

Historia badań radioastronomicznych w UMK

Katedra Radioastronomii, Centrum Astronomii UMK /
Instytut Astronomii



Prof. dr hab. Andrzej J. Kus

Toruń, 19 września, 2024.

Początki UMK i Obserwatorium

15 VII 1945 przyjazd astronomów USB do Torunia w grupie 200 osób pracowników naukowych, administracji i pracowników technicznych.

24 VII 1945 powstaje UMK w Toruniu (uchwała rządowa) WH, WM-P, WSzP

Utworzenie Obserwatorium Astronomicznego UMK 1945

dwie Katedry: Astronomii (WD) i Astrofizyki (WI)

4 XII 1945 pierwszy wykład z astronomii (WI)

Czerwiec 1947 dociera do Piwnic astrograf Draper'a
pierwsze zdjęcia nieba wykonano nim 24 VII 1949

1950 pierwszy absolwent astronomii na UMK

Utworzenie Instytutu Astronomii 1952

Nowy budynek Obserwatorium 1954

Uruchomienie TSC 60/90 1962



1968



Prof. Dr Władysław Dziewulski
astronom

Rektor Uniwersytetu Stefana Batorego w Wilnie
w latach 1936-1939

**(USB - to był drugi najstarszy polski uniwersytet)
1578/79**

Obserwatorium Astronomiczne, utworzenie 1753

Jeden z założycieli
Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu
Prorektor ds. organizacji UMK

Kierownik Obserwatorium Astronomicznego UMK
1945-1952

**Powstanie UMK na fundamentach USB stworzyło ogromną szansą rozwojową dla
miasta Torunia i dla całego regionu Pomorza**



Siedzą od lewej: Henryk Szarski, Antoni Basiński, Jan Rzewuski, Władysław Gorczyński, Józef Mikulski, Ernest Pischinger, Witold Zacharewicz, Maria Kołaczowska, Wanda Zabłocka, Jan Zabłocki, Wilhelmina Iwanowska, Władysław Dziwulski, Edward Passendorfer, Roman Kongiel, Jerzy Rayski, Aleksander Jabłoński, Jan Pruffer, Rajmund Galon, Jan Walas, Alina Ulińska, Stefan Kownas, Leon Jeśmanowicz, Stanisław Jaśkowski, Jan Wilczyński, Janina Hurynowicz

Ref.: J.Szudy, A.Bielski, „Aleksander Jabłoński”, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, 2010.

Początki radioastronomii w Toruniu (UMK)

Wykłady prof. W.Iwanowskiej, jej zainteresowanie radioastronomią, seminarium, organizacja zespołu d.s. budowy radioteleskopu słonecznego (**1956**)

Mgr **S.Gorgolewski** (fizyk), od 1957, doktorat 1960, hab. 1965,

Mgr Inż. **K.Grzesiak** (elektronik, fizyk) **do końca roku 1958**

Mgr **H.Iwaniszewski** (astronom) **do roku 1962, doktorat 1962**

Plus technicy: m.in. Kozierkiewicz, Kowalewski, Kalinowski, Markowski, ...

Cel naukowy: systematyczne monitorowanie radiowej aktywności Słońca.

Włączenie Torunia do aktywności naukowej Międzynarodowego Roku Geofizycznego
1957/1958.

Związki ze zjawiskami zachodzącymi w magnetosferze ziemskiej – pogoda kosmiczna

Rozpoczęcie budowy RT-1, wyzwania / trudności i problemy (1956-1959), RT-1b

Kontakty z Politechniką Warszawską i PIT prof. J.Groszkowski i prof. S.Ryżko.

Konsultacje dot. technik antenowych oraz budowy i strojenia anten i odbiorników radiowych

Do zespołu dołączają:

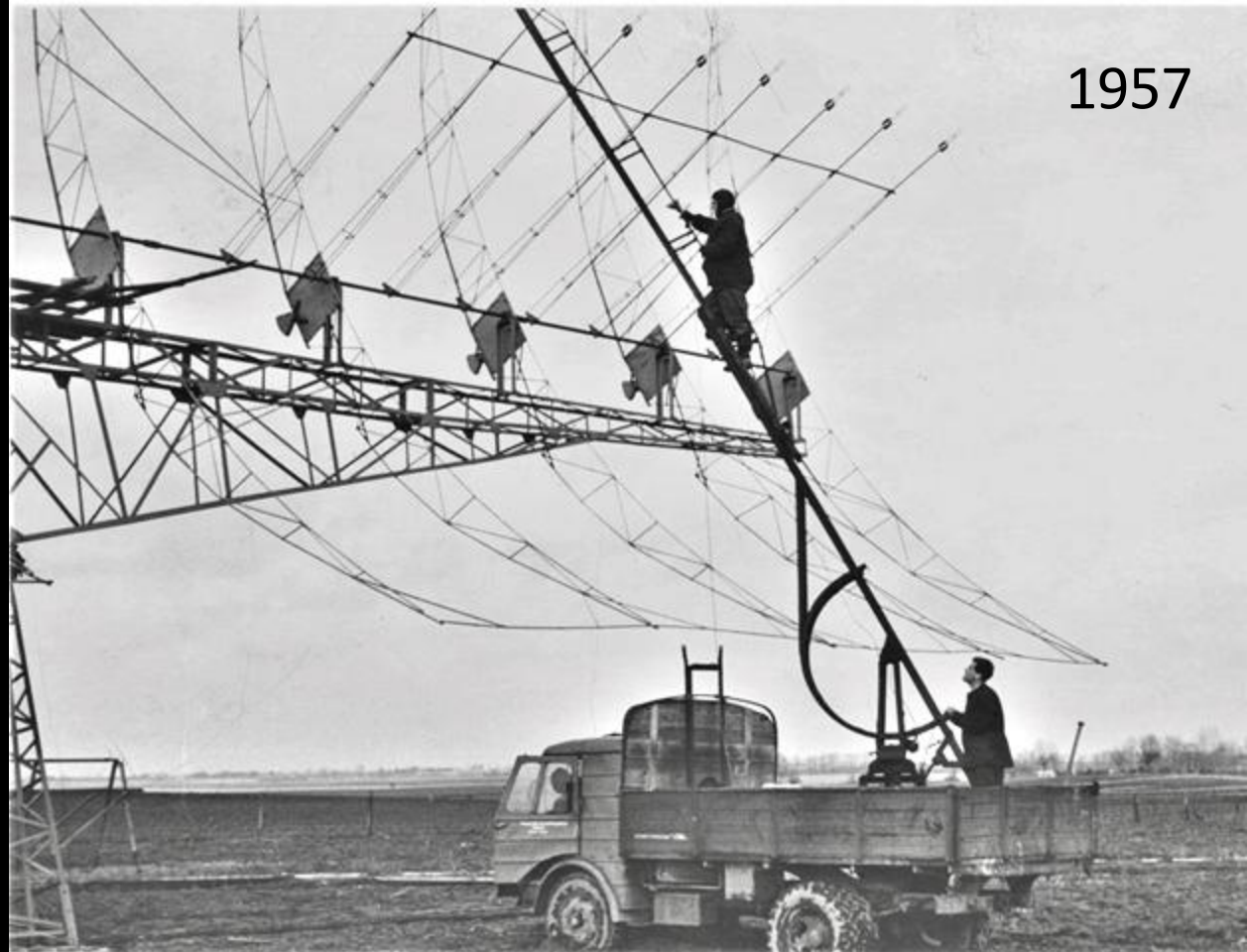
Zygmunt Turło, student fizyki od 1958, mgr 1959, doktorat 1965, zatrudniony w I PA PAN

Mgr Jan Hanasz, od roku 1959, doktorat 1963, zatrudniony w I PA PAN

Mgr Bernard Krygier od 1965, doktorat 1973

1965 – rozprawa doktorska
mgr Zygmunta Turły
INTERFEROMETRYCZNE BADAŃIA RADIOWYCH
CENTRÓW AKTYWNOŚCI SŁOŃCA

1957



Budowa RT-1 1956 -1958

Projekt i nadzór wykonawczy:

Mgr inż. Kazimierz Grzesiak

Mgr Henryk Iwaniszewski

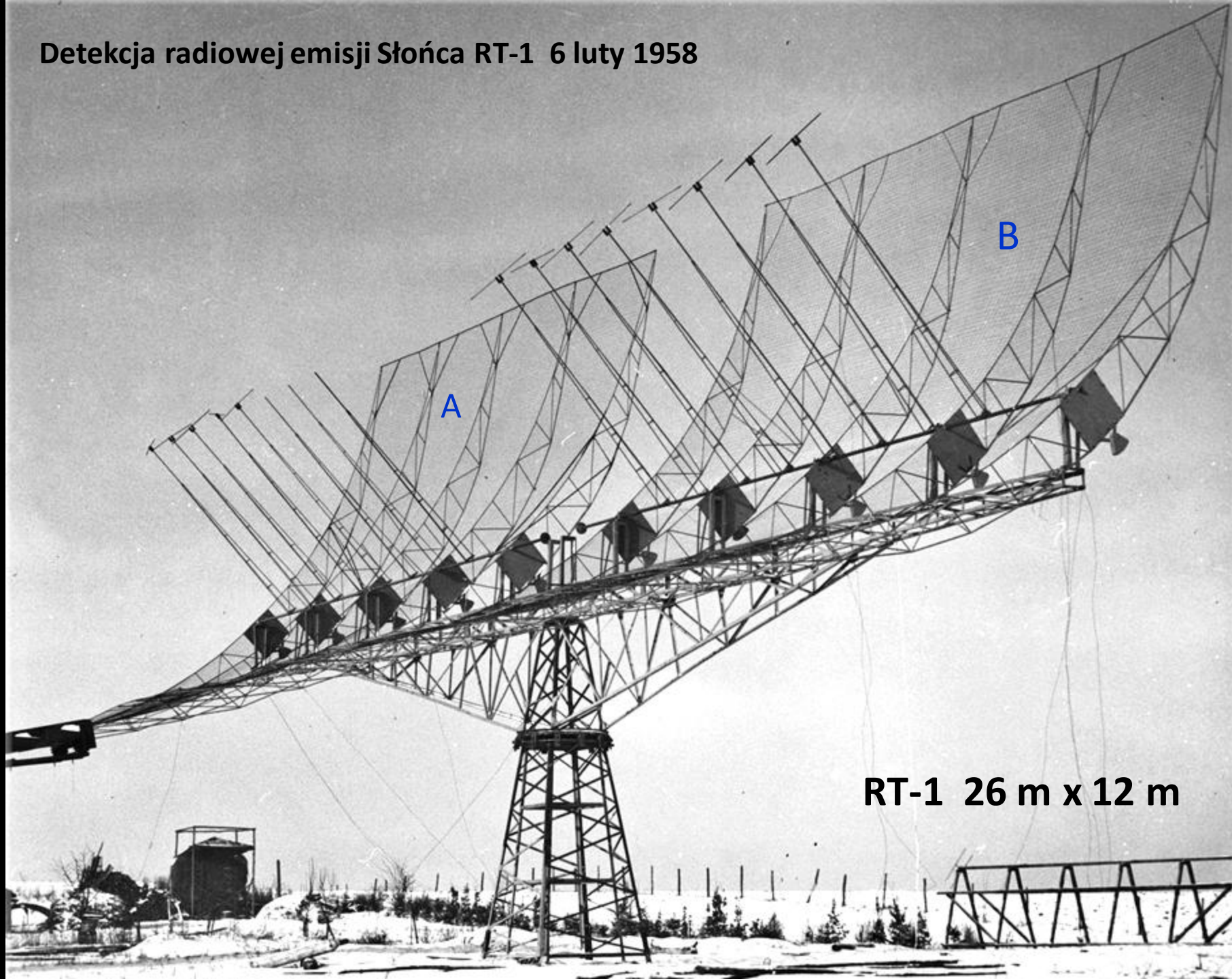
Mgr S.Gorgolewski od 1957 r.

Wykonano w : Zakładzie Fizyki, warsztatach OA,

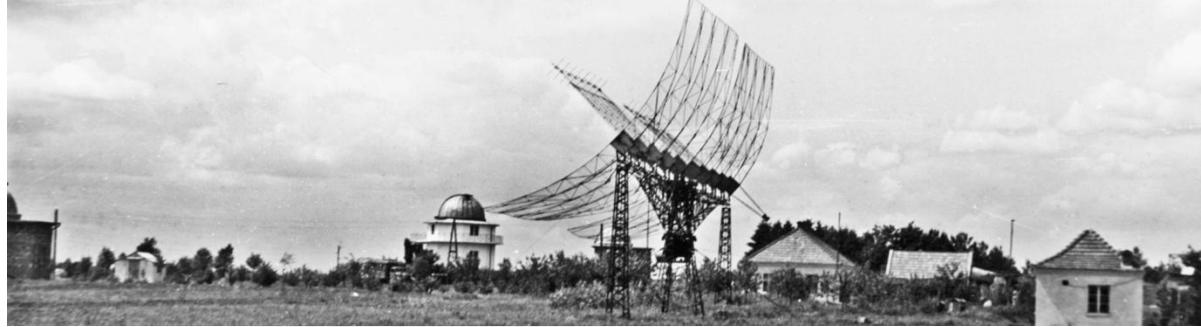
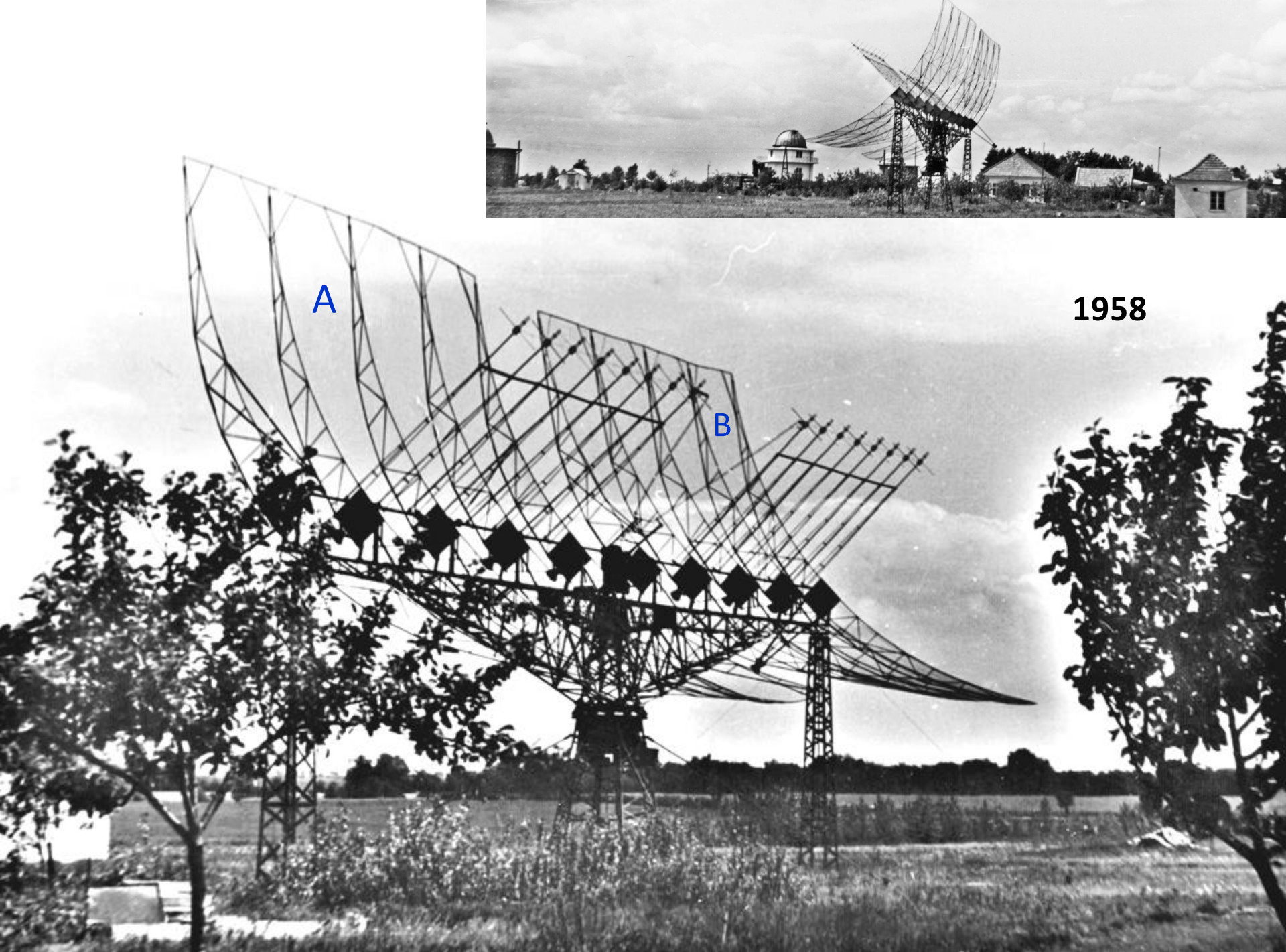


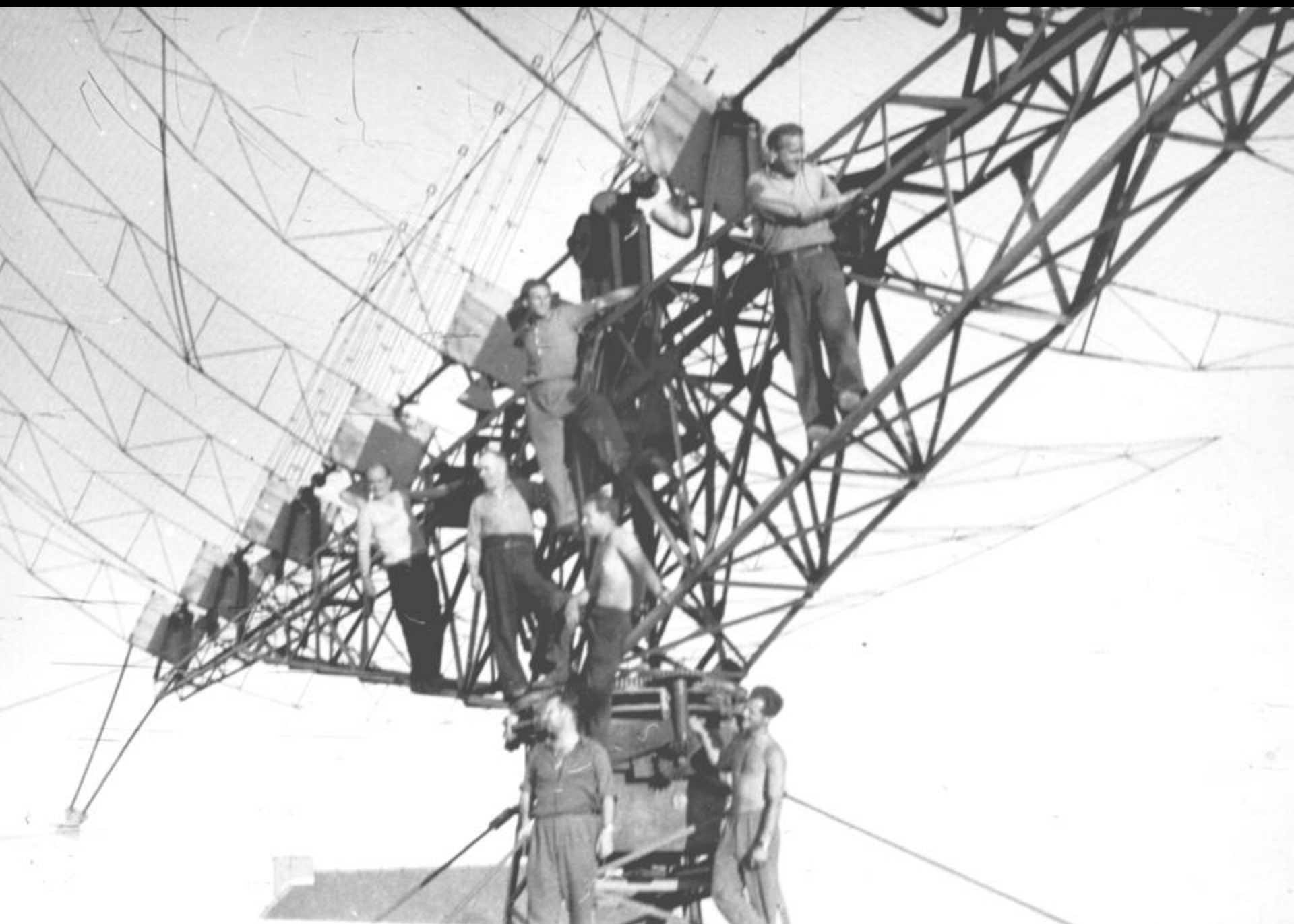
konstrukcję metalową w ZNSM Toruń

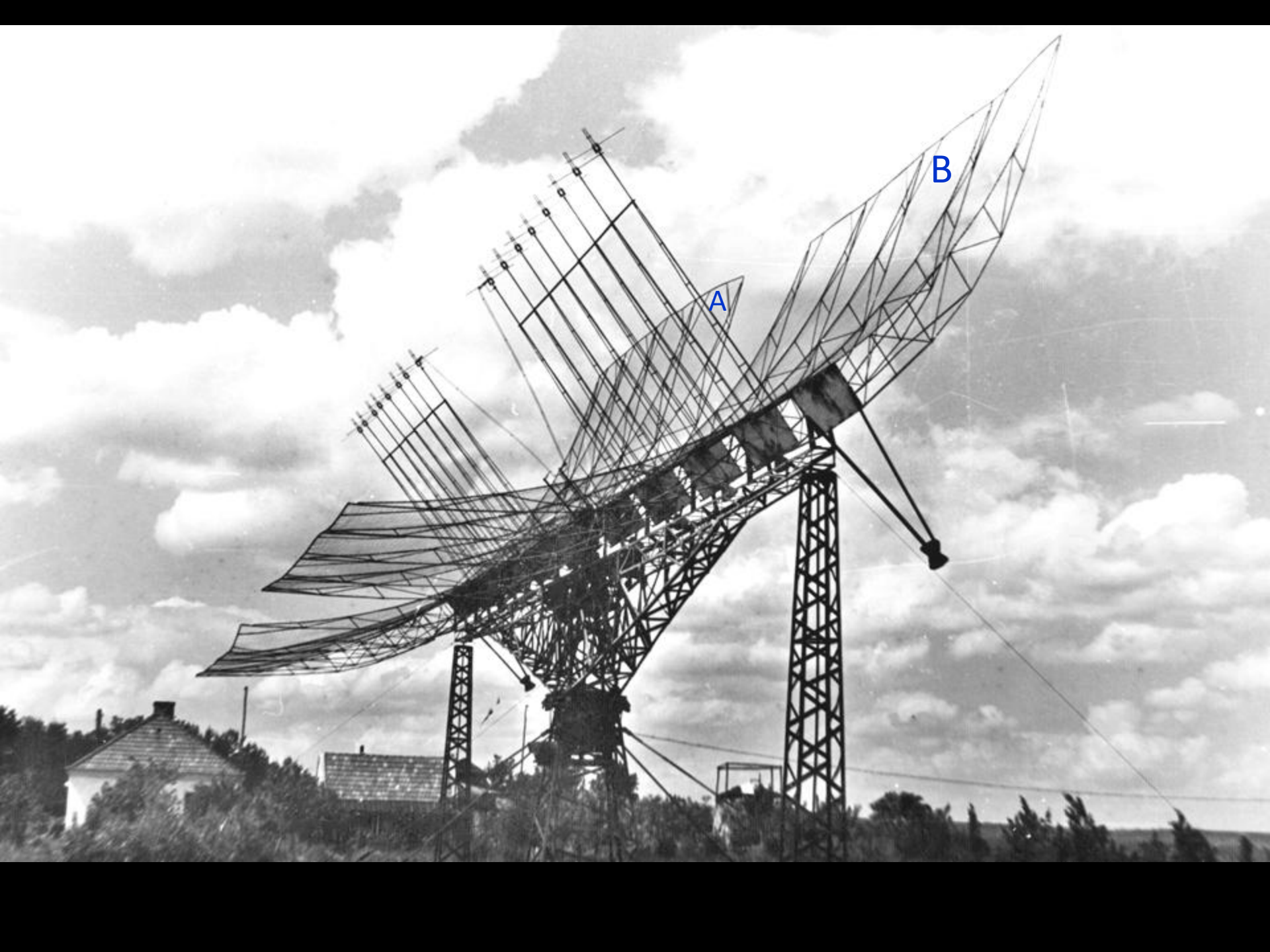
Detekcja radiowej emisji Słońca RT-1 6 luty 1958



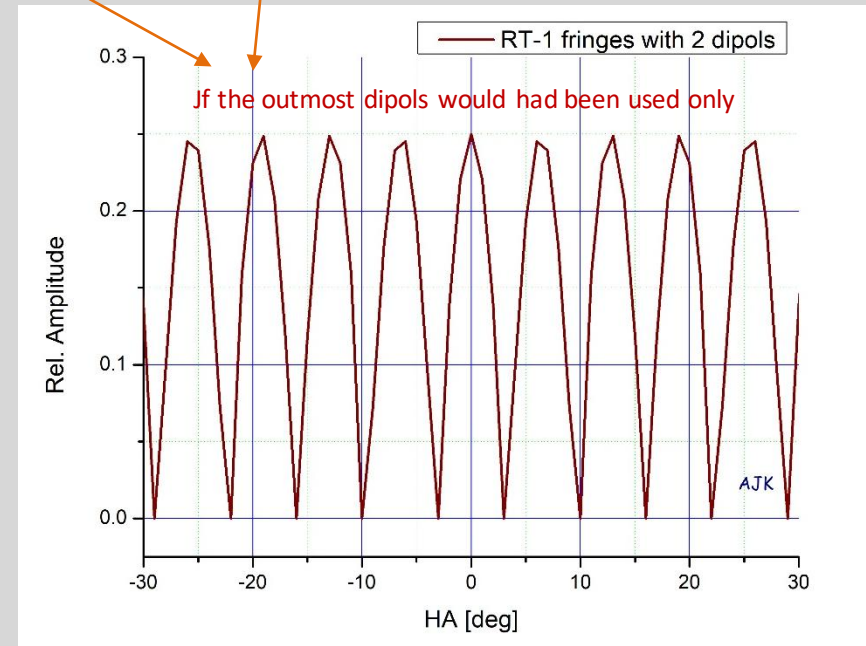
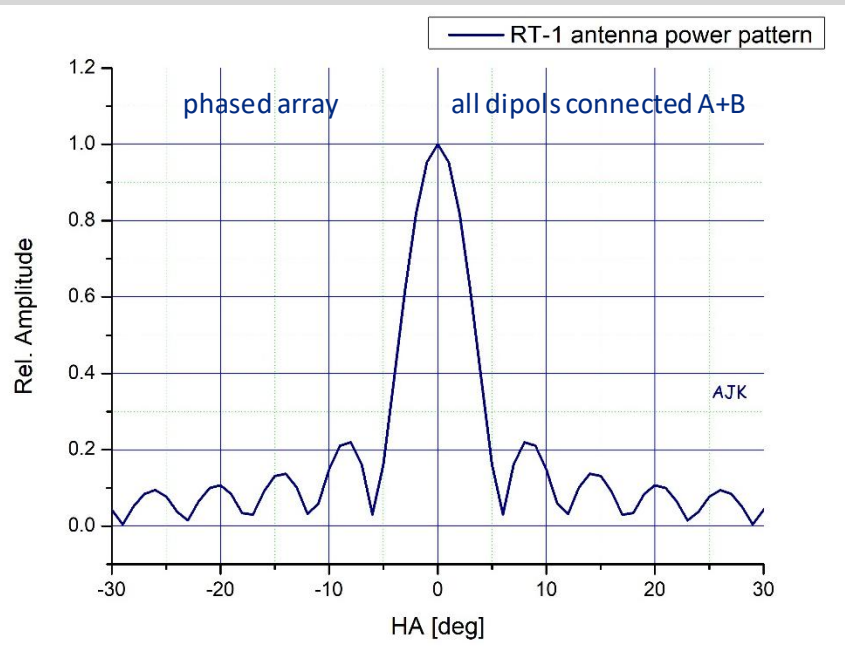
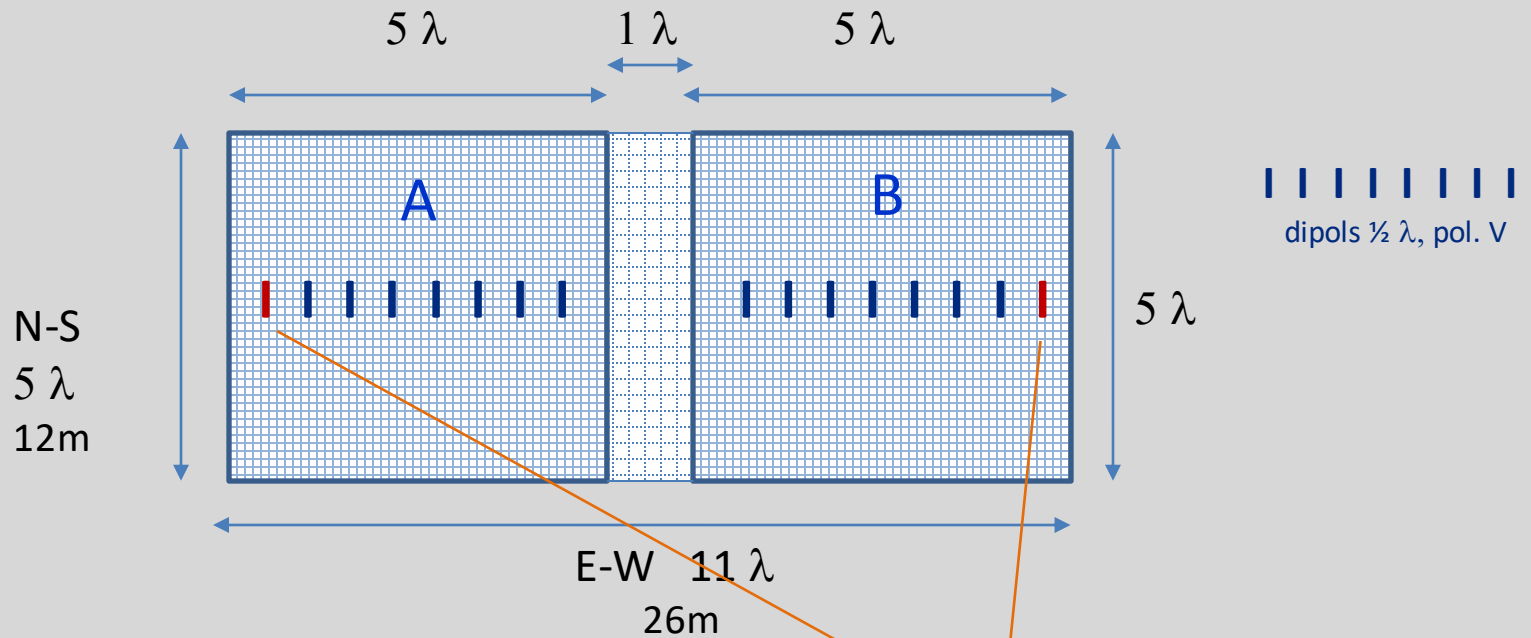
RT-1 26 m x 12 m







