

# 90m radioteleskop

## Heweliusz 2011

### NCRA

### Narodowe Centrum Radioastronomii



Politechnika Gdańska 8.02.2011



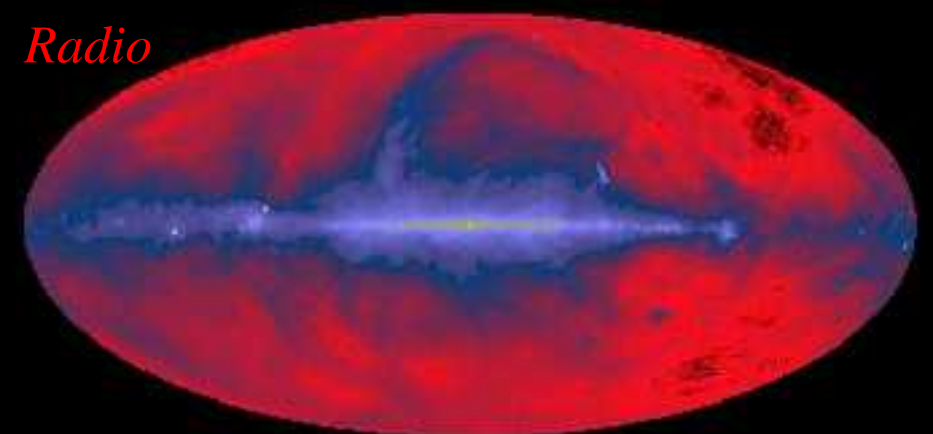
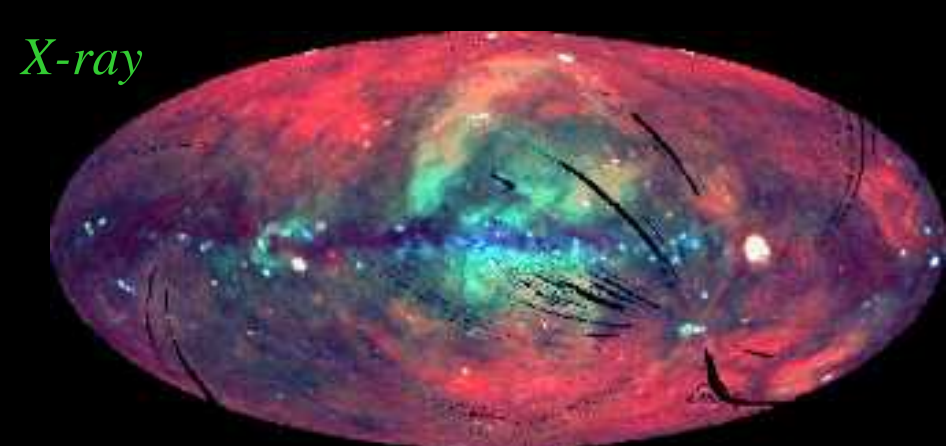
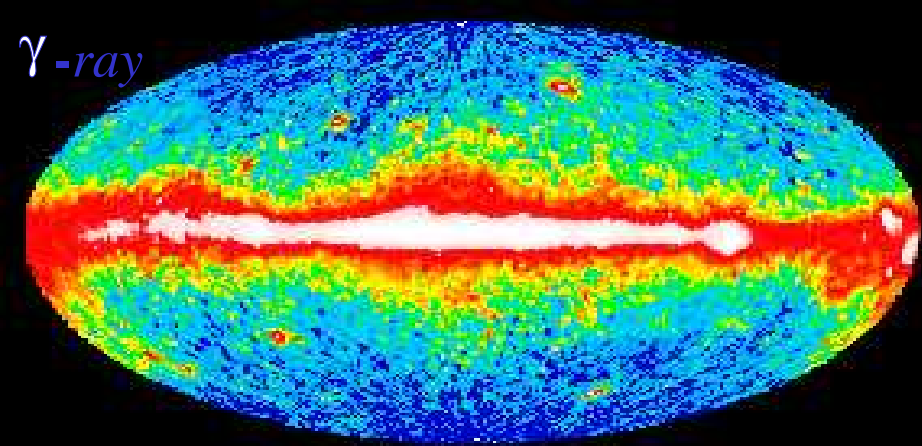
# TORUŃSKIE CENTRUM ASTRONOMII

