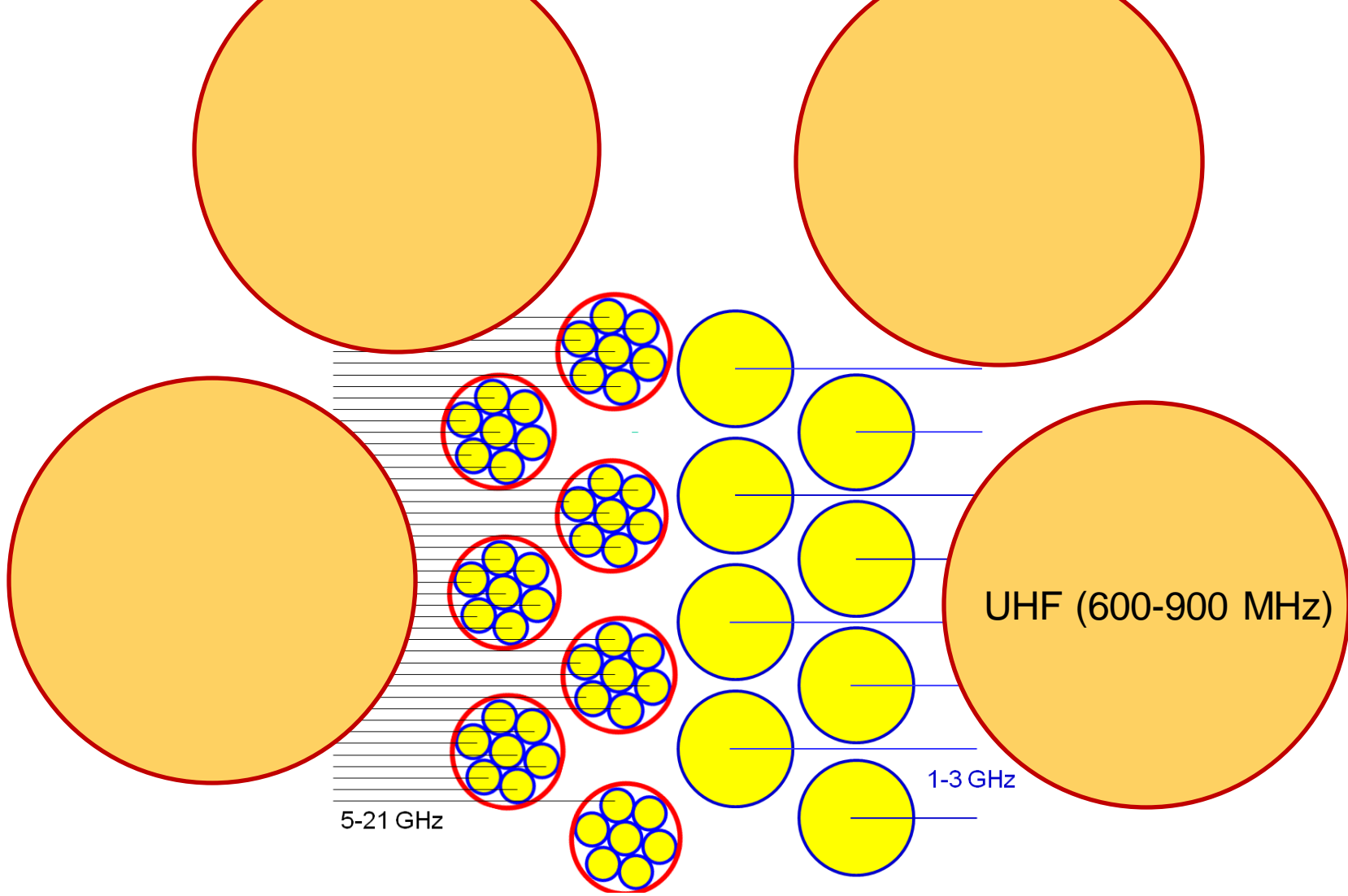
+1,5m

Optymalne
ustawienie