RT-1 26m x 12m 127 MHz $\lambda=2.36\text{m}$



3D Power Pattern of RT-1 antenna

charakterystyka kierunkowa mocy

RT-1 configured as

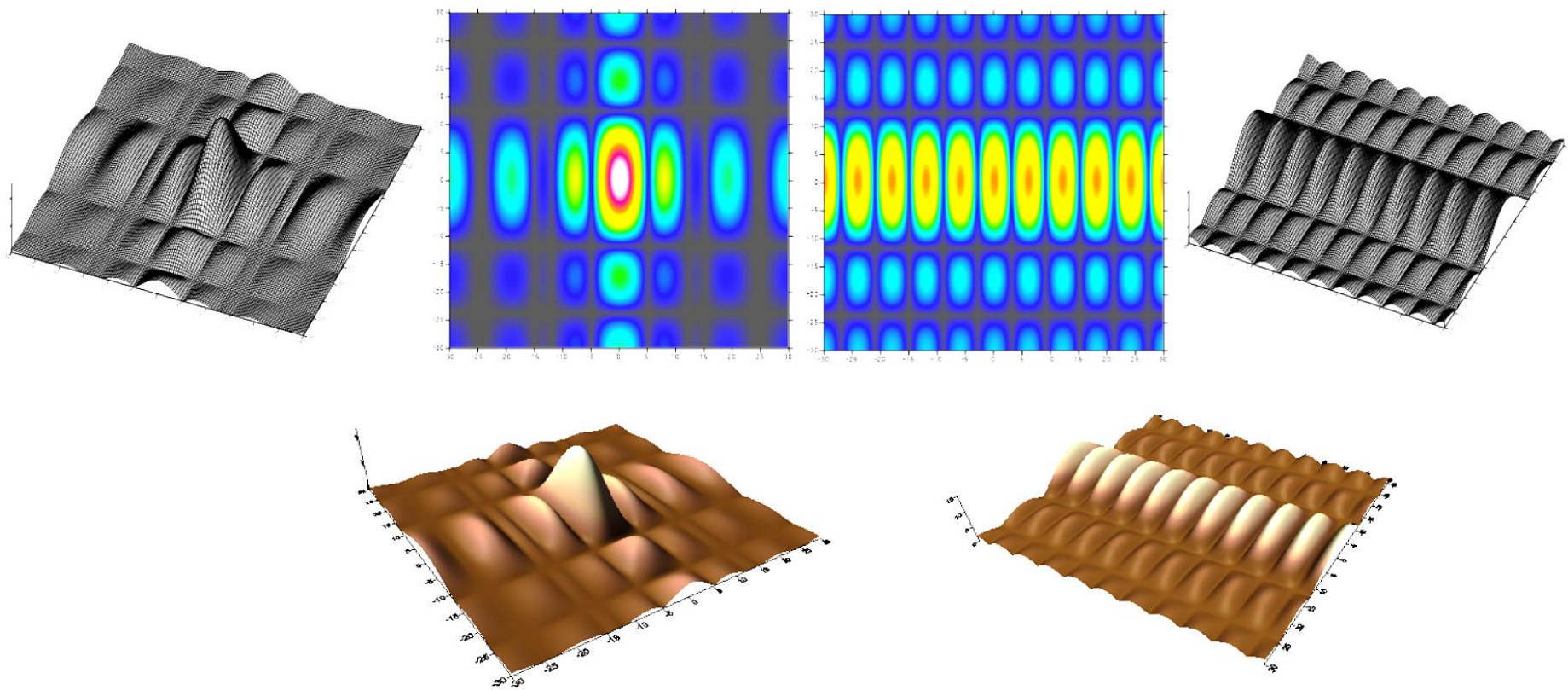
phased array

A+B

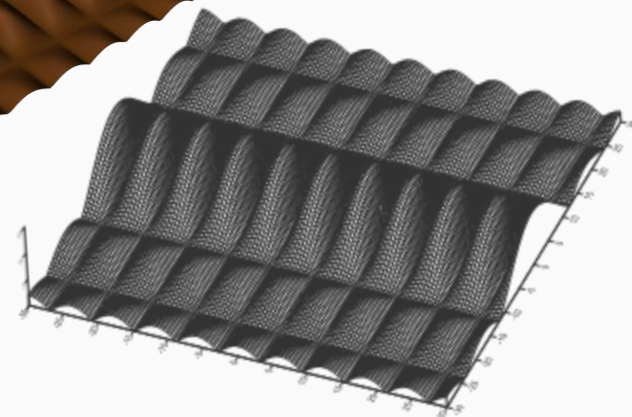
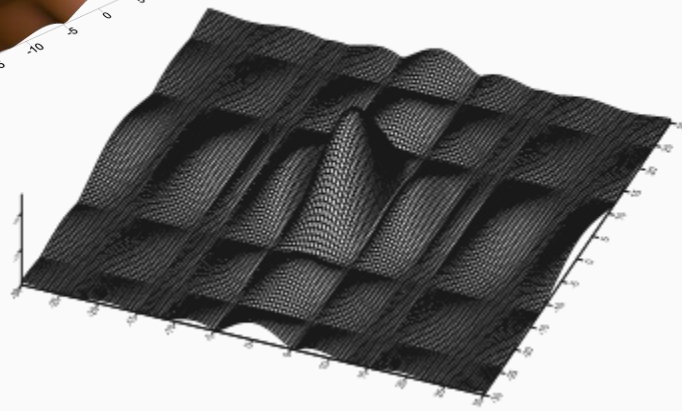
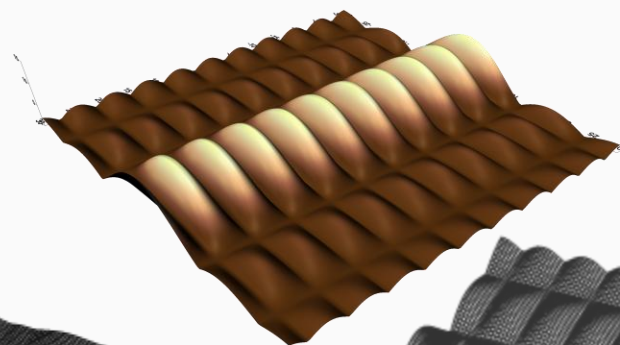
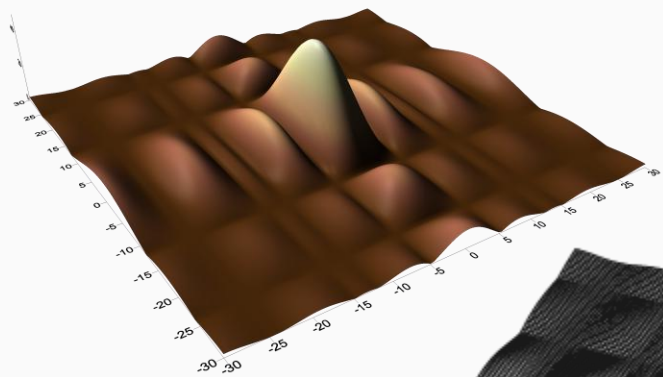
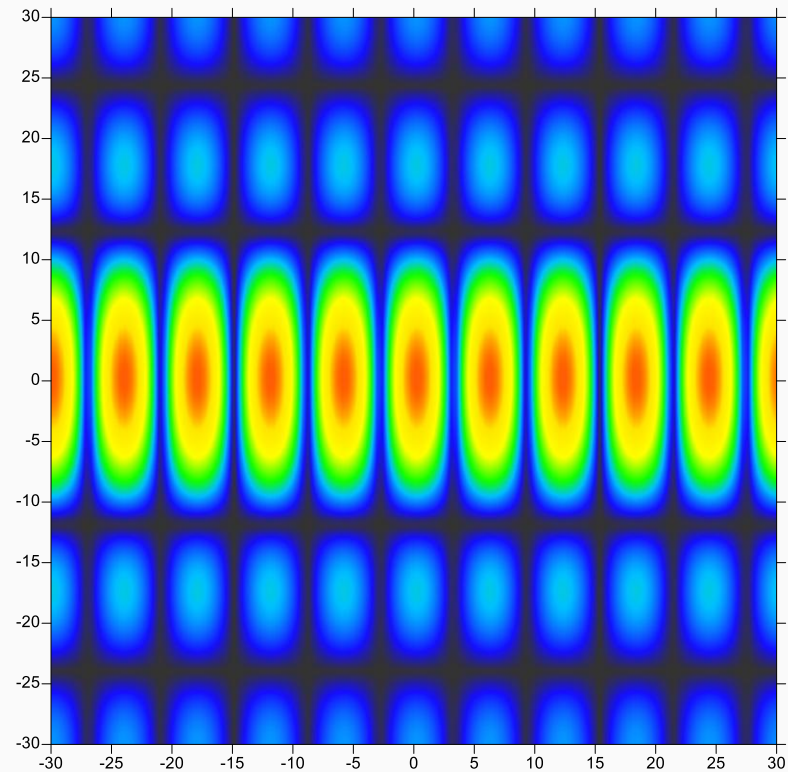
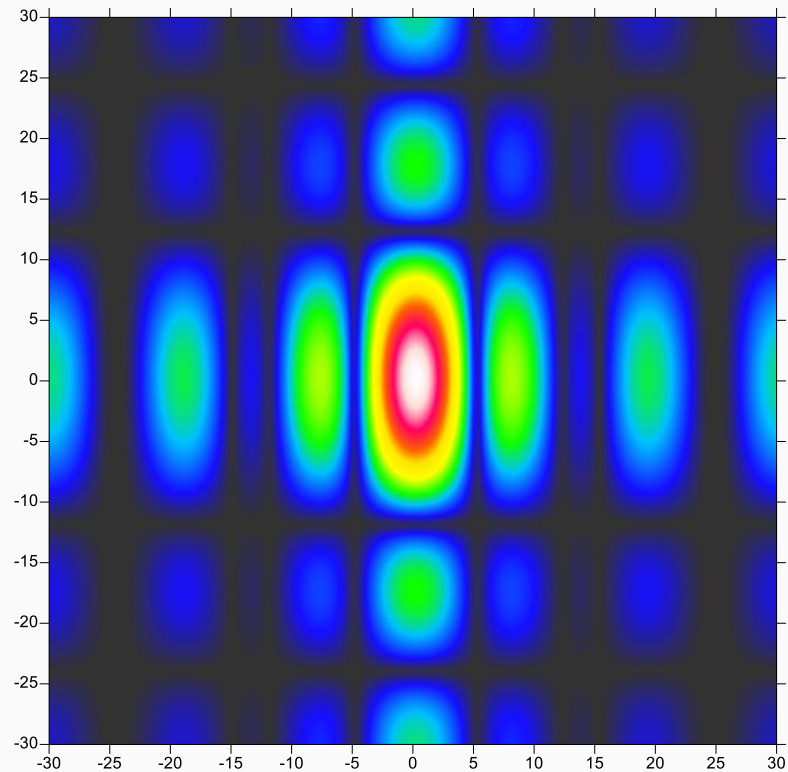
and

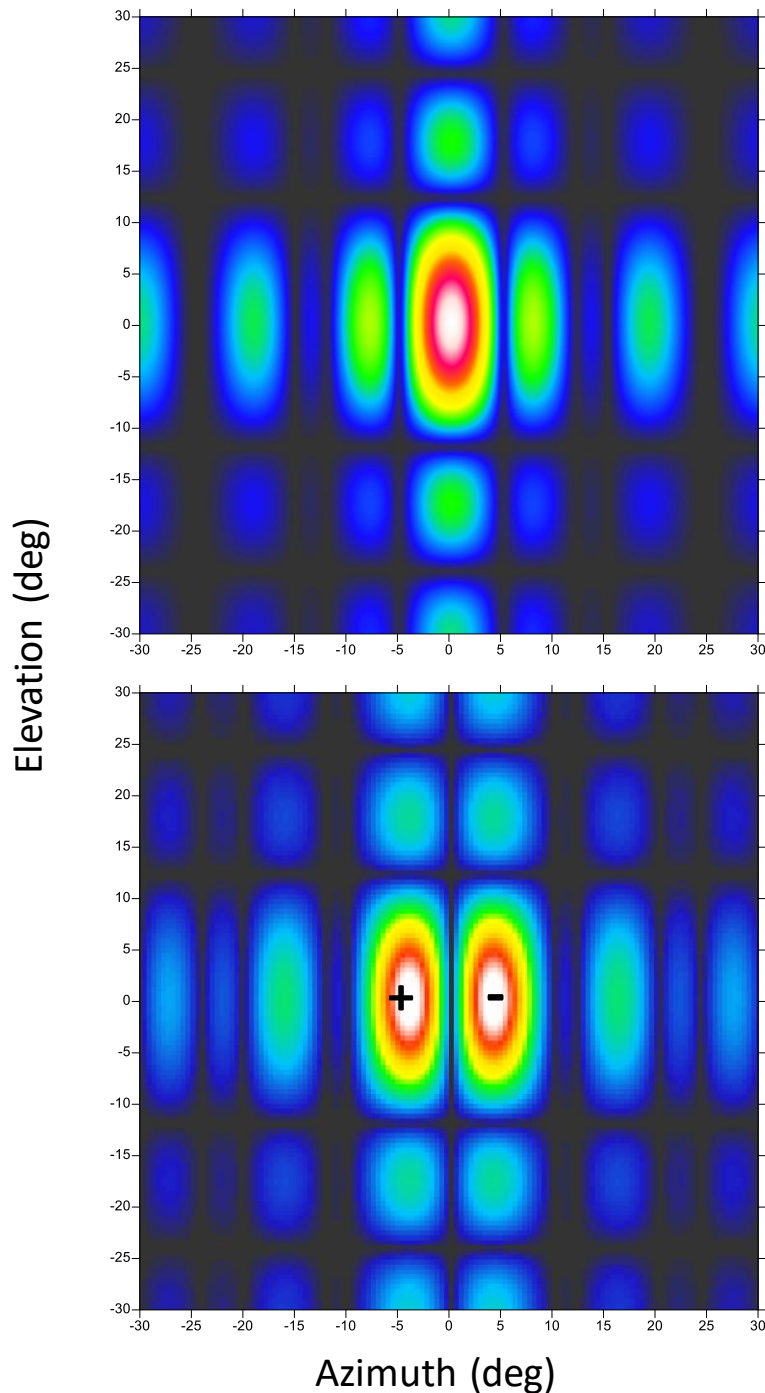
simplest interferometer

two outmost dipoles

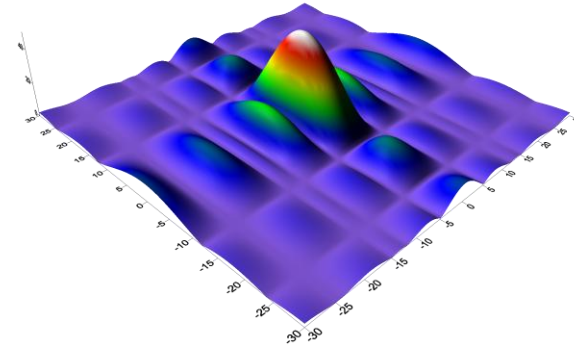


Computed by AJK, January 2026

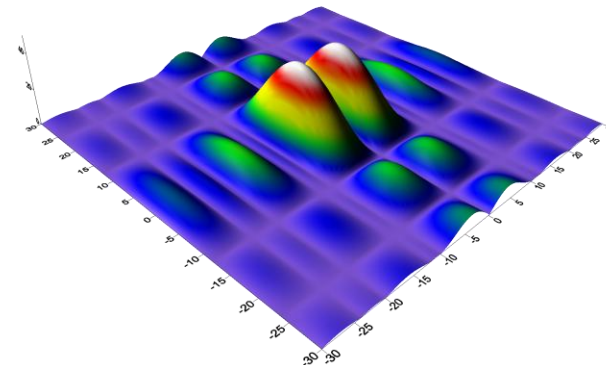




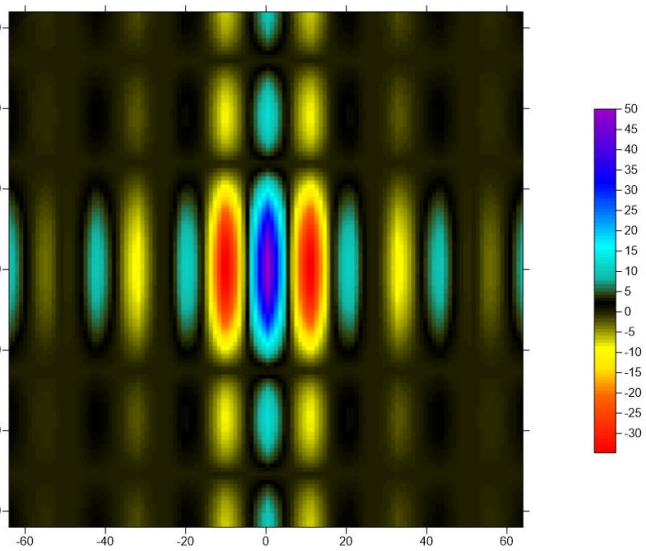
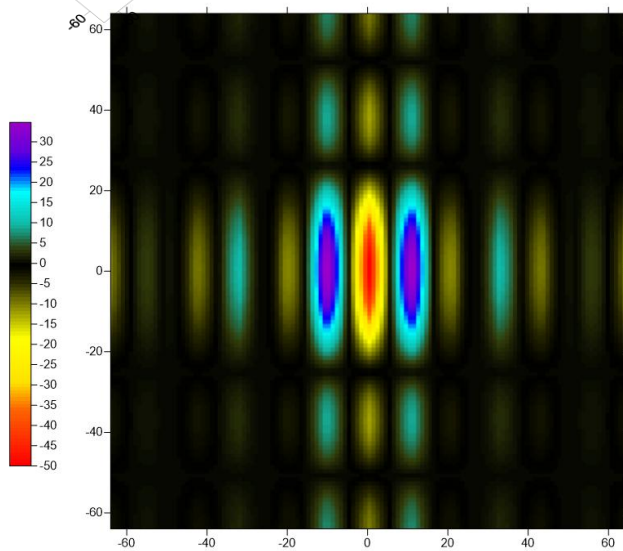
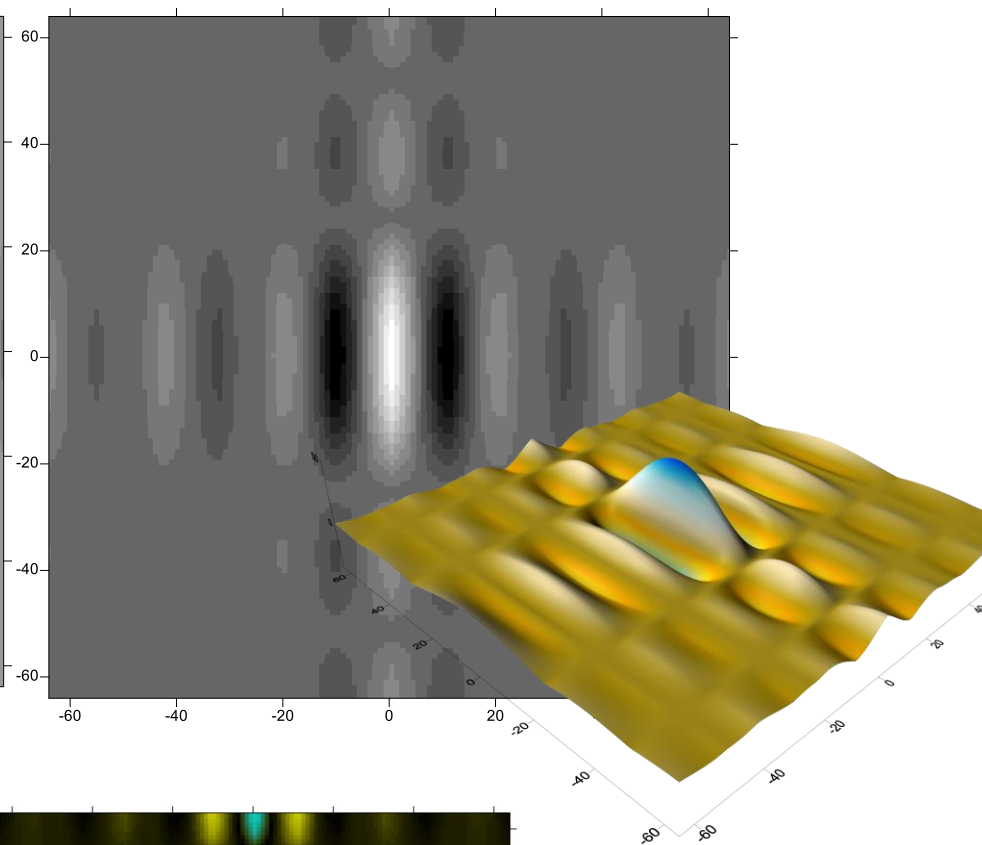
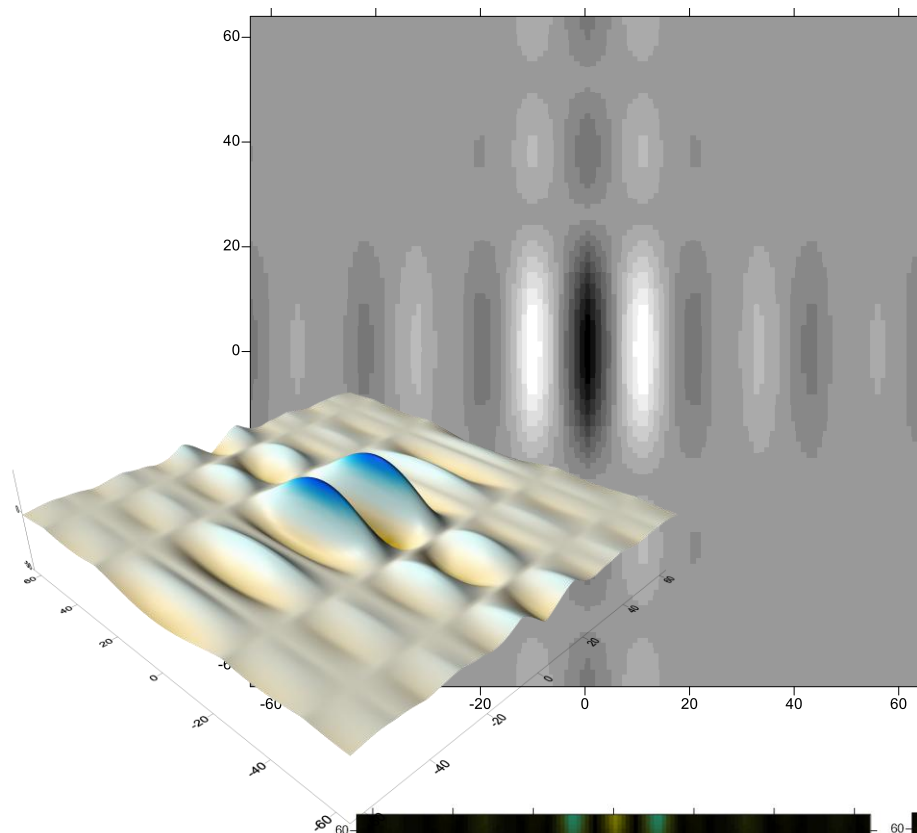
Phased array **A** plus **B**



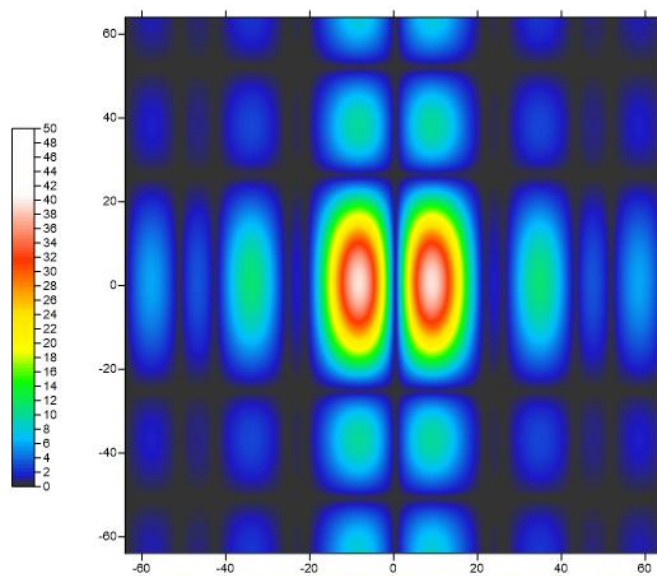
3D Radiation / receiving pattern power
Charakterystyka kierunkowa RT1



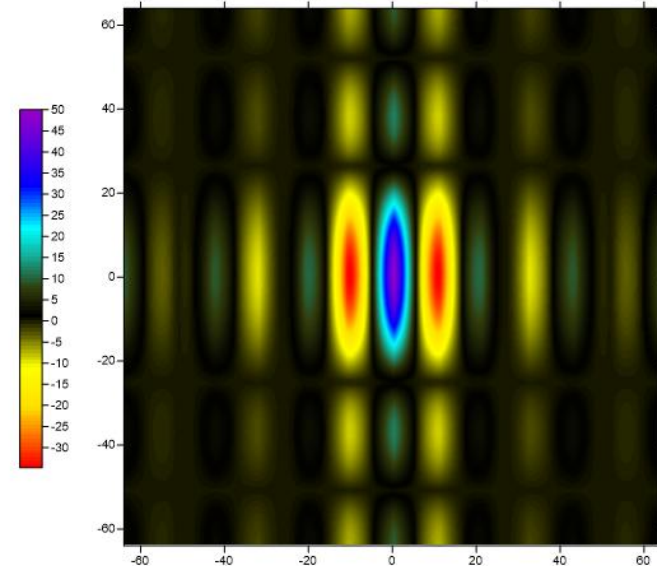
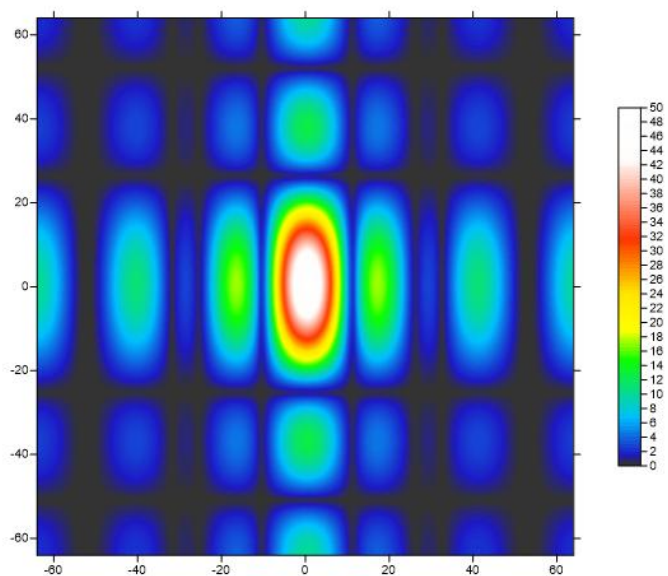
A minus **B** (**B** section off phase by 180 deg.)
Ryle $\lambda/2$ switch used here would alternate
power pattern – i.e. switch between
upper and lower diagrams



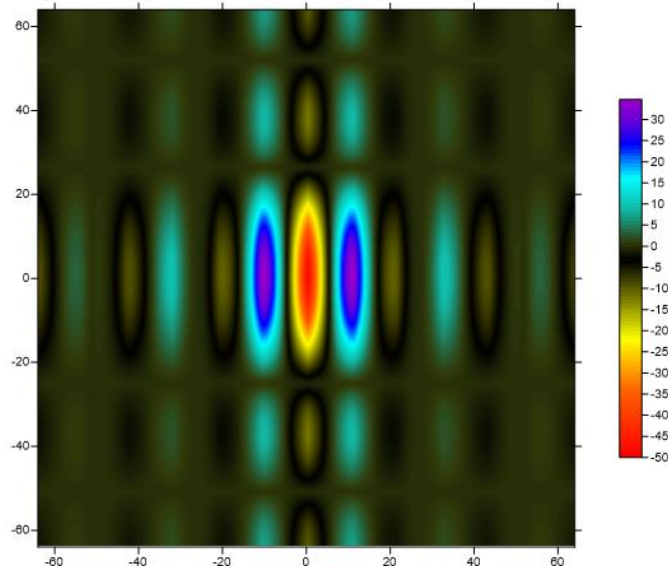
$A - B$



$A + B$



$(A - B) - (A + B)$



$(A + B) - (A - B)$

Początki radioastronomii w Toruniu (UMK) cd.

Detekcja radiowej emisji Słońca RT-1 6 luty 1958, awaria 2/3 marzec 1968

Budowa RT-2 12m paraboliczna antena, $f=127$ MHz, $\lambda=2.36$ m (1958).

Łatwość obsługi, większa odporność na warunki pogodowe

Wyjazd mgr S.Gorgolewskiego na stypendium British Council do Cambridge, 1958-59, 12 miesięcy.

Rozpoczęcie codziennych pomiarów poziomu emisji radiowej Słońca 1959 na RT-2.

Antenę przesuwano co godzinę, uzyskując dziennie od 7 do 9 przejść Słońca przez wiązkę instrumentu. Odbierano fale o częstotliwości 127 MHz. Kalibrację wykonywano obserwując radioźródła Cassiopea A i Cygnus A, których strumienie dość dobrze znano.

Zespół naukowców skupionych wokół RT-2 dołączył do międzynarodowego projektu badawczego nazwanego Międzynarodowym Rokiem Geofizycznym 1957/1958.

Kolejni członkowie zespołu dołączają dopiero ~10 lat później
1973 wyjazd A.Wolszczana do MPIfR Bonn, wyjazd A.Kusa do Cambridge,



RT-2 12m radioteleskop

budowa lato 1958

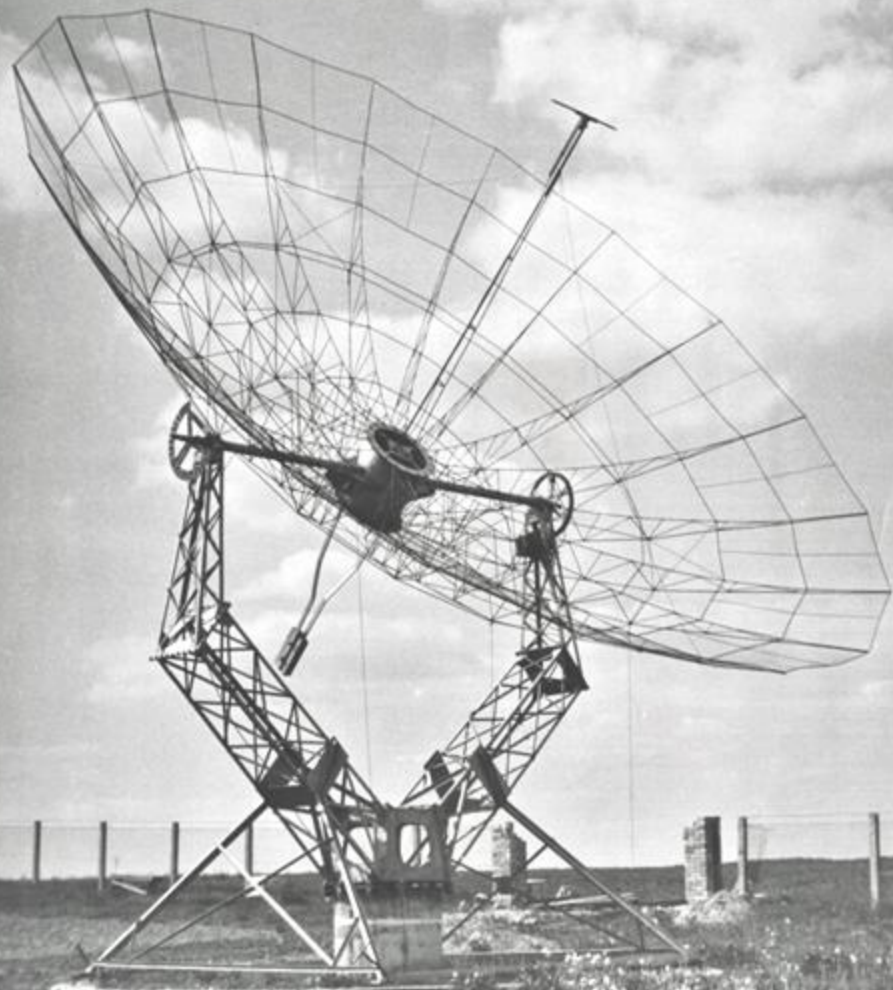
**Koncepcja, projekt i nadzór wykonawczy:
Mgr Henryk Iwaniszewski**

**Duże elementy konstrukcji stalowej wykonano
w Toruńskich Zakładach Naprawy Sprzętu Melioracyjnego**





RT-2 w "w polu za płotem" jesień 1958



RT-2 w Obserwatorium, +nowe ogrodzenie, 1969.

Napęd elektryczny w obydwu osiach uruchomiono we wrześniu 1960,
odczyt pozycji i zdalne sterowanie uruchomiono w roku 1961.

1960

RT-2

RT-1



• Monitorowanie aktywności słonecznej w latach 1958-60

• Zaćmienie Słońca 1961

OBSERWACJE RADIOWE SŁOŃCA NA CZĘSTOTLIWOŚCI 127 Mc/s W ROKU 1959

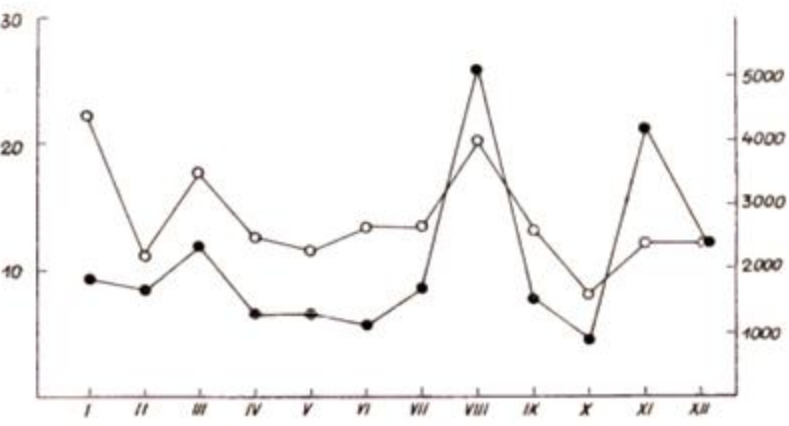
S. GORGOLEWSKI, J. HANASZ, H. IWANISZEWSKI, Z. TURŁO

Na Zjeździe Referatowym PTA w czerwcu 1959 roku donoszono, że w Obserwatorium Astronomicznym UMK w Toruniu prowadzi się obserwacje radiowe Słońca na częstotliwości 127 Mc/s. W roku 1959 urządzenie służące do radiowych obserwacji Słońca składało się z reflektora parabolicznego o średnicy 12 metrów oraz z nieprzelączanego odbiornika o poziomie szumowej 11 db z wstęgą 0,5 Mc/s. Wyniki obserwacji są publikowane w postaci tablic „Dziennych Danych” i „Zjawisk Niezwykłych” [1] i służą za podstawę do opracowań.

Dla badania związku między zjawiskami słonecznymi i geofizycznymi wzięto pod uwagę:

- 1) statystykę zjawisk niezwykłych radiowych i rozrysków chromosferycznych,
- 2) zależność promieniowania radiowego od powierzchni plam,
- 3) koincydencje pomiędzy burzami słonecznymi w pasmie metrowym a burzami geomagnetycznymi.

1. W ciągu całego roku zanotowano 212 zjawisk niezwykłych różnych typów na częstotliwości 127 Mc/s. Dla tych zjawisk poszukiwano odpowiedników na innych częstotliwościach a także wśród rozrysków chromosferycznych. Wybrano tylko te zjawiska, które wyprzedzały zjawiska na częstotliwości 127 Mc/s o 10 min a opóźniały się najwyżej o 3 min. Fakt takiego wyboru zjawisk na innych częstotliwościach oraz rozrysków chromosferycznych do statystyki tłumaczy się tym, że zjawiska na częstotliwości 127 Mc/s występują wysoko w koronie Słońca, natomiast wybrane do statystyki zjawiska na innych częstotliwościach oraz rozryski chromosferyczne występują bliżej fotosfery. Czas przelotu cząstek wywołujących promieniowanie radiowe na różnych częstotliwościach przez koronę słoneczną odpowiada w przybliżeniu wybranemu zapóźnieniu. W biu-



Rys. 1. Zmiany średniej miesięcznej powierzchni plam (kółka) i średniej miesięcznej promieniowania radiowego 127 Mc/s (kropki)

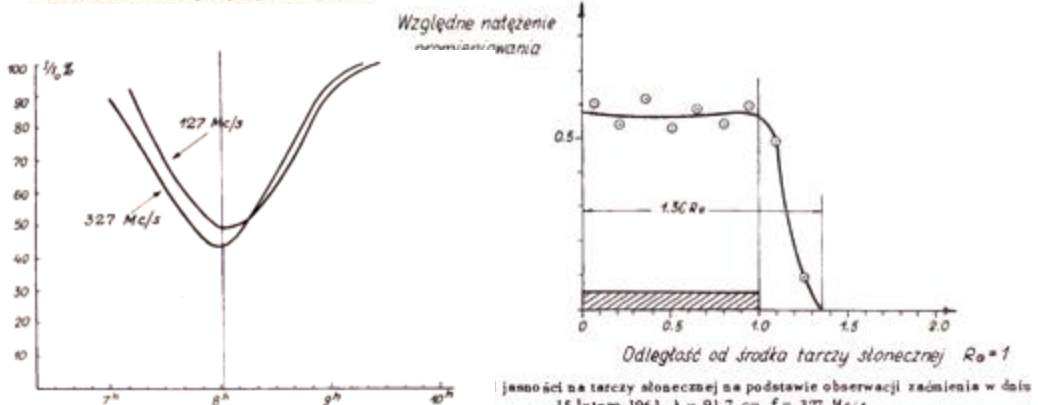
RADIOWE OBSERWACJE ZACIEMIENIA SŁOŃCA W DNIU 15 LUTEGO 1961 R. NA FALACH O DŁUGOŚCI 236 cm I 91,7 cm S. GORGOLEWSKI, J. HANASZ, H. IWANISZEWSKI, Z. TURŁO

W czasie zaćmienia Słońca w dniu 15 lutego 1961 roku dokonano pomiarów radiowego promieniowania Słońca, na falach o długości 236 cm i 91,7 cm. Do obserwacji została użyta 12-metrowa antena paraboliczna Obserwatorium Astronomicznego UMK w Piwnicach. W czasie trwania zaćmienia antena była prowadzona za Słońcem według przygotowanego uprzednio programu. Promieniowanie rejestrowano przy pomocy dwóch niezależnych odbiorników połączonych z dwoma niezależnymi systemami antenowymi znajdującymi się w ognisku parabolidu. Parametry zastosowanych odbiorników były następujące: $f_1 = 127,15 \text{ Mc/s}$, $\Delta f_1 = 50 \text{ kc/s}$, $T_1 = 800^\circ \text{K}$, oraz $f_2 = 327 \text{ Mc/s}$, $\Delta f_2 = 4 \text{ Mc/s}$, $T_2 = 3000^\circ \text{K}$. Metoda odbioru polegała na szybkim przełączaniu wejścia odbiornika pomiędzy anteną a wzorcowe źródło szumów.

Przy analizie uzyskanych wyników uwzględniono efekt wywołany nieliniowością odbiorników, przyczynę wywołany promieniowaniem Galaktyki oszacowano na podstawie obserwacji tła w pobliżu Słońca, ponadto dla krzywej zaćmienia na 327 Mc/s z uwagi na stosunkowo wąską charakterystykę anteny wzięto pod uwagę również błędy wynikające z braku ciągłego prowadzenia anteny za ruchem Słońca. Na podstawie stałych obserwacji Słońca na częstotliwościach 127 Mc/s i 327 Mc/s prowadzonych w Obserwatorium Astronomicznym UMK przyjęto, że zmiany strumienia Słońca w czasie zaćmienia są wywołane jedynie zakrywaniem Słońca przez Księżyc.

Zaćmienie na częstotliwości 327 Mc/s miało przebieg symetryczny względem maksymalnej fazy optycznej. Minimalny zarejestrowany strumień wynosił 43,3% strumienia całkowitego. Na 127 Mc/s moment maksymalnej fazy nastąpił $4^m 40^s$ po maksimum optycznym. Minimalny strumień wynosił 49,2% strumienia całkowitego. Maksymalna faza zaćmienia optycznego wynosiła $0,89 (8^h 00^m 11^s \text{ UT.})$ (rys. 1).