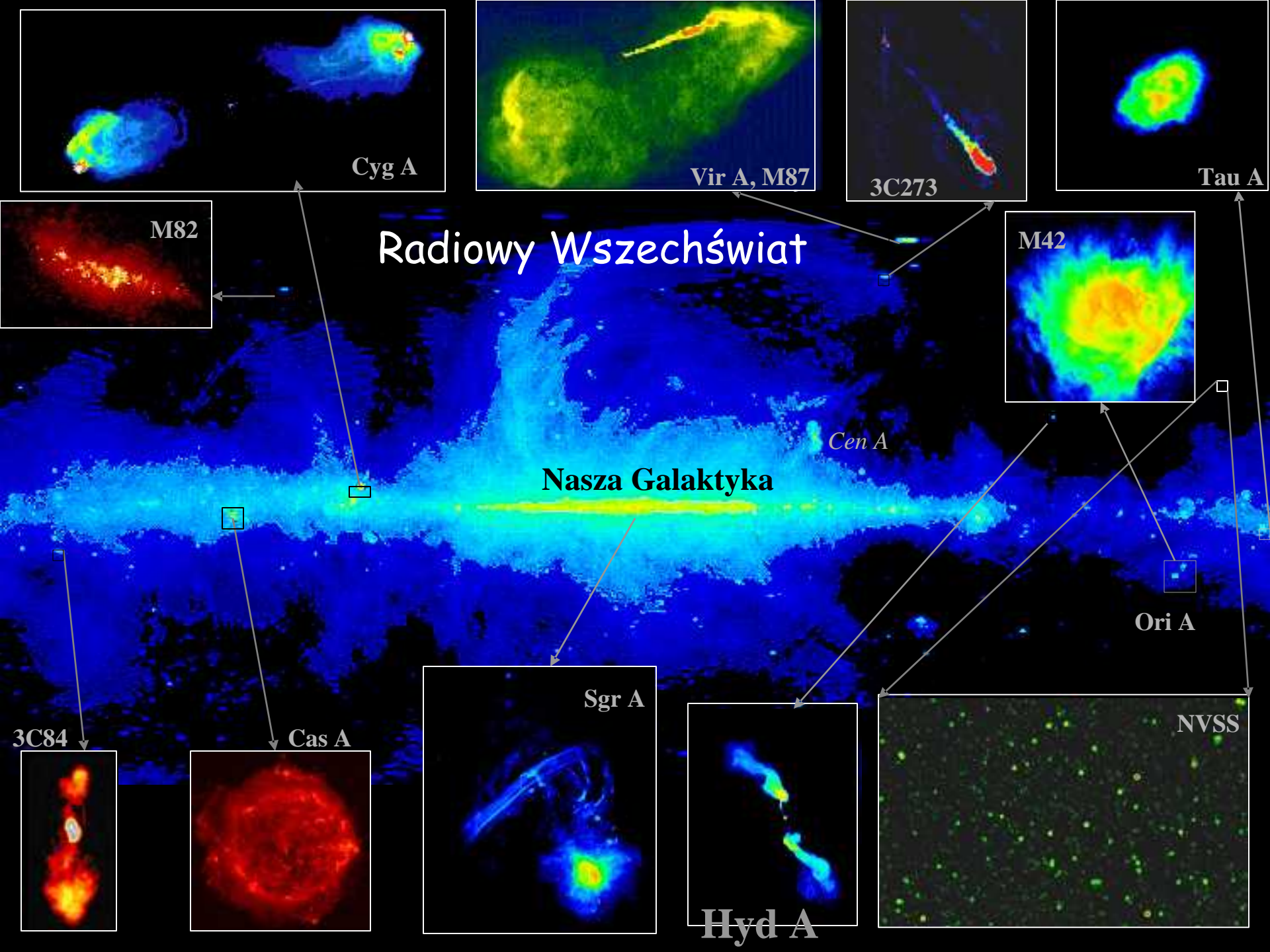
Piwnice kolo Torunia

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



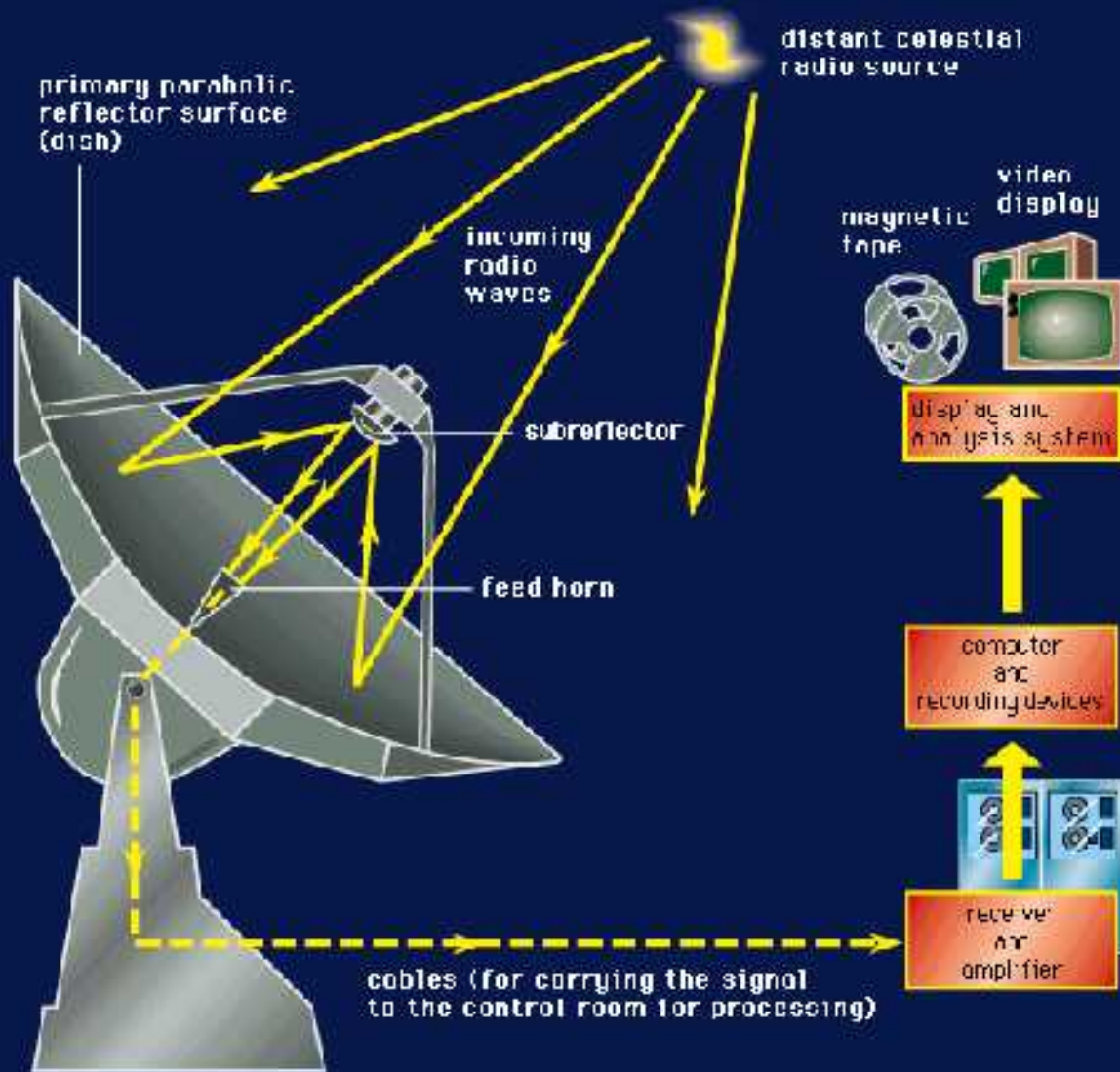


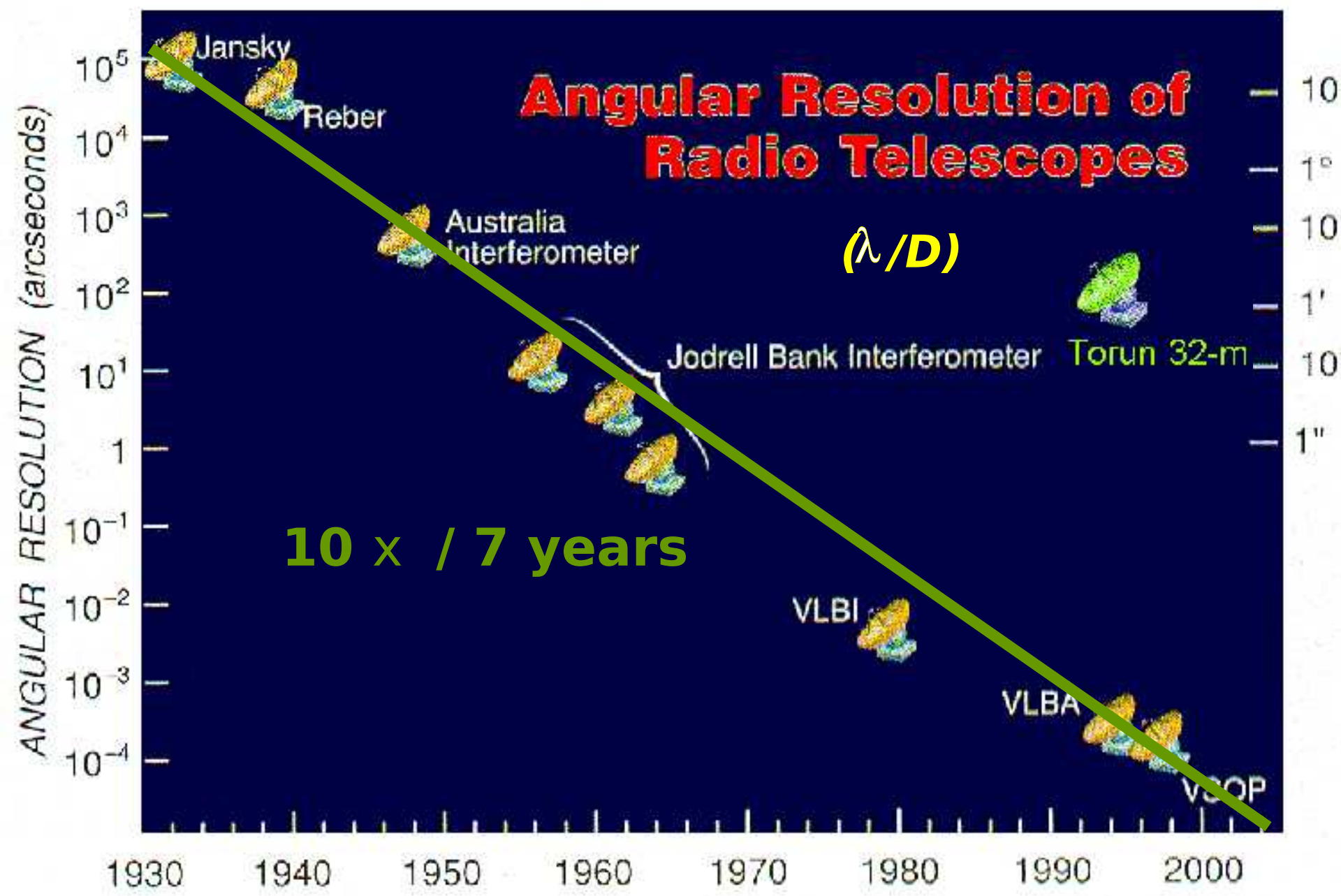






# radioteleskop



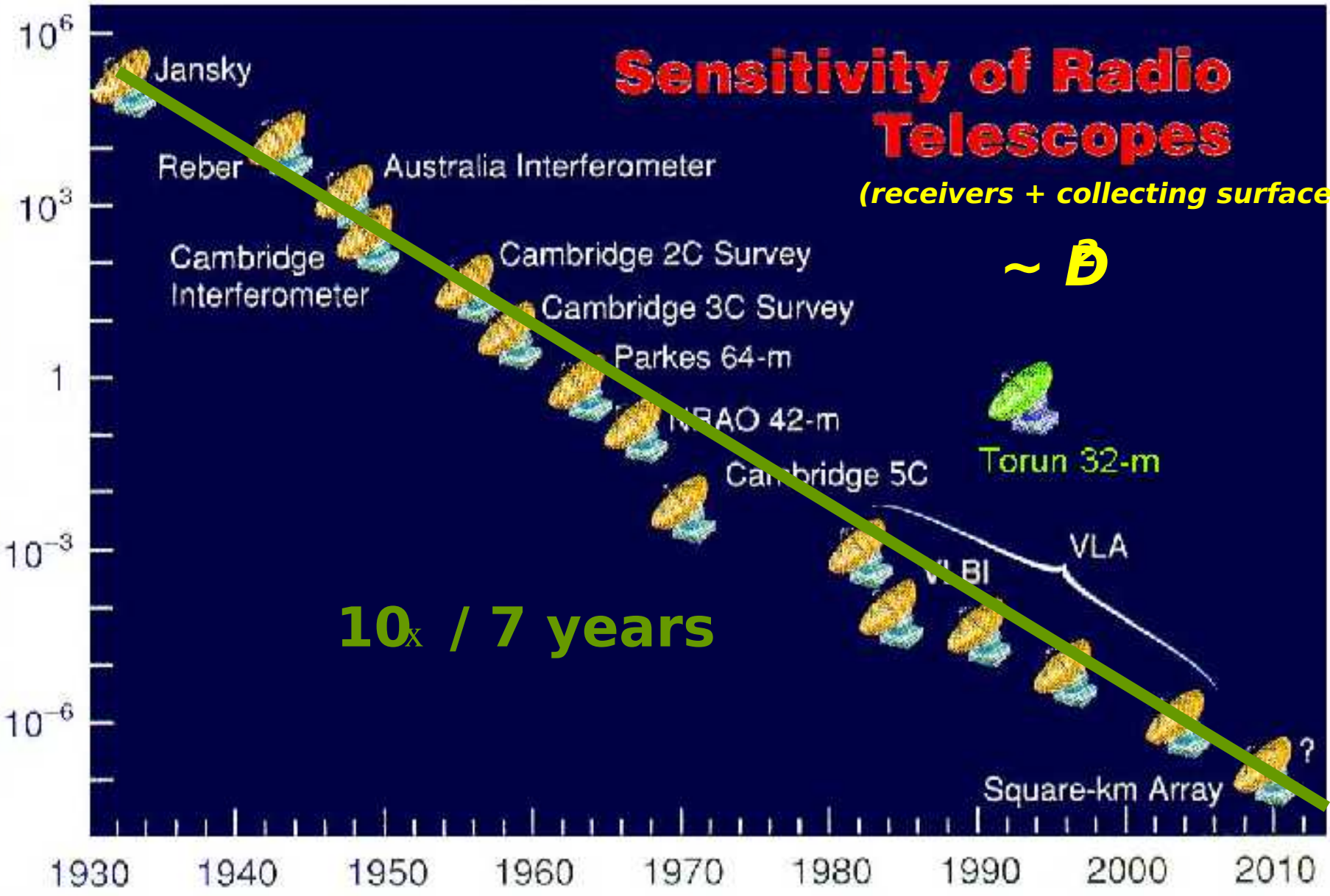


# Sensitivity of Radio Telescopes

(receivers + collecting surface area)

$\sim B$

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



$10_x / 7 \text{ years}$

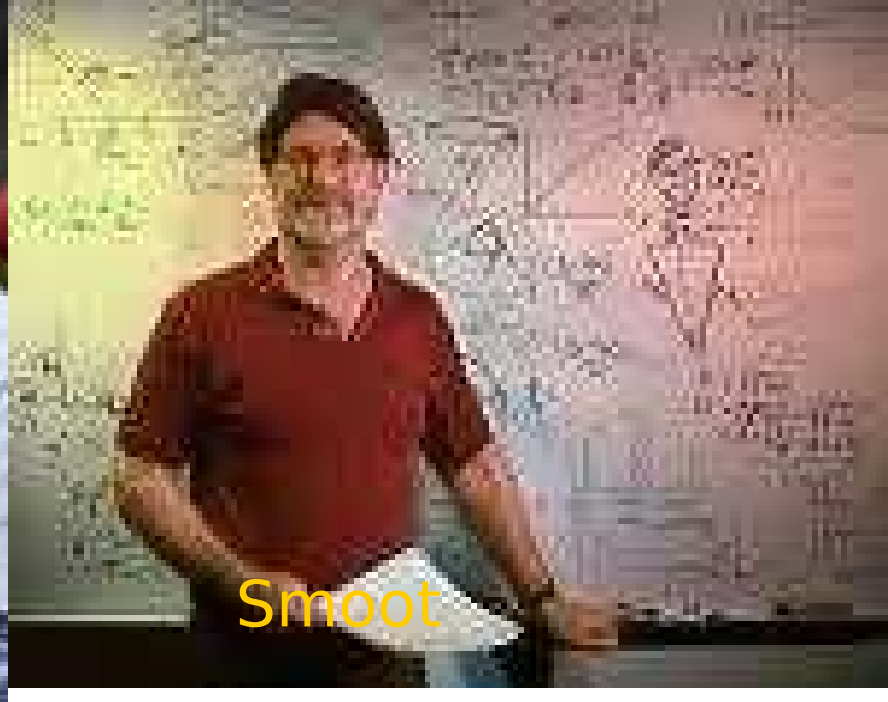




Ryle



Mathe



Smoot



Hewis



Penzias & Wilson

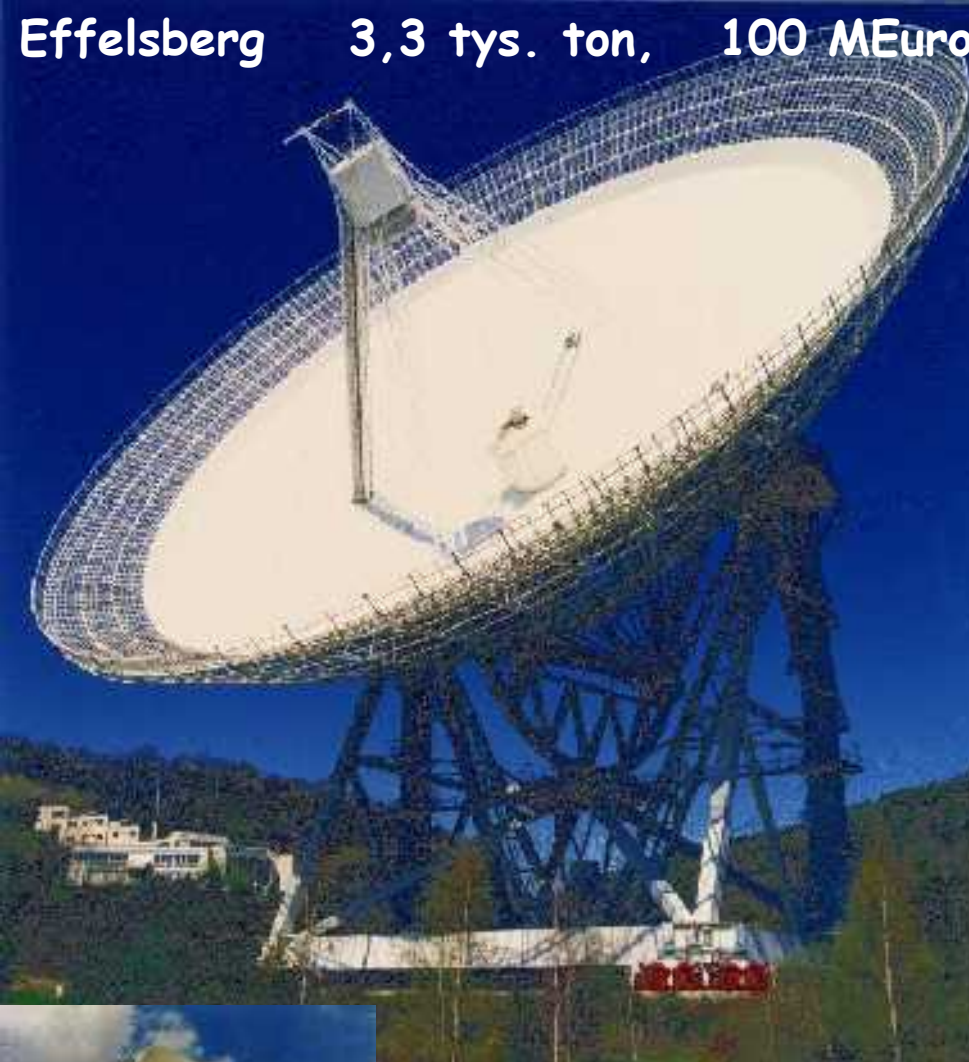


Taylo





Effelsberg 3,3 tys. ton, 100 MEuro



GBT 9 tys. ton, ~250 M\$



RT4, waga 600 ton  
koszt ~5 MEuro



# Sardinia Radio Telescope (2010)

Nowe duże radioteleskopy



60 MEuro

64 mSRT

graniczna długość fali 3 mm

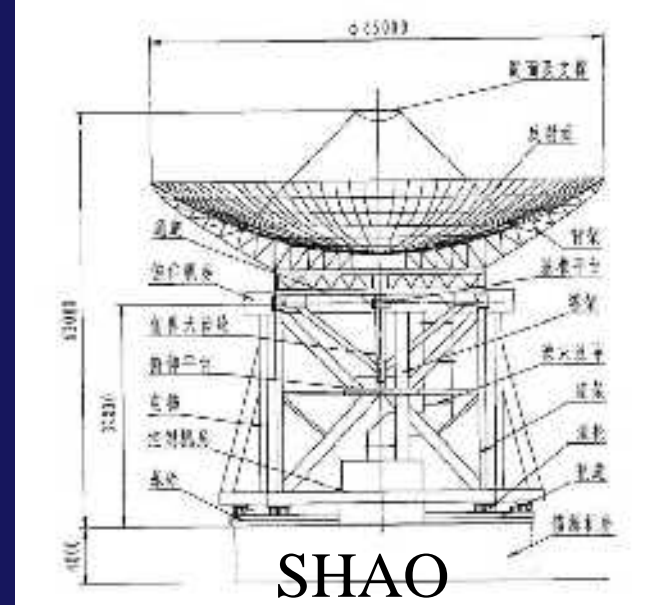


~30 MEuro

Yebes Spain 40m



Miyun



SHAO

## Urumqi Observatory, NAOC

China Radio Telescopes

50m      65m      80/100m



Urumqi 80/100-m



# Five hundred meter Aperture Spherical Telescope

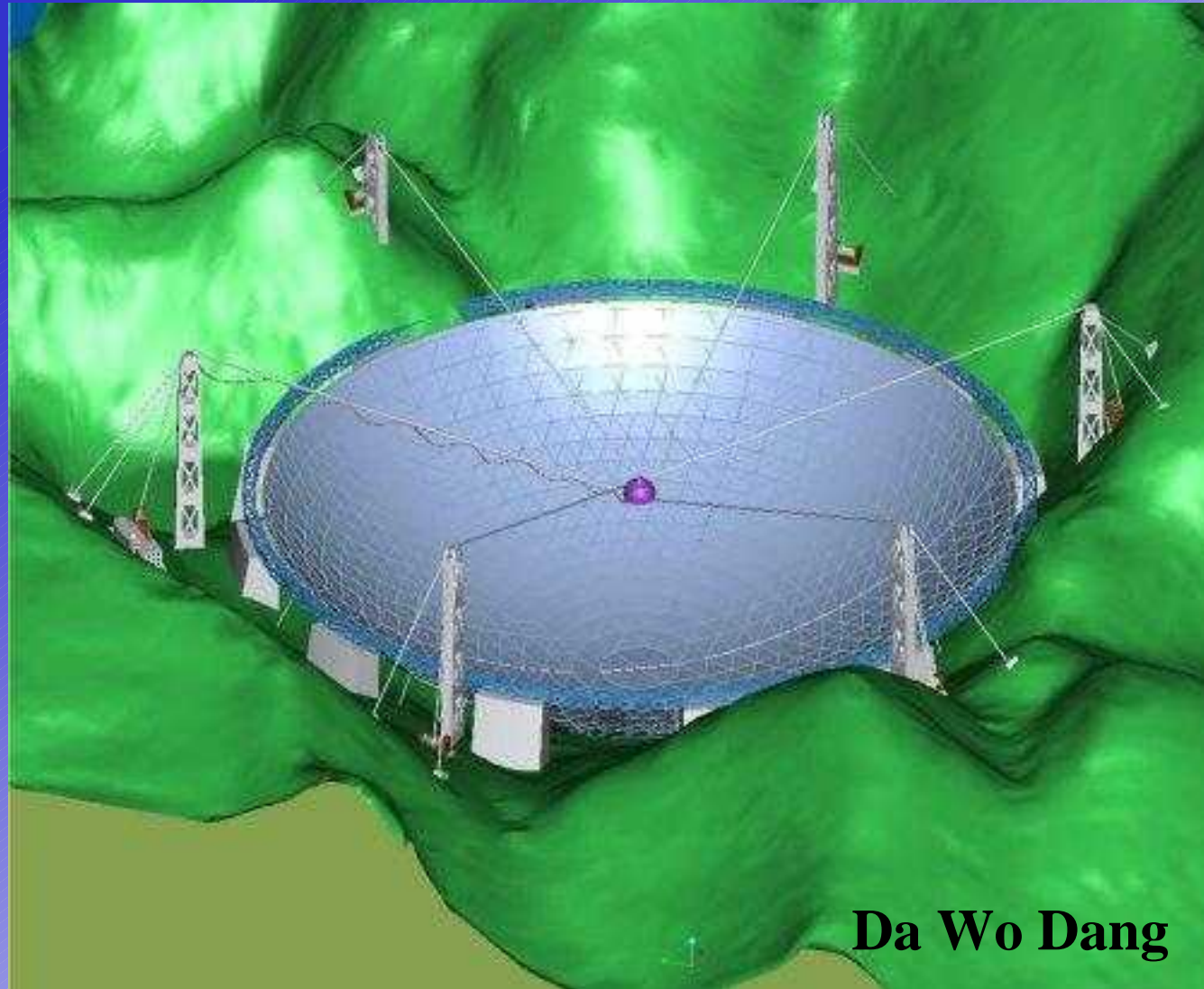
## FAST in China (2015)

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

500 m diameter  
300 m active surface  
 $\pm 30^\circ$  sky coverage  
130 MHz – 8.8 GHz  
4'' pointing

4x FAST => SKA

Cost ~100 M \$



Da Wo Dang

# ALMA - Atacama Large Millimeter Array

Two (ALMA and SKA) major projects for RA at beginning of new millennium

*International collaboration  
Europe (ESO), USA, Japan*

*~50 antennae, each ~ 12m diameter*

*Configuration 0.15-10 km*

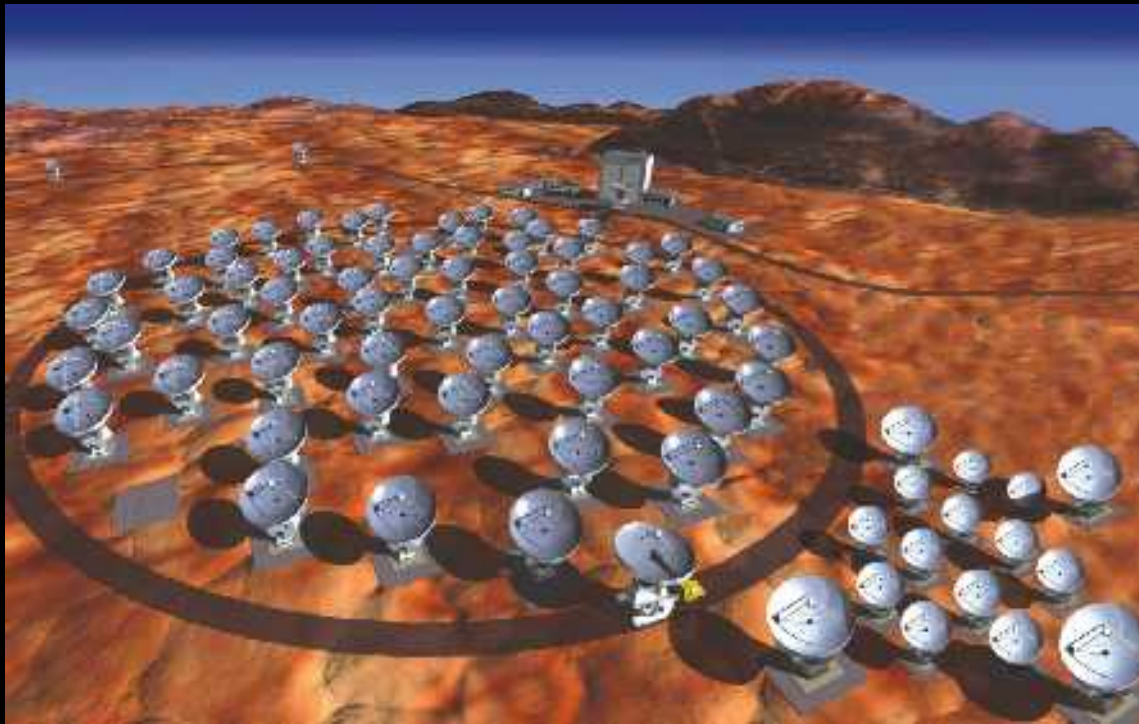
*Wave length 10-0.35 mm*

*Sensitivity 15 microJy - 100 mJy*

*Angular resolution 10 milli arcsec*

*Operation from 2012*

**Cost ~> 1 G Euro !**





# The Square Kilometre Array (2021)

Up to 1500 dishes (up to 15m diameter) in the central 5 km  
plus another 1500 from 5 km to 3000+ km