systemów
odbiorczych

5-21 GHz

1-3 GHz





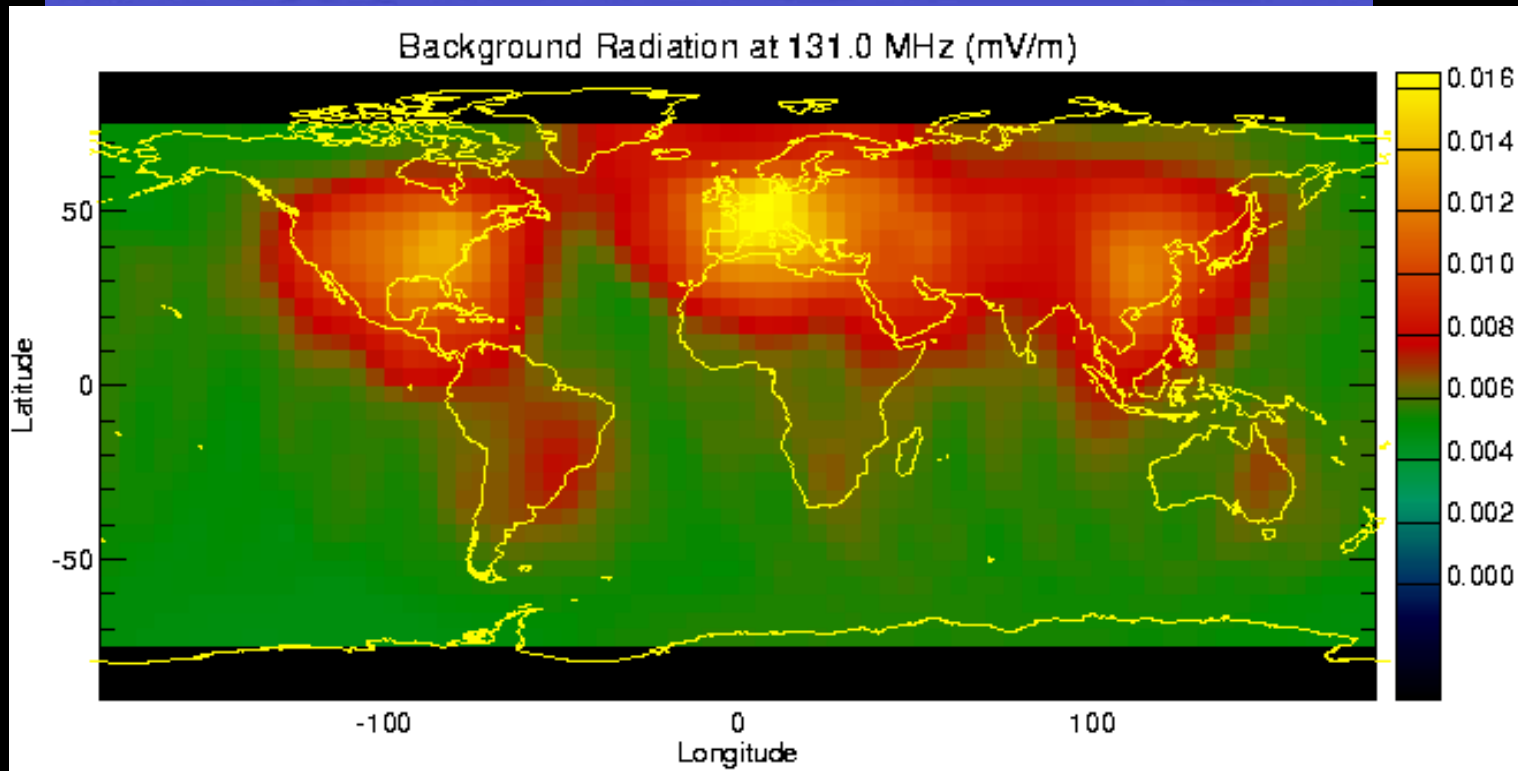