Na podstawie uzyskanych krzywych zaćmienia dokonano próby wyznaczenia rozkładu jasności na dysku Słońca. Została przyjęta metoda polegająca na poczynieniu ogólnych upraszczających założeń co do rozkładu jasności a następnie sprawdzeniu, czy przyjęte założenia znajdują potwierdzenie obserwacyjne.

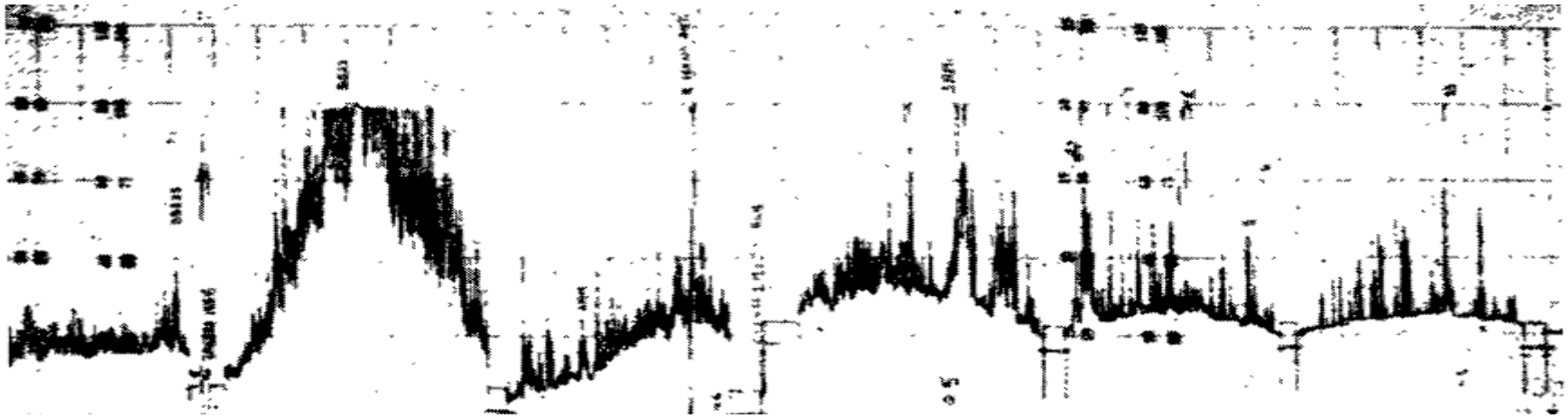


Rys. 1. Krzywe zaćmienia Słońca w dniu 15 lutego 1961 roku

Monitorowanie emisji radiowej Słońca na 127MHz $\lambda=2,36\text{m}$

RT2, D=12m (5λ), wiązka = 12deg, tranzyt przez wiązkę ok. 1 godziny

Detekcja radiowej emisji Słońca spokojnego 17 listopad 1958 r



Gorgolewki, Iwaniszewski, Hanasz, Turło, *Acta Astronomica*, Vol. 12, p.75, 1962

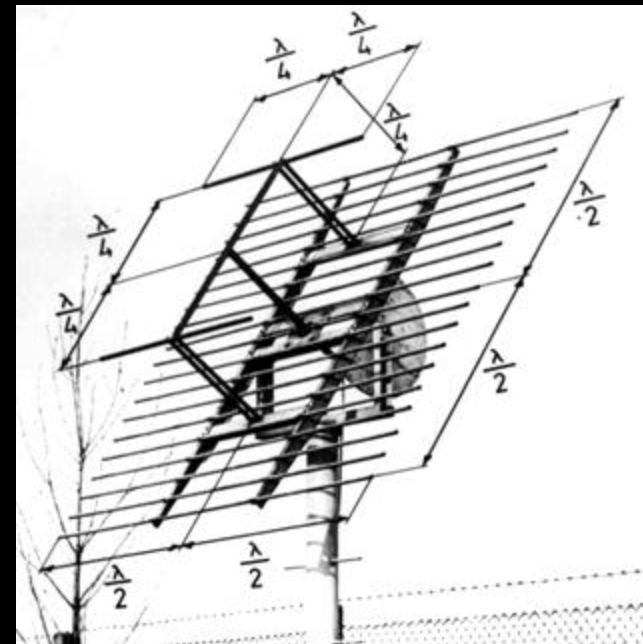
https://www.urania.edu.pl/pliki/archiwum/postepy_astronomii_1962.pdf

Miesięczne raporty z codziennych pomiarów publikowane były od 1962 r. w
Quarterly Bulletin on Solar Activity (QBSA)

Poprawa jakości i niezawodności programu monitorowania => **interferometr słoneczny**



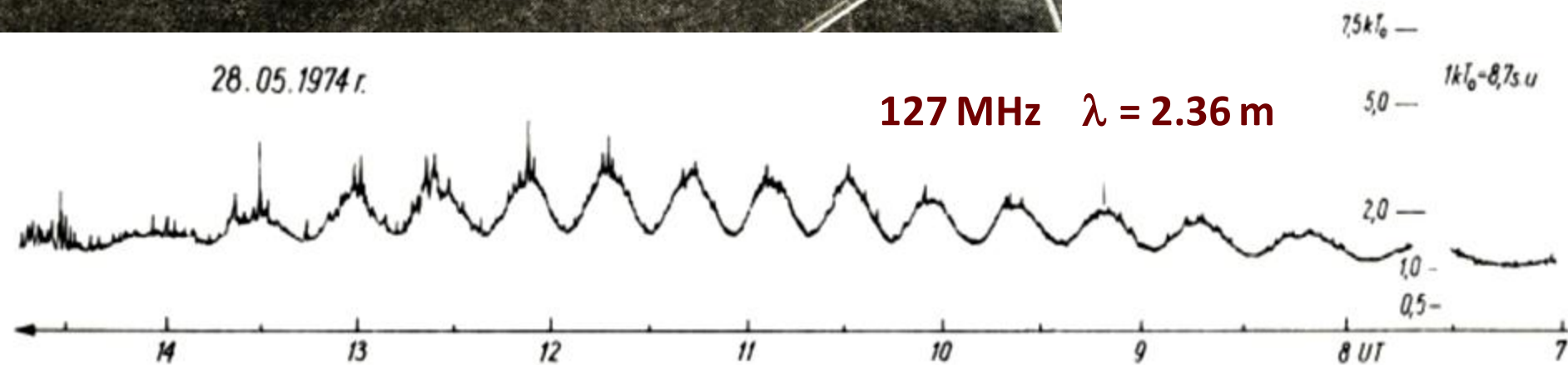
Od roku 1960 działa już interferometr „słoneczny”



Nowe anteny od 1969 r.

28.05.1974 r.

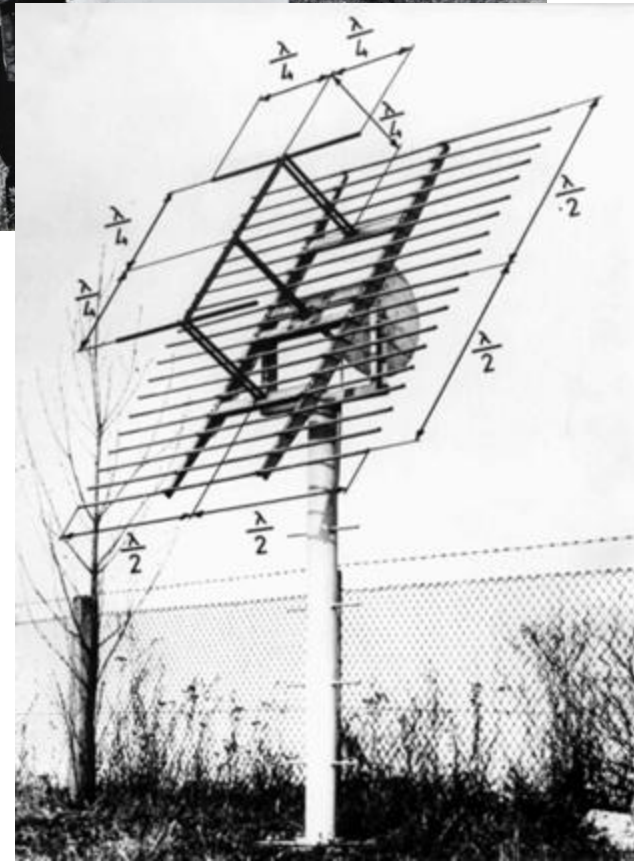
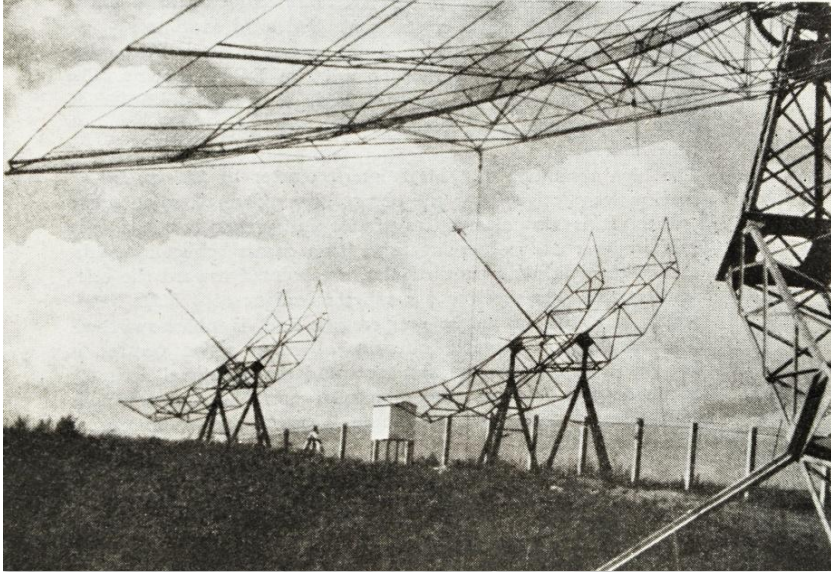
127 MHz $\lambda = 2.36$ m



Systemy odbiorcze do monitorowania aktywności słonecznej

Modernizacja odbiornika i anten interferometru (AJK ~1969)

Później nowe odbiorniki Borkowski, Usowicz, Gorgolewski 1980, doktorat K.Borkowski 1979



Przełomowe zmiany w jakości metod badawczych 1960-1970

Stypendium BC dla S.Gorgolewskiego, MRAO, prof. Ryle, prof. Hewish.

Doktorat z Cambridge obroniony na UMK 1960

„Okultacje radioźródła Taurus A przez koronę słoneczną na falach 7,9 m i 1,68 m”

Z W.Brytanii SGo (1958/1959) wysłał kilka skrzyń aparatury kupionej z demobilu wojskowego, za własne zaoszczędzone ze stypendium pieniądze.

Były to m.in. wzmacniacze w.cz., konwertery, przełączniki, lampy radiowe, itp., używane także w MRAO.

Dzięki tym podzespołom i zdobytemu doświadczeniu nastąpił zasadniczy przełom w jakości budowanej aparatury pomiarowej. Uzyskano wyższą stabilność, czułość i niezawodność.

1960 rozpoczęto budowę dużego trójantenowego interferometru na pasmo 32 MHz

Habilitacja dr S.Gorgolewskiego 1963,

„Radiowe obserwacje superkorony Słońca w latach 1961, 1962, 1963”

Powstaje Zakład Radioastronomii IA 1965r.

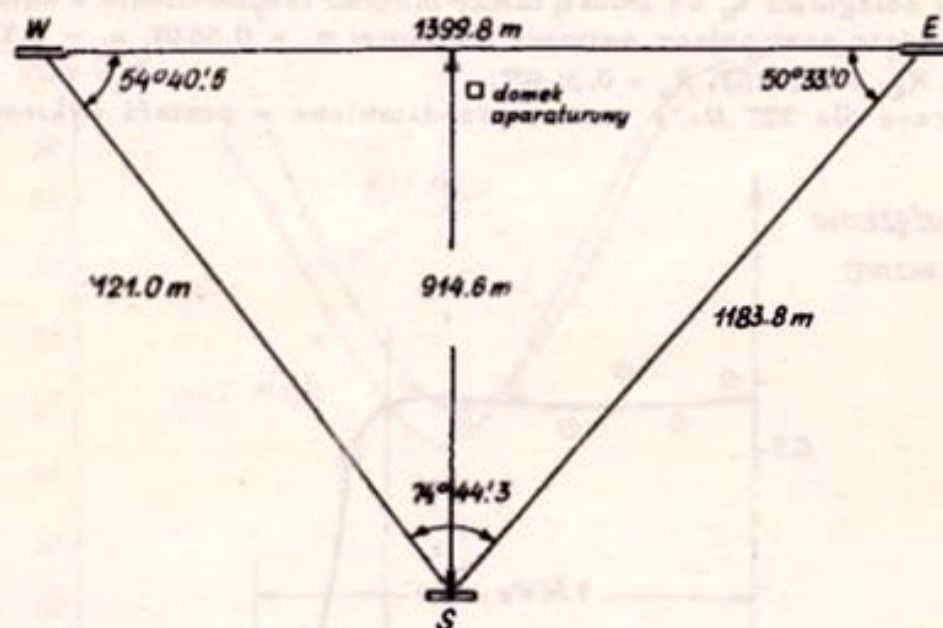
Kierownik Zakładu Doc. S. Gorgolewski.



TRÓJANTENOWY SYSTEM INTERFERENCYJNY OBSERWATORIUM ASTRONOMICZNEGO UMK NA FAŁĘ O DŁUGOŚCI 9,32 M

S. GORGOLEWSKI, J. HANASZ, H. IWANISZEWSKI, Z. TURŁO

Dla obserwacji radioźródeł na falach rzędu 9 metrów, został zbudowany w Piwnicach duży system interferencyjny. System ten składa się z 3-ch anten, środki których stanowią wierzchołki trójkąta o podstawie 1399,8 m w kierunku Wschód-Zachód i wysokości 914,6 m w kierunku południowym. Anteny te tworzą potrójny interferometr o następujących bazach: 1) baza E-W 1399,8 m, 2) baza E-S 1183,8 m, 3) baza W-S 1121,0 m (rys. 1). Każda



Rys. 1. Plan sytuacyjny trójanetenowego systemu interferencyjnego

z anten potrójnego interferometru składa się z zespołu 8 dipoli o długości $0,75 \lambda$ każdy, oddległych od siebie o λ . Dipole te umieszczone są wzdłuż linii dwusiecznej kąta reflektora narożnikowego o kącie rozwarcia 90° . Sznur dipoli podwieszony jest na odległości $0,35 \lambda$ od linii przecięcia się płaszczyzn reflektora (rys. 2). Wymiary reflektora każdej anteny wynoszą $80 \times 7 \times 6$ m. Powierzchnie odbijające wykonane ze stalowych cynko-

Interferometr $f=32,3$ MHz, $\lambda=9,2$ m - okultacje Tau-A, 4-50 $R_{\odot}$

Badania korony słonecznej: Gorgolewski, Hanasz, Iwaniszewski, Turło

Ref.: AcA, Vol. 12, p.251, AcA, Vol. 15, p.26

B.Krygier, <https://adsabs.harvard.edu/full/1970AcA....20..149K>

Interferometr działał od maja 1961r przez ponad 10 lat
1963 habilitacja dr S.Gorgolewskiego, 1972 doktorat B.Krygiera

80m x 7m x 6m

1399m ($\sim 150 \lambda$)

914m

Obserwatorium
Astronomiczne w...

Różankowo

Piwnice

Google

Znormalizowana amplituda listków interferencyjnych (*Fringe visibility function*) dla tego interferometru $d=100-150\lambda$

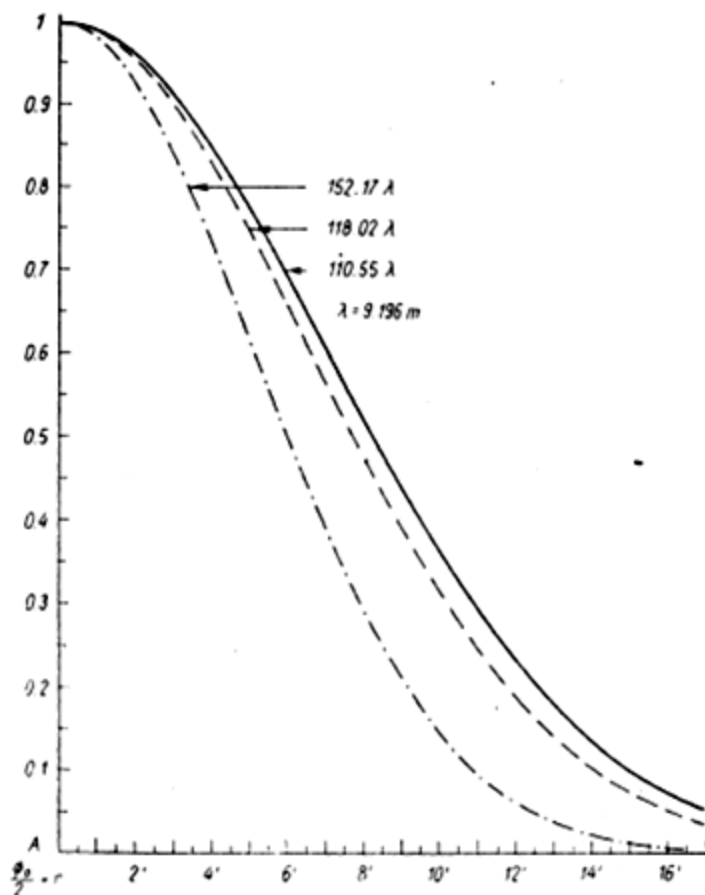
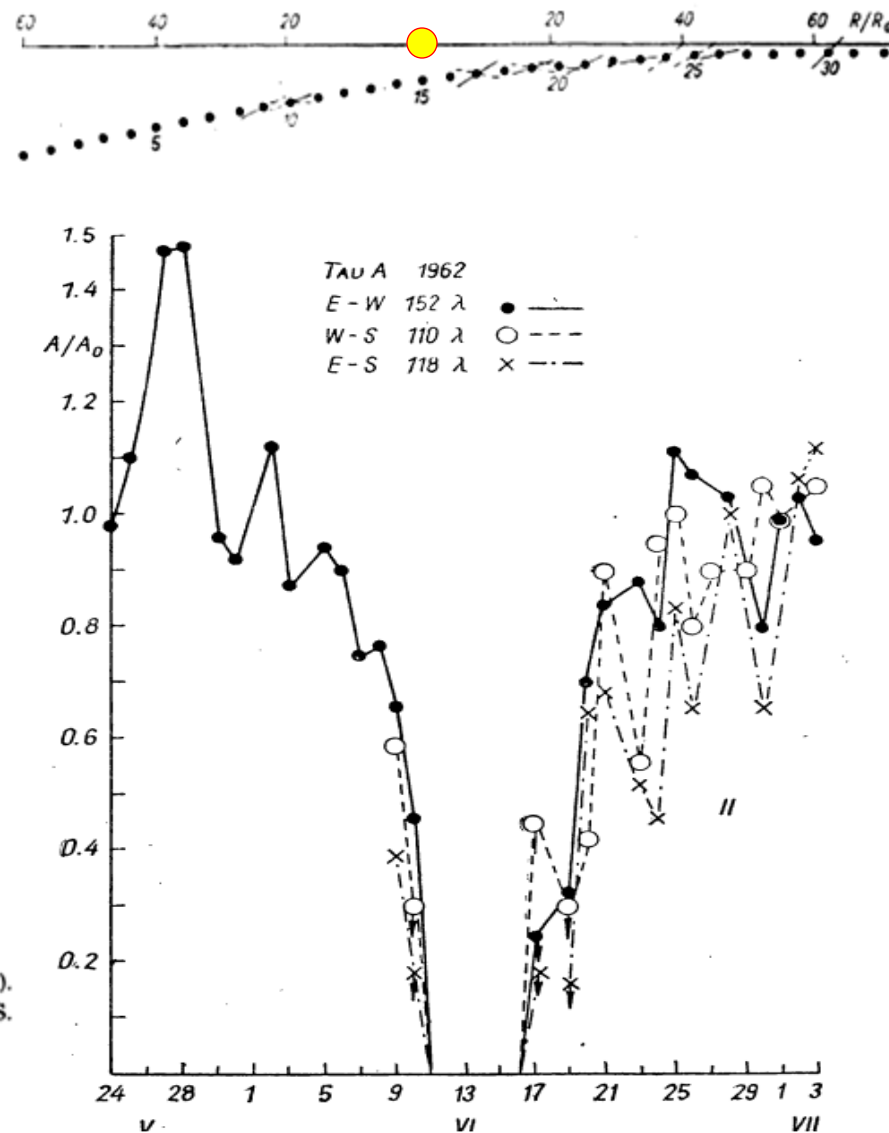


Fig. 2. The dependence of fringe amplitudes (A) on the scattered radius of Tau A (r). The observations of 1962, spacings; 152.17λ E—W, 118.02λ E—S, 110.55λ W—S.



Historia radioastronomii na UMK 1967-1975

Projekty na rocznicę urodzin Mikołaja Kopernika (UMK, PAN):

1965 Ośrodek Radioastronomii UMK / PAN koncepcja i budowa.
Duży interferometr 5x25m albo 3x30m, $B_{\max} \sim 1500\text{m}$.

W 1968 propozycja AN ZSSR do PAN - program kosmiczny.
Doc. S.Gorgolewski przedstawia projekt radiospektrografu
0,6-6 MHz do umieszczenia na satelicie INTERKOSMOS.
Wykonanie Inst. Lot., finansowanie PAN, koordynacja dr J.Hanasz
Wyniesiony na orbitę 19 kwietnia 1973 r., pracował 6 miesięcy

Interkosmos - Kopernik 500. Pod koniec lat 60-tych astronomowie z ZSRR zaproponowali polskim astronomom budowę i umieszczenie na orbicie specjalnego satelity poświęconego 500 rocznicy urodzin M.Kopernika.

Doc. S.Grzędzielski z PAN zwrócił się do kierownika Zakładu Radioastronomii doc. Gorgolewskiego z propozycją współpracy. **Doc. Gorgolewski zaproponował eksperyment pod nazwą „Słoneczny Spektrograf Radiowy”** do badań korony słonecznej. Propozycja została przyjęta i zespoły Zakładu Radioastronomii UMK kierowany przez SGo oraz I Pracowni PAN pod kierunkiem dr Jana Hanasza rozpoczęły wspólnie pracę nad projektem.

Eksperyment finansowała w całości Polska Akademia Nauk.

Głównym koordynatorem był dr J.Hanasz. Prototypowe podzespoły wykonywano w Piwnicach, jego wersję „lotną” zbudowano w Instytucie Lotnictwa w Warszawie pod kierunkiem zespołów PAN i UMK.

Spektrograf został wystrzelony na orbitę w ZSRR na satelicie „Interkosmos 9 – Kopernik 500” w dniu 19 kwietnia 1973.

Aparatura działała przez kilka (6+) miesięcy dostarczając na ziemię unikatowe wyniki.

Przez wiele lat był to pierwszy i najpoważniejszy projekt kosmiczny realizowany przez polskich astronomów.



Zapasowy egzemplarz radiospektrografu Kopernik-500

Przechowywany jest w budynku Radioastronomii w Piwnicach

Rocznica Kopernikańska 1973

Ośrodek Radioastronomii UMK-PAN

1965 Pierwotna **koncepcja budowy Zakładu Radioastronomii** w Piwnicach przekształciła się pod koniec 1965r. w koncepcję budowy Ośrodka Radioastronomii UMK-PAN, z dużą kubaturą i nowoczesnymi radioteleskopami.

Owocne i optymistyczne okazały się wizyty Dyrektora Departamentu Inwestycji Ministerstwa Oświaty i Sz. Wyższego, a później Prezesa PAN prof. J.Groszkowskiego.

Wyrazili oni **pełne poparcie dla idei Ośrodka, jako ważnego naukowego przedsięwzięcia w ramach obchodów rocznicy kopernikańskiej.**

1967 czerwiec. Rektor UMK (prof. dr h.c. Witold Łukaszewicz) powołuje **zespół do opracowania wstępnej koncepcji budowy Ośrodka Radioastronomii UMK-PAN** jako ważnej inwestycji związanej z 500 rocznicą urodzin Patrona Uczelni.

W skład weszli **Doc.S.Gorgolewski, dr J.Hanasz, dr Z.Turło. mgr inż. M.Kaczmarek** (dyr. Adm. UMK). Kierownictwo zespołu S.Go, a po jego wyjeździe do USA obejmuje na rok dr Z.Turło.

1968 Koncepcja opracowana przez zespół Rektora UMK przedstawiona została przez Rektora Łukaszewicza na posiedzeniu Komisji Planowania przy Radzie Ministrów 10 maja 1968r. i została przyjęta do realizacji.

Rada Naukowa MO i Sz.W. wydała pozytywną opinię w grudniu 1968r.

W styczniu **1969 Senat UMK zaakceptował decyzję budowy** i wpisał do zadań inwestycyjnych UMK

Początek roku **1969**, wizyta **doc. Gorgolewskiego, dr Z.Turły** wraz z inżynierami z firmy **BIPROHUT** specjalistami od konstrukcji anten (m.in. inż.. Śledziwski i inż. Bujakowski), sterowania i urządzeń odbiorczych **jadą do Leiden i Dwingeloo w Holandii**.

Spotkanie i konsultacje z prof. J.H. Oortem i inżynierami projektującymi 25m anteny holenderskie.

Pełna współpraca i otwartość, dostęp do szczegółowej dokumentacji.

Na podstawie tych konsultacji **powstaje uaktualniona koncepcja Ośrodka RA**.

Zostaje ona przyjęta przez Komisję Planowania M. O. i Sz.W. już w kwietniu 1969 r.

W **1970** roku SGo zostaje mianowany na stanowisko profesora nadzwyczajnego .

Pod koniec roku **1970** zapadły niekorzystne **decyzje PAN**, która wycofała ofertę współudziału w finansowaniu budowy Ośrodka.

Spowodowało to konieczność wprowadzenia korekt do wcześniejszych uchwał rządowych.

Ambitny **plan budowy Ośrodka UMK-PAN został przesunięty „na przyszłość”** ale jako

Pierwszy etap przyjęto ograniczone inwestycje kubaturowe

dla zaspokojenia potrzeb Zakładu Radioastronomii.

2 lipca 1971 uaktualniona zostaje **uchwała rządowa** dotycząca prac przygotowawczych do obchodów 500-lecia urodzin M.Kopernika, zapaliła **zielone światło** dla budowy kompleksowej **kubatury dla Zakładu Radioastronomii** z terminem wykonania ustalonym na 31 sierpnia 1973r.

1972-73. Prace nad projektem (Pracownia Urbanistyczna PW) oraz koordynacja inwestycji przez UMK (Dział Inwestycji) pozwoliły wejść ekipom budowlanym 15 sierpnia 1972r.

W rekordowo krótkim czasie 1 roku prace budowlane (TPBO) zostały zakończone w terminie.

Dokładnie na czas Nadzwyczajnego Zjazdu MUA (Sympozja w Kraków-Toruń-Warszawa).

Historia radioastronomii na UMK cd. 1967-1975

Zatrudnienie nowych pracowników ZRa - głównie absolwentów astronomii:

A. Kus (1967), A.Wolszczan (1969), Leszek Nowakowski (1970), inż. Jerzy Usowicz (1972), Kazimierz Borkowski (1972),

A.Kępa, Andrzej Marecki, Marian Szymczak, inż. Janusz Mazurek, Eugeniusz Pazderski, Grażyna Gawrońska, (lata 1973-1975)

Wyjazd mgr A.Wolszczana na stypendium do MPIfR 1972-1974
(do prof. Wielebńskiego)

Wyjazd mgr A.Kusa na stypendium BC do Cambridge 1973/74
(do prof. M.Ryle'a)

Ośrodek Radioastronomii UMK / PAN, budowa ośrodka 1971-1973

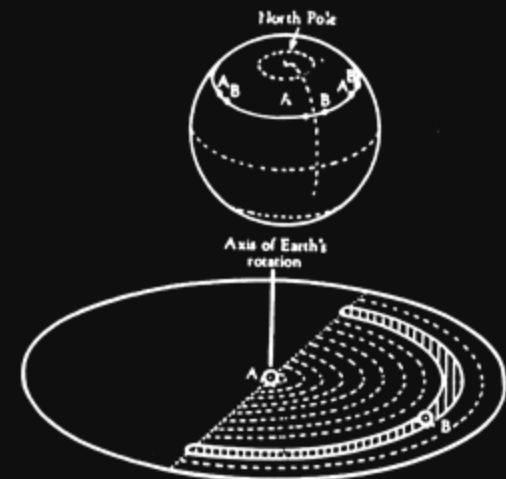
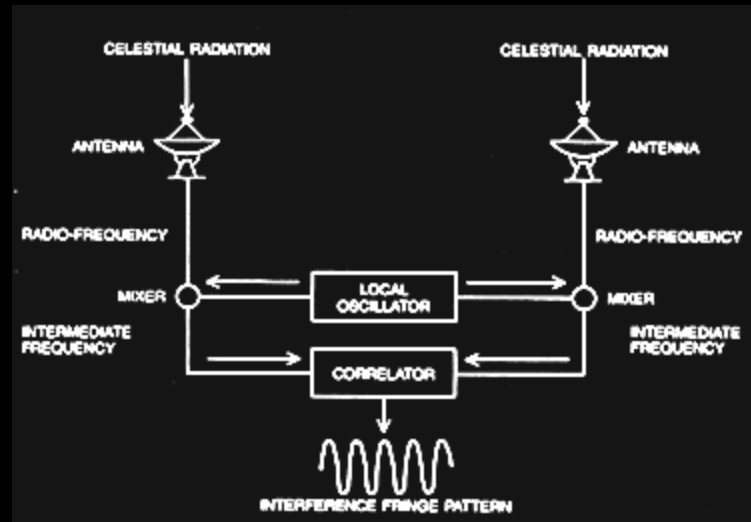
Koncepcja ośrodka 04.1969, uchwała Rady Ministrów 2.07.1971 – „Zakład Radioastronomii”
dokumentacja gotowa wiosną 1972, budowa kubatury i wyposażenie 15.08.1972-31.08.1973

Czerwiec 1973 r.





WSRT

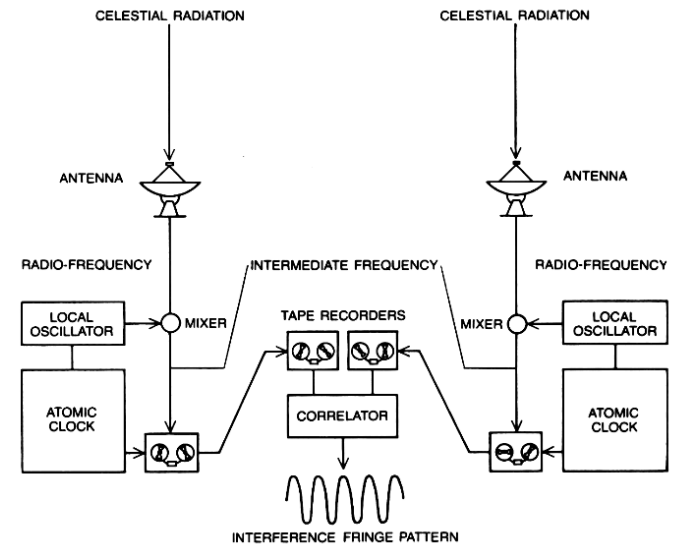
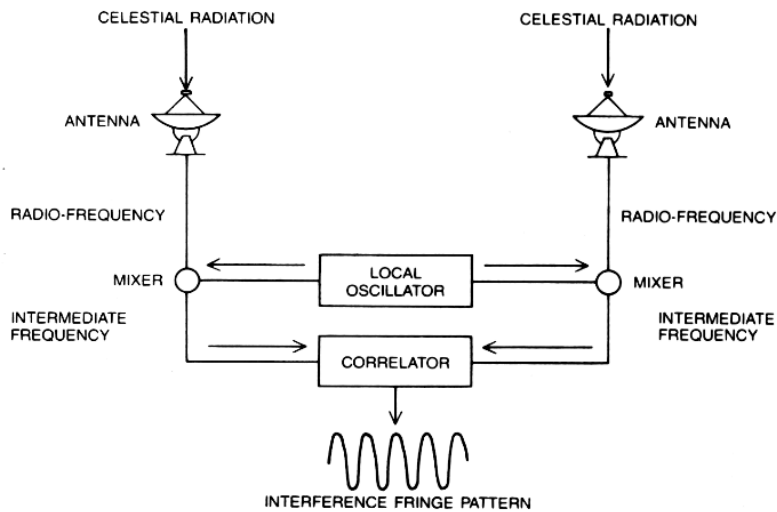
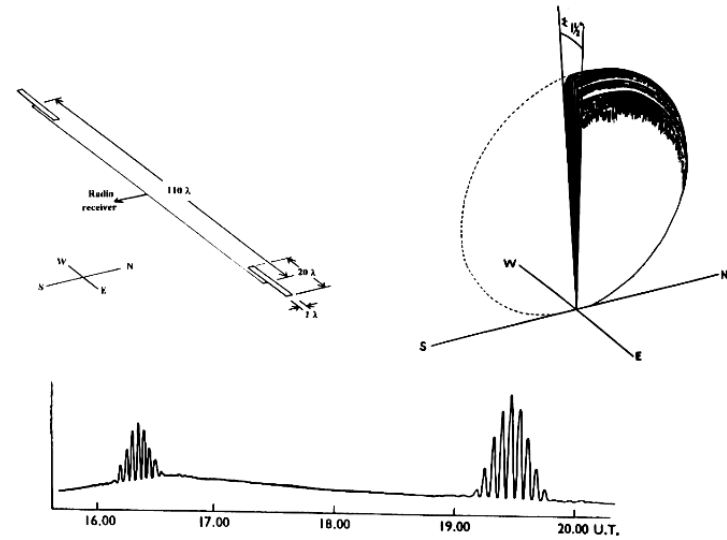
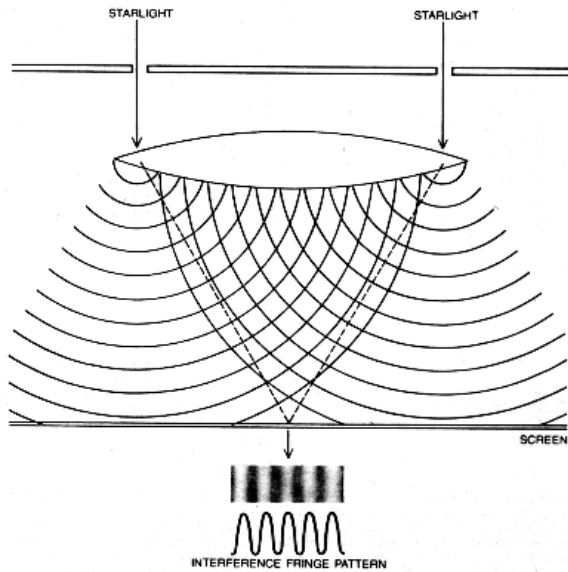