+ aperture arrays -initially for all-sky monitor  
connected to a massive data processor by an optical fibre  
network

- Collecting surface  $1 \text{ km}^2$
- Configuration  $\sim 2000 \text{ km}$
- Each element  $D=100\text{m}-500\text{m}$
- 100 independent beams
- Frequency range  $0.03 - 20 \text{ GHz}$
- Sensitivity  $17 \text{ nJy} \Rightarrow 100 \text{ improvements}$
- Partners: USA, Europe, Australia, China
- Observations in 2025**
- Cost  $\sim 1.5 \text{ G Euro}$  !**









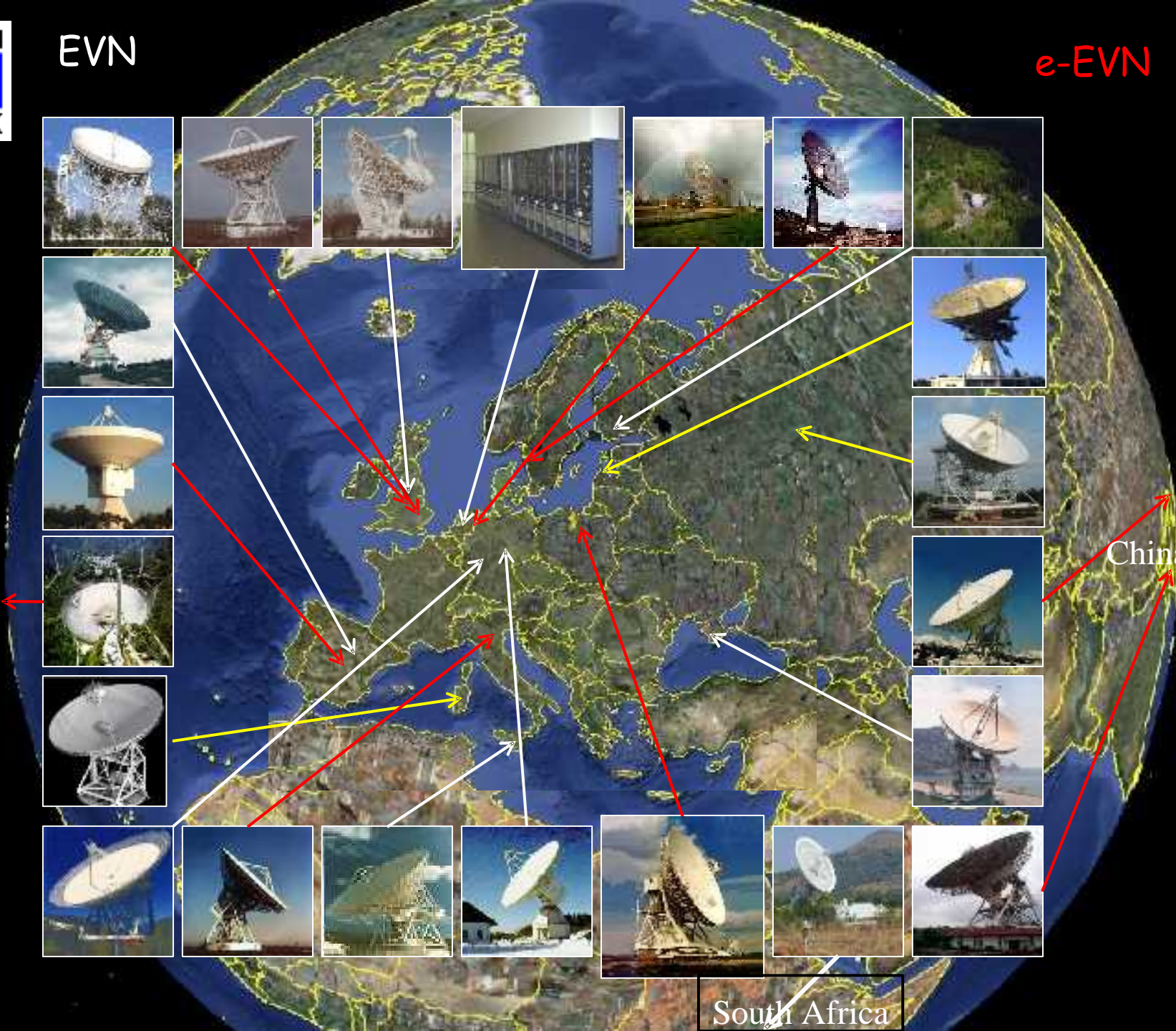
EVN

e-EVN

USA

China

South Africa







**Yellow/Red:** current operational EVN stations(18)

**Cyan/Red:**existing telescopes soon to be EVN stations(2)

**Cyan/Blue:** new EVN stations under construction(1)

**Pink/Purple:** non-EVN stations that have participated in EVN observations(2)

**Green/Brown:** non-EVN stations with whom initial EVN tests have been carried out (2)

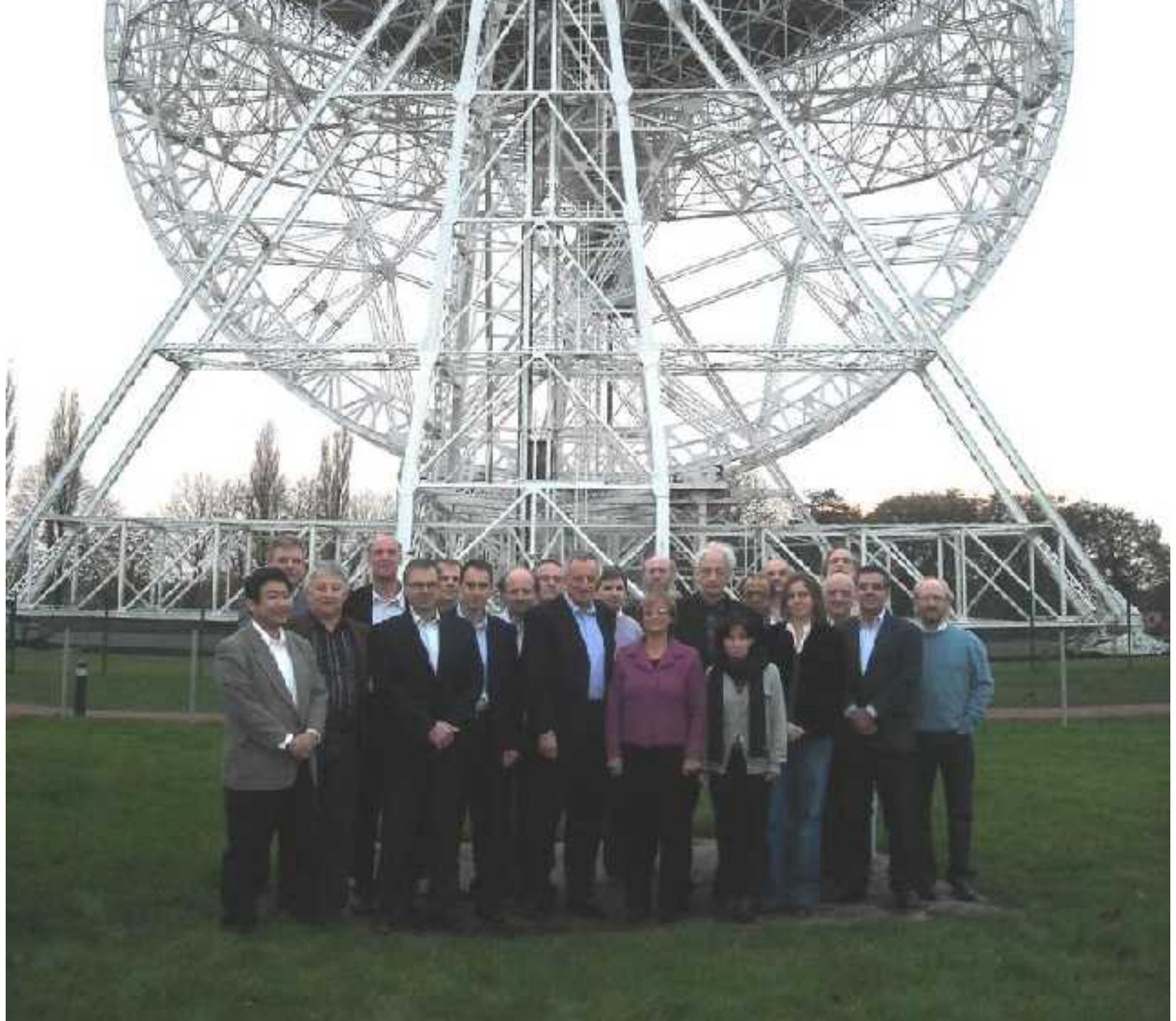


Polska nie uczestniczy w tworzeniu  
nowych światowych projektów  
takich jak ALMA i SKA

**NIE POSIDA**

- odpowiednich środków finansowych
- zaplecza technologicznego

pomimo tych niedostatków ma jednak  
nadzwyczajnie dobrą pozycję w VLBI





# Przyszłość naziemnych badań w dziedzinie radioastronomii

rola i miejsce dla  
polskiej astronomii

radioastronomia nadal się dynamicznie rozwija  
**ma przyszłość**  
synergia z badaniami w innych zakresach fal

Zagrożenia:

pogoda, RFI, brak licznej kadry młodych badaczy

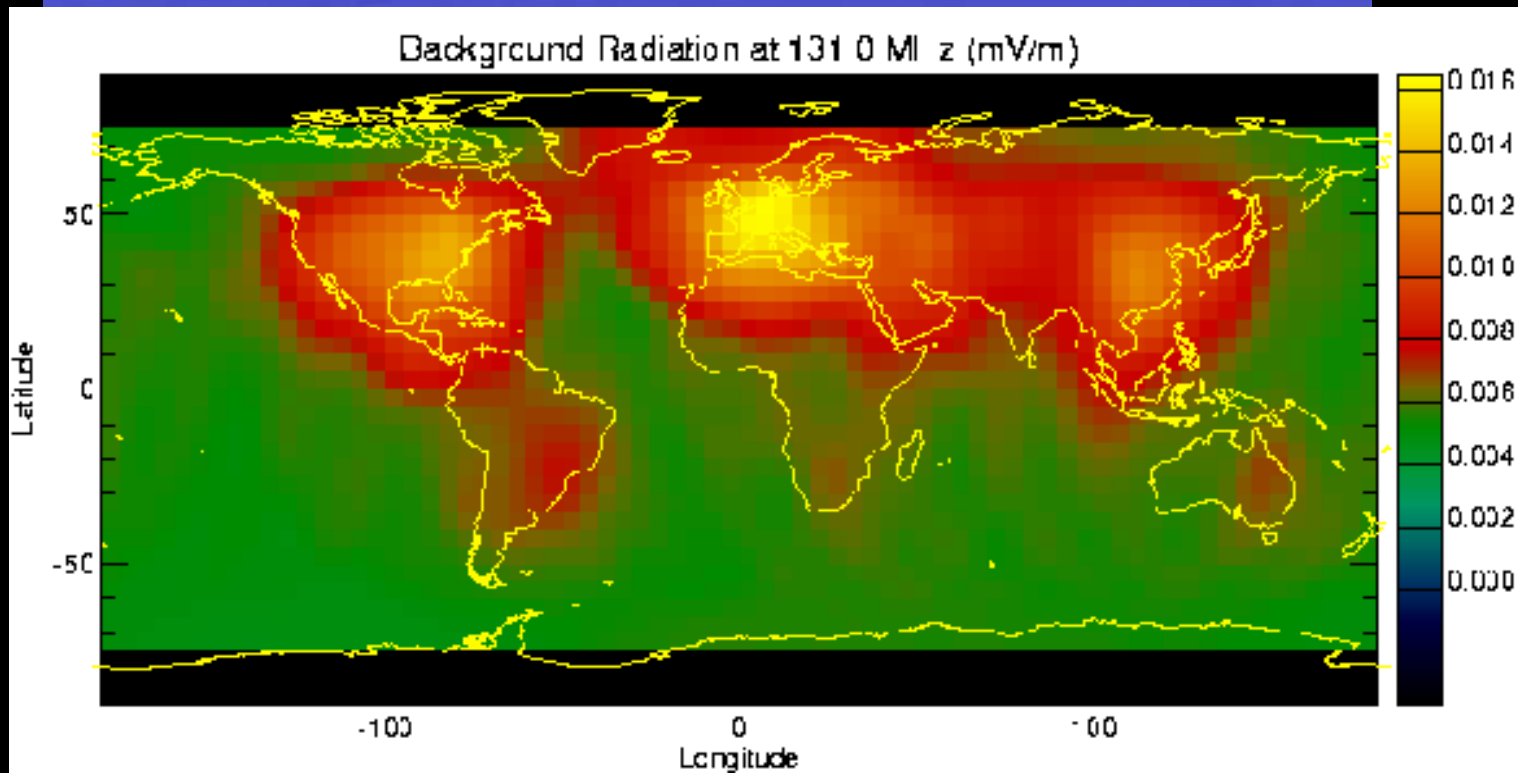
Dlatego: nowy instrument 5-22 GHz, połączenie sił

## Projekt powołania NCRA i budowy RT90 Hevelius

- Nie ma szkodzić innym polskim projektom, w tym ESO
- NCRA jest wspólną inicjatywą sześciu jednostek krajowych i kilku zagranicznych
- Jeśli Polska ma ambicje posiadania na swoim terytorium dużego (astronomicznego) instrumentu badawczego będącego częścią zaawansowanej infrastruktury badawczej świata to jest to możliwe jedynie w dziedzinie radioastronomii
- W badaniach radioastronomicznych jesteśmy obecni i silni, mamy własny potencjał a także mamy realny wpływ na rozwój tej dziedziny na półkuli północnej



# Ograniczenia możliwości obserwacyjnych z powierzchni Ziemi



Radio

# Gdańsk - dlaczego ?

Gdyby Hevelius żył dziś budowałby radioteleskopy; projekt RT90 to znakomite upamiętnienie i promocja Wielkiego Uczzonego

Rozwój nowoczesnych technologii:

Konstrukcja w oparciu o nowe materiały

Układy precyzyjnego sterowania

Ultra niskoszumowe szerokopasmowe odbiorniki

Cyfrowa obróbka danych

Ultra szerokopasmowe łącza światłowodowe

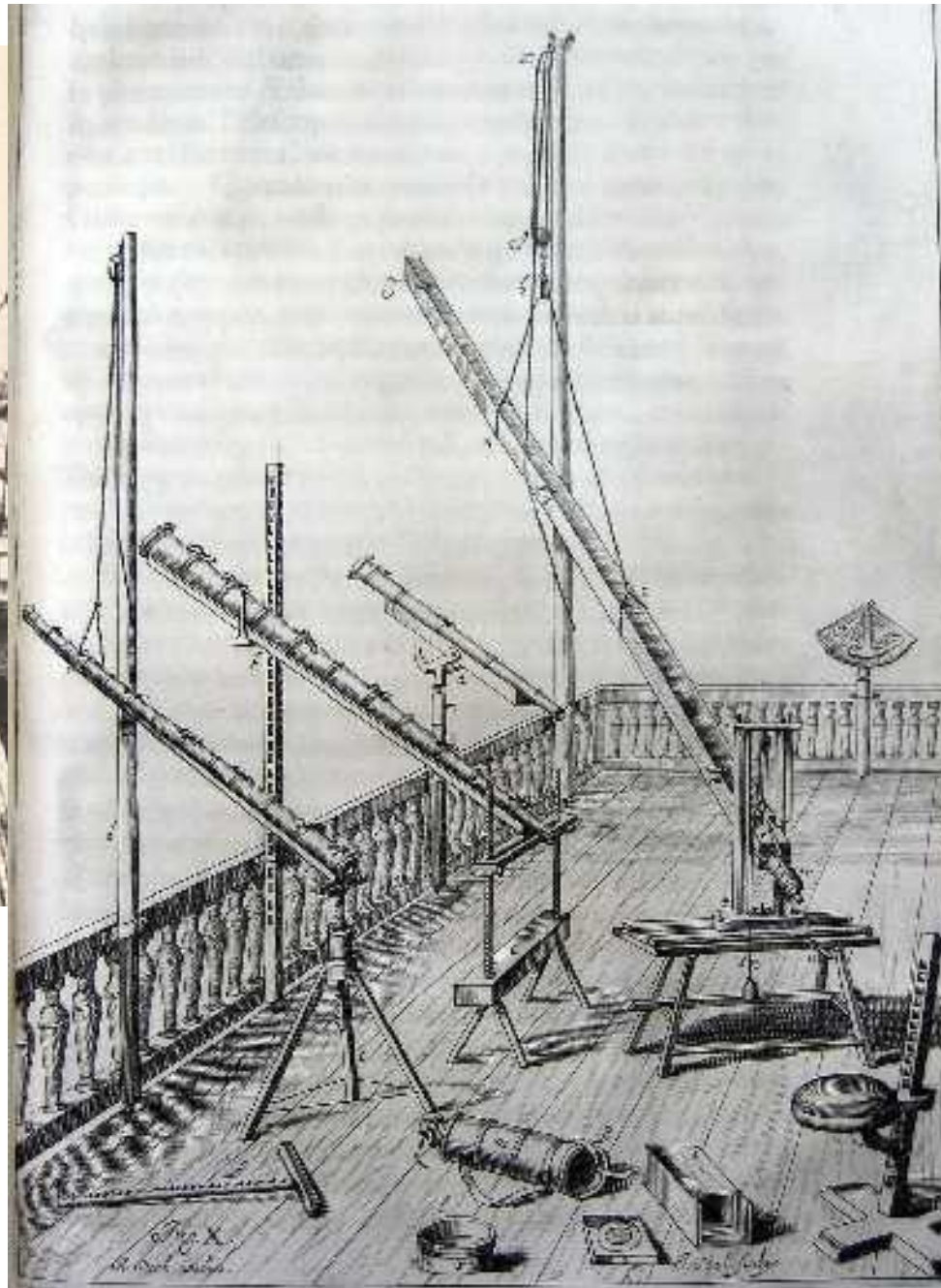
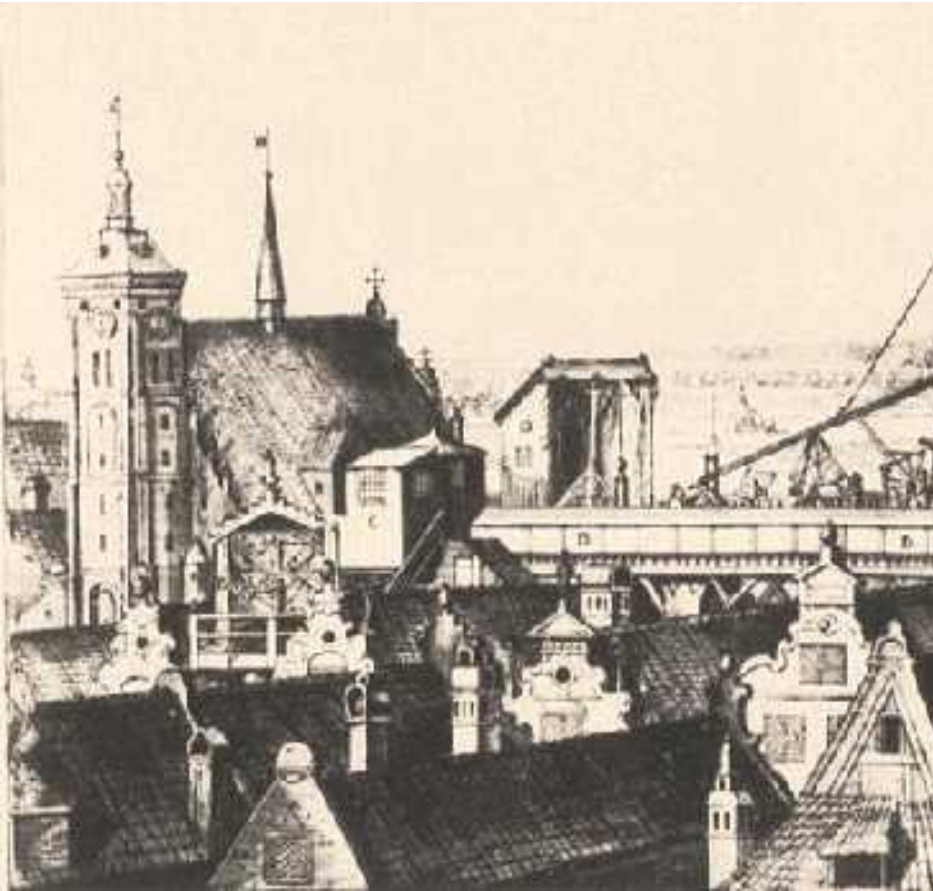
Naukowe wykorzystanie teleskopu

**Politechnika Gdańska** (RA w CALTECH, MIT, CTH, inne ośrodki)

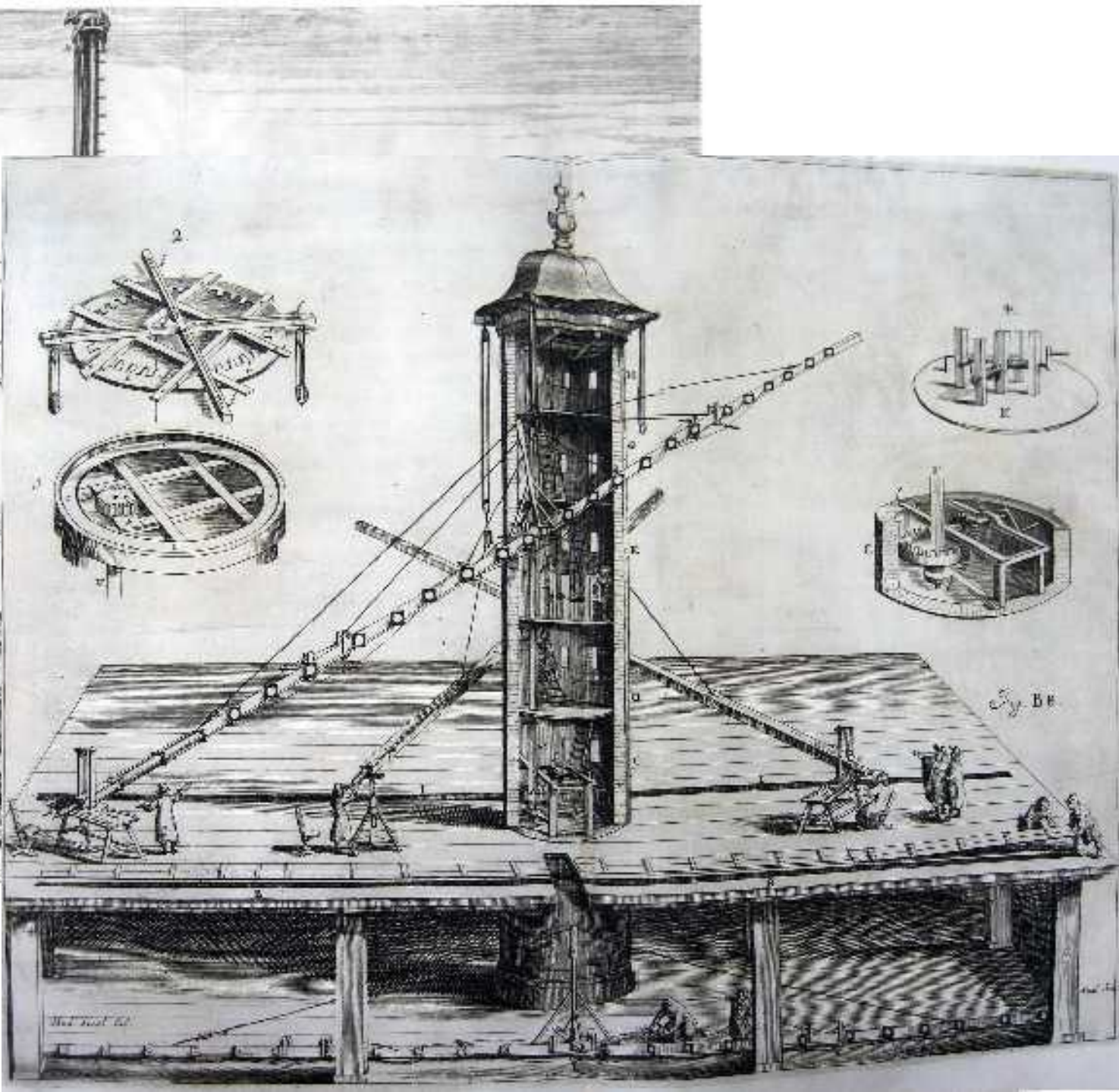
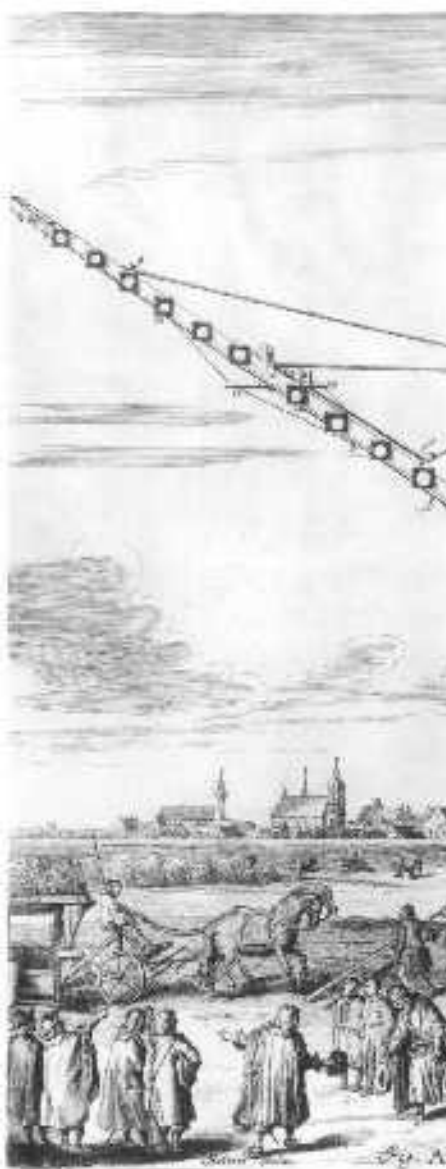
Centrum Badań Kosmicznych PAN (technologie kosmiczne)