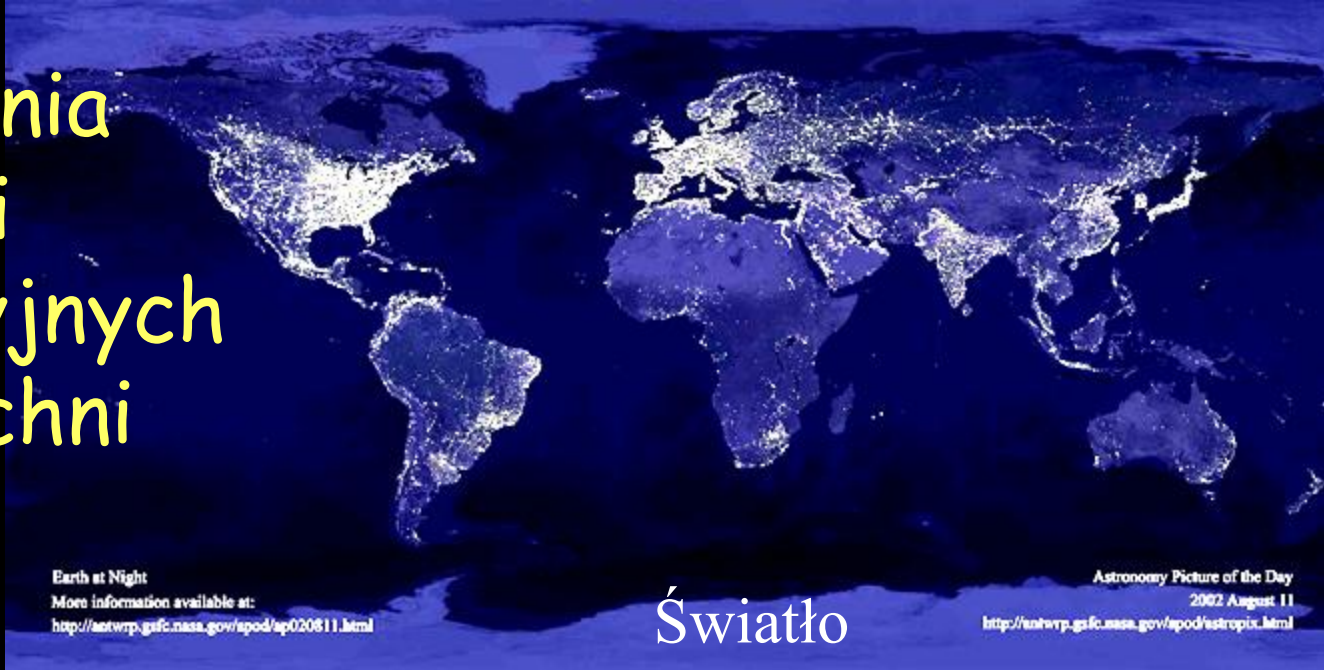
5-21 GHz