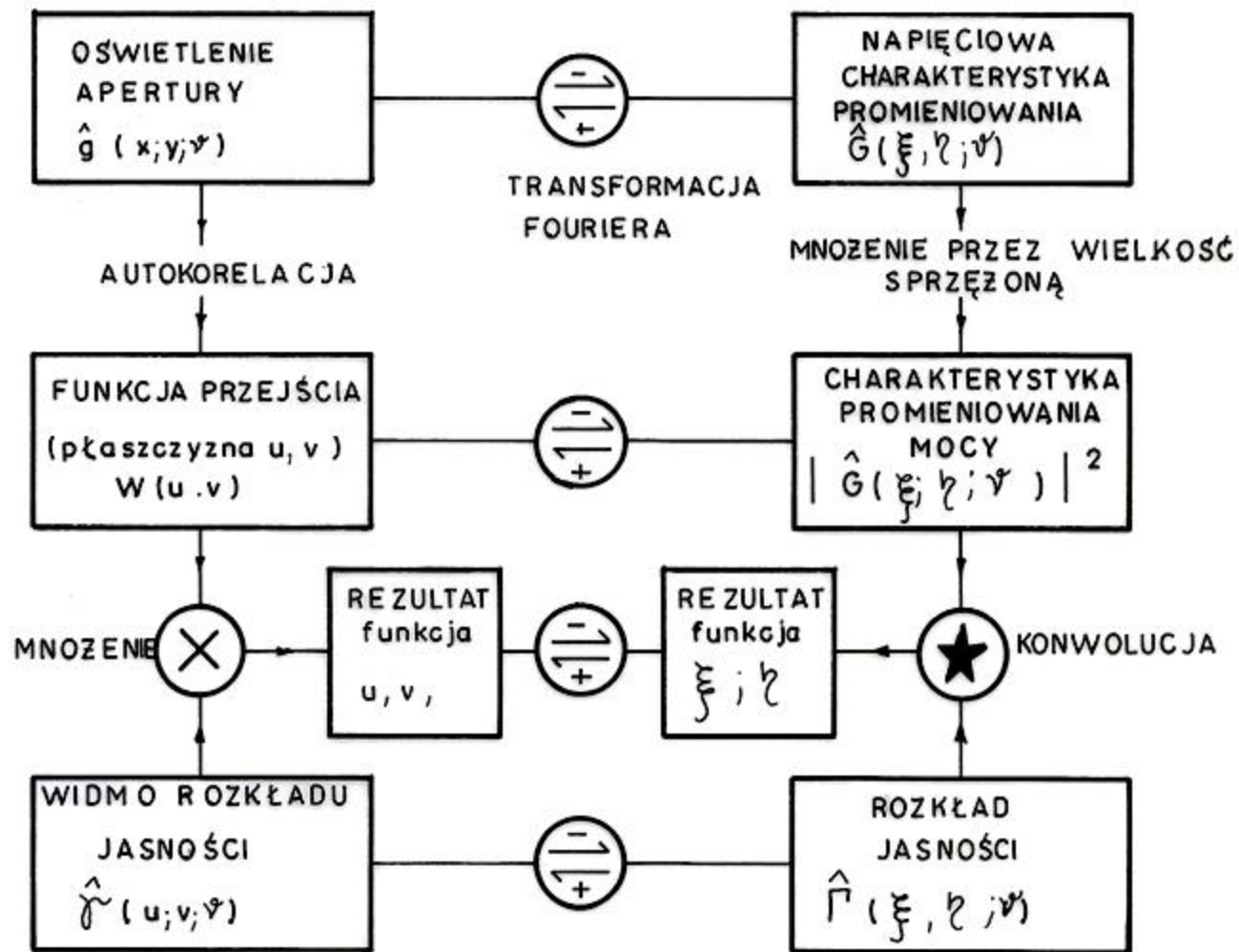
Interferometria i Synteza Apertury



VLA

Podstawy interferometrii radiowej





ZAŁĘŻNOŚCI POMIĘDZY WIELKOŚCIAMI MIERZONYMI A PARAMETRAMI ANTENY

Projekty anten do syntezy apertury i super syntezy apertury w Piwnicach



43 MHz
antena stacjonarna

Radiowy przegląd okolicy bieguna
na częstotliwości 43 MHz

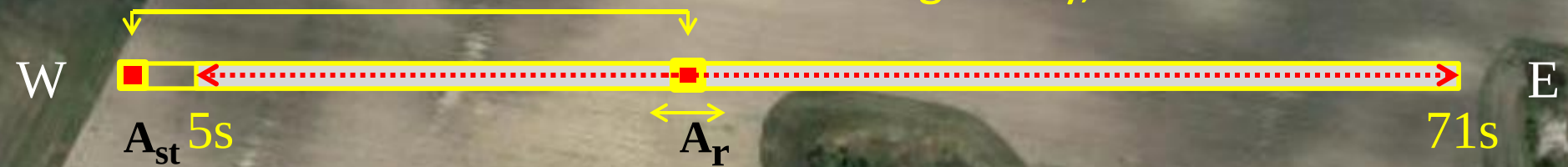
super synteza apertury

Antena przestawiana - ruchoma



$$f=43,1 \text{ MHz} \Rightarrow \lambda = 6,97\text{m}$$

Zmieniana długość bazy interferometru, od 50m do 690m,
co 24 godziny, o $s=10\text{m}$



66 pozycji anteny ruchomej
(i tyle samo niezależnych interferometrów), skok (s) co $1,35 \lambda$

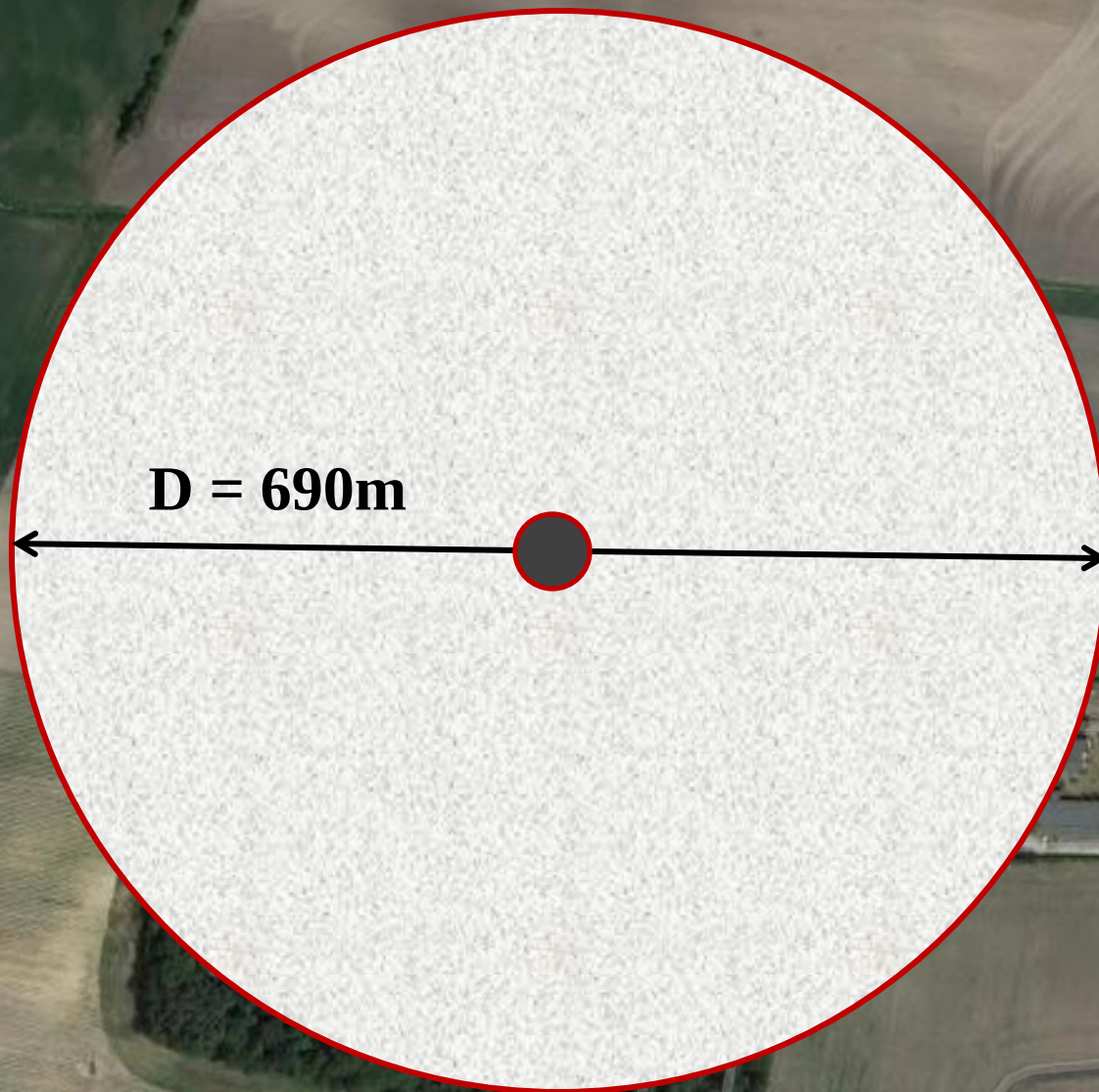
90 nocy obserwacyjnych od stycznia do końca kwietnia 1973 roku
+ powtórzone 20 obserwacji



D = 690m

Obserwatorium
Astronomiczne w...

Google

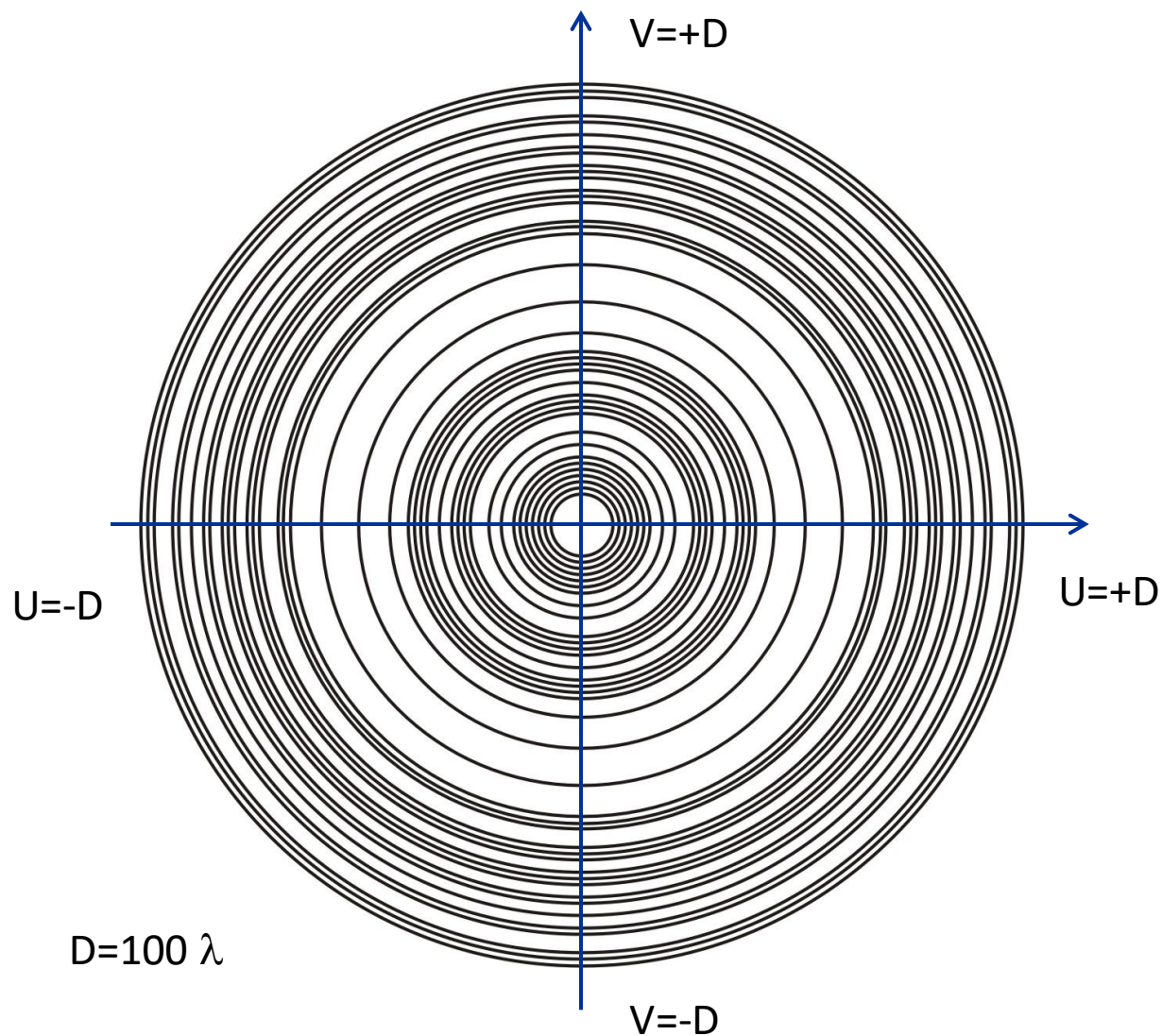


$D = 690\text{m}$

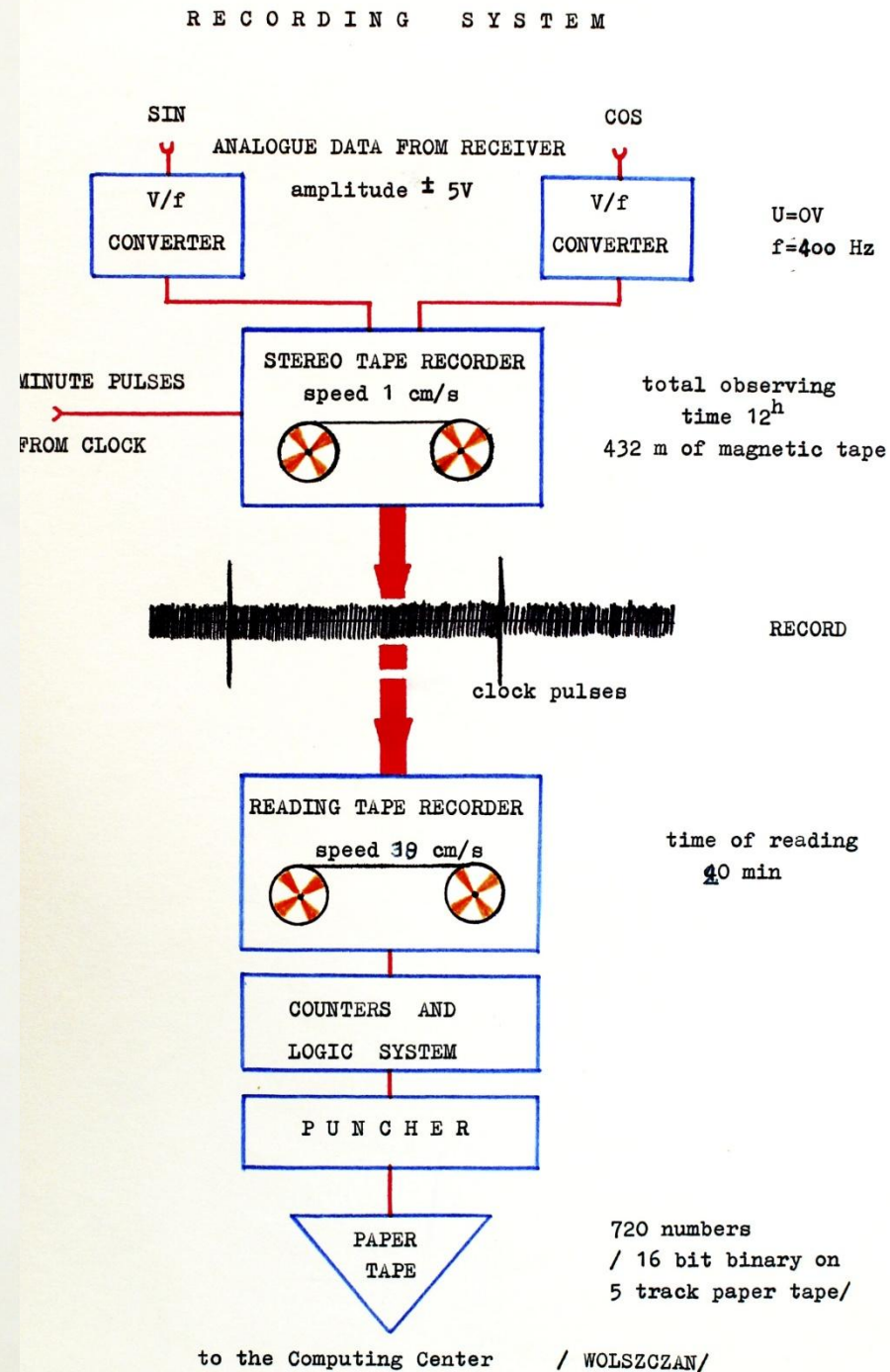
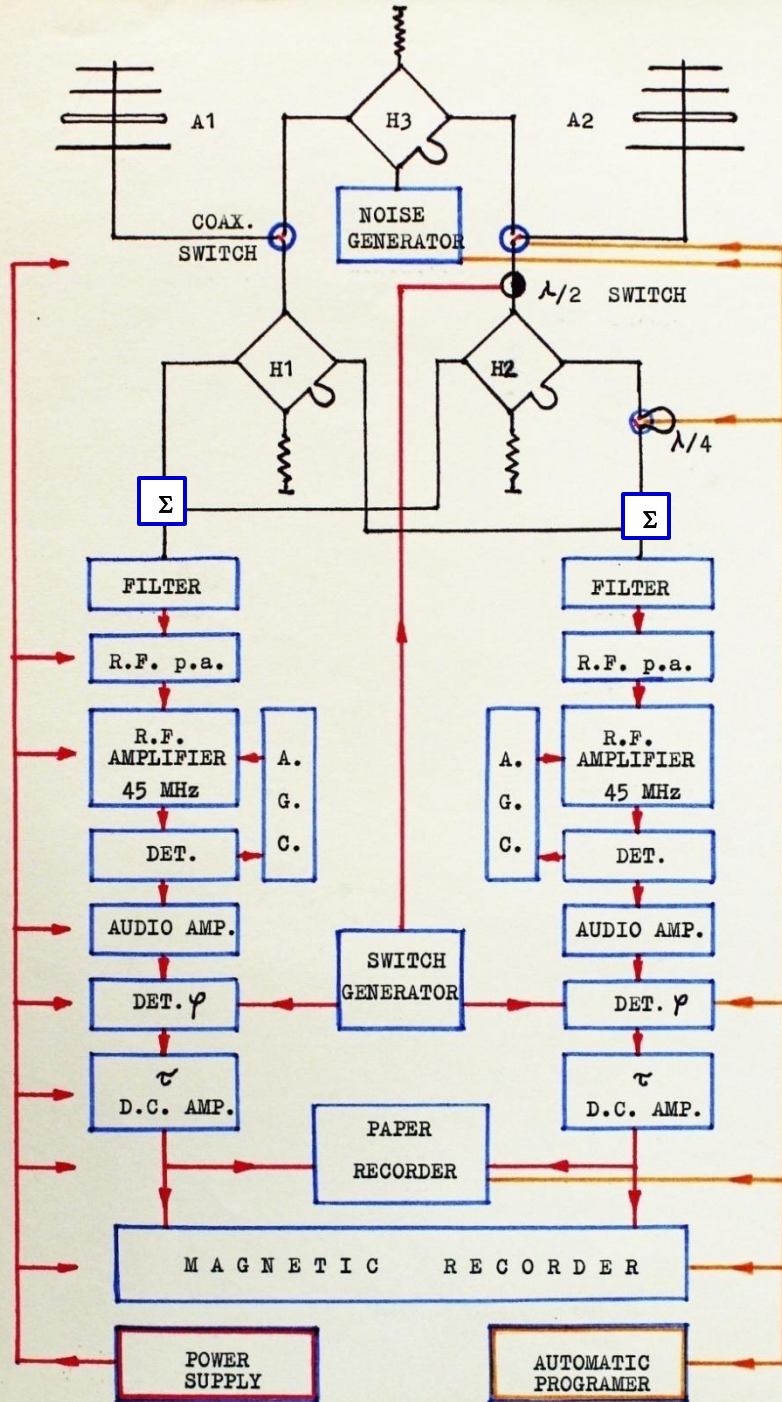
Obserwatorium
Astronomiczne w...

Google

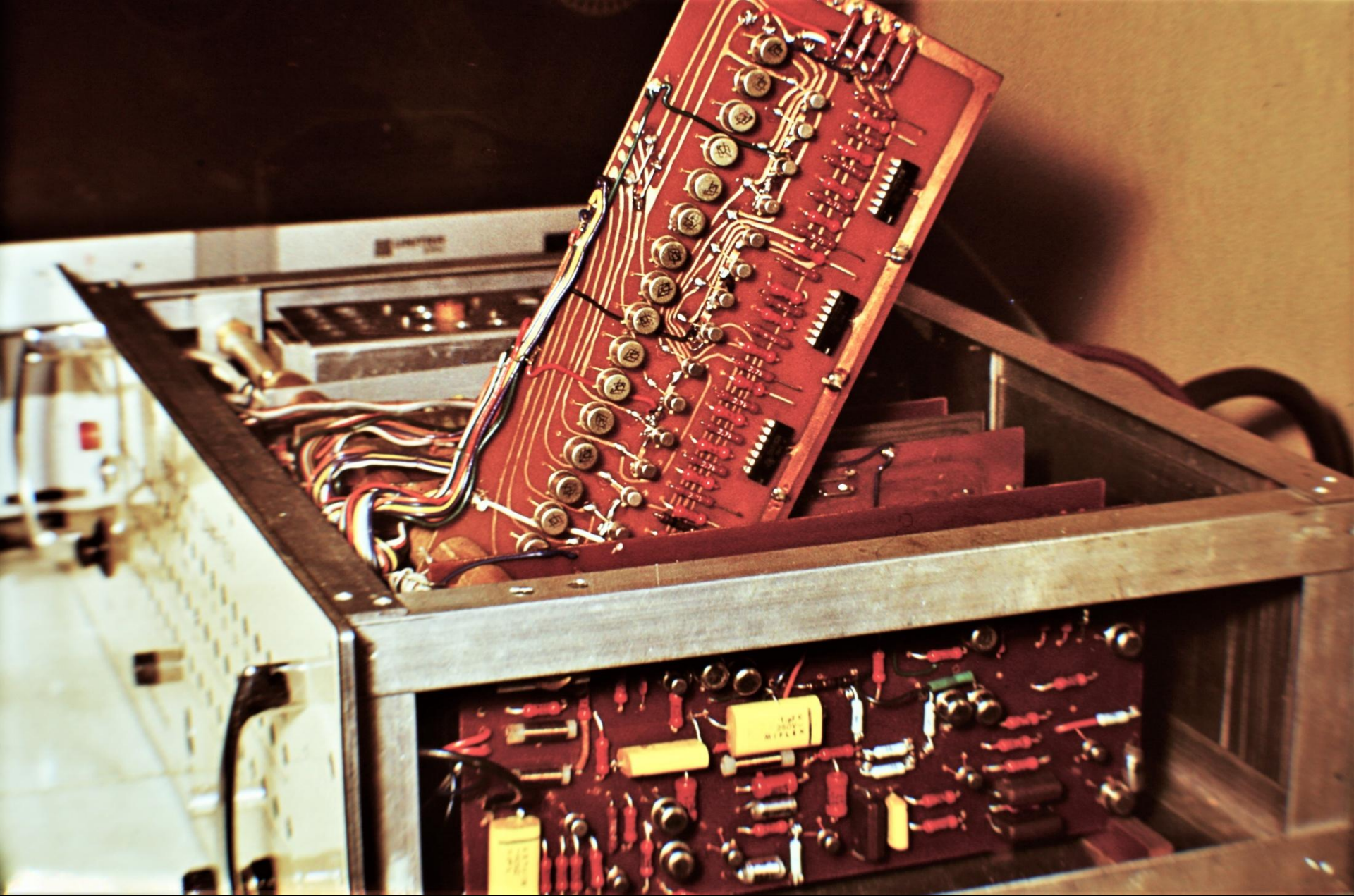
pokrycie płaszczyzny UV
(odzyskane w 2024 archiwalne dane z obserwacji wykonanych w 1973 r., ~40%)



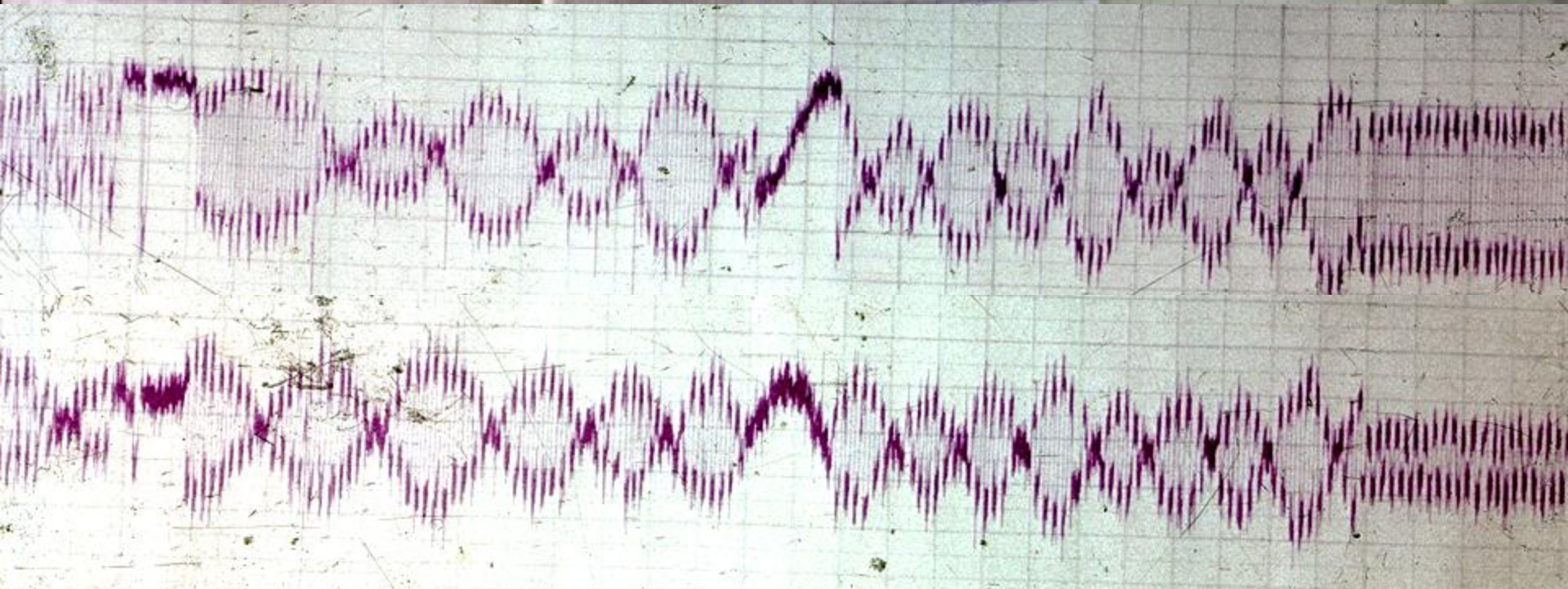
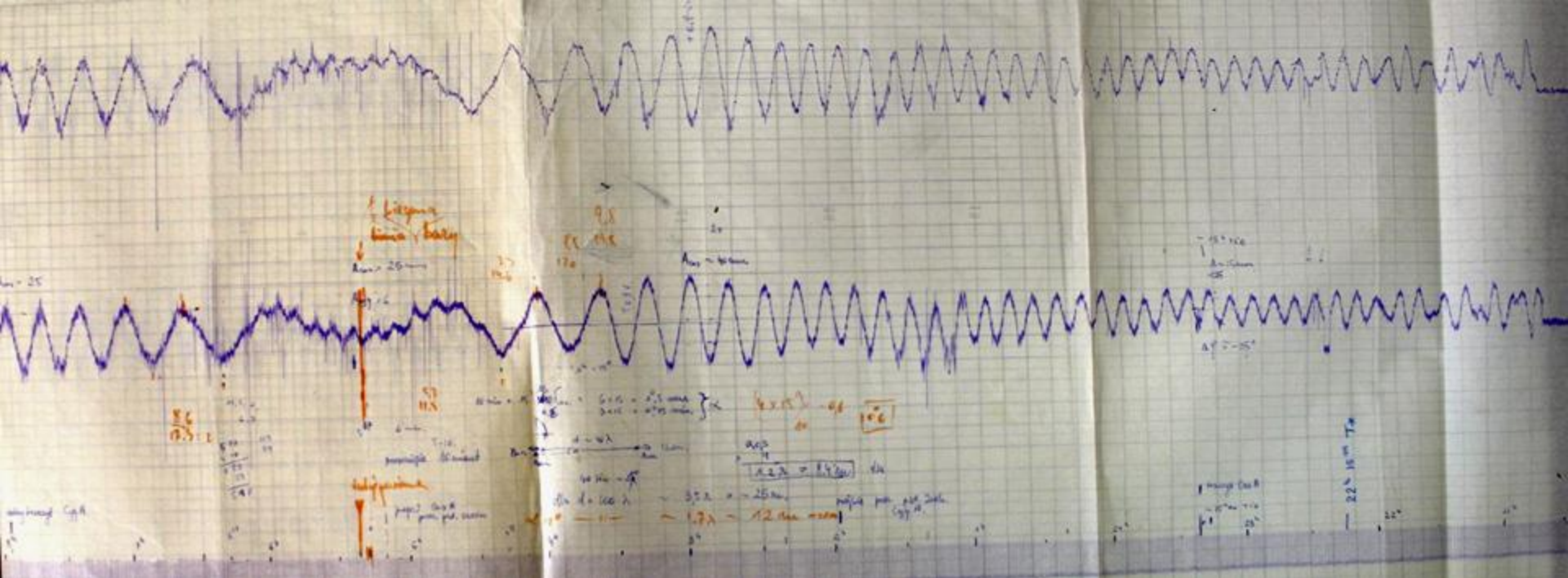
60% taśm z danymi zaginęło







$$12^h 00^m 00^s T_0 \rightarrow 22^h 03^m 18^s$$



Zapis danych na taśmie magnetycznej audio dwa kanały „cos i sin”

Prędkość taśmy przy zapisie 1 cm/s

- Przetworniki napięcie - częstotliwość (analog => digital)
- Integracja sygnału w przedziałach jednocminutowych

Odczyt na magnetofonie ZK 140 z prędkością 19 cm/s

Przetwornik ZAMP-72K - zestaw liczników i interfejs do „paper tape puncher” (perforator taśmy papierowej)

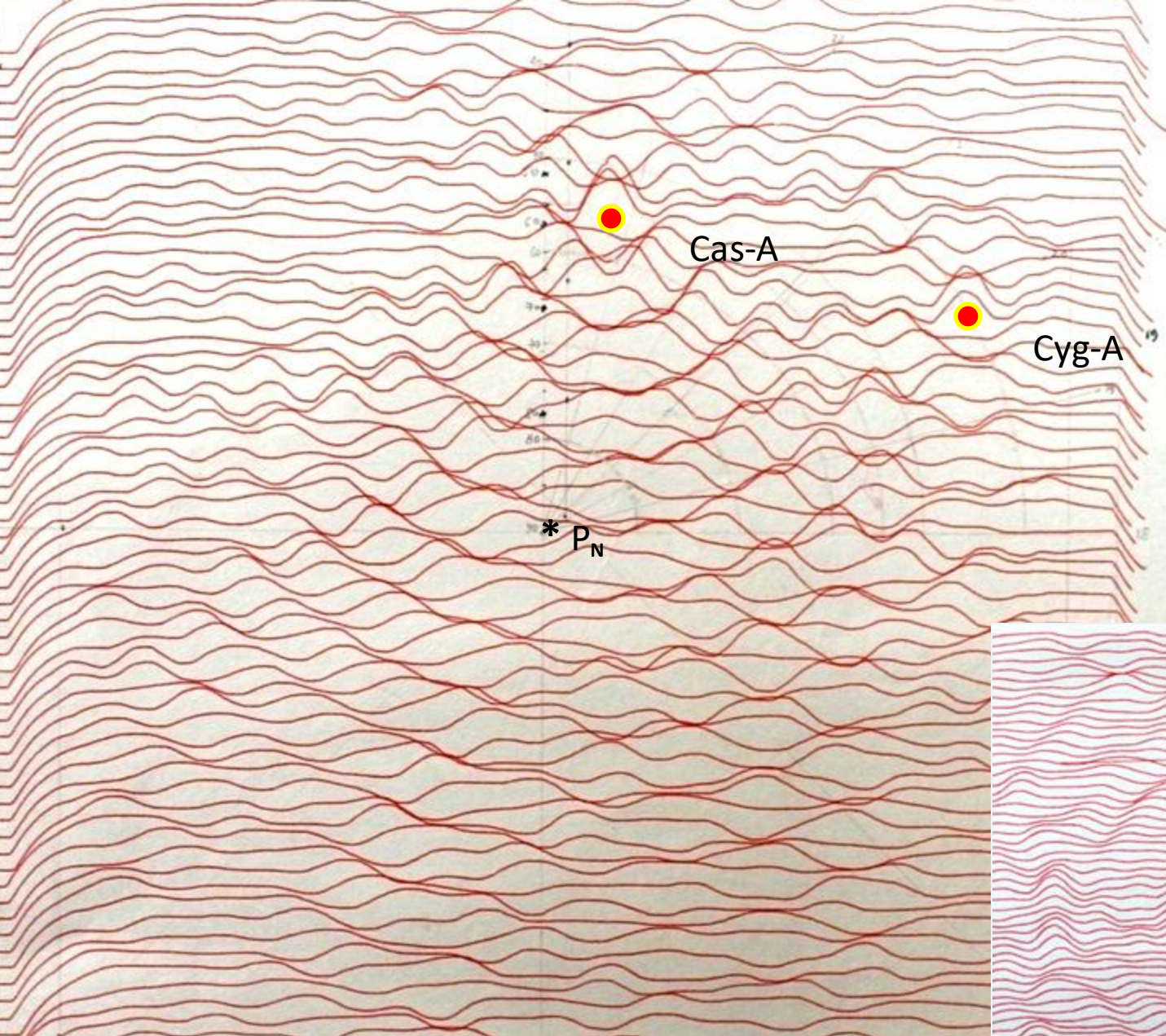
Przykładowe rejestracje z taśmy magnetycznej poniżej

1 

Bez impulsów minutowych

2 

przełączanie co minutę
(tu co 6 sek bo odtwarzanie 6,5 cm/s)