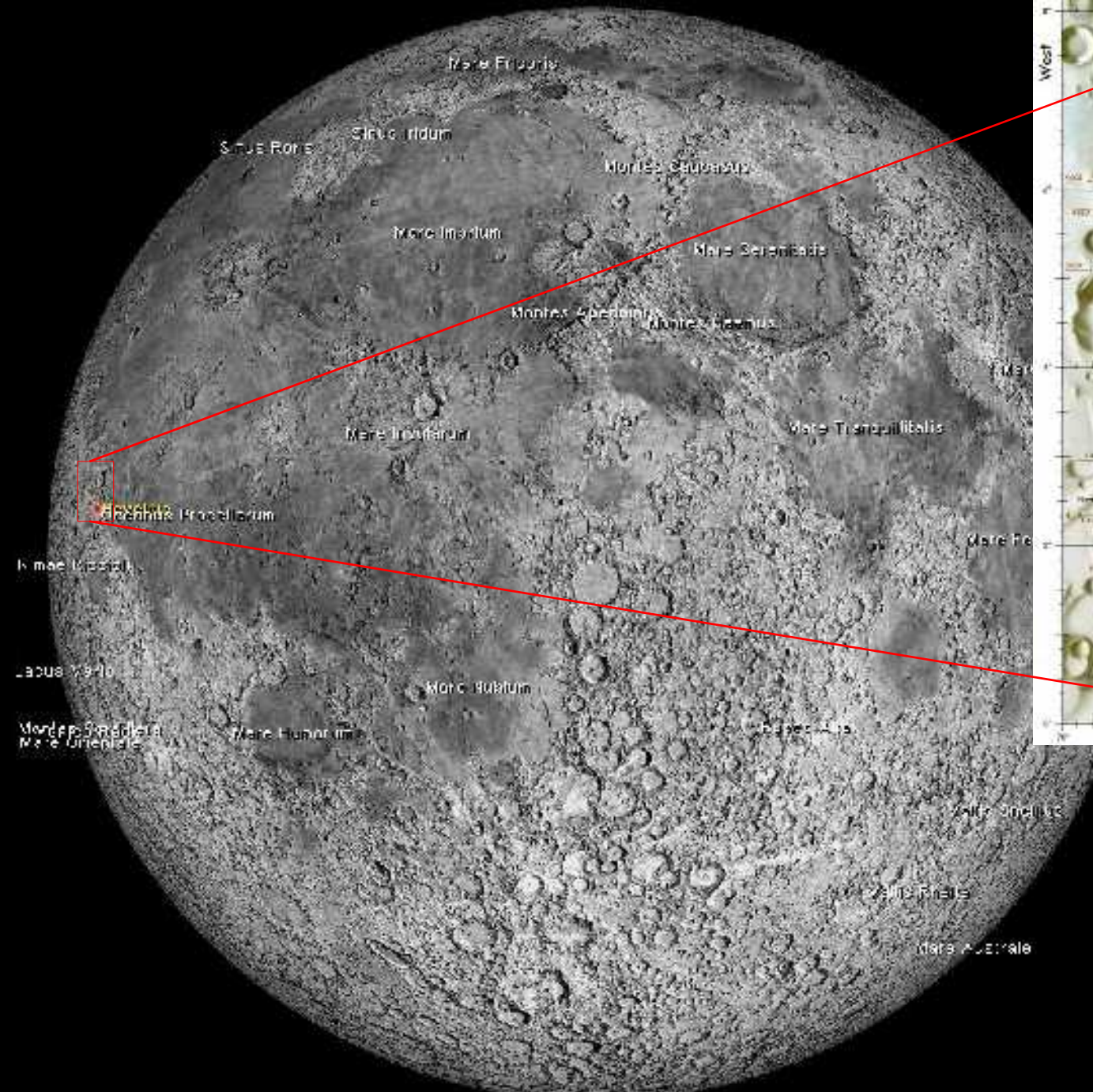
# Obserwatorium Heweliusza 1650-1679



Najlepsze na świecie w tamtych czasach

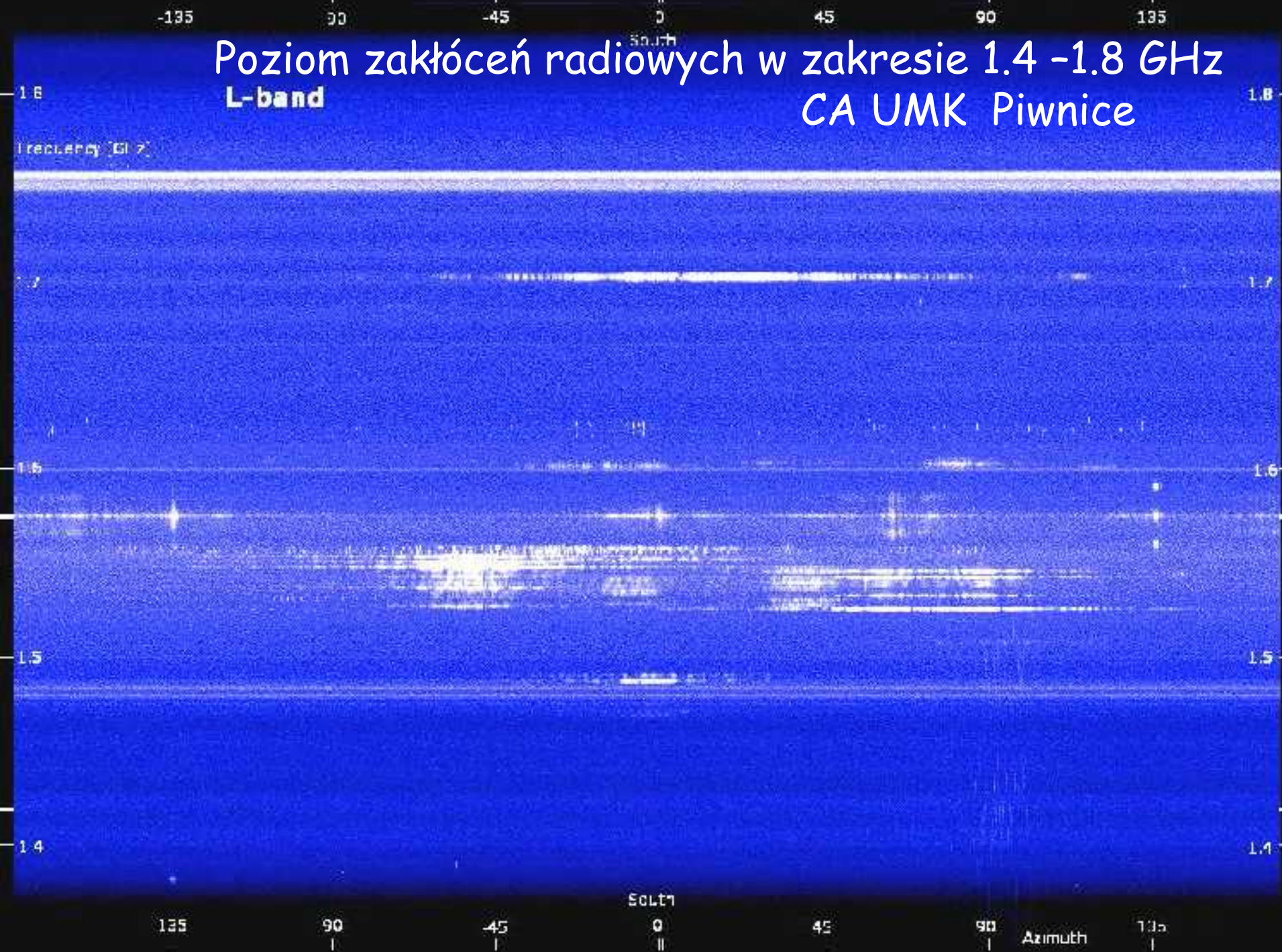








Poziom zakłóceń radiowych w zakresie 1.4 -1.8 GHz  
L-band  
CA UMK Piwnice



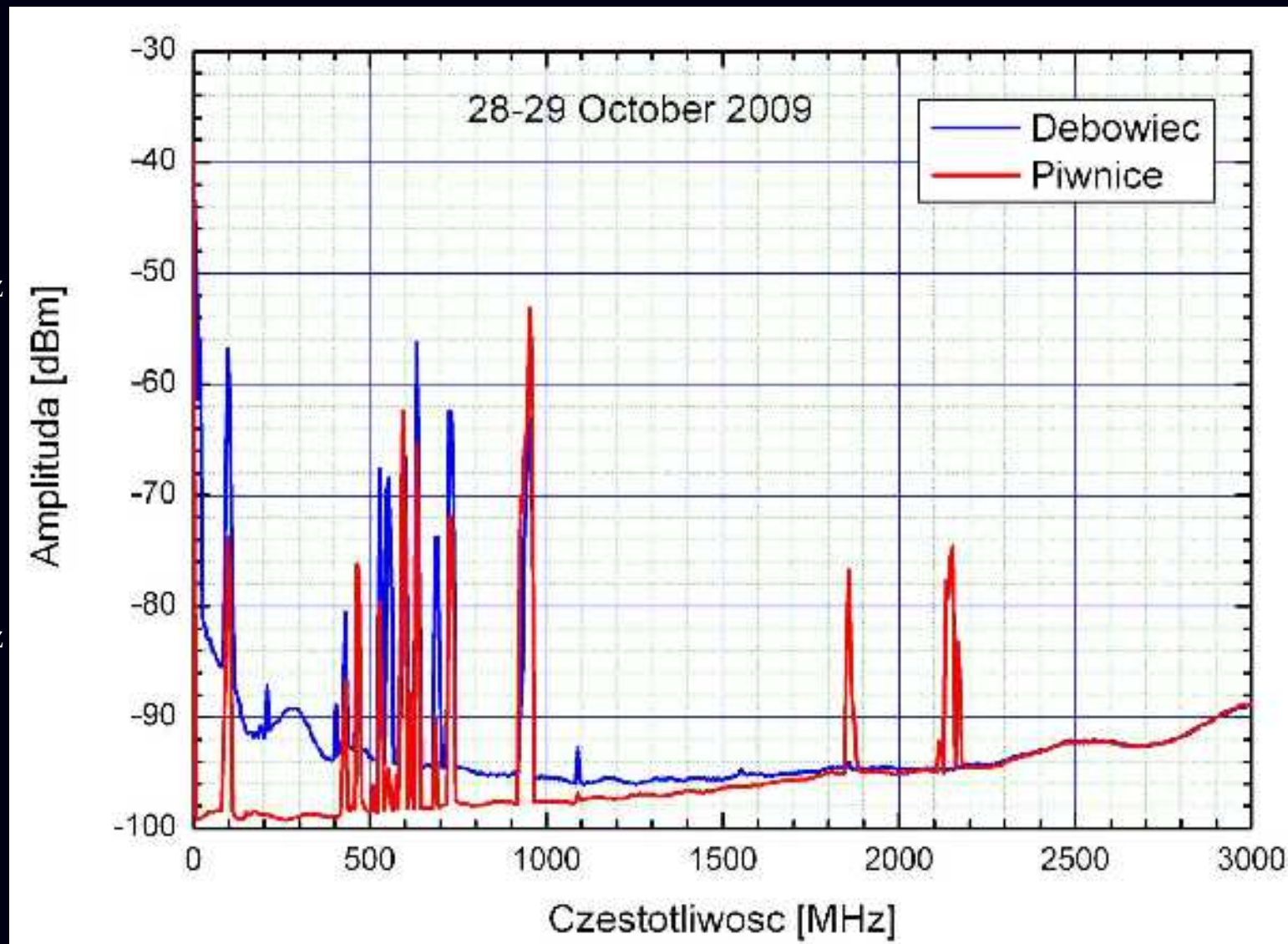


3 GHz

2 GHz

1 GHz

0 Hz



# Gdzie jest miejsce dla Polski?

w jakich obszarach Polska już współdziała ?



# Polish Radio Astronomy Instruments

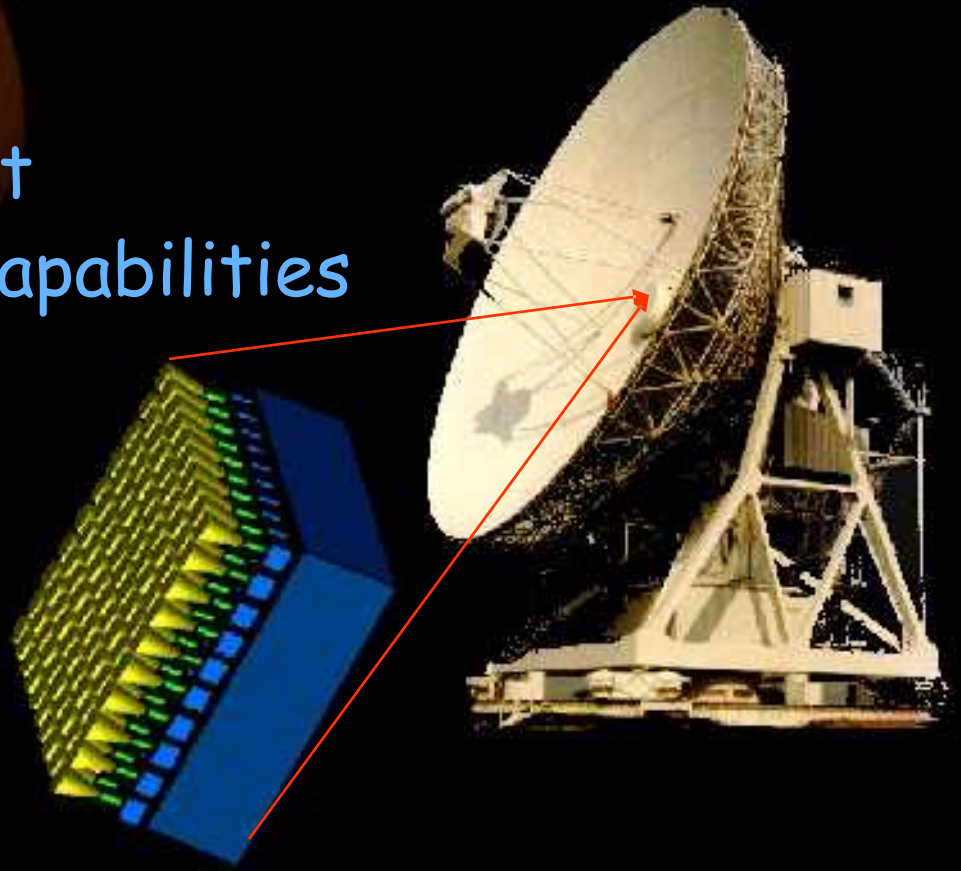
- Torun 32m telescope as a “stand\_alone” instrument
- Torun 32-m telescope as partner in developing European VLBI Network
- Partner in international LOFAR
- **New innovative large telescope for surveys**  
inexpensive, radio cameras, advanced digital processing

# OCRA-One Centimetre Receiver Array

- Fundamental survey of discrete sources on northern sky at 1 cm wavelength
- S-Z „blind“ survey
- Technology development
- Full use of single dish capabilities



TCfA

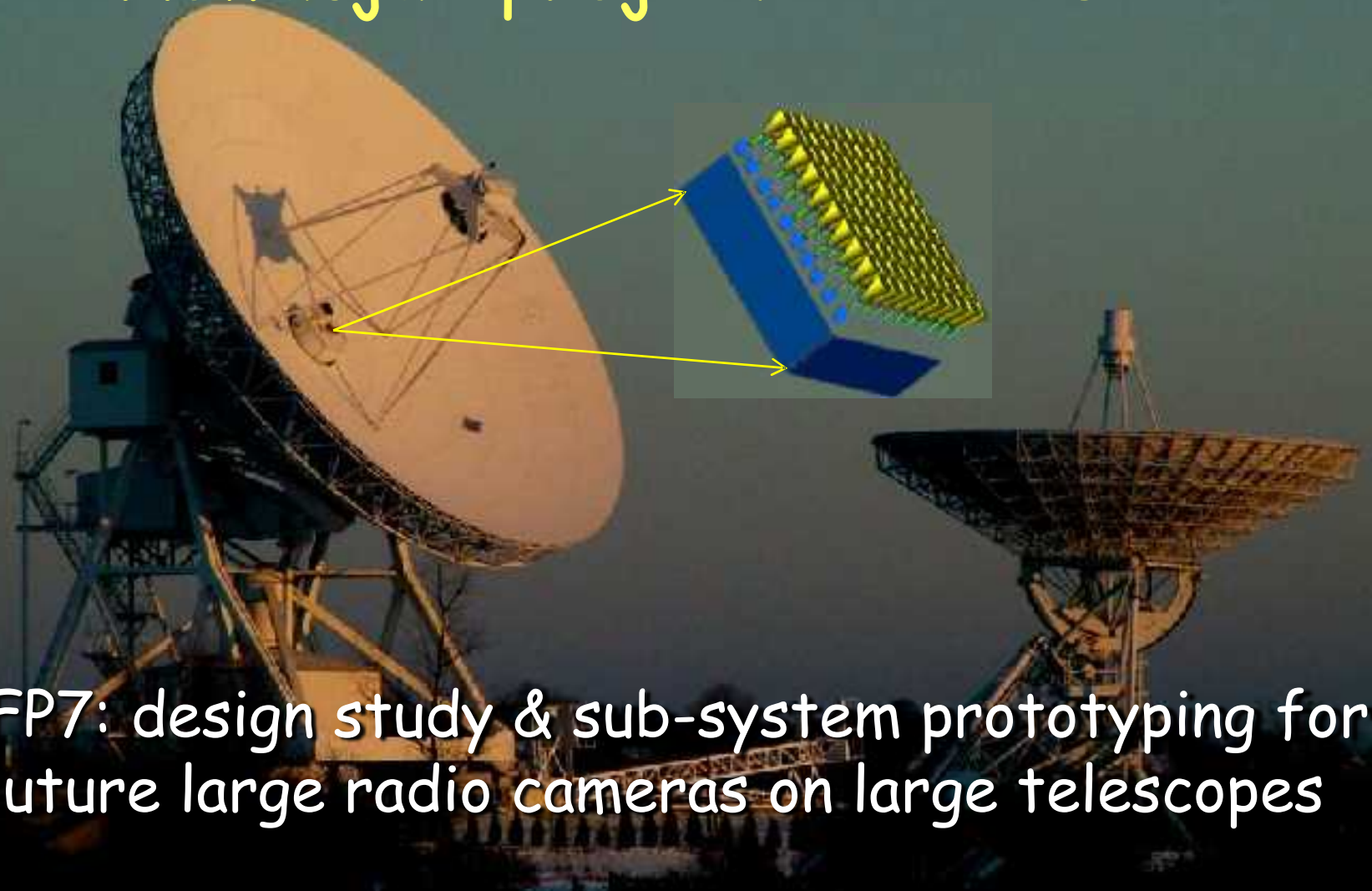




# OCRA-f cryostat 4 x 4 receivers image camera



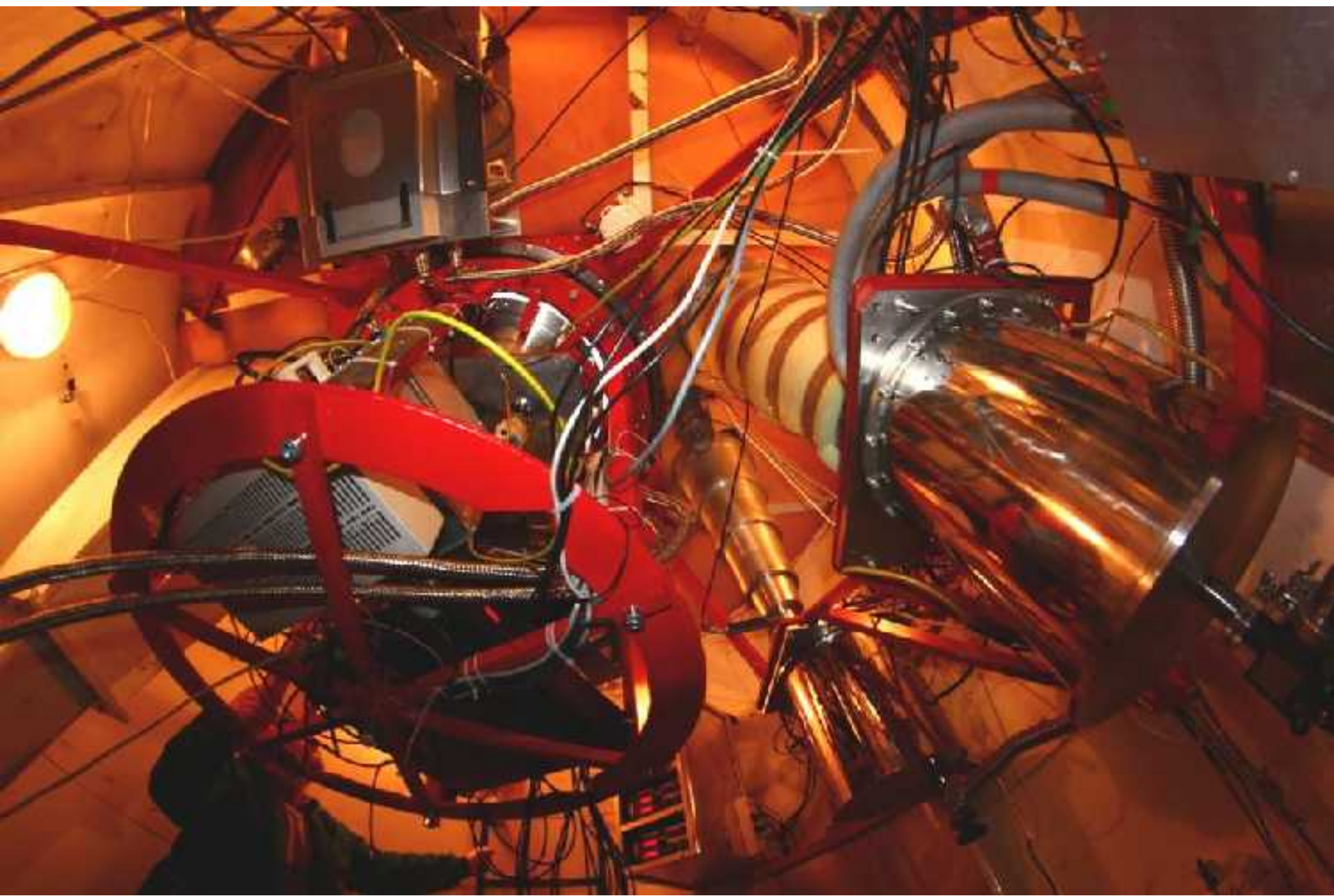
# Innowacja: projekt "APRICOT"



EC FP7: design study & sub-system prototyping for future large radio cameras on large telescopes