UHF (600-900 MHz)

1-3 GHz

3m

Ograniczenia możliwości obserwacyjnych z powierzchni Ziemi



Poziom zakłóceń radiowych w zakresie 1.4 - 1.8 GHz
L-band
CA UMK Piwnice

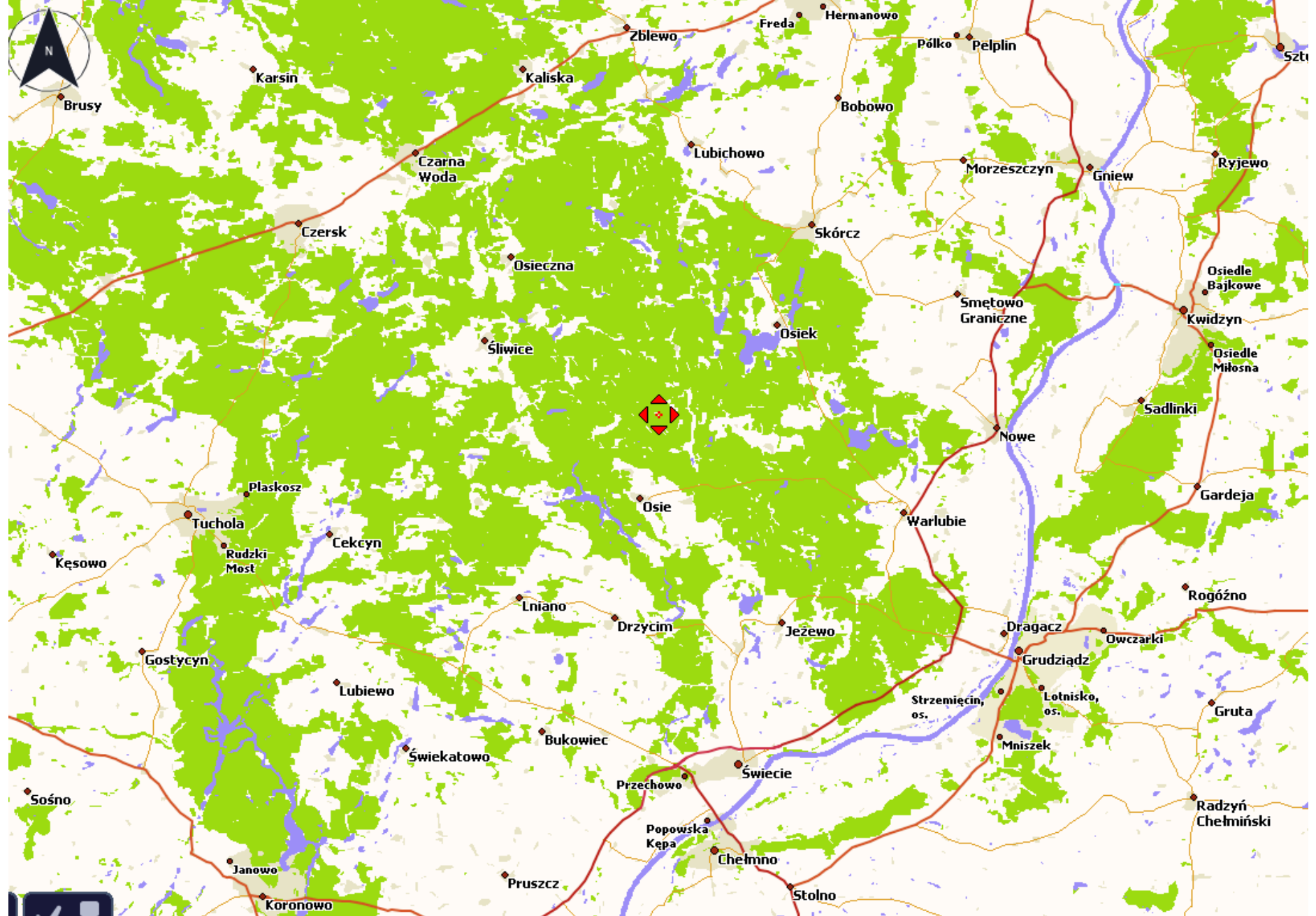
Lokalizacja RT90+ !!!