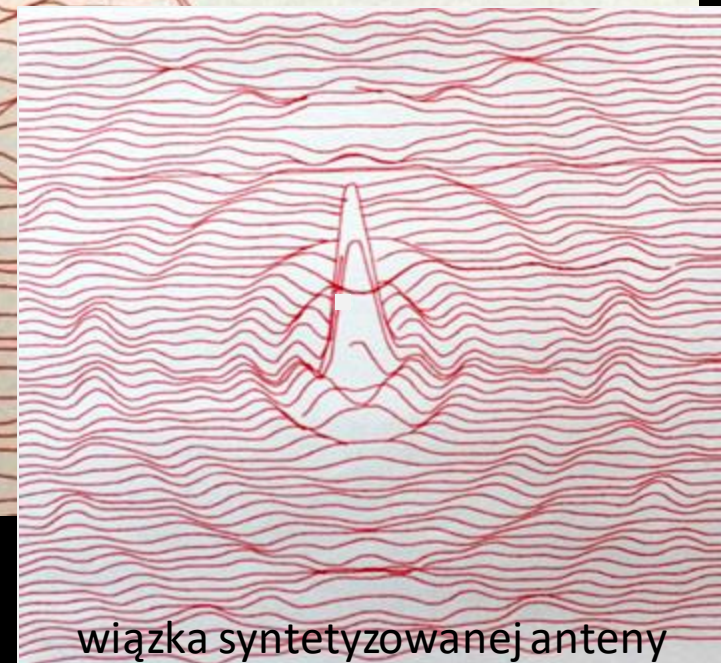


Cas A, Cyg A
 nakładają się
 $N=1$; $\frac{B}{\lambda} = 10$

Platte:
 speed: 1
 time: 15
 d. - a. conv.:
 40 + 160 ms

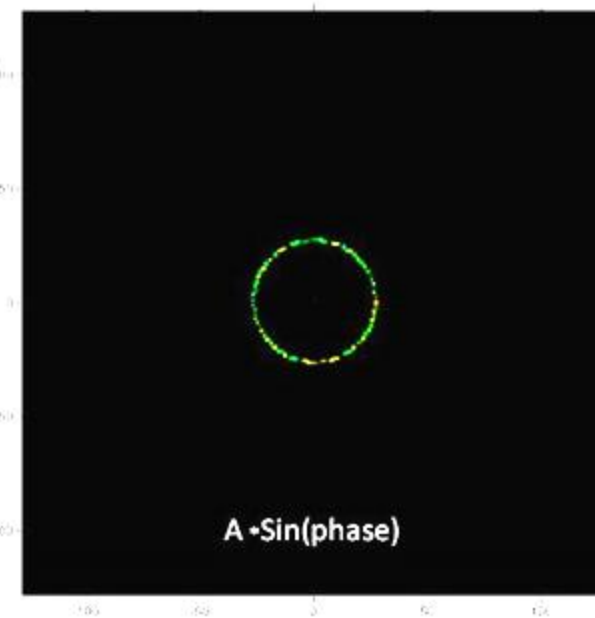
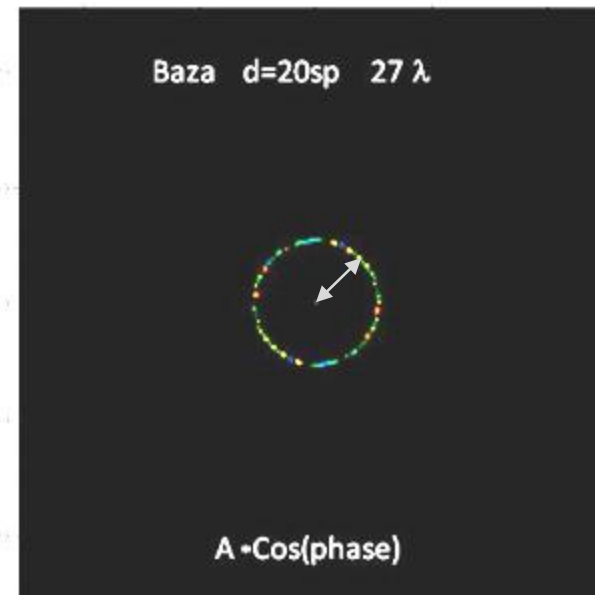
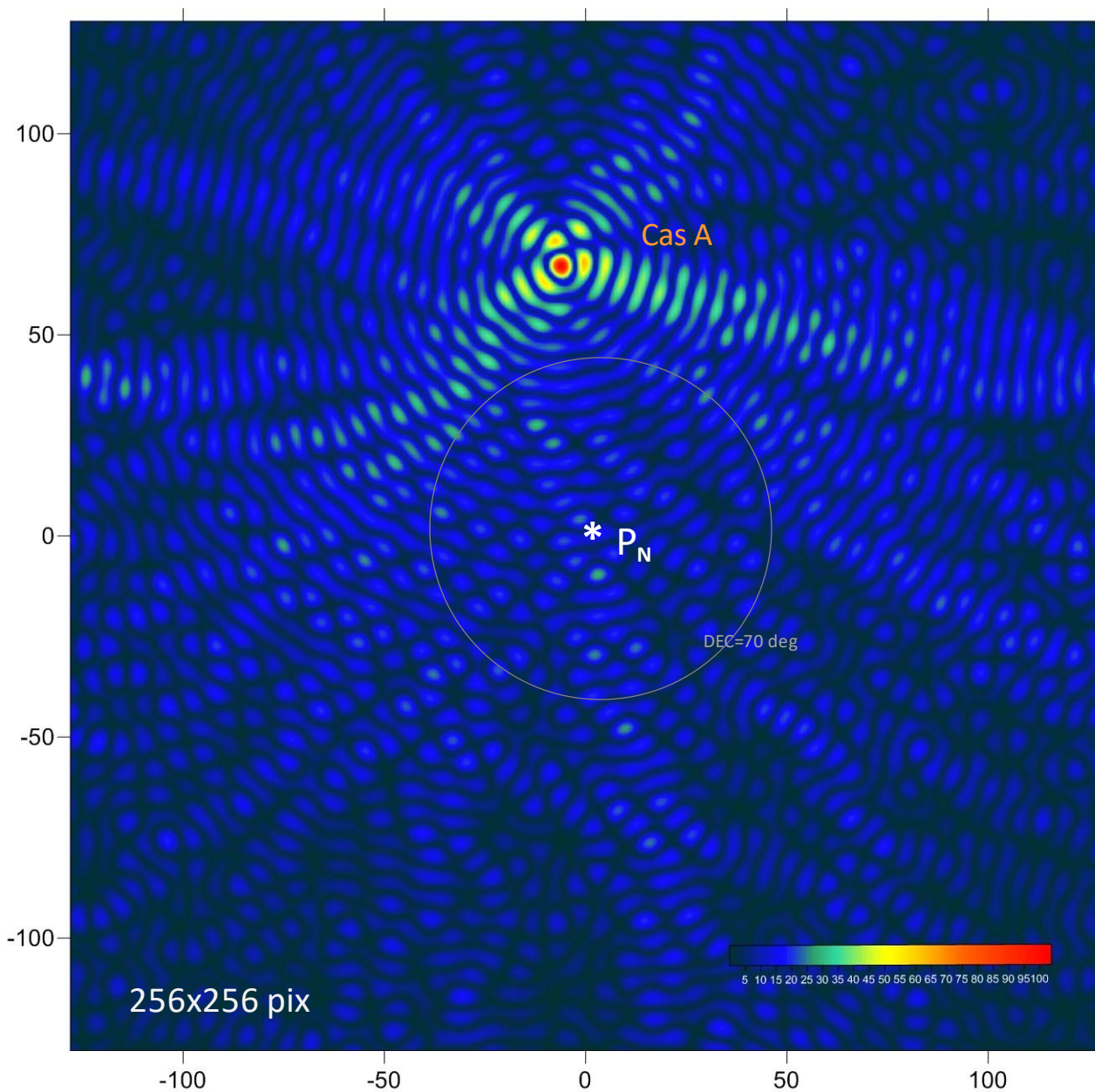
	α	δ
Cas A	23 ^h 21 ^m 11 ^s	+ 58° 33'
Cyg A	19 ^h 57 ^m 45 ^s	+ 46° 36'

Mapa wykonana dla
 jednej bazy $D=10 \lambda$

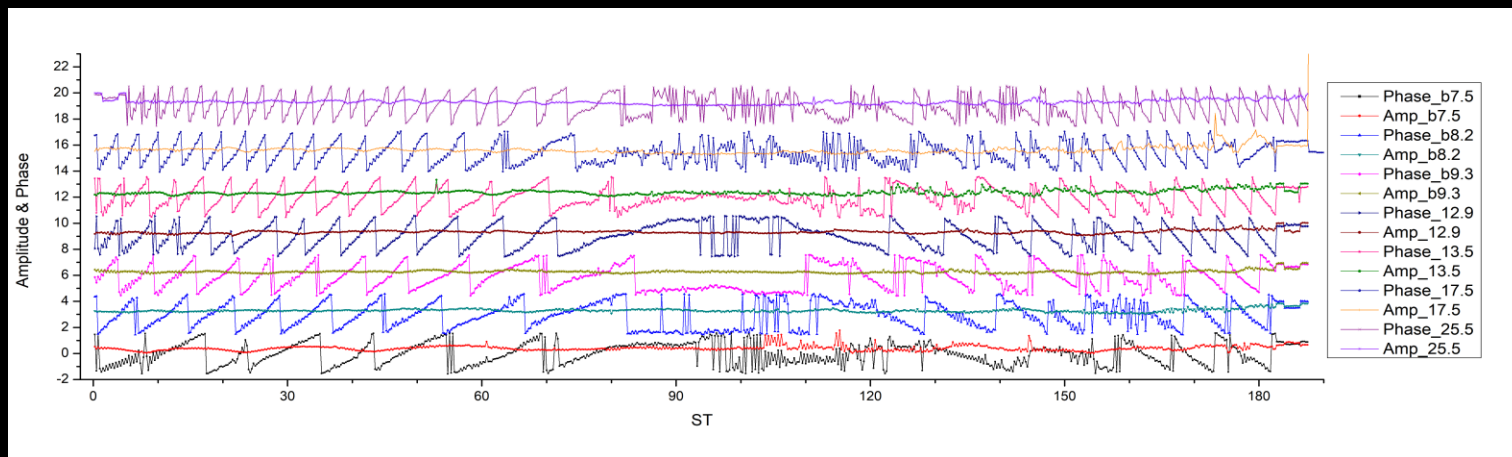
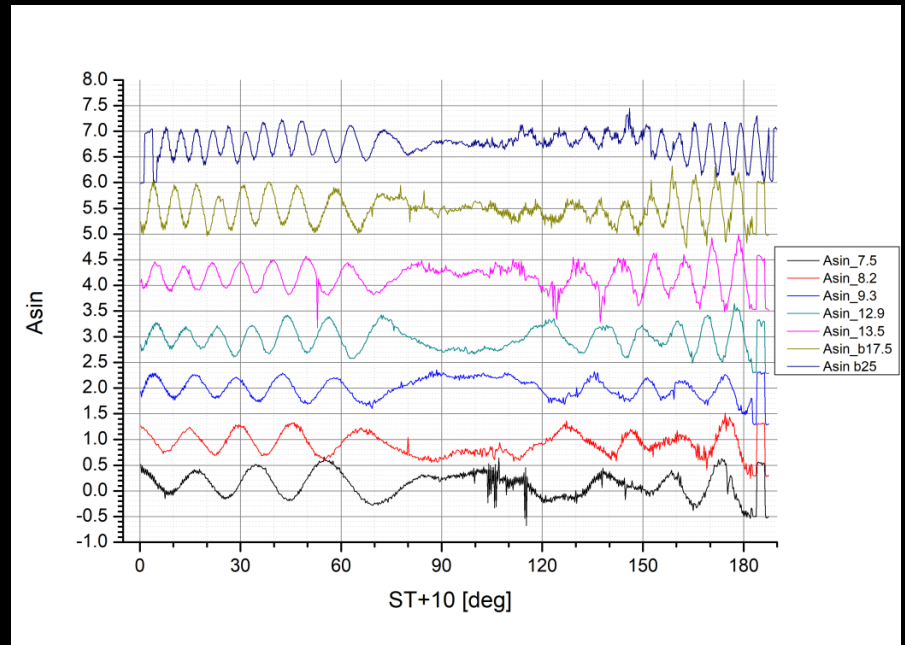
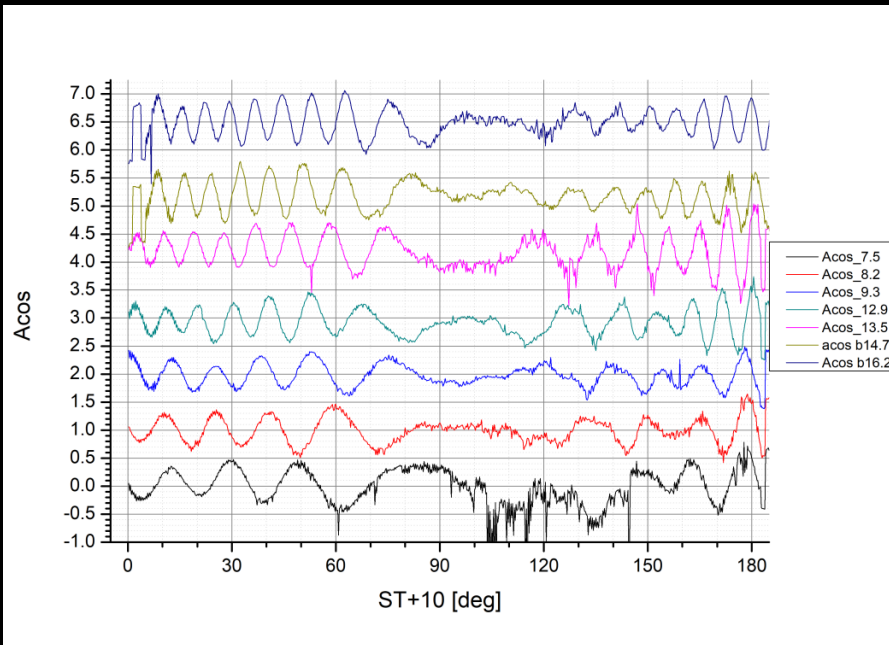


Nad oprogramowaniem pracują A.Wolszczan i L.Nowakowski

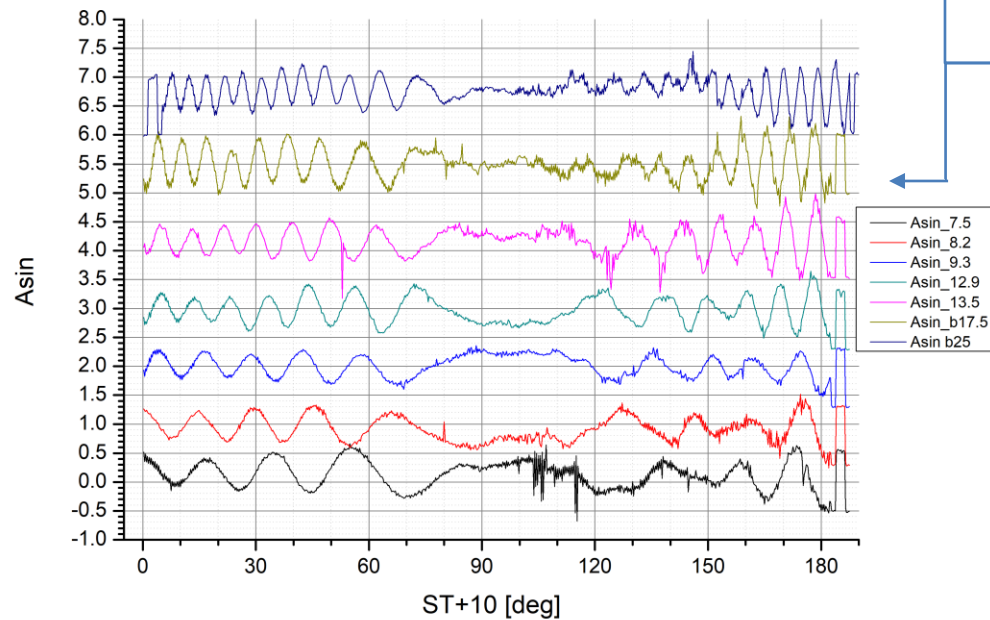
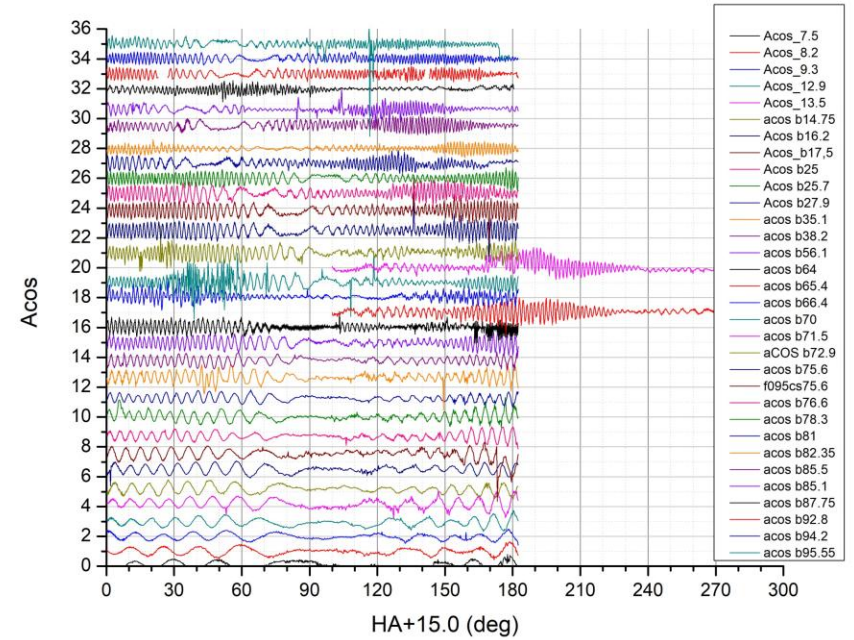
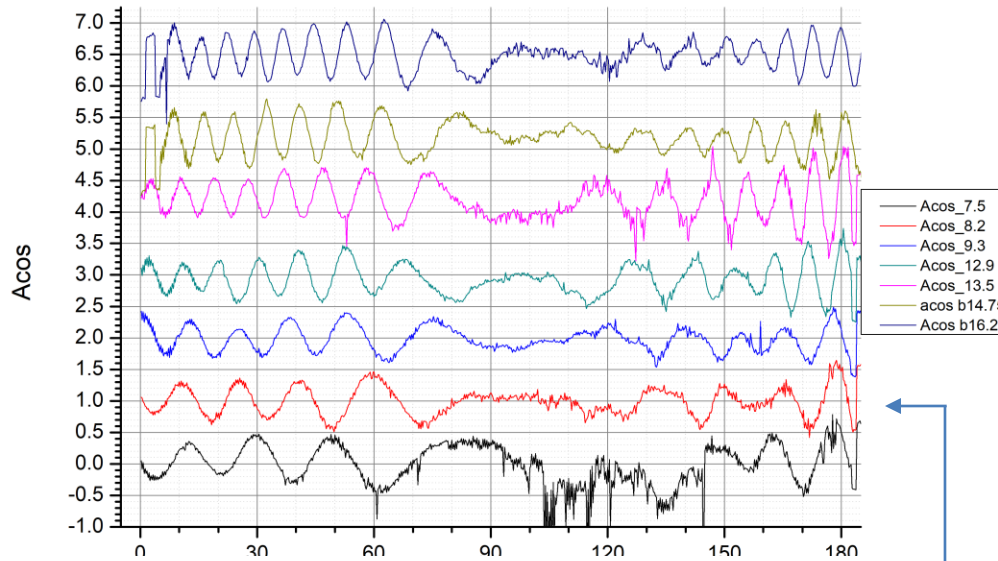
2024-11-10 PIERWSZA MAPA z realnych danych, jedna baza



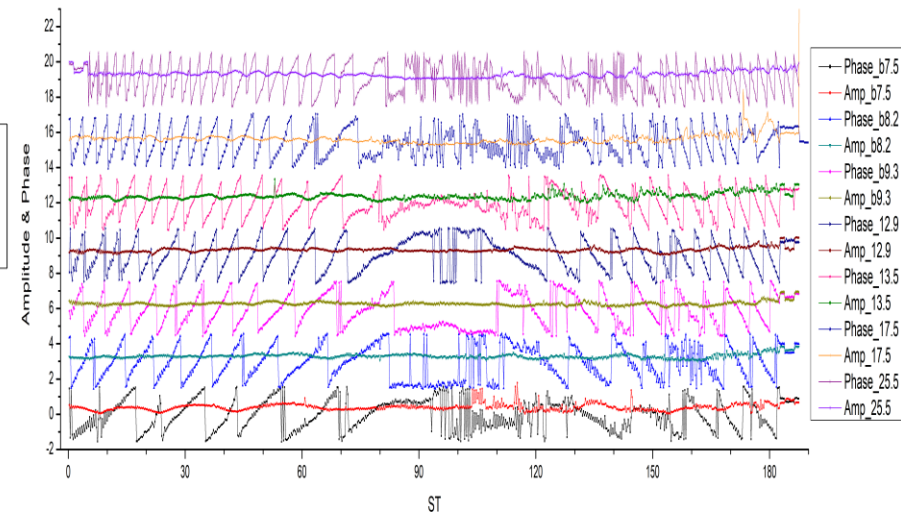
Example of RAW data, after use of EDIT and Origin8 programs, 2024.



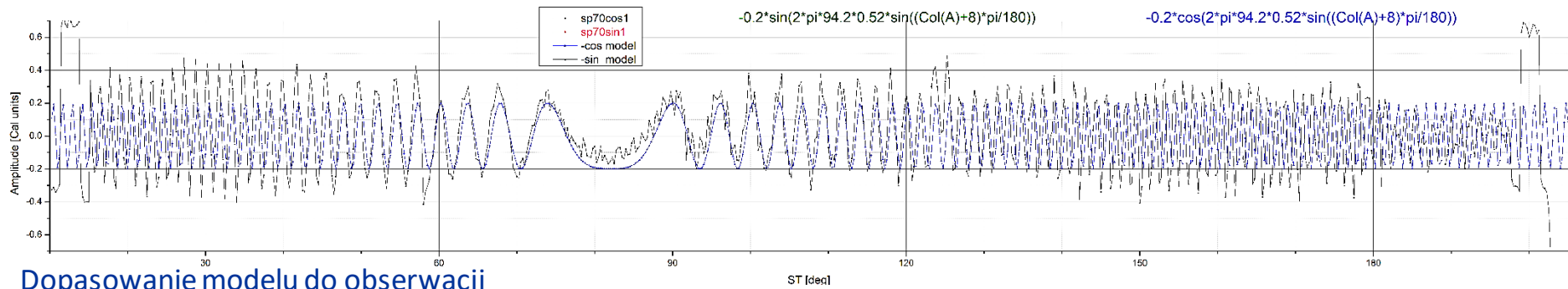
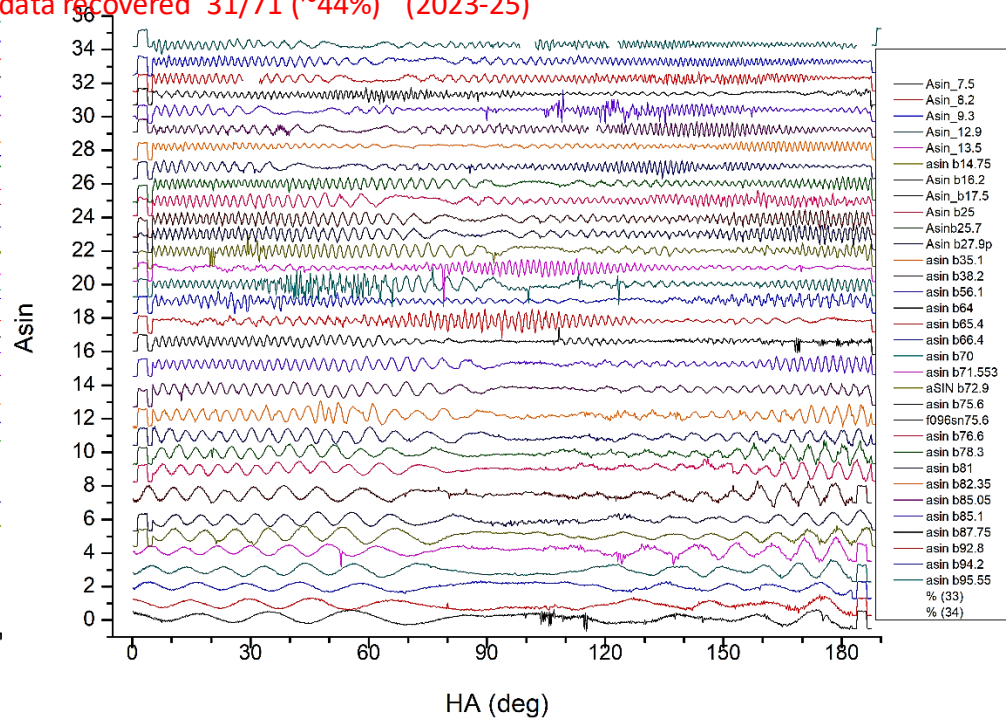
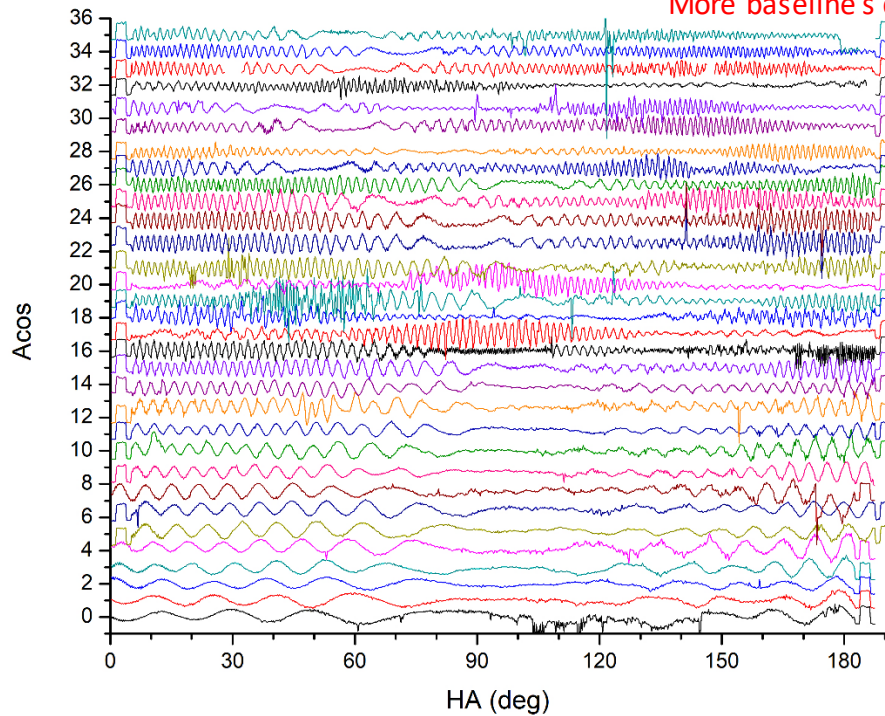
More baseline's data recovered 31/71 (~44%)



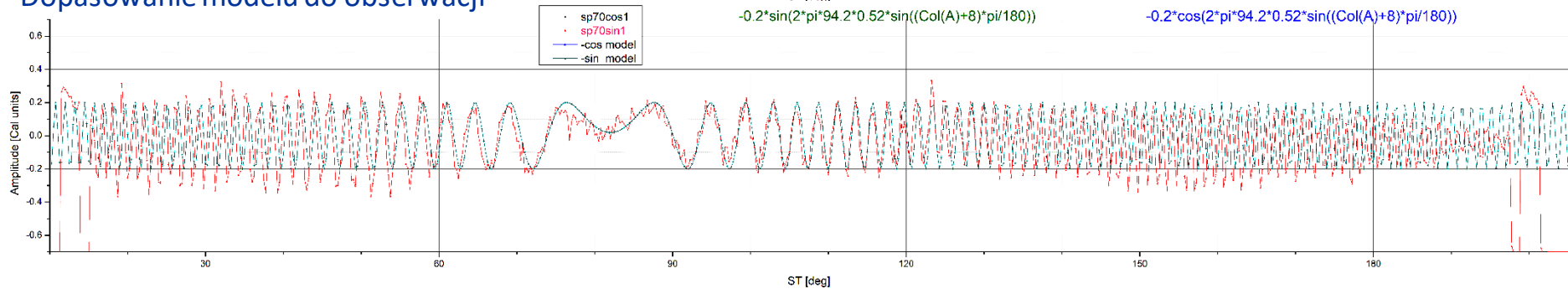
Amplitude and phase for 7 baselines



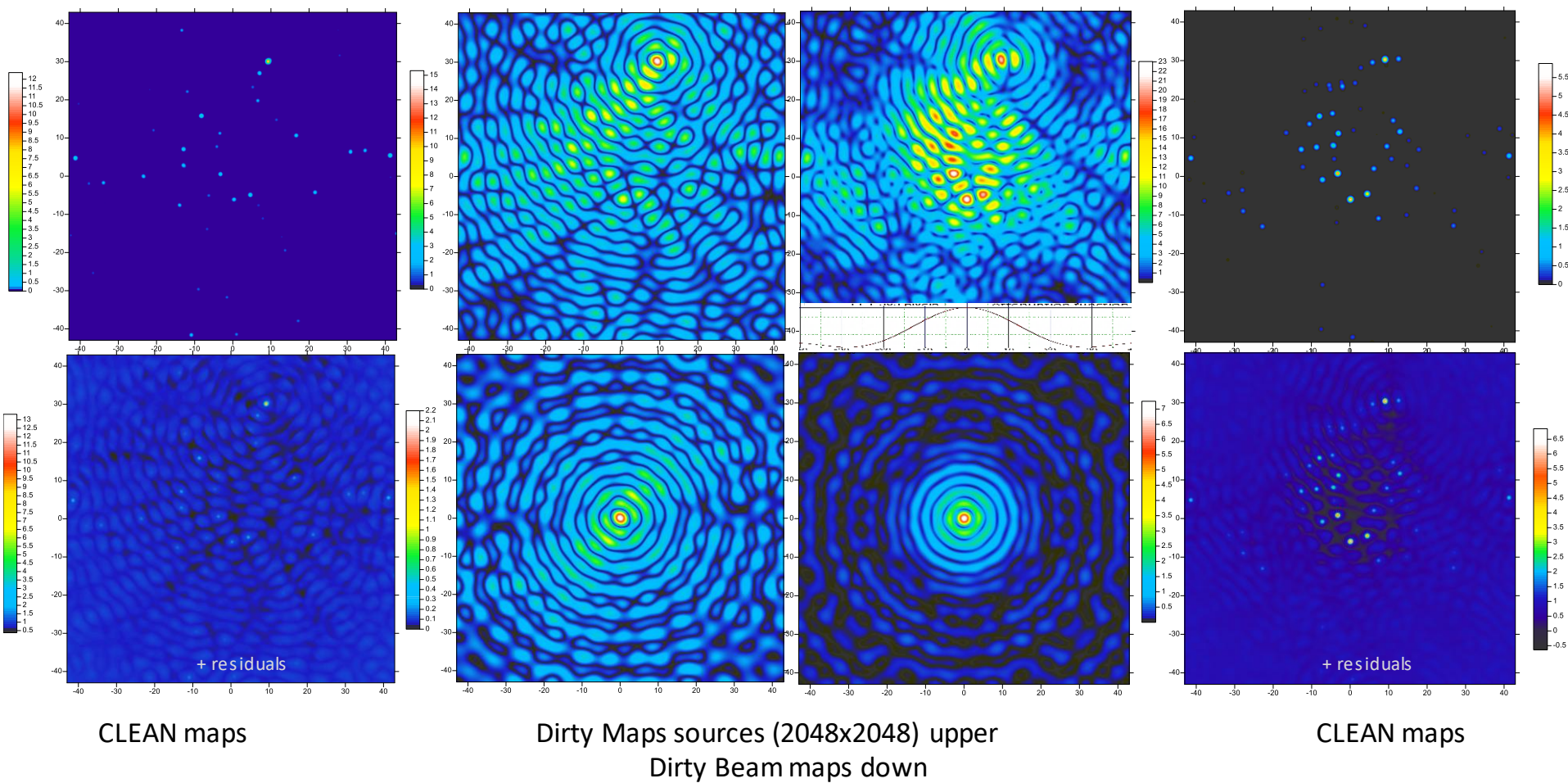
More baseline's data recovered 31/71 (~44%) (2023-25)



Dopasowanie modelu do obserwacji

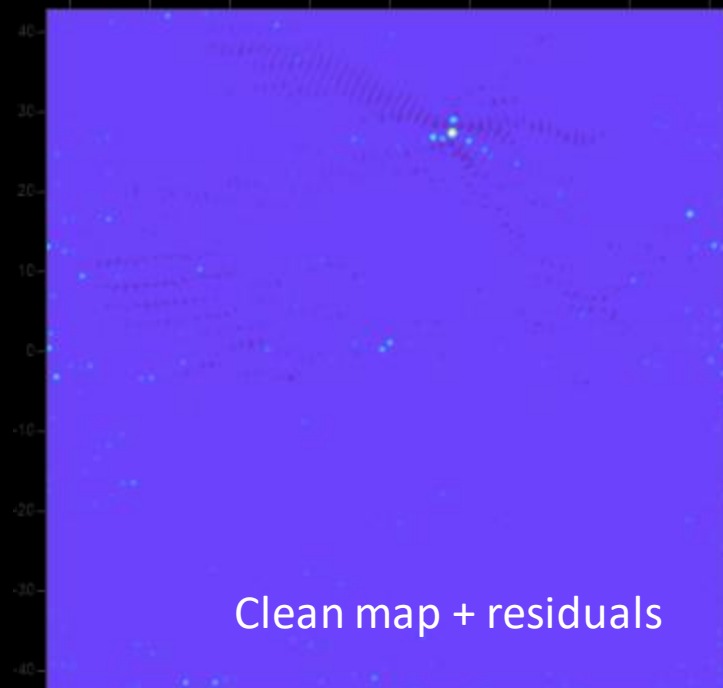
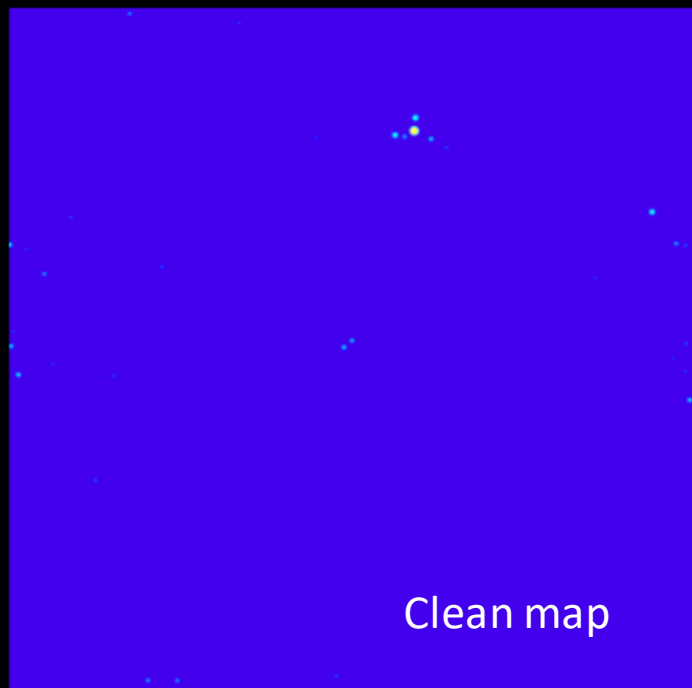
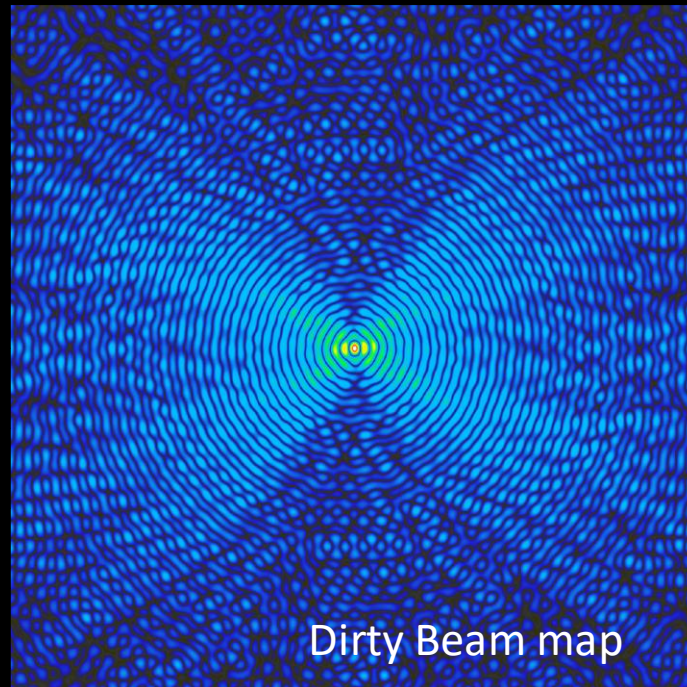
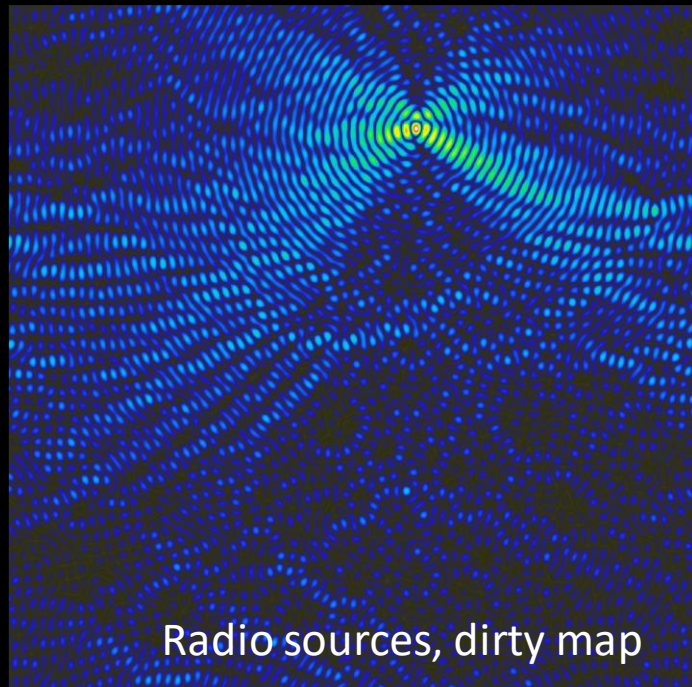


Baza $d=9.45 \lambda$ (66m) Marzec 2026



----- mapy bez uśredniania pikseli na UV -----

----- uśrednione 3x3 piksele na UV -----



Single baseline map

$D = 27 \lambda$

2048 x 2048 pix
90 x 90 deg

Software
do edycji
przetwarzania
i prezentacji
danych
obserwacyjnych

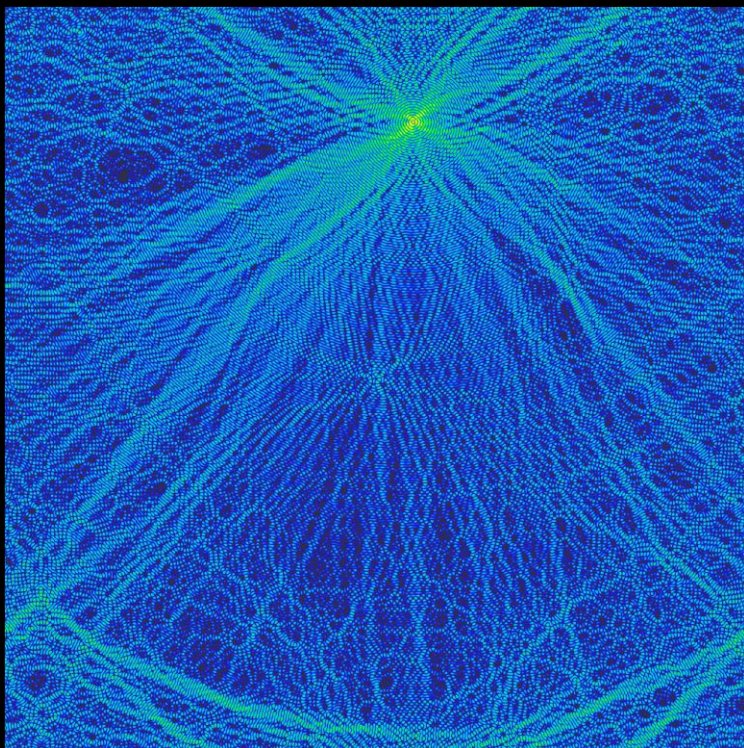
made by AJK

W11 + Debian
code f77

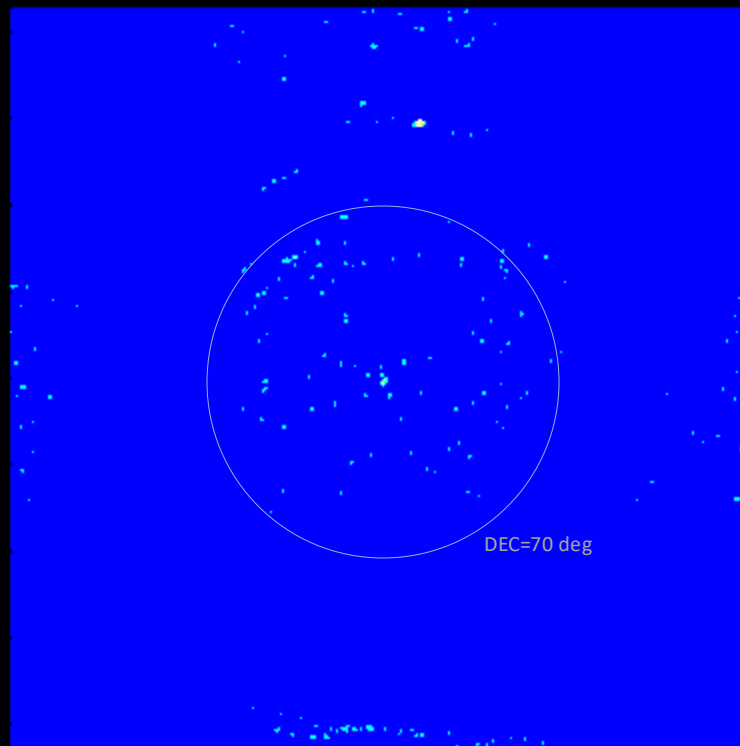
Wspomaganie

Origin 8, OriginLab
Surfer, Golden Software

March 2026



Dirty map single baseline $d=94 \lambda$



Map made of delta components obtained by CLEAN process

Projekt aktualnie w realizacji, końcowe mapy wykonane z danych wszystkich baz, prawdopodobnie dostępne będą na początku lata 2026.