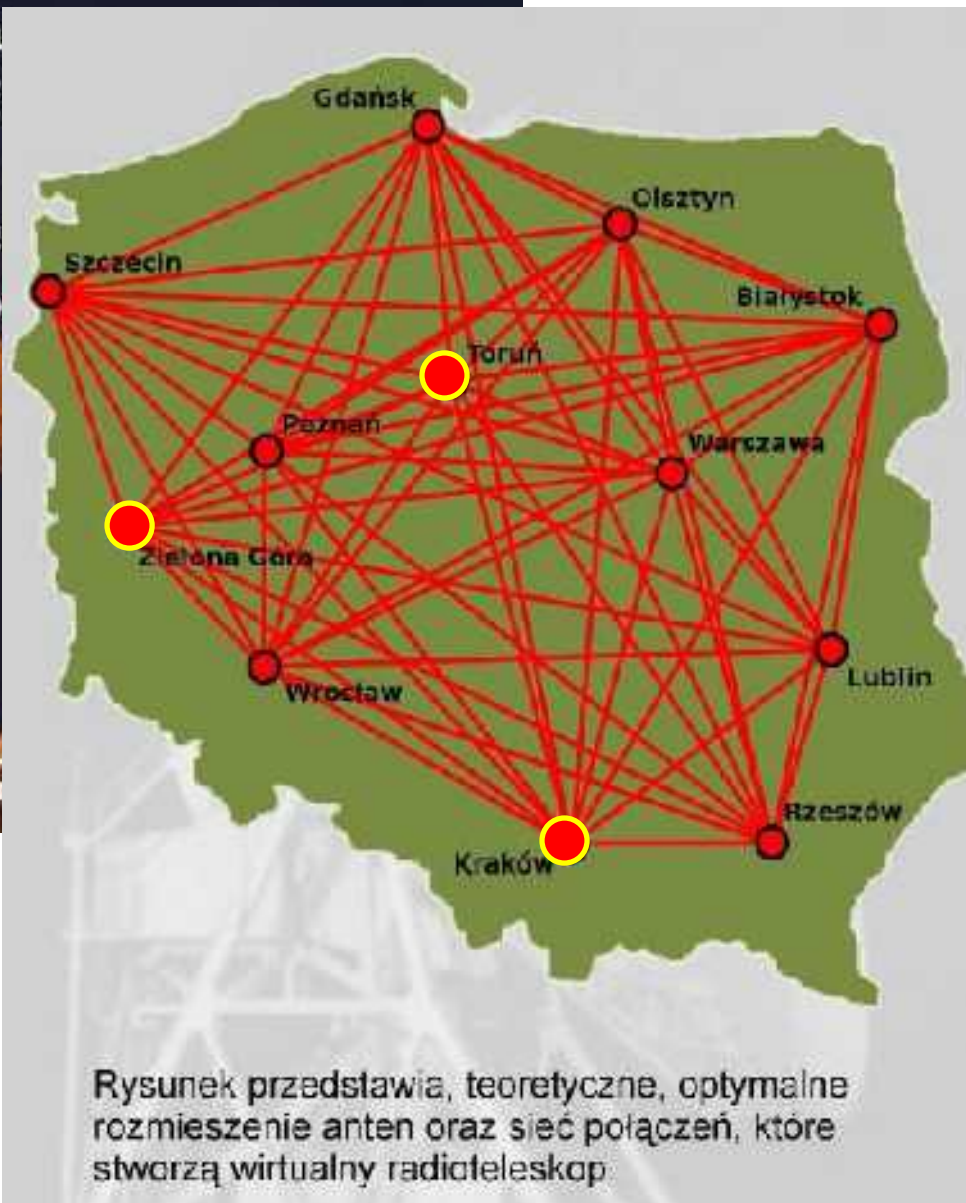
U. Manchester, MPIfR Bonn, IRA Bologna,  
CAY Yebes, TCF A Torun











PIAST  
projekt „młodych”  
grudzień 2008

MERLIN 30 fte\*30 years

# A new science opportunity

- Deep surveys of large fractions of the sky at centimetre wavelengths -enabled by "radio cameras"
- A new "window" on the universe
  - the make-up of our Milky Way galaxy
  - distant active galaxies
  - the "dynamic radio sky" (including pulsars)
- We are in an ideal position to carry this forward !



# Programy badawcze

VLBI(interferometria)

Pojedynczy teleskop  
Badania pozagalaktyczne

Źródła tła

Gromady galaktyk

AGN-y

Normalne galaktyki

Ośrodek międzygalaktyczny

Astronomia galaktyczna

Pulsary

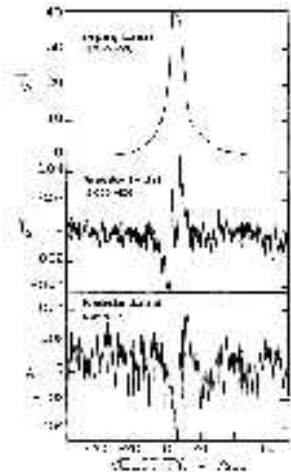
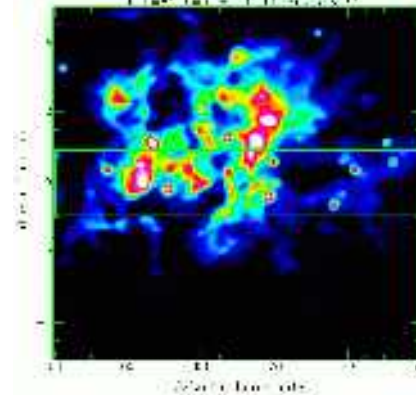
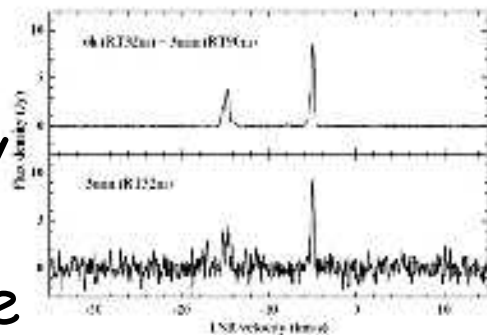
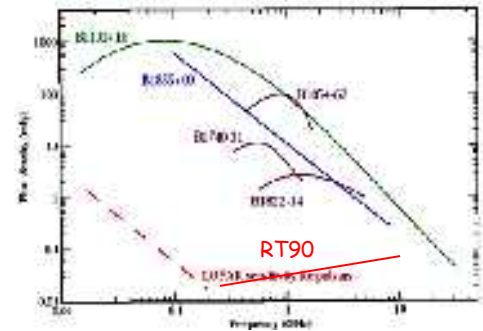
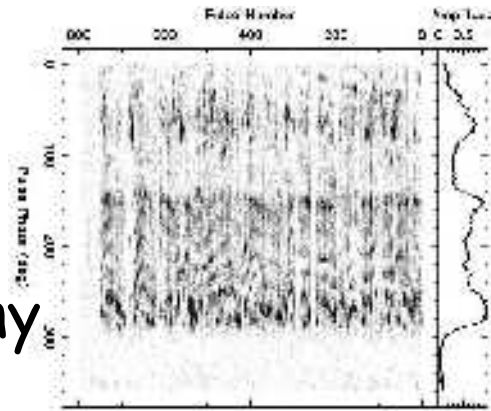
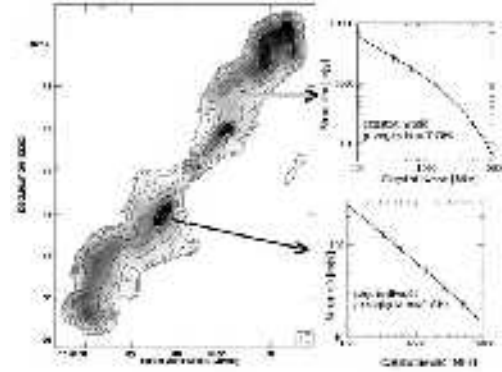
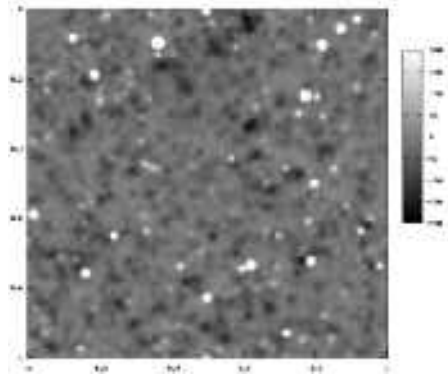
Transienty

Aktywne gwiazdy

Molekuły

Pola magnetyczne

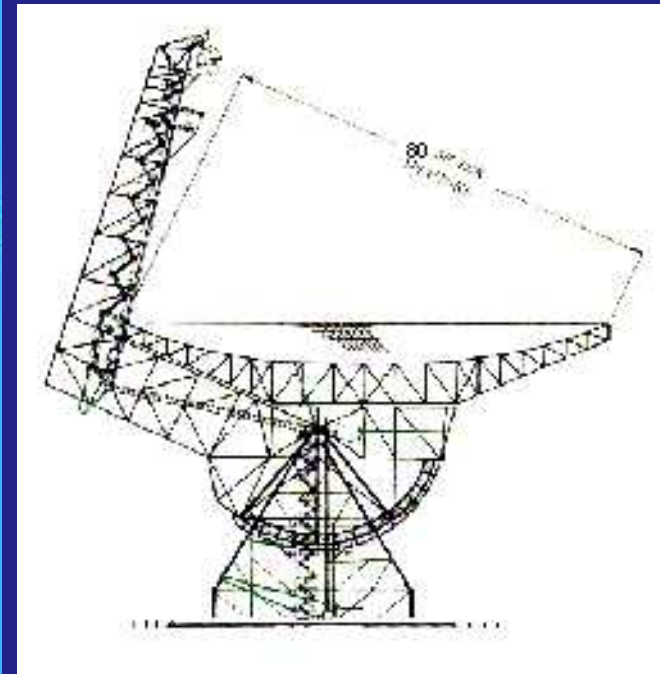
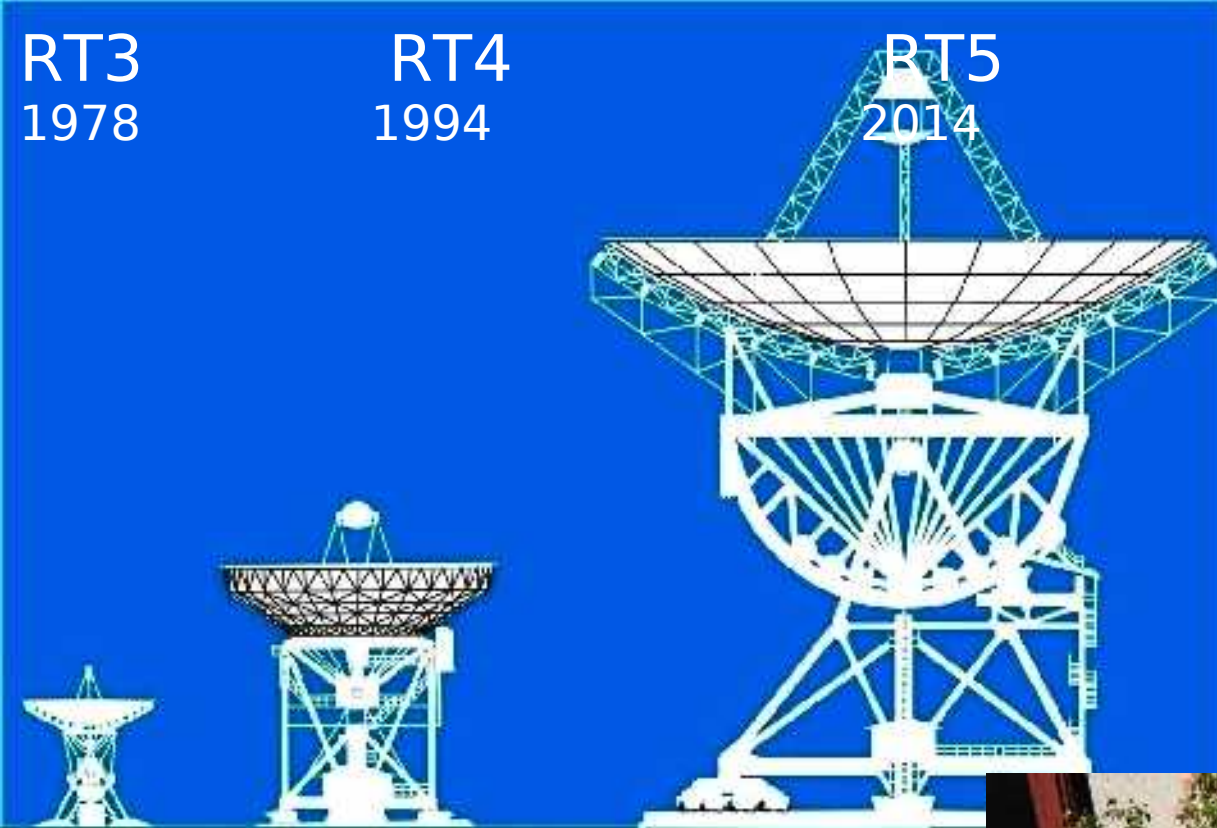
Ośrodek międzygwiazdowy



RT3  
1978

RT4  
1994

RT5  
2014



Ofsetowa czy symetryczna

**SYMETRYCZNA**





# Wielkie radioteleskopy koszt:



Koszt budowy jest proporcjonalny do:

$$D^{2.7} * f_g^{0.8}$$

D - średnica,  $f_g$  - górna granica częstotliwości pracy

Zasadnicze oszczędności mogą być dokonane przez wprowadzenie ograniczenia w ruchu azymutalnym

Instrument trazytowy może zaoszczędzić 2/3 kosztów

# Nowy duży radioteleskop - parametry

1. Średnica ~90 m (symetryczna paraboloida)
2. System Cassegrain'a ( $f/D$  i  $D/d$  jak dla RT4)
3. Zakres ruchu: Wysokość < 25-90>; Az. < +/-180>
4. Zakres częstotliwości 0.1 -22 GHz
5. Pasma 16 GHz (w ~4-8 podpasmach)
6. Wielowiązkowy system <50 -100 beams> (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
11. Całkowity koszt inwestycji ~ 25 MEuro ( ~ 100 M zł.)
12. Nauka => instrument do przeglądów nieba („Radio OGLE“)
13. Niski poziom RFI, strefa ciszy radiowej i strefa ochronna
14. Proponowana lokalizacja -Bory Tucholskie



# Własności anteny

D <80-120m>

$d = D/10$

powierzchnia 0.5 mm RMS

Montaż :

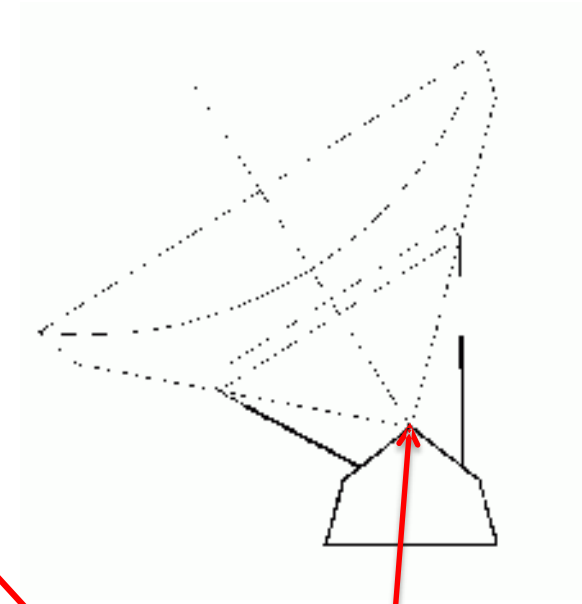
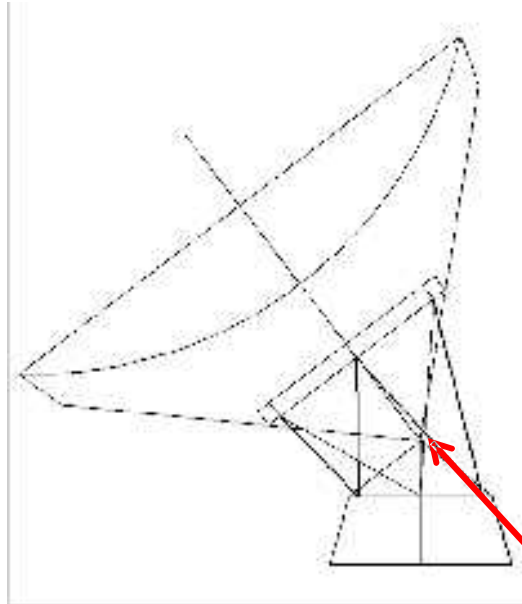
a) w ukł. horyzontalnym  
wg. inż. Z.Bujakowskiego  
waga 6 tys. ton

b) uproszczony -pochylanie,  
napędy hydrauliczne  
waga 1,2 tys. ton.