Musimy szukać lepszych miejsc niż Piwnice k. Torunia

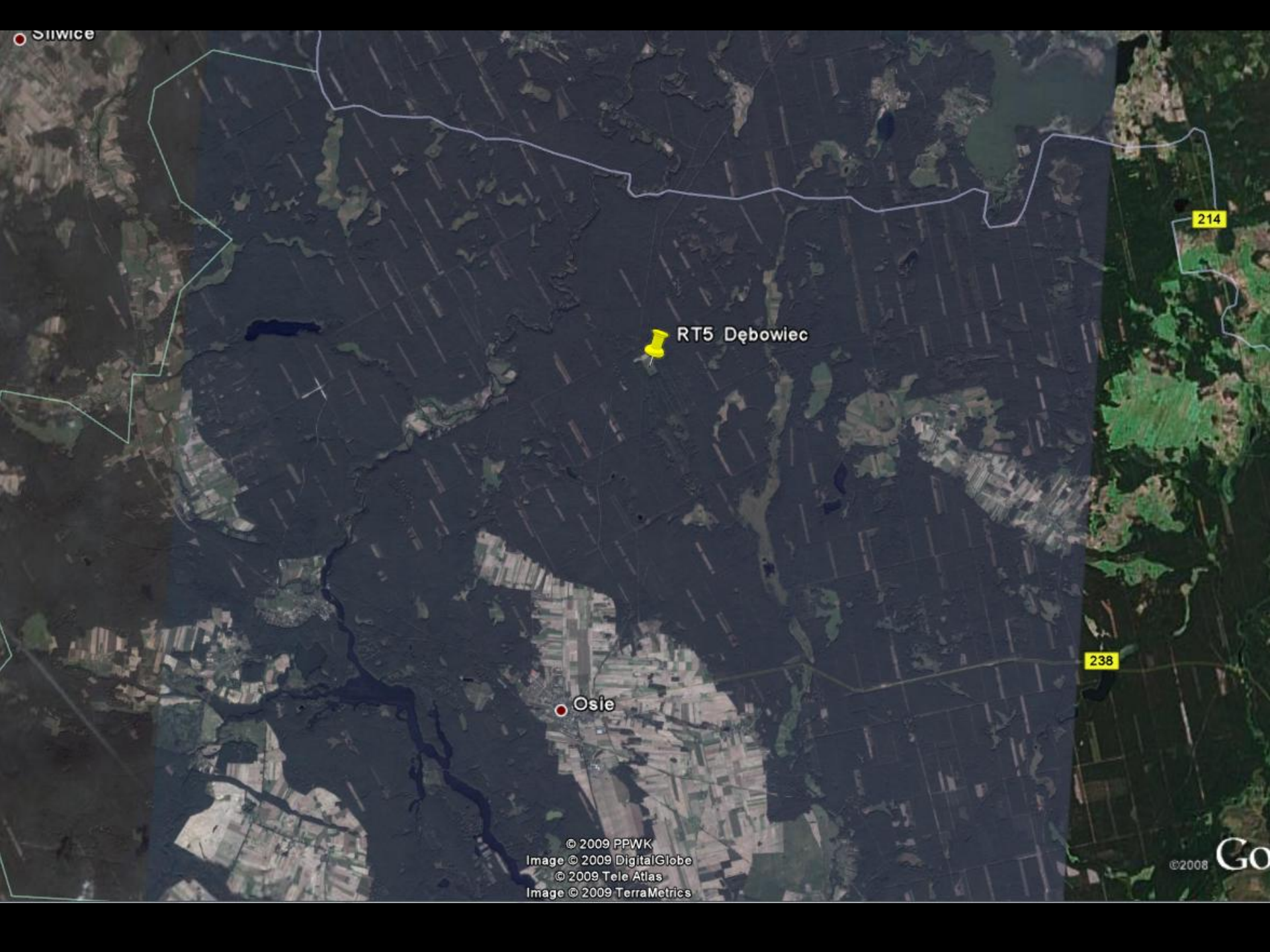




N 53°39'28.87" E 18°21'52.48"