Obecny etap (marzec 2026) to wykonanie map z baz pojedynczych, ich wspólna kalibracja, korekta czasu obserwacji i rzeczywistych długości baz, możliwa będzie przez wzajemne porównanie map dla baz pojedynczych.

AJK Wyjazd do MRAO Cambridge University **specjalne stypendium ufundowane na rocznicę kopernikańską przez British Council, 1973-1974, 12 miesięcy.**

Obserwacje i przetwarzaniu danych z radiowego przeglądu 5C7 - teleskop jednomilowy, oraz współpraca z prof. J. Boldwin'em przy budowie 151 MHz nowego radioteleskopu przygotowywanego do przeglądu nieba 6C.

Ważne doświadczenia i kontakty z pobytu w Cambridge. W tym czasie to był najlepszy ośrodek w dziedzinie radioastronomii na świecie.

Przywieziona została dokumentacja Phase Switch G, wzmacniaczy p.cz. Pozwoliło to wprowadzić istotne zmiany w dotychczas eksploatowanych i budowanych dla potrzeb RT-3 urządzeniach odbiorczych.

Po powrocie napisania zostaje rozprawa doktorska „5C7 - radiowy przegląd nieba wykonany metodą syntezy apertury”, obroniona w czerwcu 1975r.

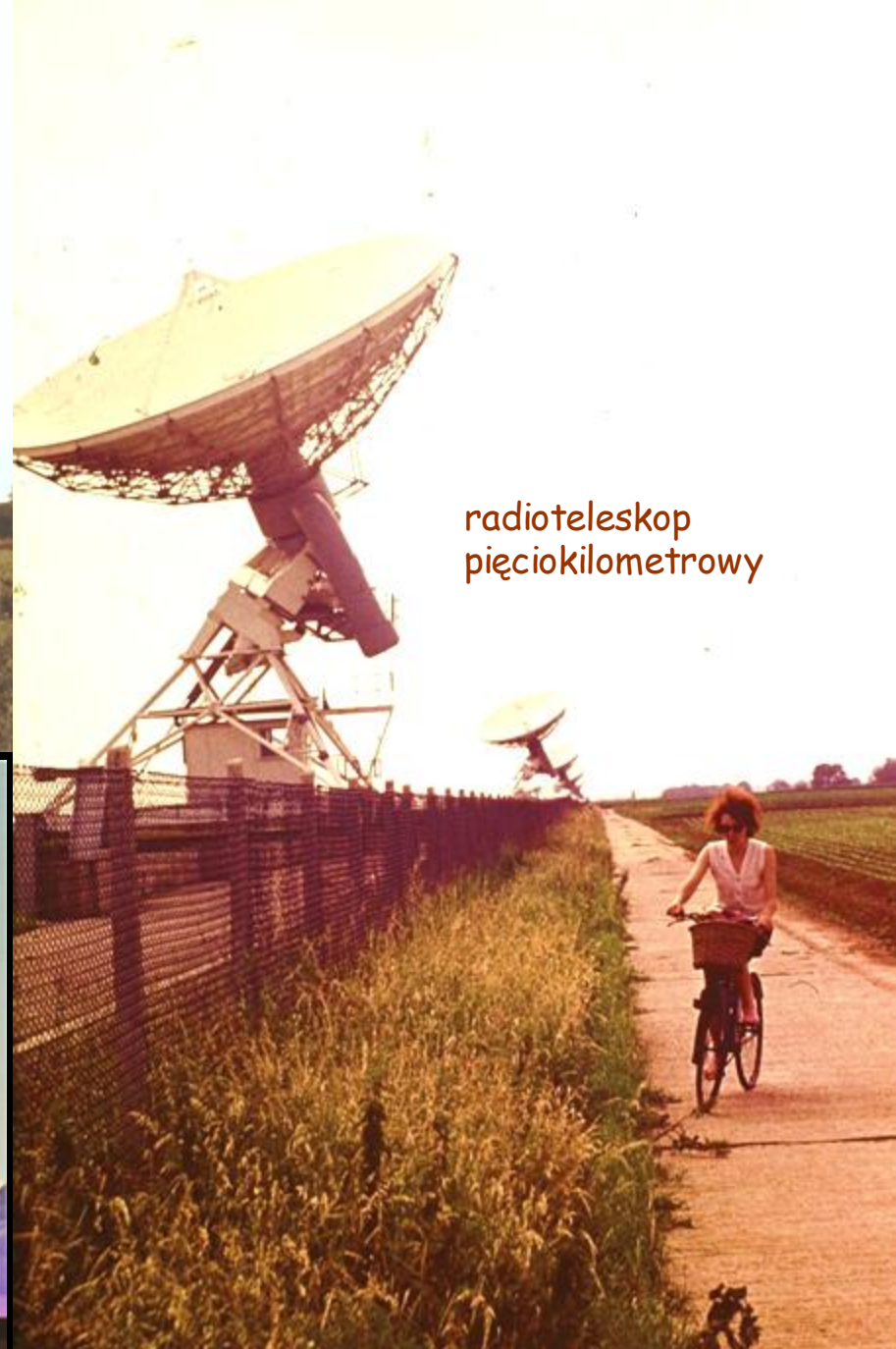


radioteleskop półmilowy

Antena ruchoma radioteleskopu jednomilowego



radioteleskop 4C



radioteleskop
pięciokilometrowy

Cavendish Laboratory



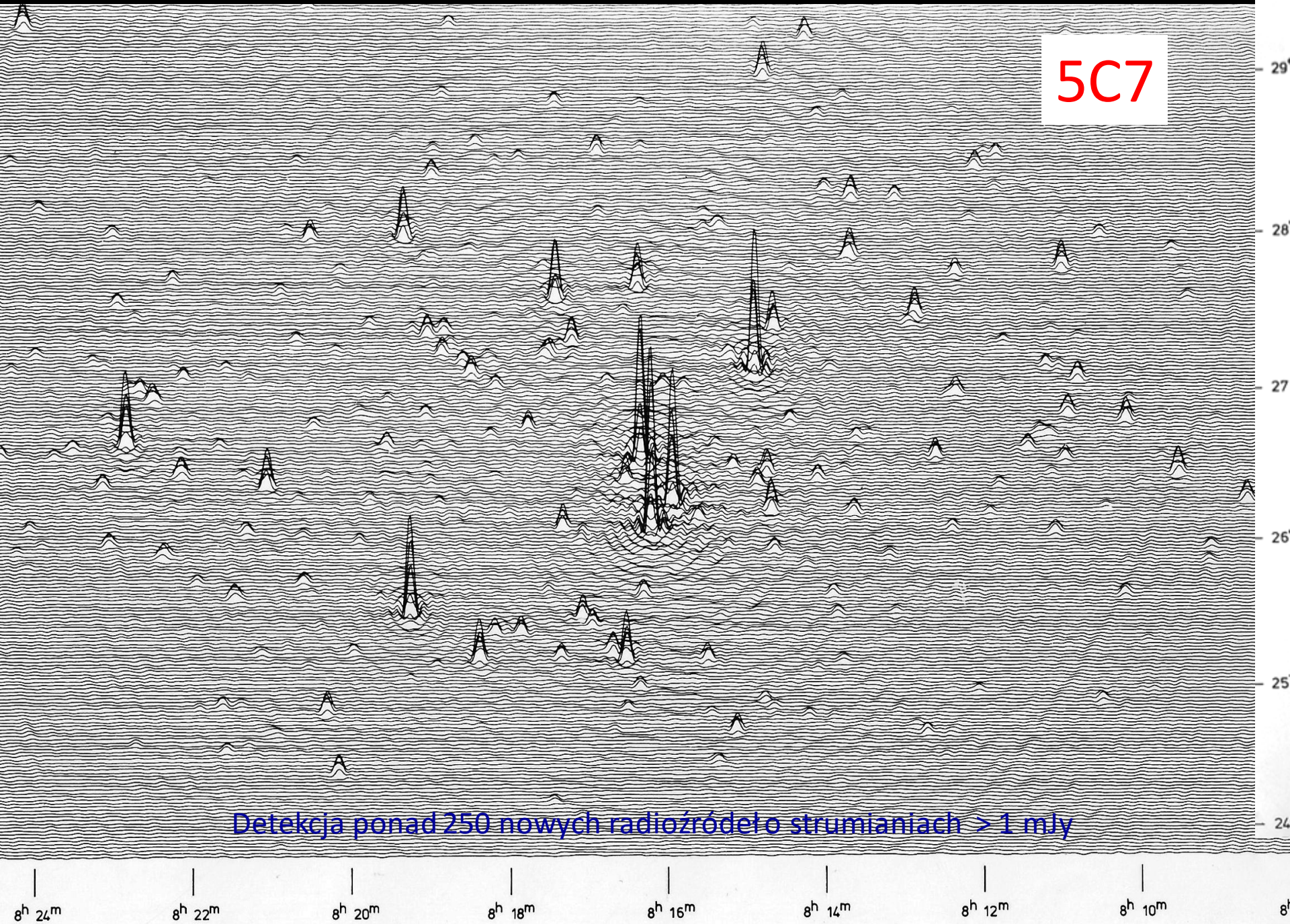
Physics Research Students

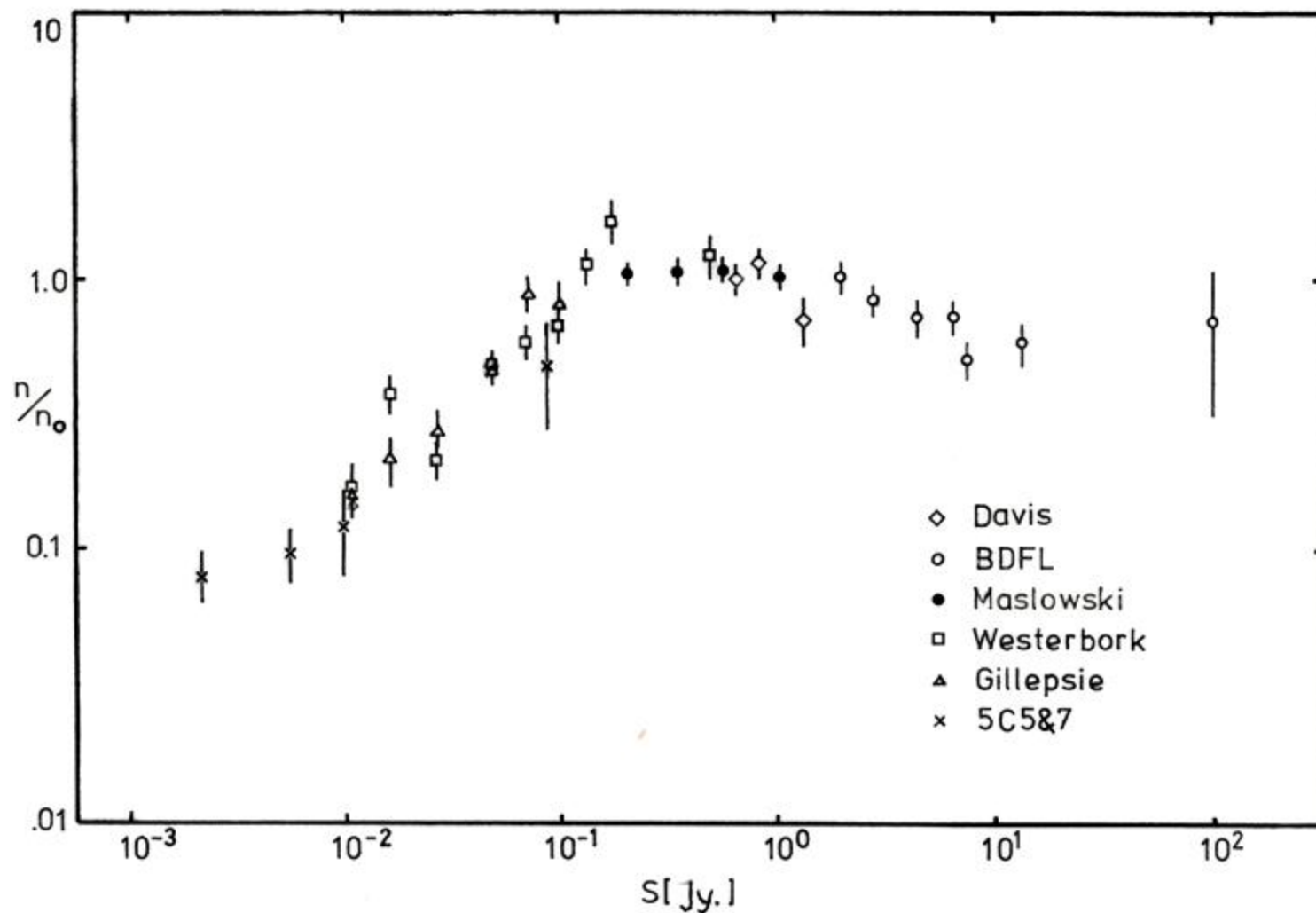


Cambridge 1974

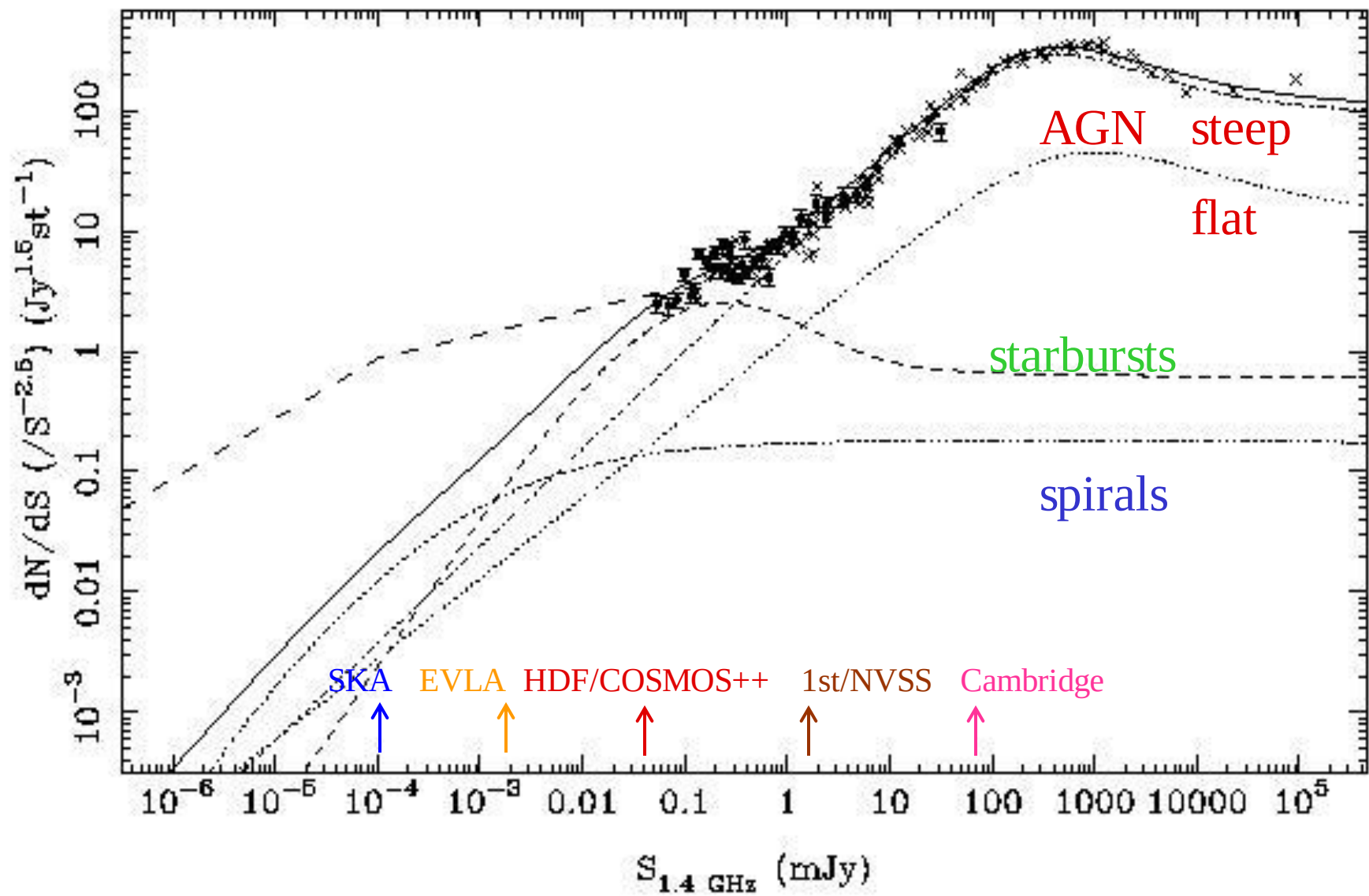
Jeden z dwu najgłębszych przeglądów nieba wykonany w latach 70-tych (5C6 i 5C7)

5C7





Rys.32 Zestawienie większości danych z przeglądów w pobliżu 1400 MHz. Zliczenia znormalizowano dla $N_0 = 200 \text{ sr}^{-1}$ i $S = 1 \text{ f.u.}$



Dwa wyjazdy prof. S.Gorgolewskiego do USA, Caltech Pasadena, rok 1967 i 1975

1967 wyjazd na roczny pobyt, jako visiting professor, w OVRO, California Institute of Technology, Pasadena USA, gdzie prowadził m.in. **radiowe badania księżyców Jowisza.**

Odkrył promieniowanie radiowe Kallisto 1970.

Wykorzystywał w tym celu najlepszy wówczas w świecie interferometr dwu antenowy (anten 90 ft) na 960 MHz.

Wykonał też serię obserwacji zakryć (okultacji) kilkunastu radioźródeł przez koronę słoneczną. Celem tych obserwacji było zbadanie zmienności rozmiarów i kształtu korony w dłuższym przedziale czasu.

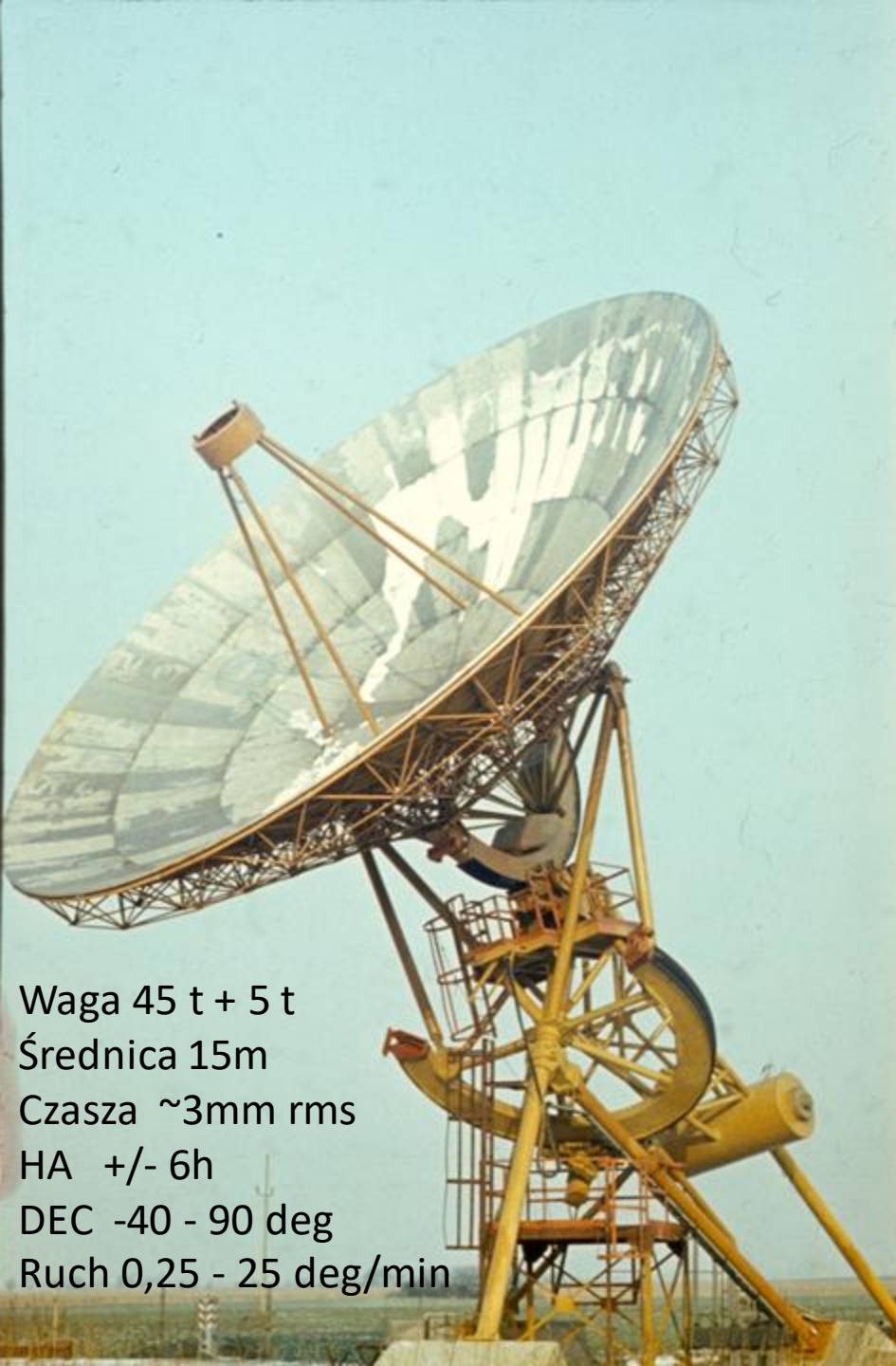
Dane przywiezione na taśmie magnetycznej opracowywał w Toruniu doktorant mgr Jacek Stryczyński.

Brak odpowiednich mocy obliczeniowych i specjalistycznego oprogramowania nie pozwoliły dokończyć tego ciekawego projektu.

Powstaje **nowy pomysł na interferometrię w Toruniu – VLBI .**

Pozyskanie pełnej dokumentacji formatera i konwertera VLBI systemu **Mark IIc** **i zgody na wykonanie kopii** terminala w pracowniach katedry Radioastronomii.

Rozpoczęcie zakupów podzespołów niezbędnych do budowy terminala i tworzenie zespołu współpracowników zatrudnianych w kolejnych latach w Zakładzie Radioastronomii.



RT-3

Projekt techniczny wykonał zespół BIBROHU
pod kierunkiem inż. Śledziewskiego i inż.
Bujakowskiego, grudzień 1974.
Czyn społeczny na rocznicę MK.

Budowa w latach **1974-1977**

Wykonawcy: MOSTOSTAL + 7 firm.

Koordinacja dr Z.Turło + pomoc Działu
Inwestycji UMK

Aparatura kompletowana w 1977-1980

- Odbiorniki : 408 MHz, **609 MHz**,
- 1420 MHz, 1660 MHz, **5 GHz, 10,7 GHz.**
- Terminal VLBI Mk IIc
- Spektrograf autokorelacyjny
- Sterowanie: Momik 8b, M400, SM1420

istotne wsparcie od: Astron, MPIfR

Waga 45 t + 5 t
Średnica 15m
Czasza ~3mm rms
HA +/- 6h
DEC -40 - 90 deg
Ruch 0,25 - 25 deg/min

1 X 1979 Minister MSz.W.N.T. Przekształca Zakład Radioastronomii IA UMK w samodzielną Katedrę Radioastronomii na Wydziale Mat-Fiz-Chem UMK.

1976 przejście **prof. W.Iwanowskiej** na emeryturę.

Na **nowego dyrektora** Instytutu zostaje powołany **prof. S.Gorgolewski**, jego zastępcą zostaje doc. S.Grudzińska do 1979 r.

Poważna choroba i skomplikowana operacja wyłącza prof. Gorgolewskiego z aktywności na kilka miesięcy.

Dochodzi do konfliktów personalnych, które doprowadziły do powołania przez Rektora UMK Kuratora (Dziekana Wydziału) w Instytucie.

Prof. Gorgolewski podejmuje walkę o odzyskanie niezależności Zakładu Radioastronomii. Interwencja w Ministerstwie i władzach państwowych doprowadziła do **decyzji ministra M.Sz.W.N.iT przekształcenia Zakładu Radioastronomii Instytutu Astronomii w samodzielną jednostkę wydziałową - Katedrę Radioastronomii na Wydziale Mat-Fiz-Chem UMK.**

W tej zmienionej strukturze Katedra istniała **do roku 1996**, do czasu powołania Centrum Astronomii UMK.

1978 wrzesień „pierwsze światło”, źródła kalibracyjne TauA, CasA

Montaż pojemnika ogniskowego
z aparaturą odbiorczą 408 MHz i 10,7 GHz





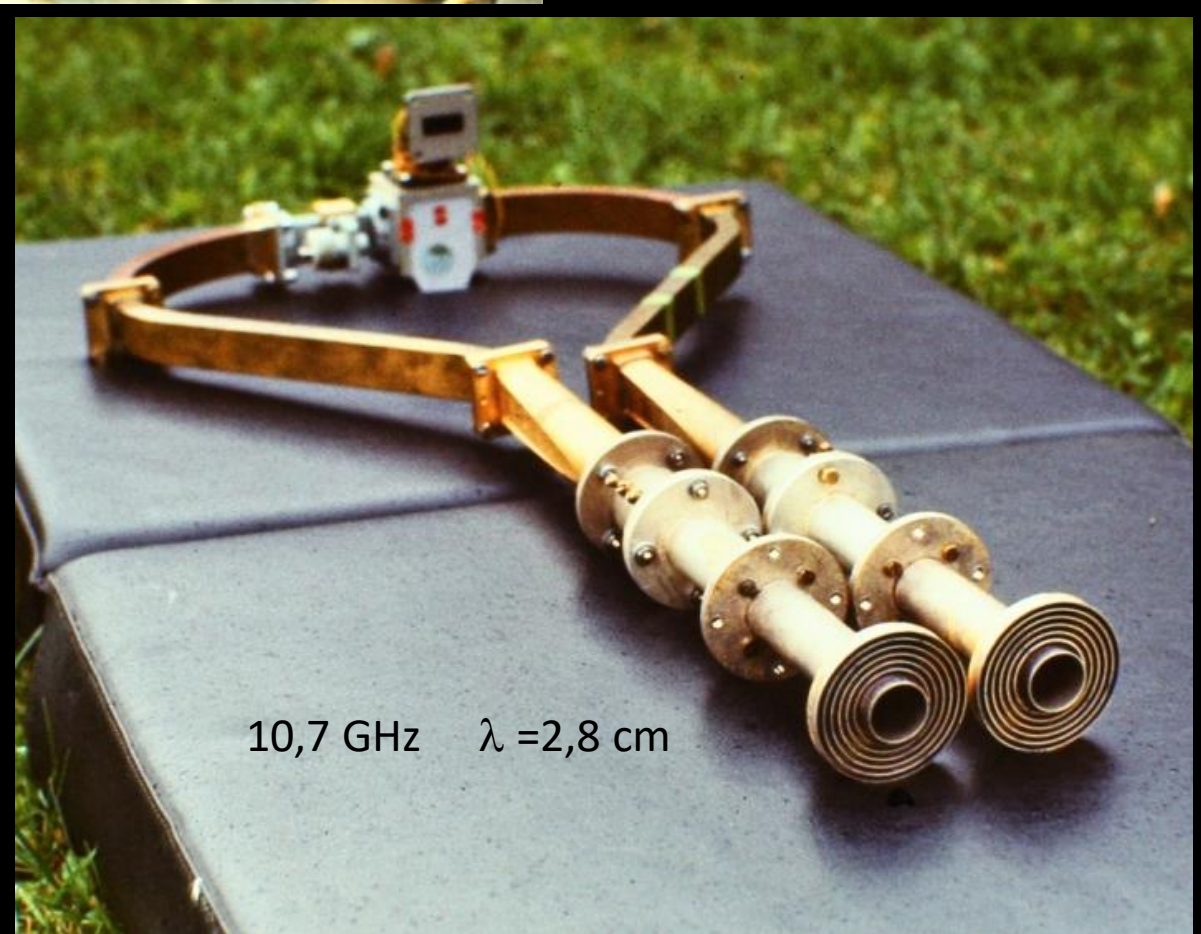
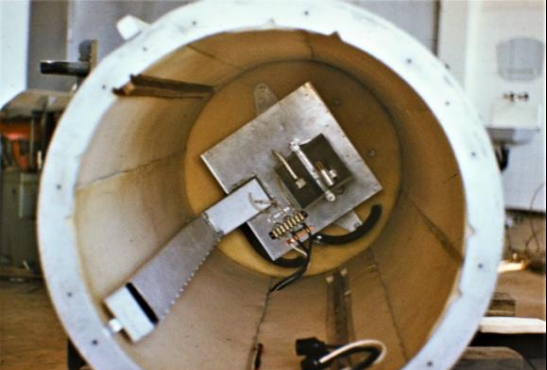
Sterownia do RT3 (pok.48) 1977

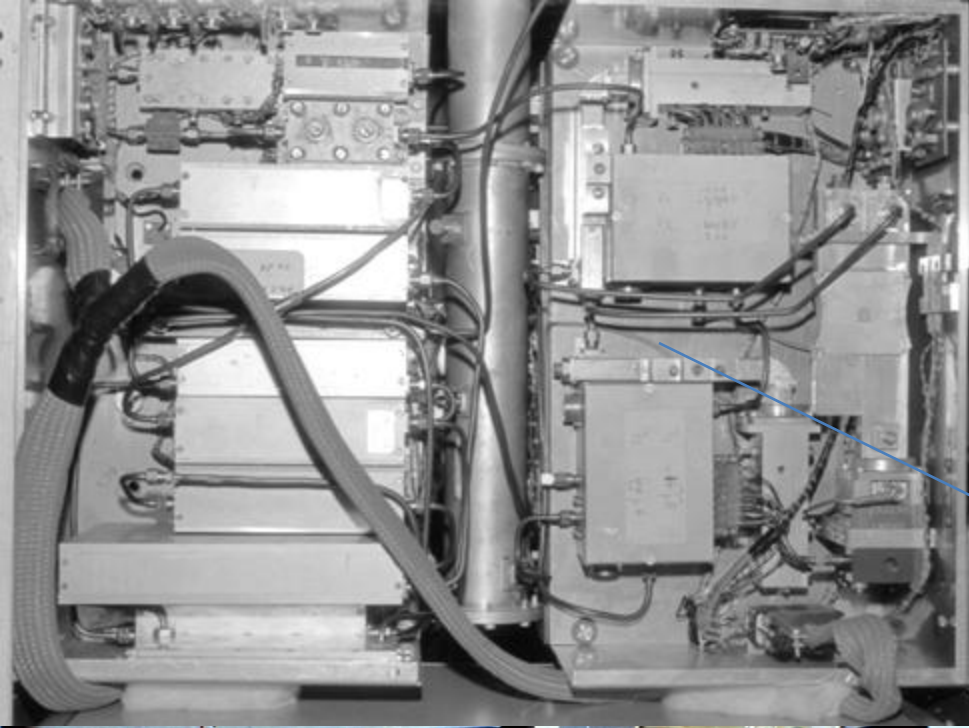


Mgr inż. Jan Wyrowiński, praca przy oprogramowaniu sterowanie RT3 na komputerze SM1420