Pozycjonowanie 5 arcsec

Śledzenie 2 arcsec

Ruch szybki 30 deg/min



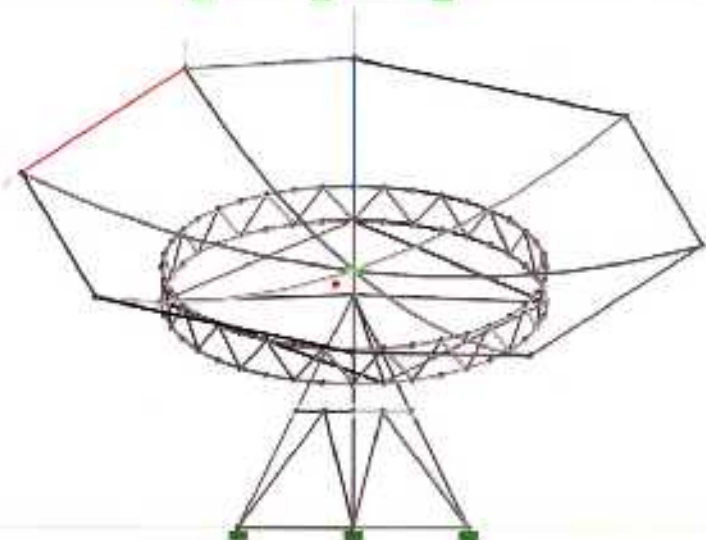
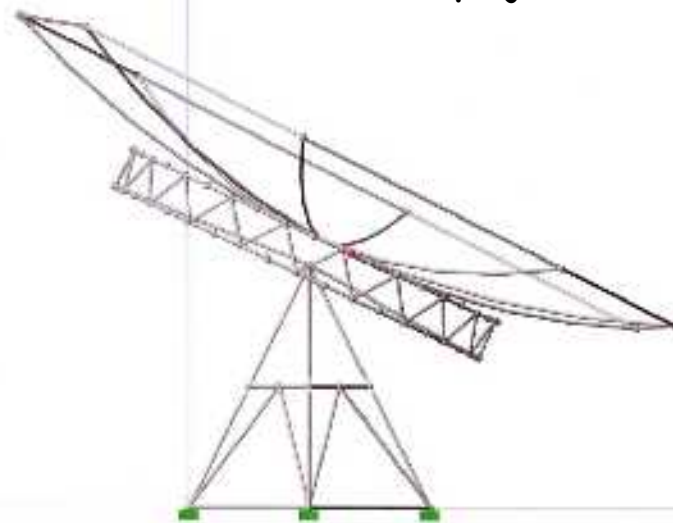
Stewart platform



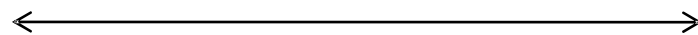
Czasz i obiekt: Dwiecznik 100m i teleskop RT90. Wykonanie projektu: 2011. Rok: 2011. Status: Projekt. Właściciel: PPA. Licencja: PPA. Wykonawca: PPA. Adres: ul. ...

Lp.	Zmiany			Data	Przebieg								
	Opis	Wykonawca	Wzrost										
1	...	...	...	...	...								
2	...	...	...	...	...								
3	...	...	...	...	...								
<table border="1"> <tr> <th>Imię i nazwisko</th> <th>Stan</th> <th>Adres</th> <th>Telefon</th> </tr> <tr> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> <td>...</td> </tr> </table>					Imię i nazwisko	Stan	Adres	Telefon	...	...	...	...	3005-099 Konceptcja projektu Radioteleskopu w Toruniu
Imię i nazwisko	Stan	Adres	Telefon										
...	...	...	...										
Przebieg	...	...	21.11.2011										
Opis	...	...	01.11.2011										

# Koncepcja RT90



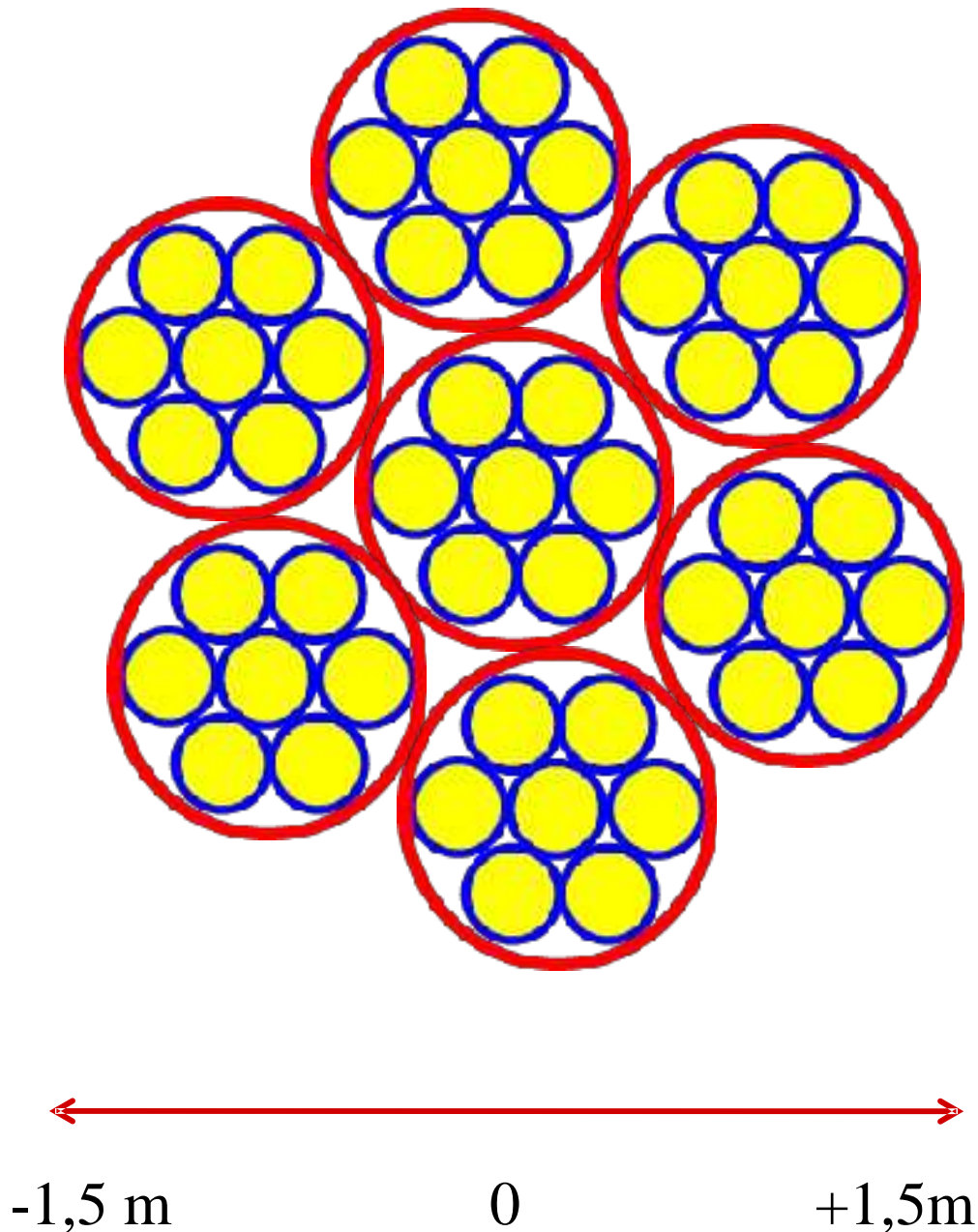
100m







Matryca odbiorcza OCRA  
RT4, na pasmo 30 GHz



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

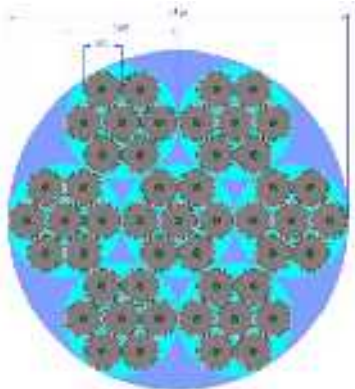
Digital Back-ends

Radiometry  
Polarimetry  
Spectroscopy  
PSRs  
Transients

41 outputs x 2 pol x  
16 sub-bands = 1312  
out channels each  
with ~1 kHz resolution

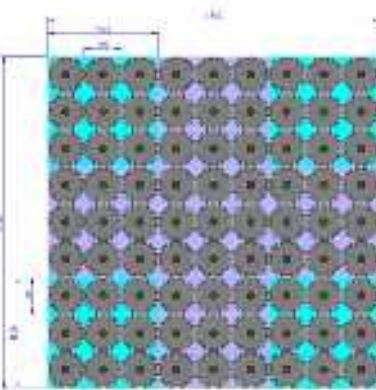
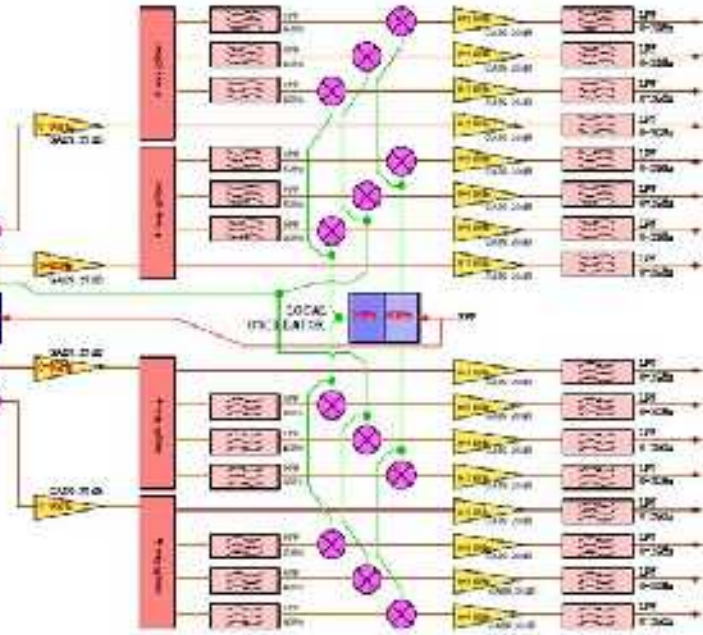
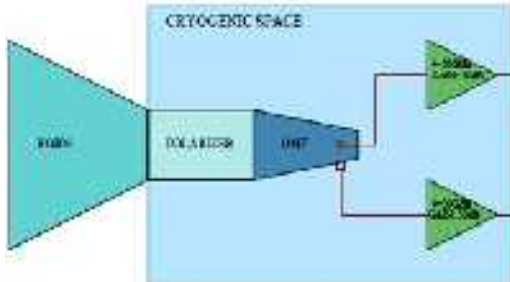


# Projekty systemów odbiorczych i cyfrowych back-end'ów FPGA



DT-2 single fired cross-section  
ZXR0002

LPV - Low Pen. Filter  
HPV - High Pen. Filter  
DVF - Dual View Filter  
FDTF - Fine-Mesh Tracker



tstar.en.alibaba.com



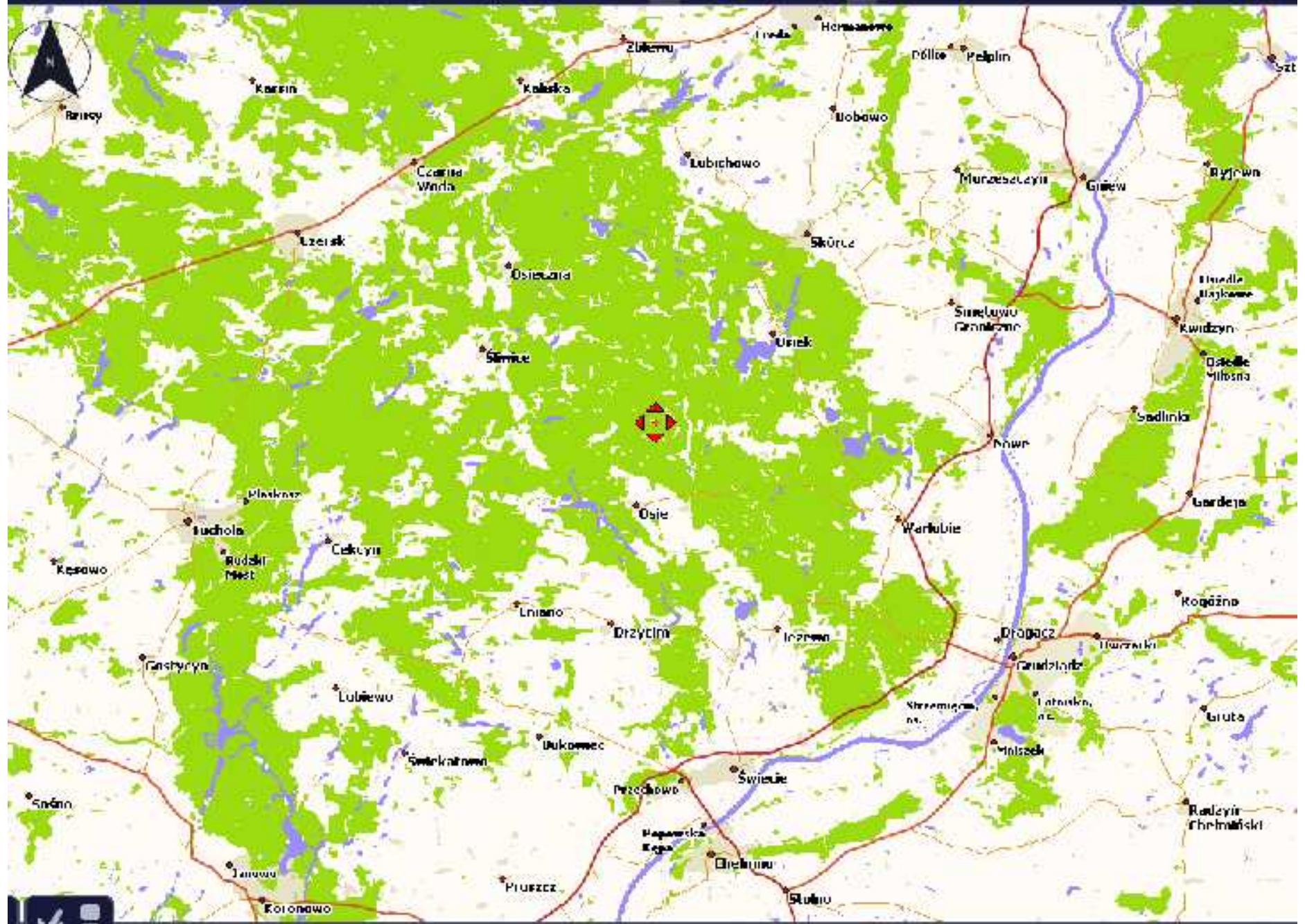


# Rozwijamy specjalistyczne oprogramowanie

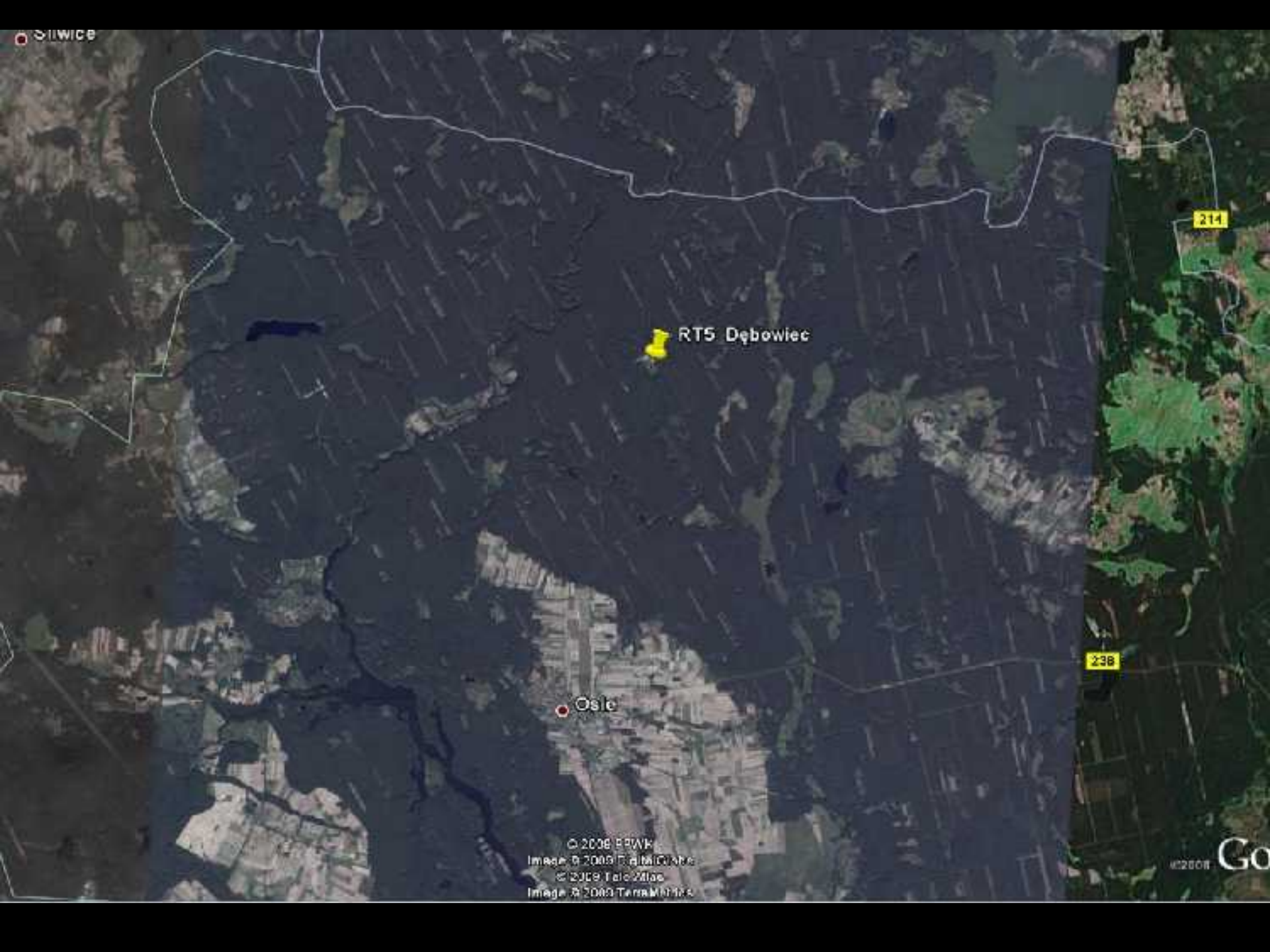
## Using AIPS++ Viewer in livedata

- DisplayData class for presentation of data from Parkes multibeam receiver
- Modifications of viewer and livedata components for using AIPS++ viewer in online mode