Leśniczówka Dębowiec, PL

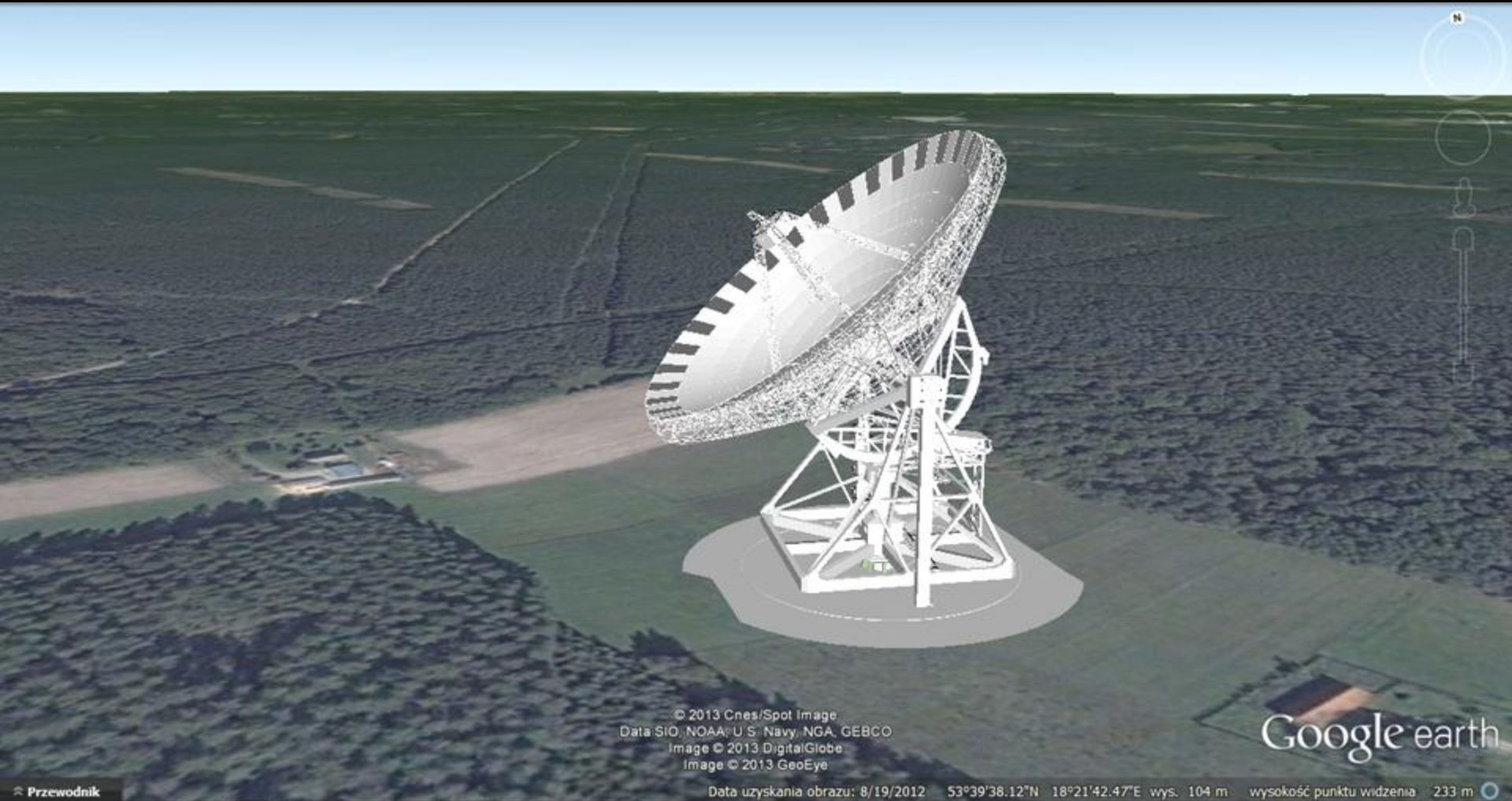


Osie

RT5 Dębowiec

214

238



Radioteleskop RT90+ Dębowiec $D = 110\text{m}$

Model 3D wykonany został na podstawie rysunków mgr inż. Z.Bujakowskiego przez mgr inż. Janusza Mazurka i mgr Romana Feilera z CA UMK przy pomocy oprogramowania Google SketchUp



Inwestycja „90m Radioteleskop”
oraz jej lokalizacja zostały wpisane do
dokumentu Ministerstwa Rozwoju Regionalnego
„Koncepcja Przestrzennego Zagospodarowania Kraju 2030”

Jest na „Mapie Drogowej Polskiej Infrastruktury Badawczej”

Jest wpisana do „Strategii Rozwoju UMK 2011-2020”

Jest wpisana do „Strategii Rozwoju woj. Kuj-Pomorskiego”