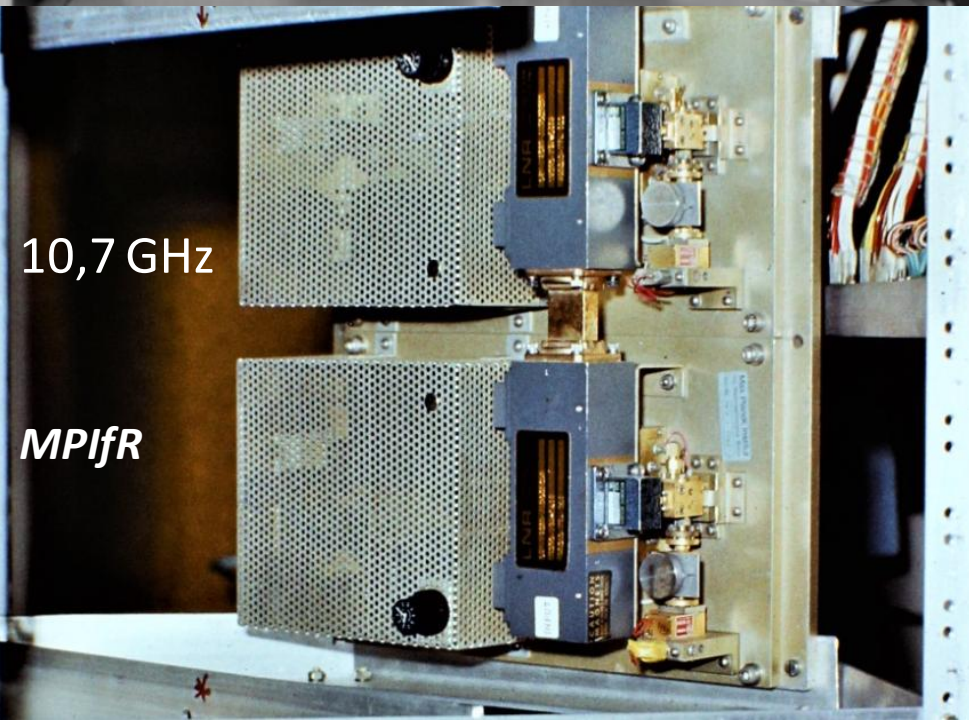
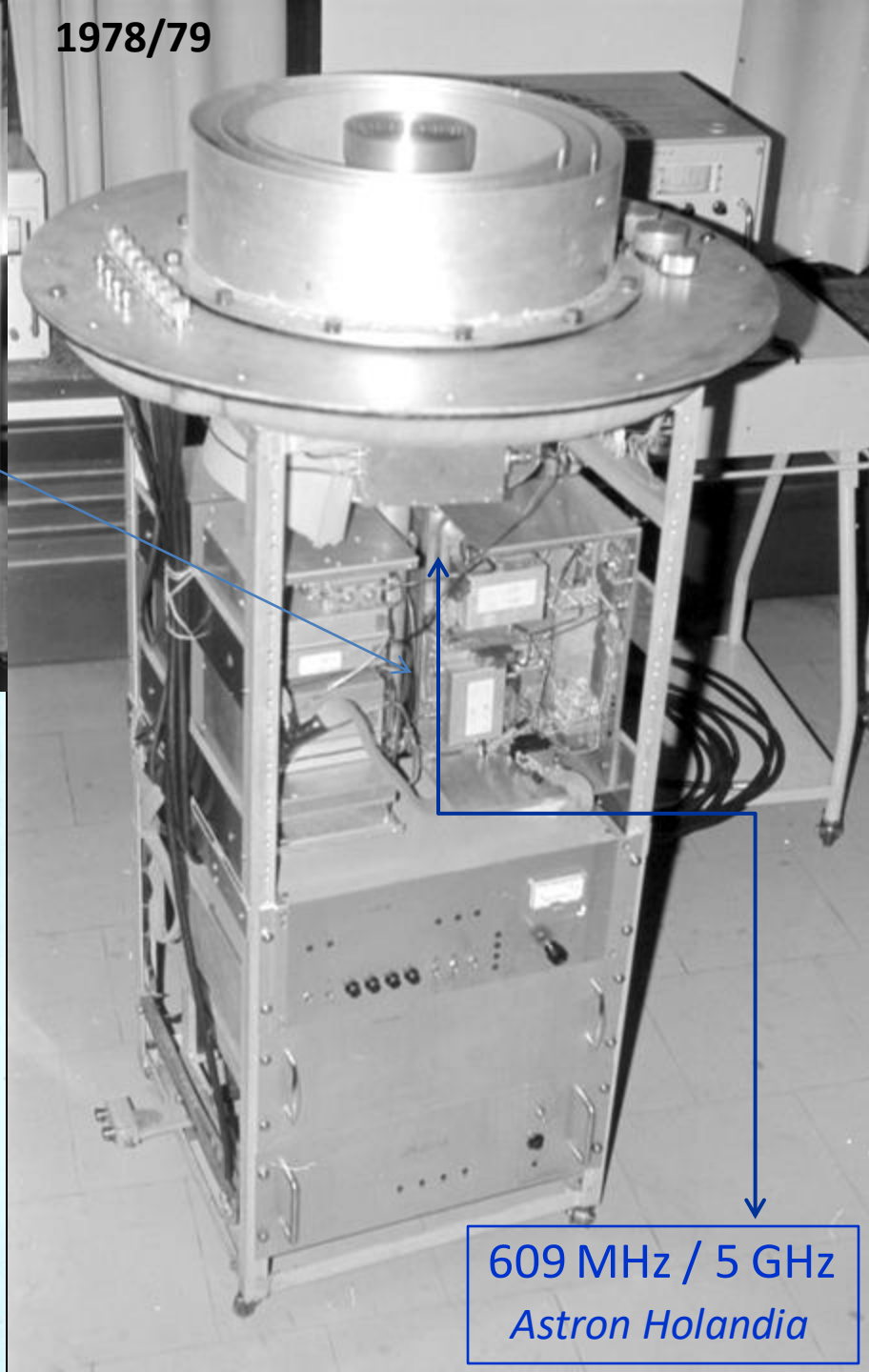
ZRaIA i KR 1975-1979

- Przygotowanie systemów odbiorczych dla RT3
407 MHz, 12 GHz (później wzm. Param. MPIfR), back-endy,
1420 MHz, 1650 MHz, oraz 609 MHz i 5GHz (odbiorniki z NFRA,
Dwingeloo Holandia.
- Wyjazdy do Astron'u (odbiorniki 610/4995 MHz) i MPIfR
(wzmacniacz parametryczny 10,7 GHz, VCR).
- Uruchomienie pierwszych obserwacji na RT3
Pulsary, spektroskopia, pomiary źródeł kalibracyjnych
- Terminal VLBI dla RT3 - VLBI konwerter / całość aparatury





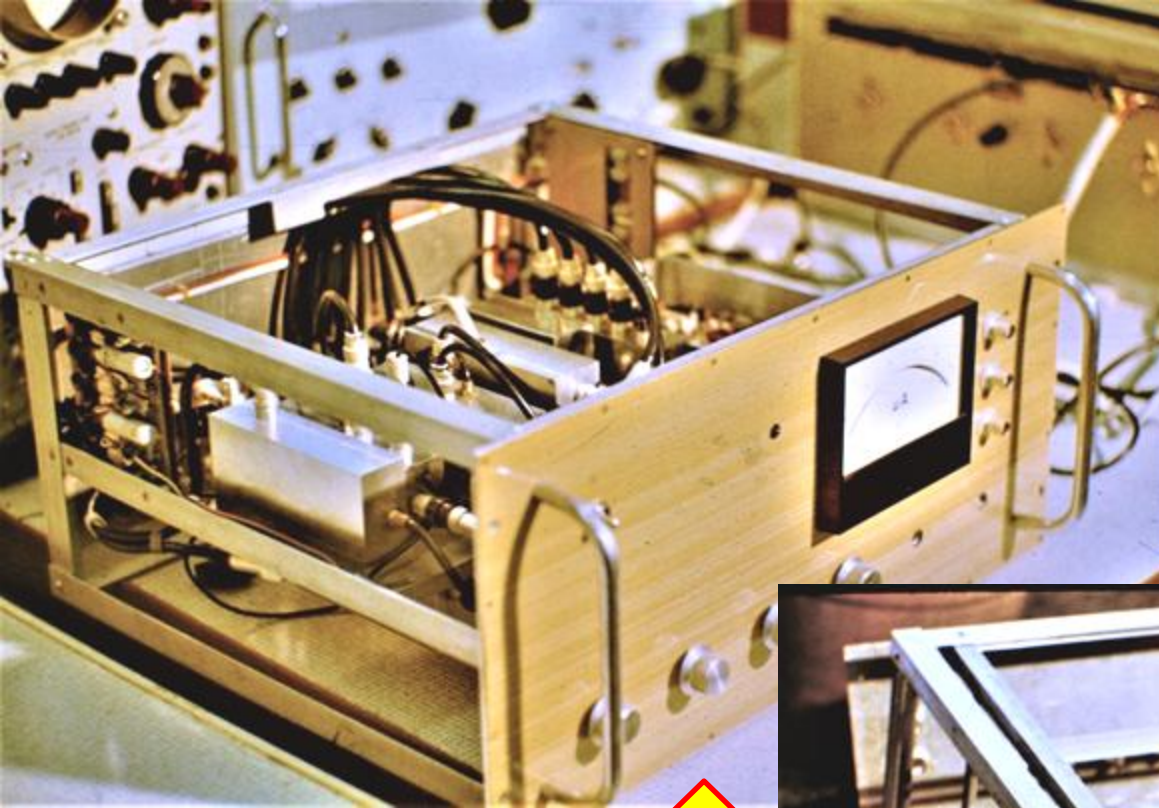
1978/79



10,7 GHz

MPIfR

609 MHz / 5 GHz
Astron Holandia



Cyfrowy Formater sygnału VLBI Mark IIc

- Cyfrowe samplery
- Formatowanie sygnału
- Zapis informacji o czasie
- Interface z magnetowidem VHS

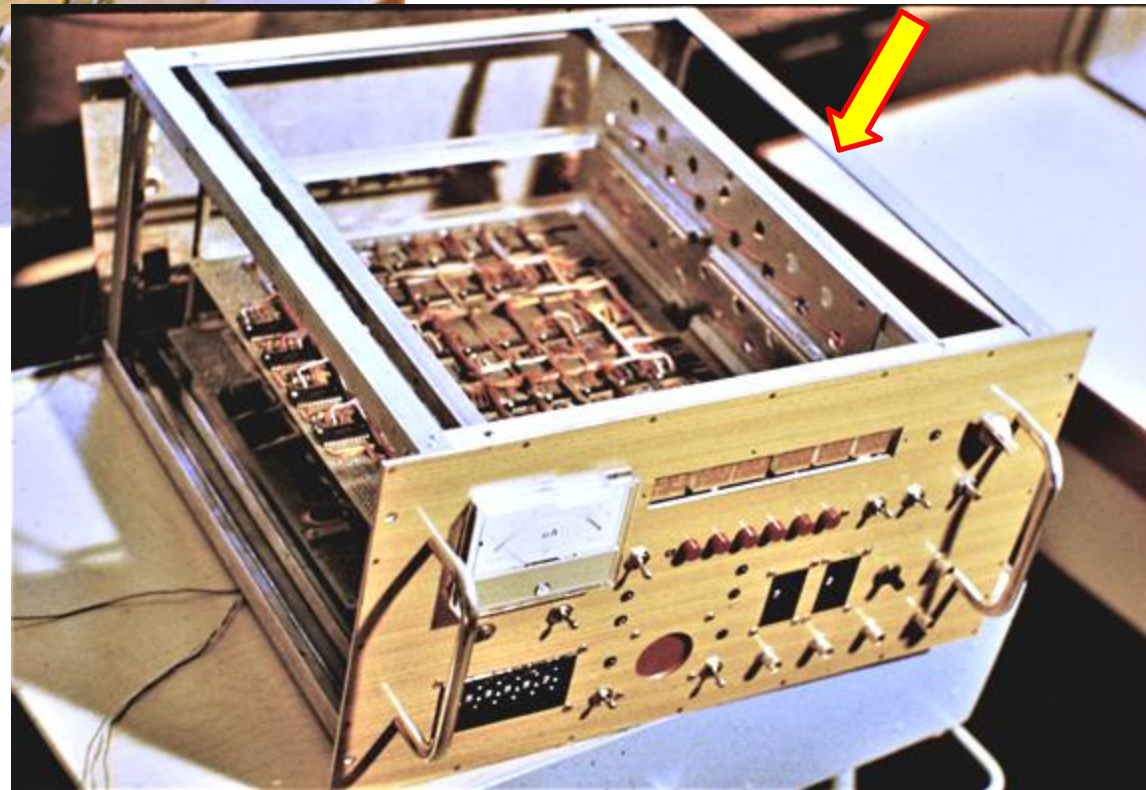
S.Gorgolewski, A.Kępa, J.Mazurek

Konwerter sygnału VLBI



- Przemiana częstotliwości
- Fazowa synchronizacja lokalnego oscylatora z rubidowym wzorcem częstotliwości
- Filtr jednowstęgowy o skokowo wybieranym paśmie (0,125 – 4 MHz)
- Wzmacniacze video

A.Kus, E.Pazderski, S.Gorgolewski



Nagroda zespołowa stopnia II, Minister NiSW 1985.

Postdoc AJK w Jodrell Bank Observatory MU, 1979-1980+

1. CSS QSOs, VLBI dane i techniki obserwacyjne
2. 3C309.1 badanie struktury mas (kpc)
3. MERLIN udział w opracowywaniu danych
4. Odtwarzanie obrazów z interferometrów, w domenie spektralnej
5. OH/IR 127.8-0.0
6. Przygotowanie toruńskich obserwacji VLBI, sesje testowe
7. Data processing w MPIfR Bonn i Caltech, nasze obserwacje VLBI z RT3 na 609 MHz i 1665 MHz.

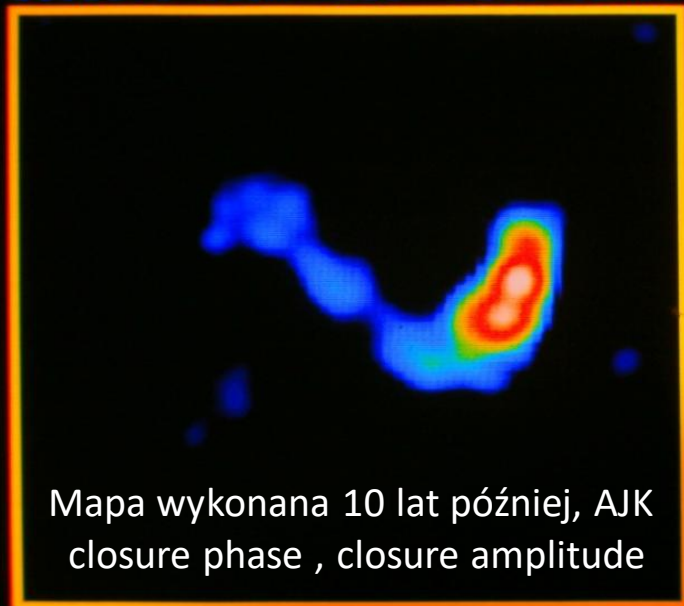
The radio structure of 3C 309.1 determined by multi-baseline interferometry

A. J. Kus[★], P. N. Wilkinson and R. S. Booth

The University of Manchester, Nuffield Radio Astronomy Laboratories, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire SK11 9DL

Global VLBI

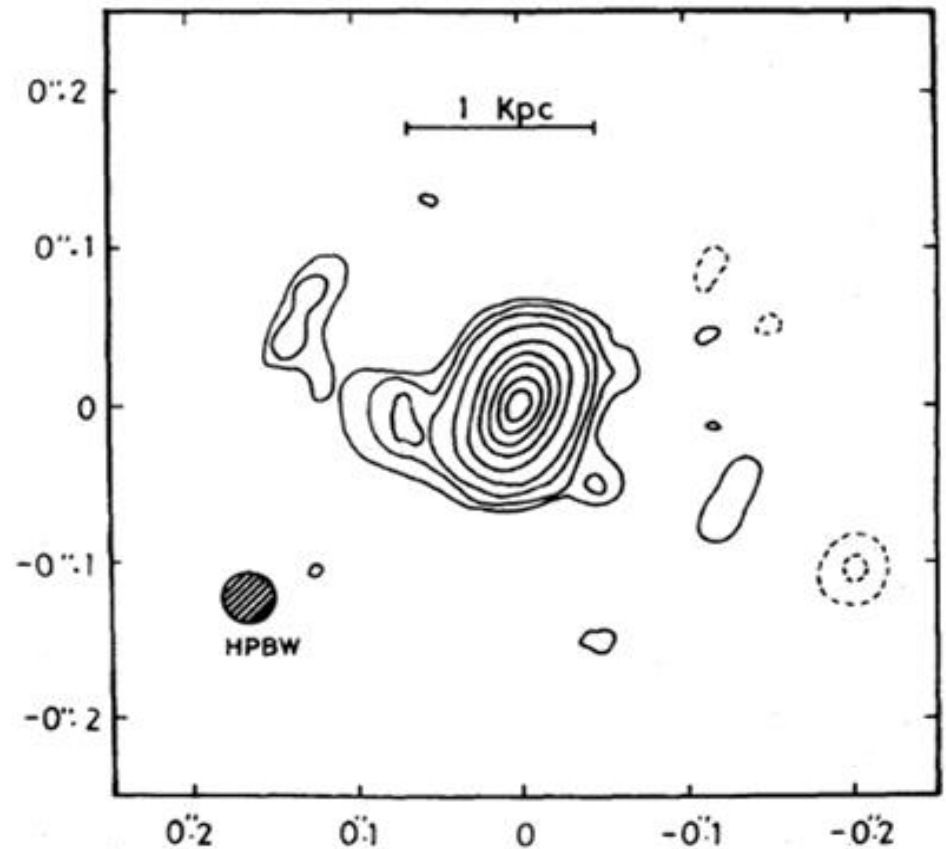
3C309.1 93cm VLBI beam=15mas



Mapa wykonana 10 lat później, AJK
closure phase , closure amplitude

Wyniki z pierwszego eksperymentu VLBI stacji europejskich styczeń 1978 dla 3C309.1

Mapa hybrydowa bez informacji o fazie



The radio structure of 3C 309.1 determined by multi-baseline interferometry

A. J. Kus[★], P. N. Wilkinson and R. S. Booth

The University of Manchester, Nuffield Radio Astronomy Laboratories, Jodrell Macclesfield, Cheshire SK11 9DL

Pierwsze opublikowane wyniki z
testowej sesji obserwacyjnej
(1978) europejskiej sieci VLBI

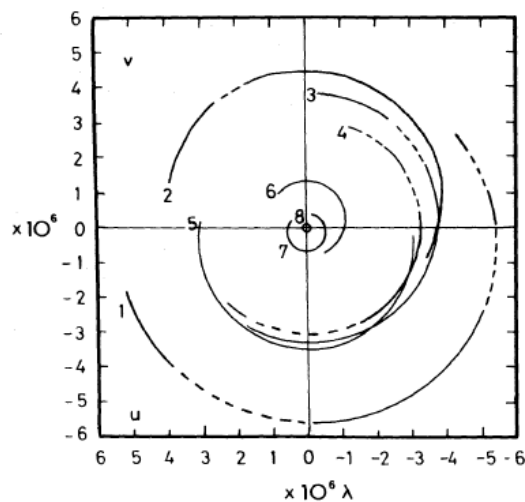


Figure 1. The $u-v$ coverage for 3C 309.1. The solid lines represent the regions covered by the observations. The VLBI baselines are 1. Jodrell Bank–Onsala, 2. Effelsberg–Onsala, 3. Effelsberg–Jodrell Bank, 4. Onsala–Dwingeloo, 5. Dwingeloo–Jodrell Bank, 6. Effelsberg–Dwingeloo. The Jodrell Bank baselines are: 7. Mk II–Defford, 8. Mk I–Mk III.

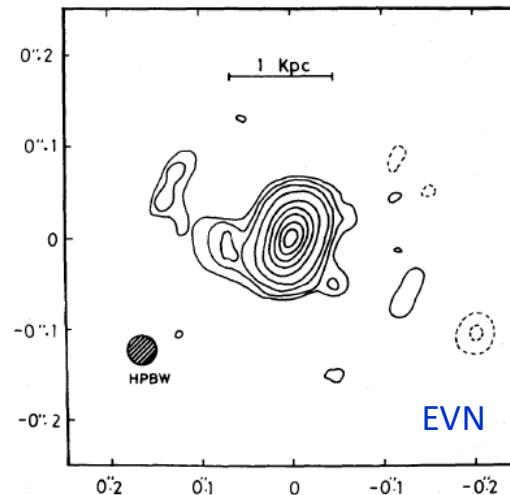


Figure 2. The hybrid map of the central component with a resolution of 30 milliarcsec. The contour intervals are: $\pm 0.5, 1, 2, 5, 15, 30, 50, 70$ and 90 per cent of the peak value which corresponds to 2330 mJy per beam area. There is a 180° uncertainty in the orientation of this map.

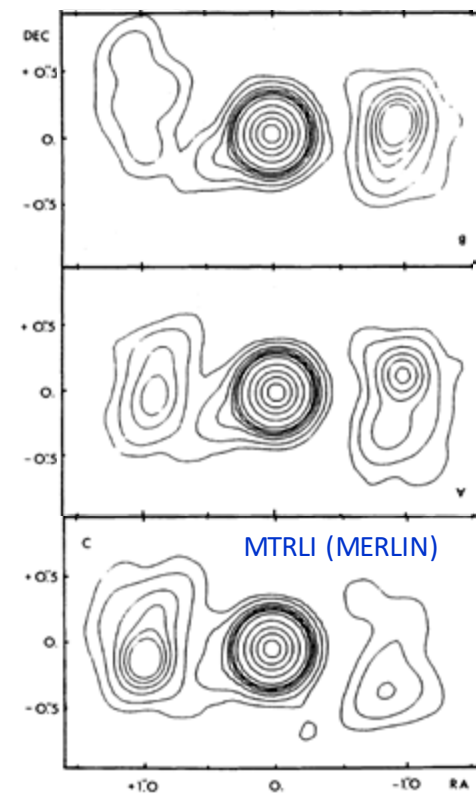
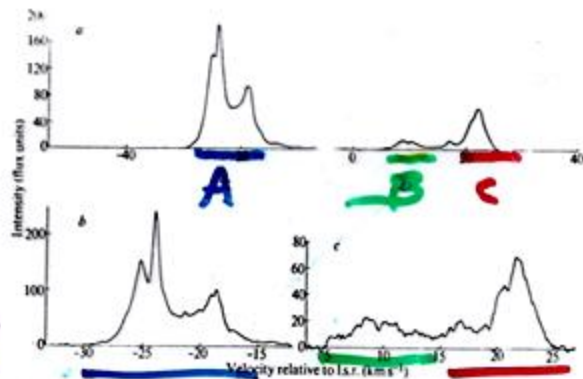


Fig. 1 a, 1.612 MHz OH spectrum of NML Cygnus taken with an overall bandwidth of 625 kHz and a frequency resolution of 4.4 kHz; b and c, spectra of the principal features taken with a band-width of 156 kHz (1.1 kHz resolution). Subtract 16.5 km s^{-1} to convert to velocities relative to the Sun. The polarization is r.h. circular.



M-TYPE SUPERGIANTS

- Complex spectrum individuals



- Components
- points

OTHER EXAMPLES:

S PER
AH 300
VY CMG
VX 300

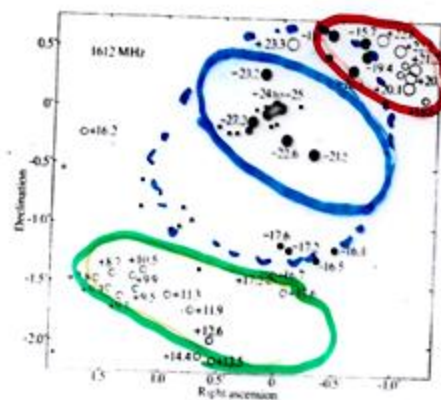
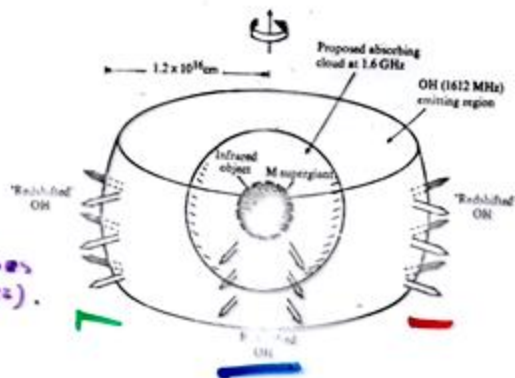


Fig. 2 The positions of the principal features or groups of features in NML Cygnus. $\circ$, Positive (receding) velocity end of the spectrum; $\bullet$, negative velocity end. The sizes of the symbols indicate the relative strengths of the component.

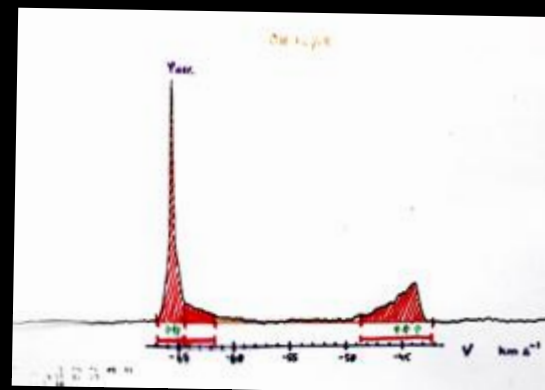
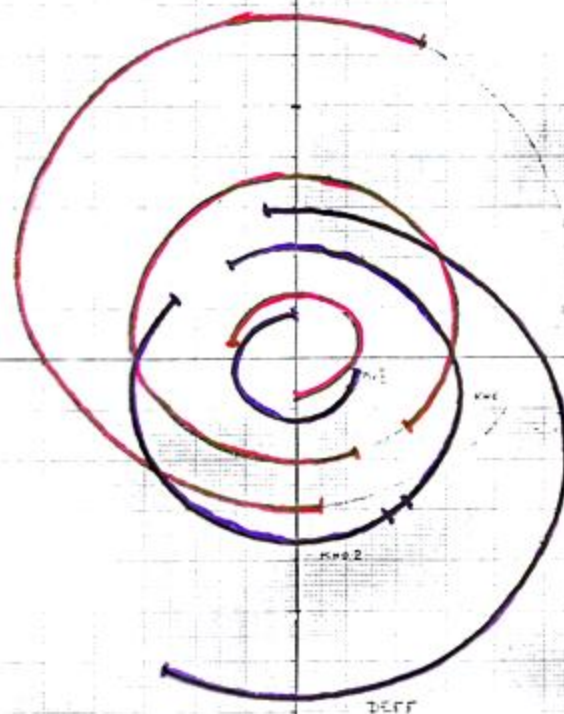


R.D. DAVIES
(1972).

Obserwacje 1979

OH 127.8-0.0

MERLIN



Tomografia 3D otoczki gwiazdowej

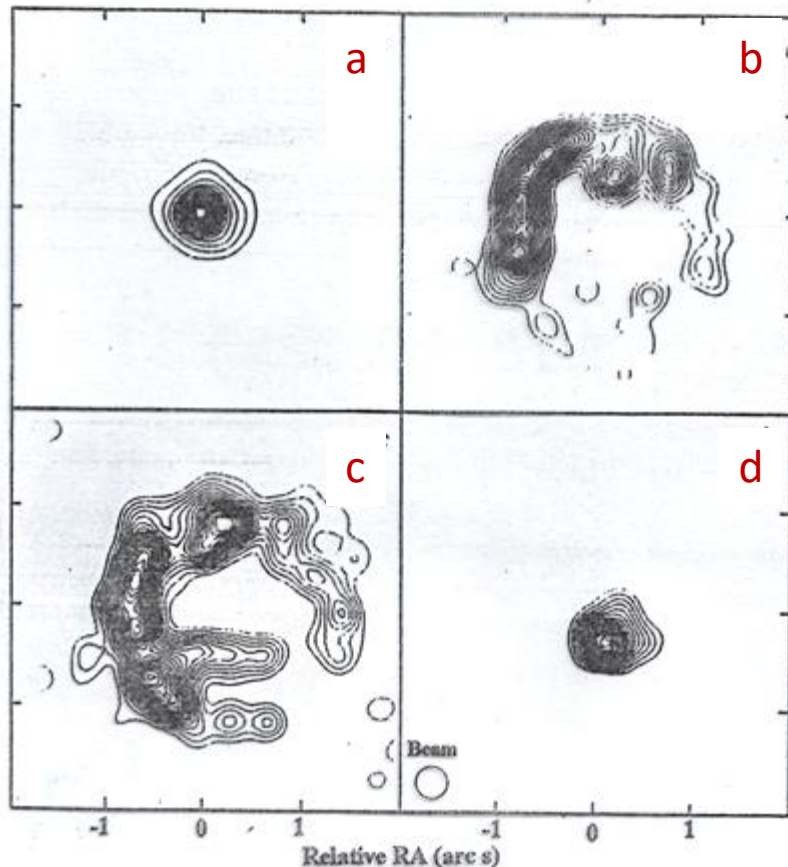
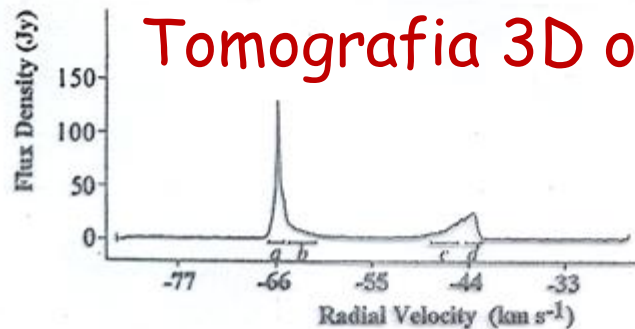


Fig. 11.8. MERLIN maps of OH masers around the star OH 127.8. Four velocity intervals have been selected from the spectrum (above) and separately mapped (Booth *et al.*,

Observations of a circumstellar shell around the OH/IR star OH127.8-0.0

R. S. Booth, A. J. Kus*, R. P. Norris & N. D. Porter

University of Manchester, Nuffield Radio Astronomy Laboratories, Jodrell Bank, Macclesfield, Cheshire SK11 9DL, UK

The 1.612 MHz OH maser emission associated with cool long-period variable stars is generally characterized by two main regions of emission separated in velocity by ~ 10 – 50 km s $^{-1}$. This has been taken to indicate that the OH lies in an expanding shell surrounding the star, the main peaks originating at the near or far sides of the shell along the line of sight where the maser column lengths may be greatest. Here we present the first high-angular resolution measurements of the OH emission from such a source which demonstrates dramatically that this picture is correct.

The 1.612-MHz OH maser source, OH127.8-0.0 (hereinafter called OH127.8) was discovered in a survey by *Booth et al.* Like many other sources found in such surveys^{1,2}, it shows the OH characteristics of the long period variable stars but has no optical identification although it is probably coincident with an IR star³. These objects have been designated Type II OH/IR stars and are assumed to be long period variable stars which are either at too large a distance for optical identifications or have circumstellar shells which are too thick for the visible radiation to penetrate (their properties are discussed elsewhere^{4,5}).

Observations of the OH maser radiation from OH127.8 were made between late 1978 and early 1980 with three single baseline interferometers of the Jodrell Bank telescope network, before the completion of the new Multi Telescope Radio Linked Interferometer (MTRLI)⁶ and as a prelude to its use as a line instrument.

These observations of OH maser radiation form part of a larger programme of observations of several such objects using the Mk1A-Knockin, the Mk1A-Defford and the Mk1A-Mk111 interferometers respectively⁶. On each occasion the usual radio link technique was used and the data were cross-correlated in the 1/24-channel digital spectrometer to give a 512 point cross-correlation spectrum in the manner described by Norris and Booth⁷.

The autocorrelation spectrum of OH127.8 is shown in Fig. 1. The special feature of this source is that the narrow spectral component at -65.7 km s $^{-1}$ was virtually unresolved on all baselines and could therefore be used as phase reference not only to correct the phase on all the other channels of the cross-correlation spectrum but also to combine the three sets of interferometer data. After combination and normalization the new data set was split into velocity intervals and a series of maps produced, each corresponding to a particular range of velocities in the masing gas. The procedure, described fully elsewhere⁸ consisted essentially of Fourier inversion and cleaning⁹.

Four of the maps are reproduced in Fig. 2a–d—they represent the spatial distribution of the masing gas in the velocity intervals *a*, *b*, *c* and *d* indicated in Fig. 1. Figure 2a is a map of the distribution of the OH gas with velocities close to the reference feature and in the range -65 to -66.5 km s $^{-1}$ (region *a* in Fig. 1). It shows that the material within this velocity interval is concentrated in a small region of angular extent ~ 0.4 arc and is dominated by the -65.7 km s $^{-1}$ component. Figure 2d shows the distribution of OH in the corresponding redshifted velocity interval (-43 to -43.7 km s $^{-1}$) and is clearly similar in extent although slightly offset in position.

Figure 2b, c shows maps of the weaker OH emission in

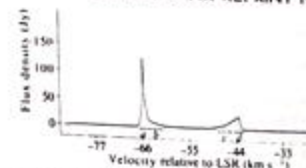


Fig. 1. The 1.612 MHz OH spectrum of OH127.8. The bracketed velocity intervals *a*, *b*, *c* and *d* represent those ranges of velocity for which the spatial distribution of the maser emission has been determined (see Fig. 2).

velocity regions closer to the stellar velocity (-62.2 to -64.7 km s $^{-1}$ and -45.2 to -47.5 km s $^{-1}$ respectively). Both have a similar annular form with angular diameter ~ 2 arc s. The map centres are the same in each case and correspond to the position of the reference feature.

The distributions found are exactly those expected of a uniformly expanding circumstellar shell¹⁰ of OH. The strongest maser components have small angular diameters and are situated close to the line of sight through the centre of the shell along which the gain paths are largest, and the weaker emission delineates those portions of the shell where constant velocity path lengths along the line of sight will be shorter, giving lower maser gain. At the edges of the shell the velocity gradient is such that the line of sight emission is reduced to zero.