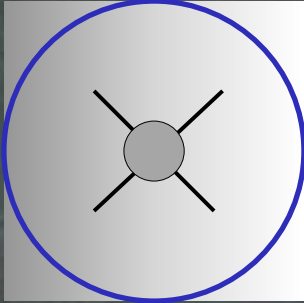
RT5 Dębowiec

Osie

214

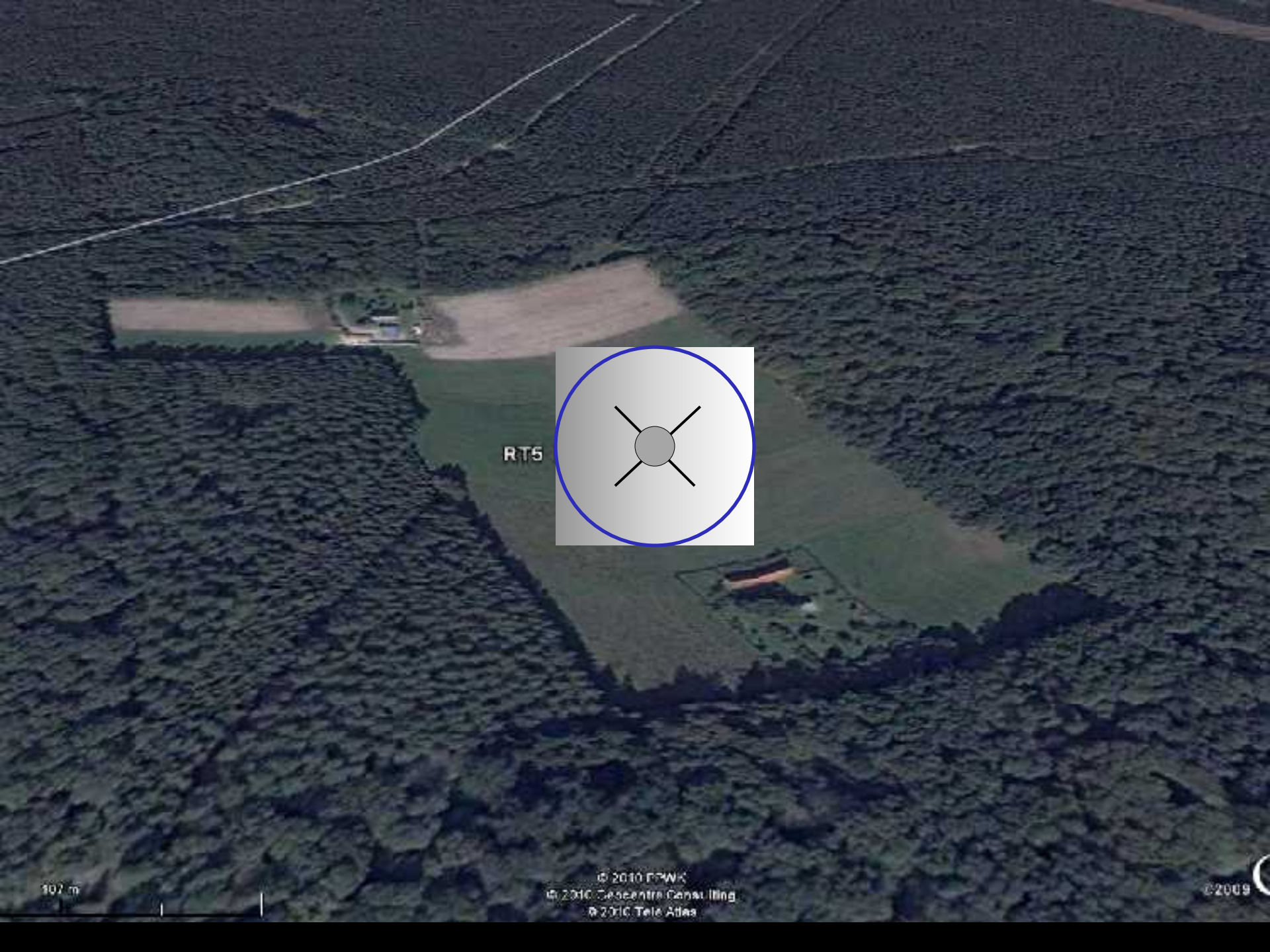
238



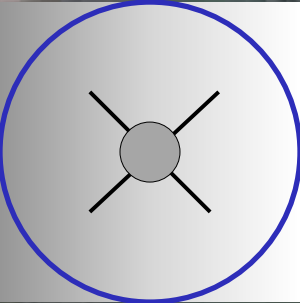


bowlec

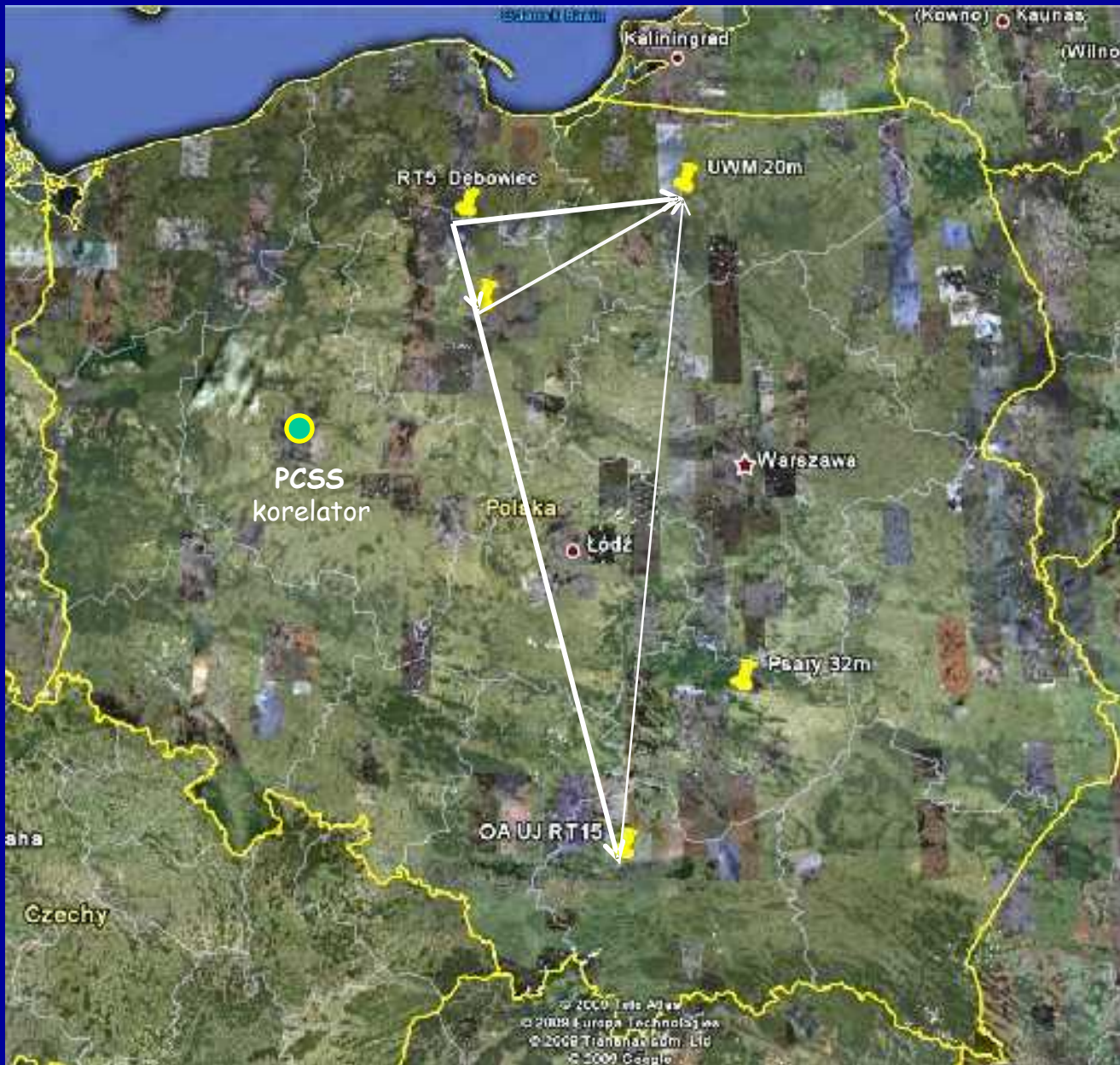




RT5







RTK 90m + D

$SQRT(90 \times D) = d$

D 2 x d

32m => 2 x 54m

20m => 2 x 42m

15m => 2 x 36m

10m => 2 x 30m

5m => 2 x 25m

**długość bazy**  
 max 430 km  
 min 70 km

RT90 + inne polskie anteny => PIAST - alternatywna droga do realizacji

# Organizacja

1. Radioteleskop 90m + 32m NCRA (przy UMK ???)
2. Planowanie i realizacja badań naukowych i prac rozwojowych - porozumienie konsorcyjne
3. Koordynatorem zadań inwestycyjnych - UMK (???)
4. Środki na funkcjonowanie zdobywane wspólnie
5. Rada Naukowa konsorcjum i jej rola

## Partnerzy (pozyskani negocjacje/propozycje)

EVN JBCA.uk JIVE.nl MPIFR.d HU.se

1. CA UMK

2. OA UJ

3. IA UZG

4. CAMK PAN

5. CBK PAN

6. Poznańskie Centrum Superkomputerowo-Sieciowe

7. PG



# Kto wspiera inicjatywę budowy RT90 ?



1. Politycy regionu
2. Urząd Marszałkowski (bez wkładu finansowego)
3. Regionalna Dyrekcja Lasów Państwowych
4. Wójt Gminy Osie
5. Wojewódzki Urząd Ochrony Środowiska
  
6. Władze Rektorskie UMK
7. Władze Administracyjne UMK
  
8. Mostostal
9. Biuro Projektowe Mostostalu  
SEPARATOR -Roberts& SchafferSp.zo.o.
  
10. Współpracownicy z ośrodków zagranicznych
  
11. MNiSW-wstępne przyzwolenie (Mapa Drogowa)

warunkowane

**POPARCIEM ŚRODOWISKA NAUKOWEGO**

## Uchwała Rady WFAiIS10.03.2010

Rada Wydziału FAiISpopiera uchwałę Rady Centrum Astronomii podjętą 3.03.2010, dotyczącą inicjatywy utworzenia Narodowego Centrum Radioastronomii i budowy nowoczesnego, dużego radioteleskopu.

Rada CA popiera inicjatywę utworzenia konsorcjum pn. „Narodowe Centrum Radioastronomii” (NCRA) złożonego z polskich instytucji naukowych i przemysłowych.

Celem powołania NCRA jest budowa nowoczesnego radioteleskopu o dużej aperturze oraz prowadzenie badań radioastronomicznych przy użyciu krajowej infrastruktury badawczej, a także dbanie o rozwój jej zaplecza naukowo-technicznego.

Utworzenie oraz utrzymanie NCRA ma być finansowane ze środków pozyskanych przez konsorcjum.



# Wyzwania współczesnej nauki (nie tylko astronomii)

Kosmologia jak powstał „NASZ Wszechświat”

Chemiczna ewolucja materii (molekuły w ISM)

Życie biologiczne – cechą tej materii ?

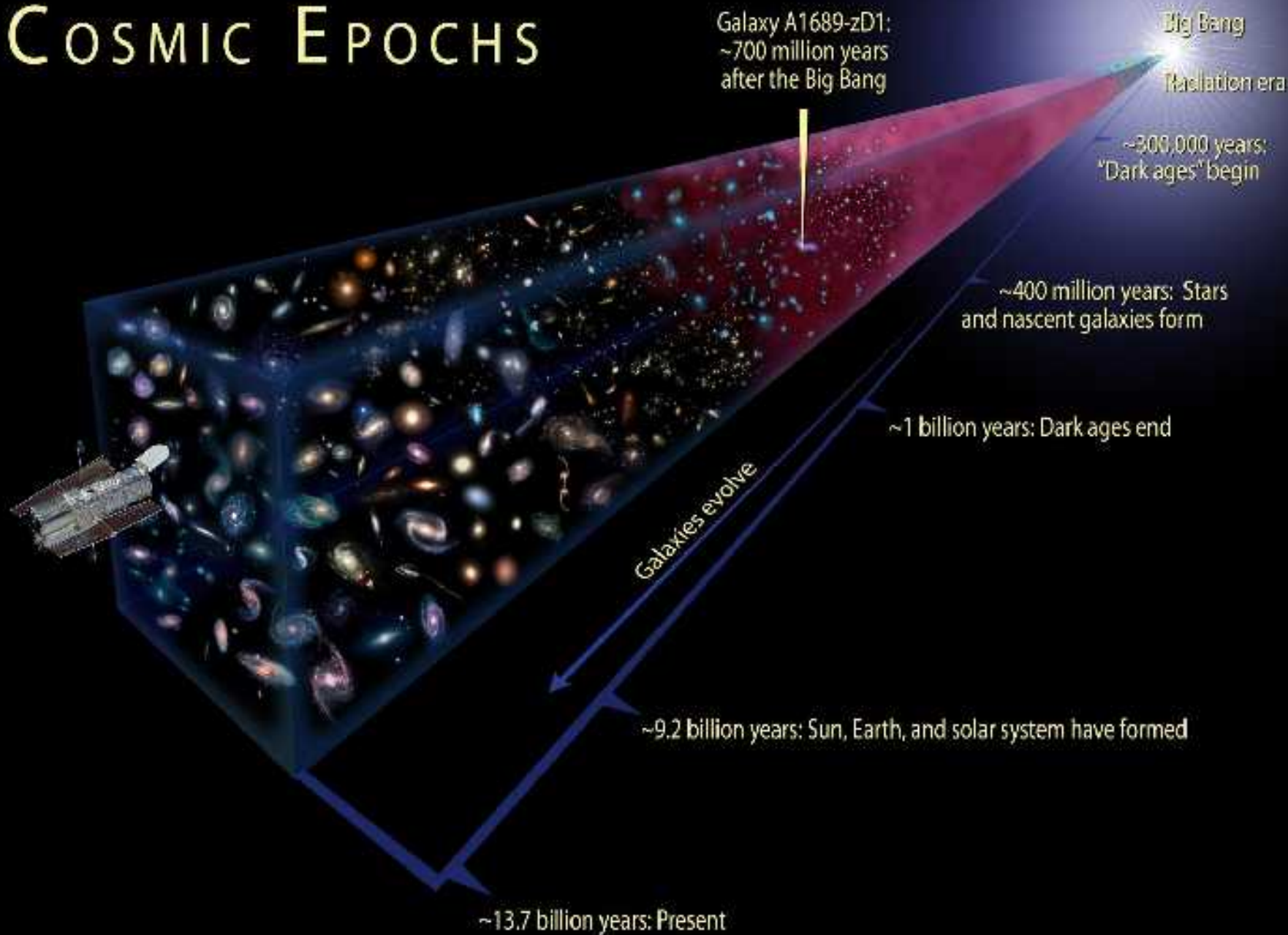
Istoty inteligentne (zasada antropii)

Poszukiwanie planet typu „ziemskiego”

Teorie unifikacji (wszystkiego)

Rozwój technologii (czułość, rozdzielczość, precyzja ....)

# COSMIC EPOCHS







U r b i et o r b i