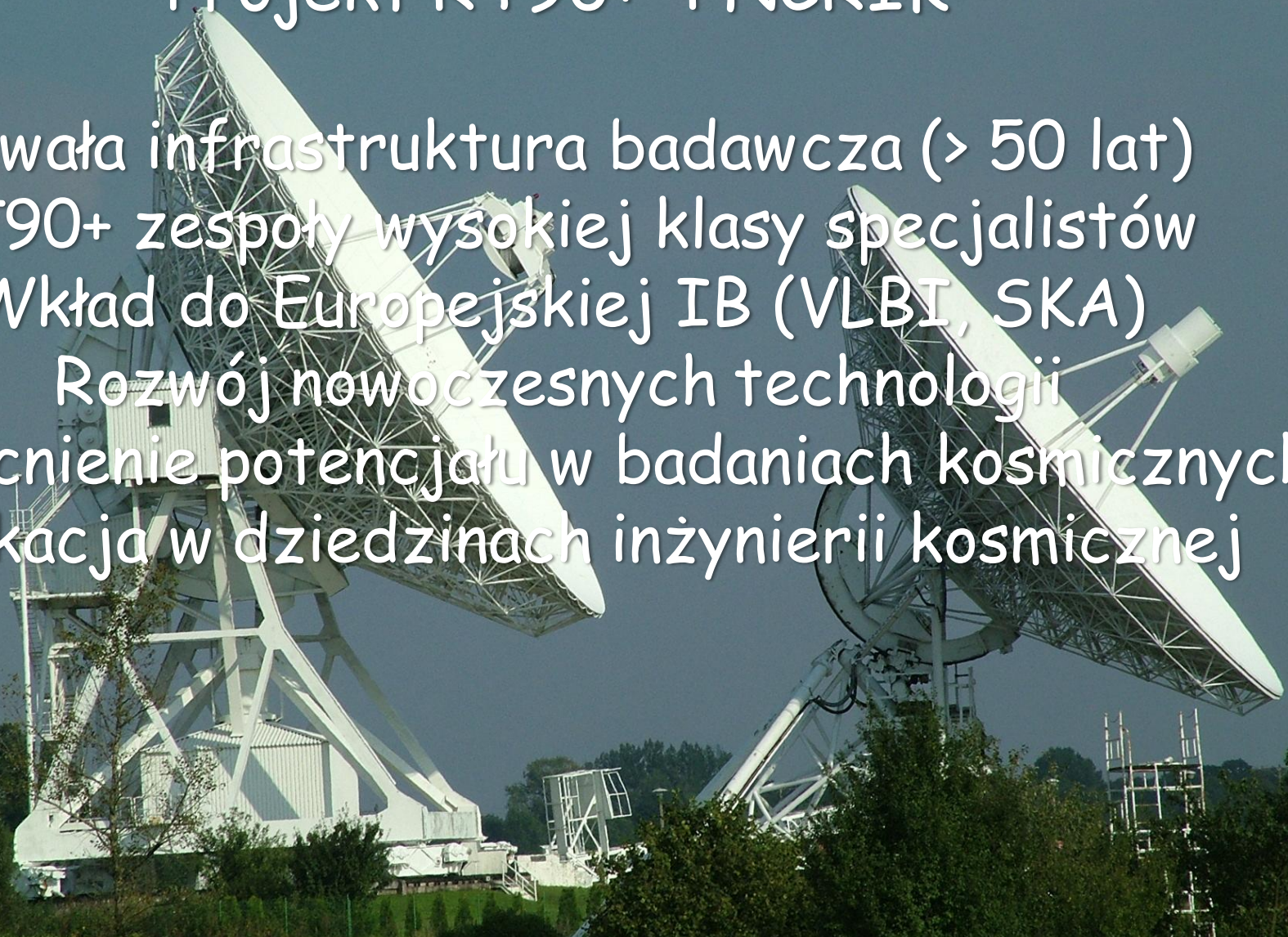
Projekt RT90+ i NCRİK

Trwała infrastruktura badawcza (> 50 lat)
RT90+ zespoły wysokiej klasy specjalistów

Wkład do Europejskiej IB (VLBI, SKA)

Rozwój nowoczesnych technologii

Wzmocnienie potencjału w badaniach kosmicznych
Edukacja w dziedzinach inżynierii kosmicznej



Dziękuję z uwagę



RT110m
film