Note that the spectrum of the source varied slightly in intensity between observations thus we could not be sure of the relative amplitudes to better than 10%. However, as the fits to the data were good, we believe that our normalization was correct; as an example, in Fig. 3 we show a plot of the data and corresponding points produced by Fourier inverting the map of Fig. 2b. As an extra check on this effect, we varied the amplitudes by 10% on each baseline and repeated the fitting procedures. In all cases, although the detailed distribution changed, the overall shell pattern remained, it being strongly dependent

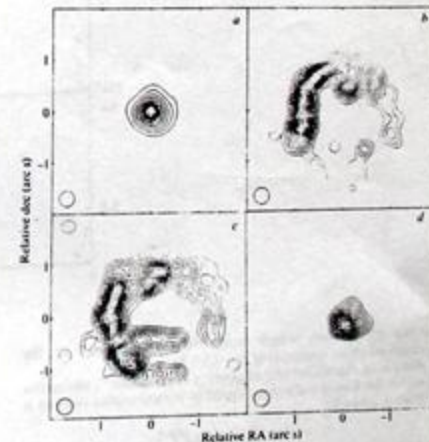
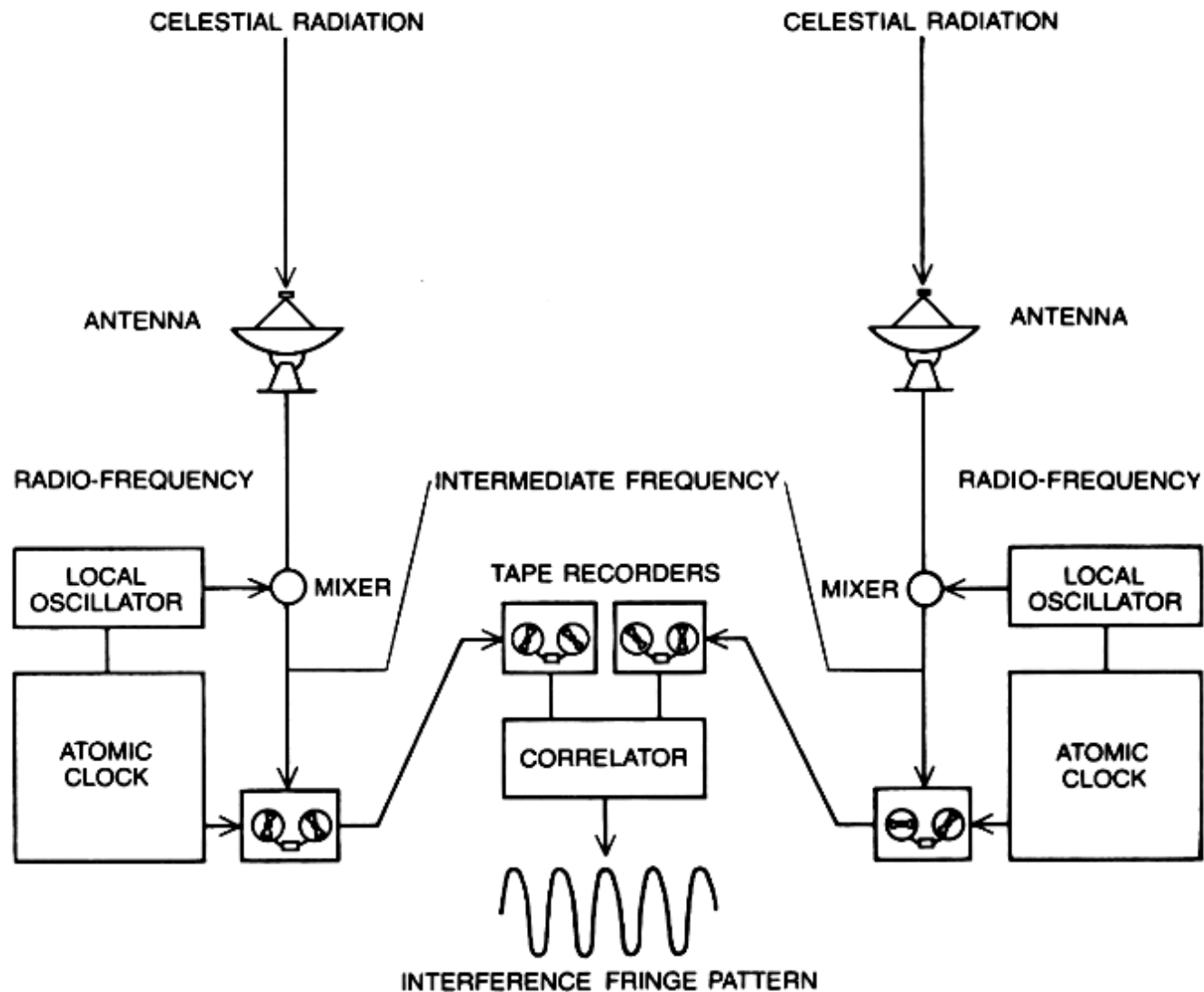


Fig. 2. a–d, Maps of the spatial distribution of the integrated OH emission in the velocity intervals marked *a* to *d* respectively in Fig. 1. In each map the contour interval is 5% of the peak integrated emission in that velocity interval and the lowest contour is $\sim 10\%$.

Podstawy interferometrii radiowej VLBI



VLBI w Toruniu (jedyne kraj Europy Wschodniej)

Co było potrzebne:

przygotowania 1980 /81

1. Radioteleskop (15m RT-3)
2. Systemy odbiorcze (syntezer LO z JBO)
3. Systemy sterowania
4. Terminal VLBI Mark IIc + VCR (pożyczony z MPIfR)
5. Atomowy wzorzec częstotliwości / czasu (HP Rubidium Clock)
6. Umiejętności, zaangażowanie, wzajemne zaufanie
7. Entuzjazm.

1981.06.29 Pierwsze udane obserwacje techniką VLBI (3C286)

RT-3 był używany w sieci VLBI do ok. 1992

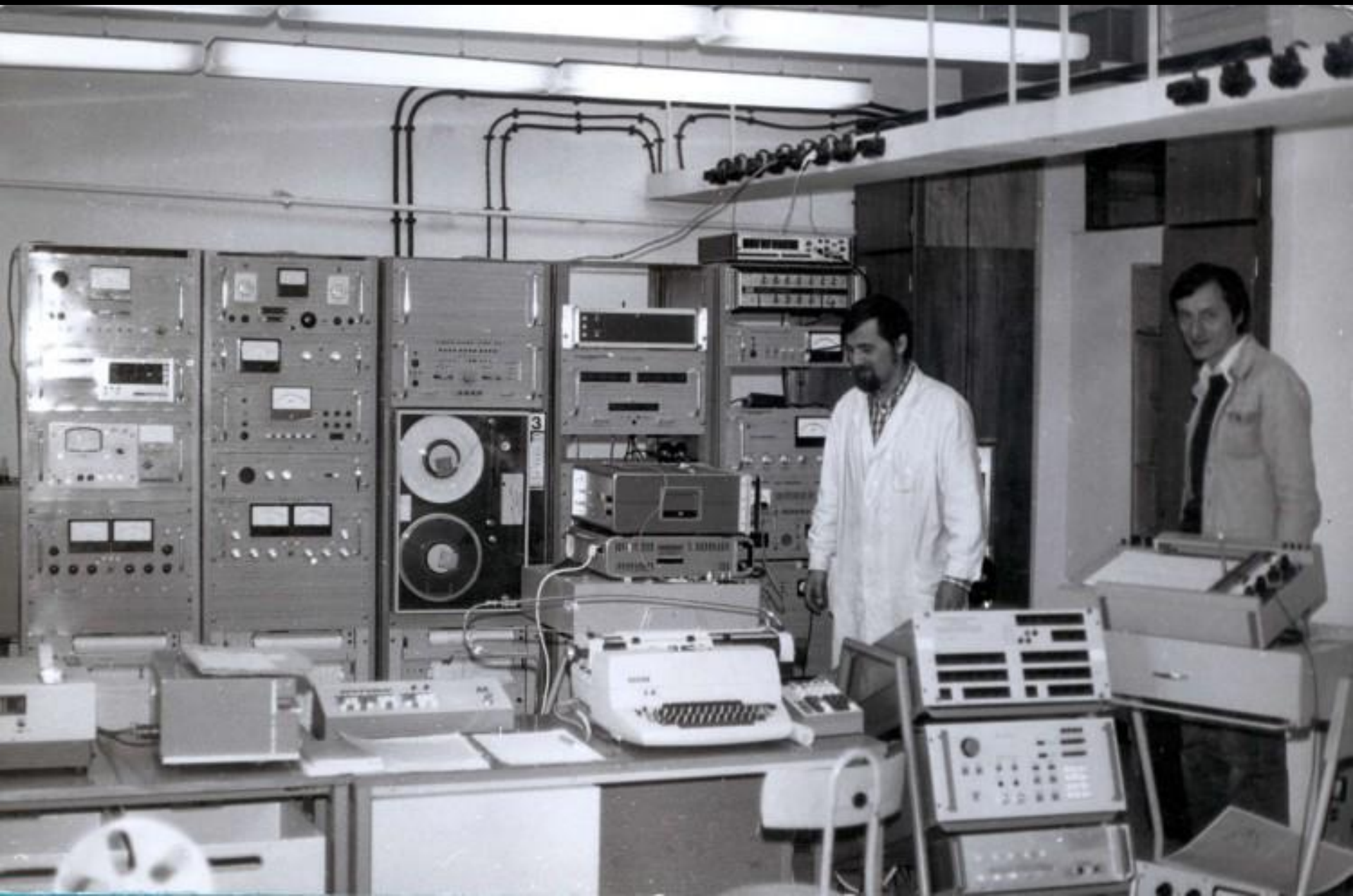


1984



VLBI w Toruniu, to efekt wieloletniej pracy zespołu pod kierunkiem prof. Gorgolewskiego
Uczestniczyli: A.Kus, B.Krygier, A.Marecki, K.Borkowski, A.Kępa, E.Pazderski, J.Urowicz, J.Mazurek, R.Feiler, ...

VLBI testy 1980/1981



1981.06.29 Pierwsze udane obserwacje techniką VLBI (terminal MkIIc)





E. Pazderski i S. Gorgolewski (częściowo zasłonięty przez G. Gawrońską) stoją na głowie przy drzwiach wejściowych do sterowni, aby udał się pierwszy eksperyment VLBI

<http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/Telescopes/RT15/KRaVLBI.htm>

Komputery KRa: M400, SM 1420 (PDP-11) 1979-1990
Convex C120 Piwnice 1990r. Następnie to Sun work stations / PCs



AIPS NRAO software for VLBI image processing



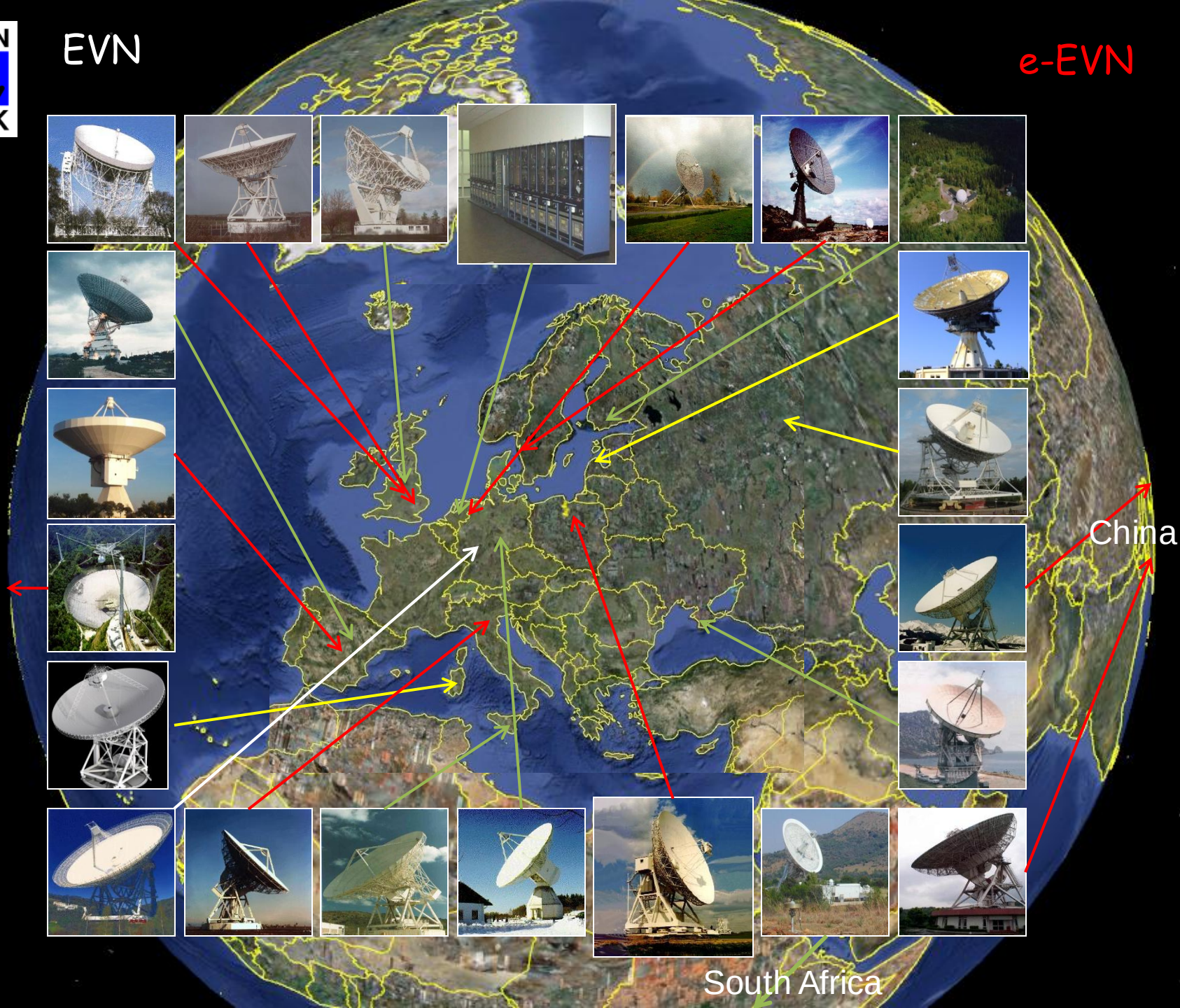
EVN

e-EVN

USA

China

South Africa

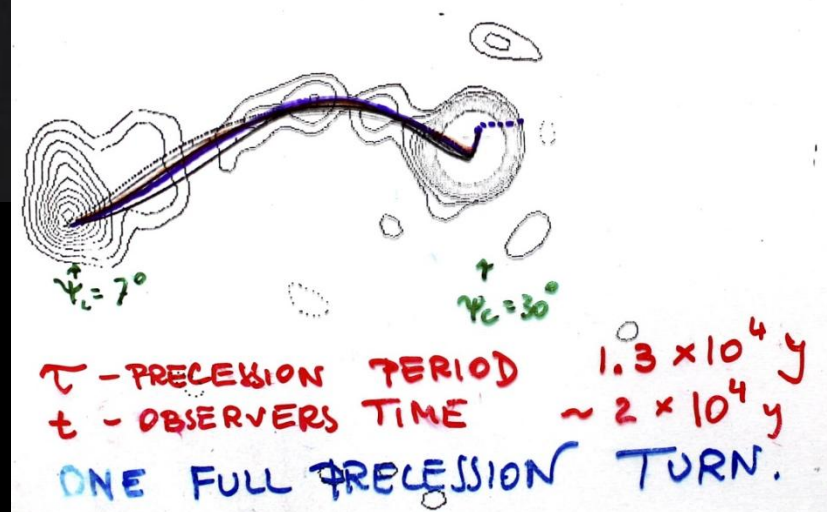
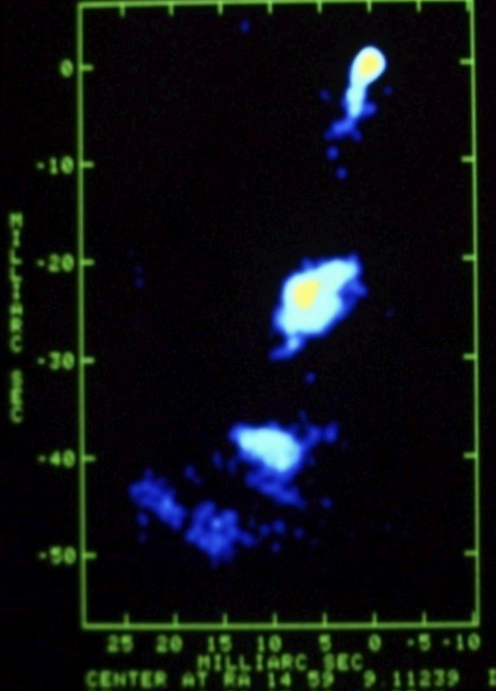


3C309.1 1.6GHZ BEAM 6MAS

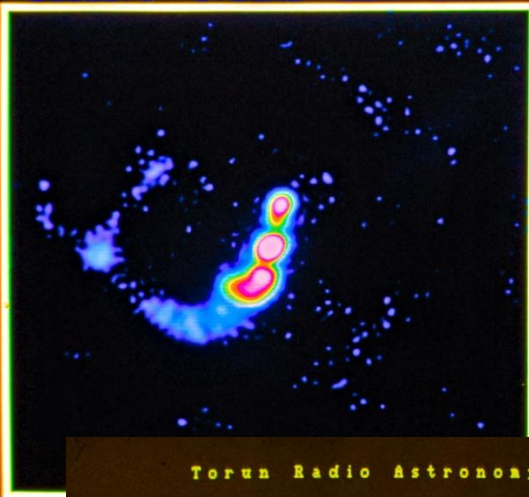
Radiowe badania kwazara SSC 3c309.1 AJK

3C309.1 58cm VLBI beam=15mas

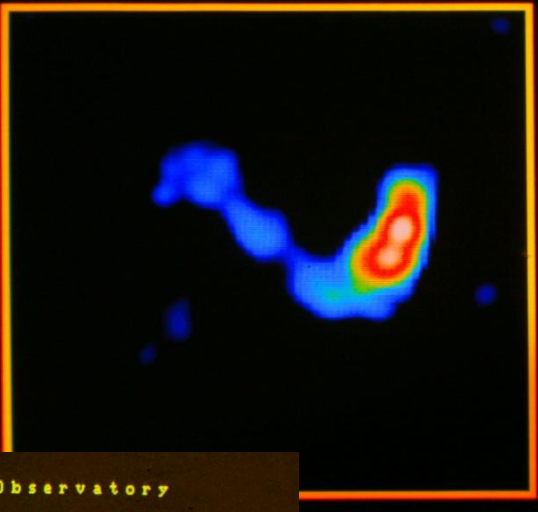
3C309.1 IPOL 4991.990 MHZ



3C309.1 1.6GHZ BEAM 6MAS

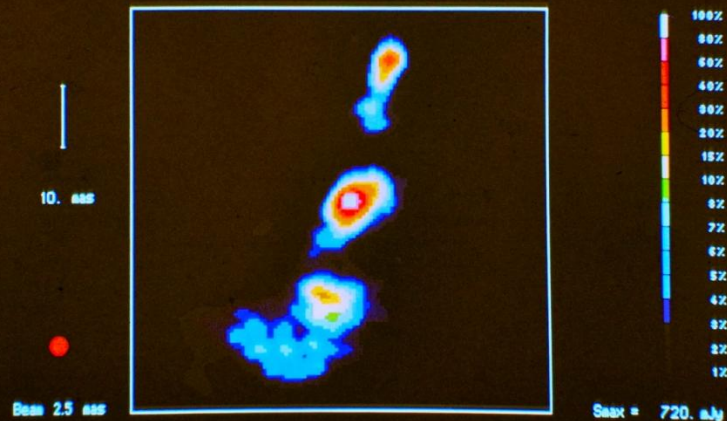


3C309.1 93cm VLBI beam=15mas

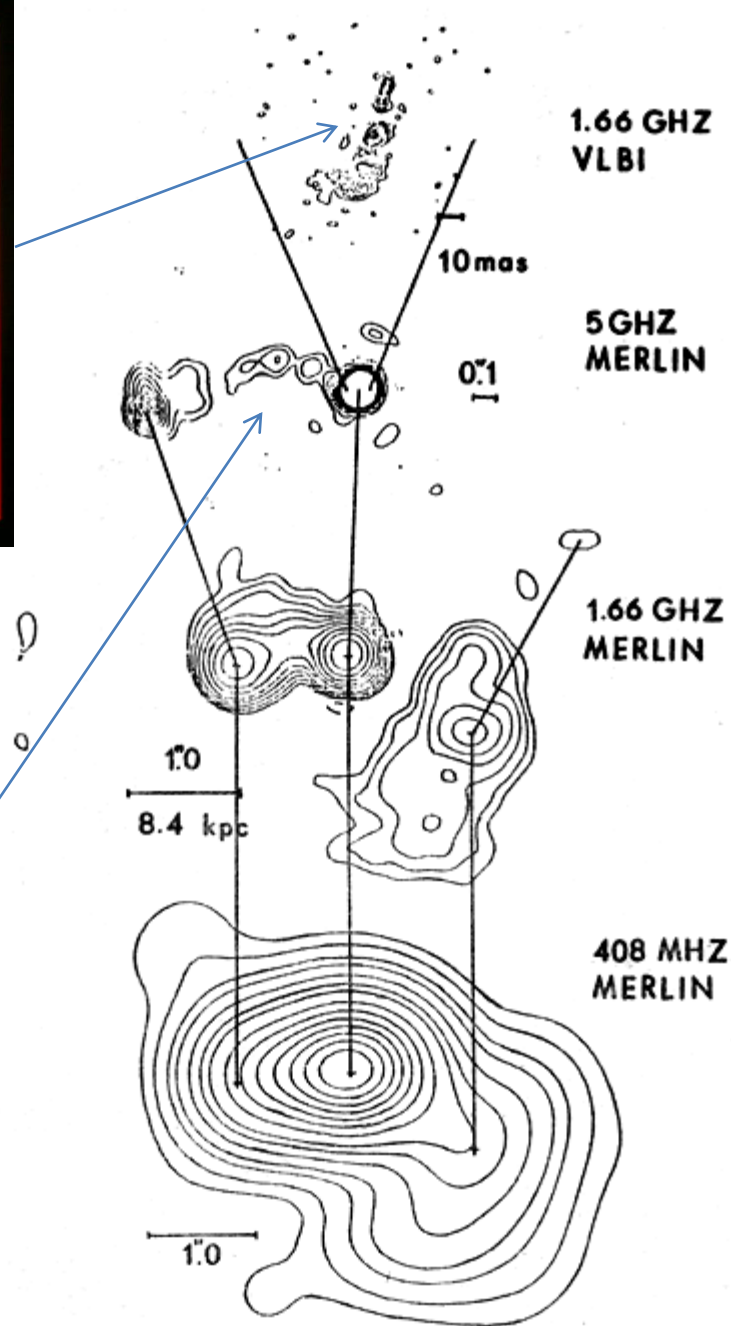
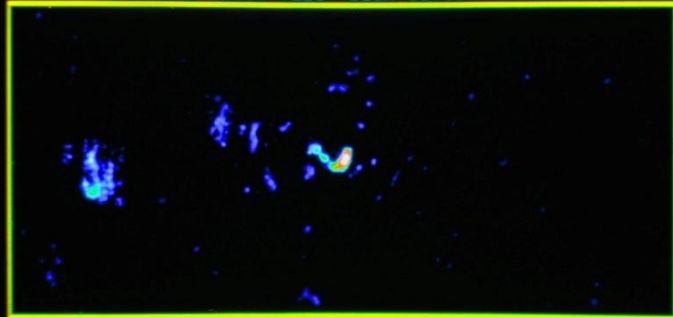


Torun Radio Astronomy Observatory

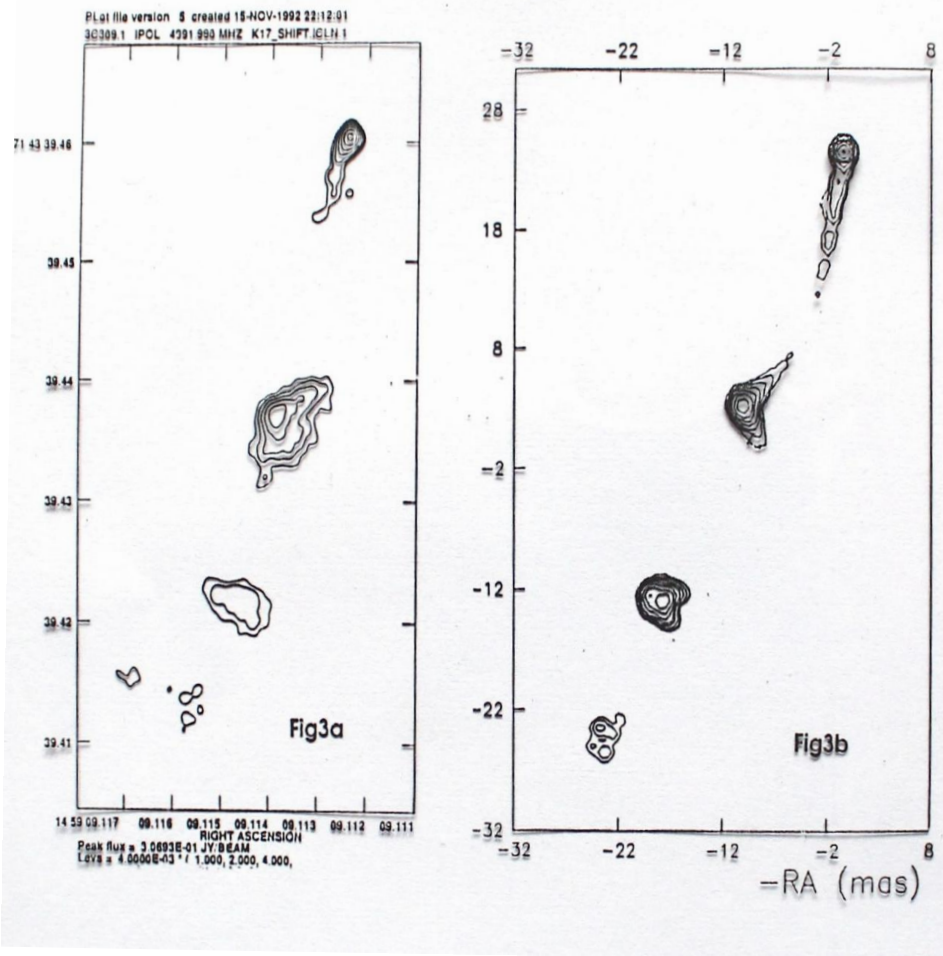
Source name : 3C309.1 Freq. : 1662 MHz Glob. VLBI 1982.9



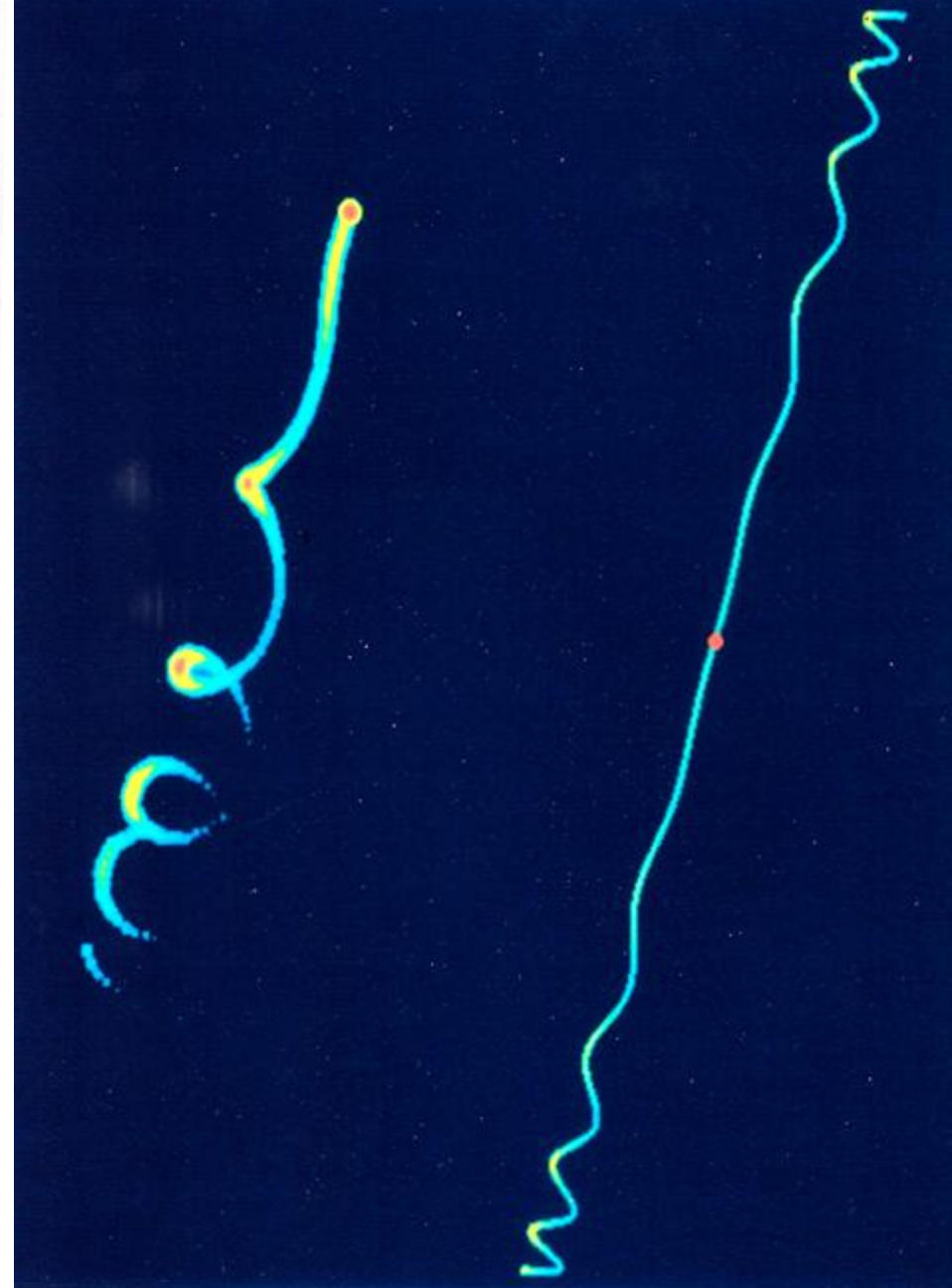
3C309.1 93cm VLBI beam=15mas



Struktura kwazara 3C 309.1 obserwowana w różnych skalach (A. Kus, *Radiowe badania kwazara*. Wyd. UMK, Toruń 1985)



Helical relativistic jet

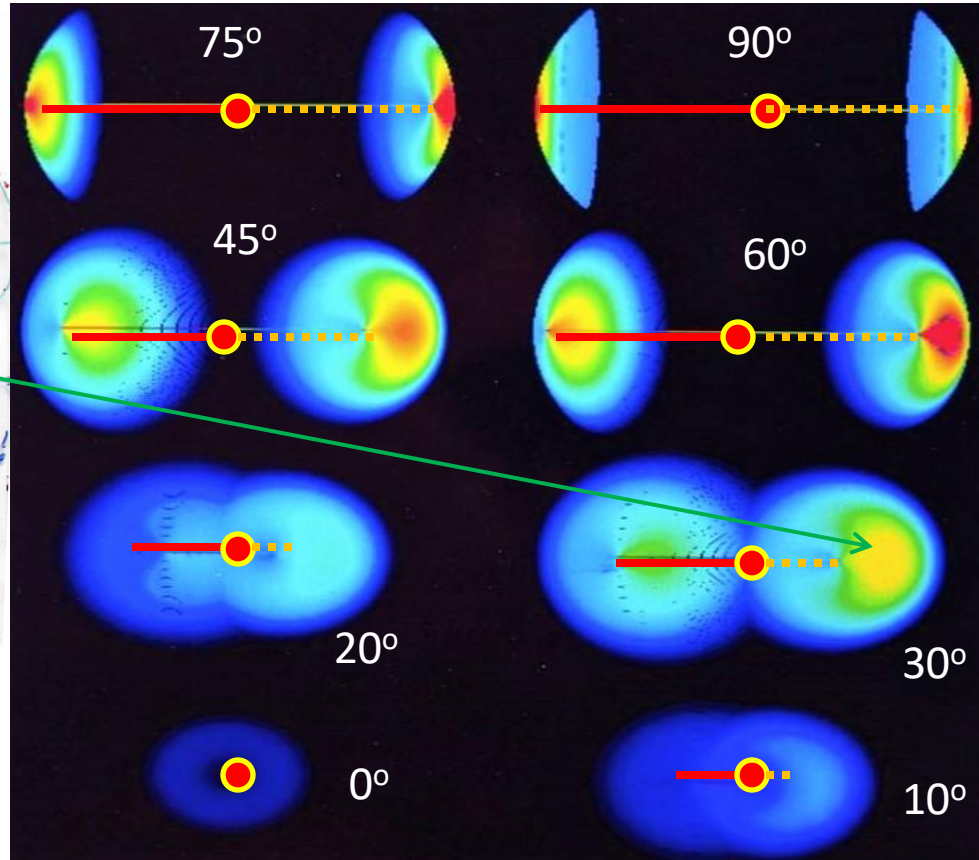
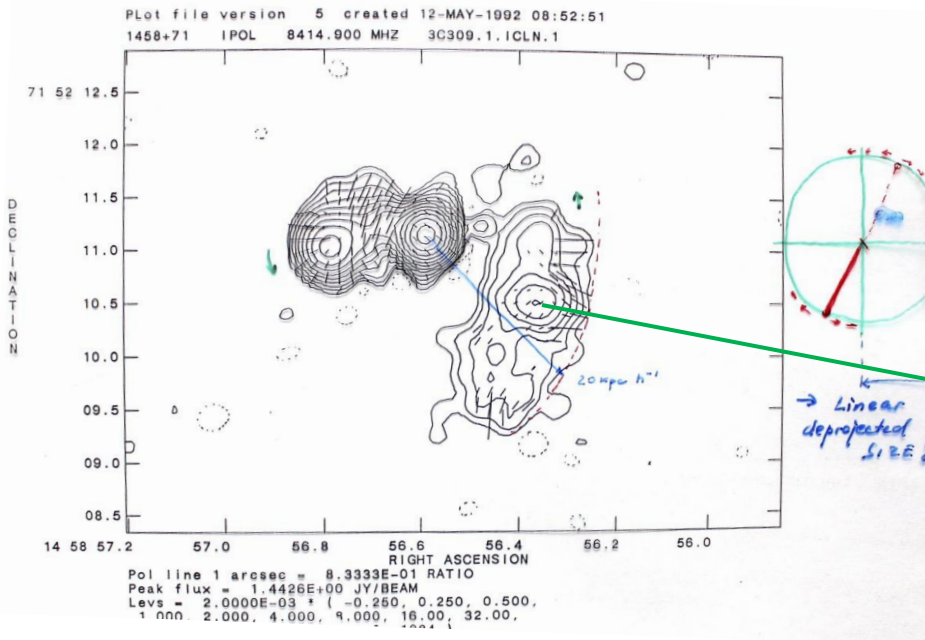


jet axis to LoS

20°

and

90°

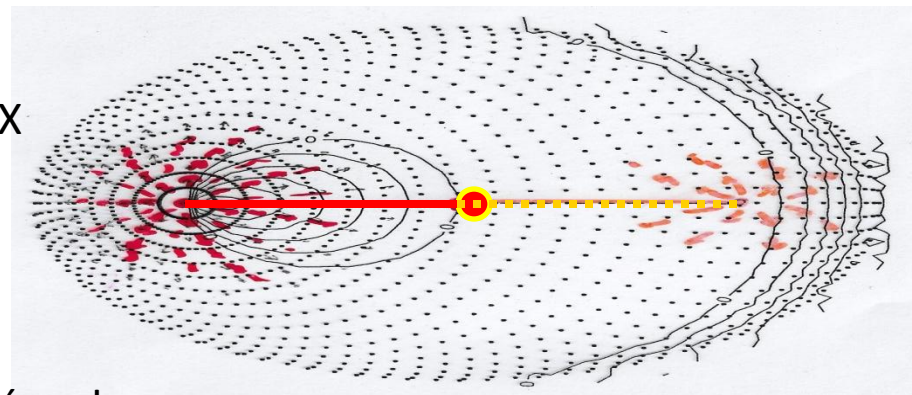


Habilitacja AJK 1992

„Radiowe badania kwazara CSS 3C309.1”

Obserwacje VLBI na 0,6 GHz, 1,6 GHz, 5 GHz
+ obserwacje antenami MERLIN, dane z zakresu X
Przetwarzanie danych – obrazy źródła
w różnych epokach (stanach ewolucji)

Parametry fizyczne, *Lorentz factor* - gamma,
Pola magnetyczne, energie elektronów, prędkość ruchu
relatywistycznej plazmy, jądro – $T > 10^{12}K$, trajektoria dżetu.



Inne ważne rezultaty badań VLBI prowadzonych w zespole VLBI na systemie Mk IIc, a później na Mk III i MK IV z RT4

Iza Owsianik - radioźródła typu CSO (Compact Symmetrical Objects), ich cechy i ewolucja

Andrzej Marecki - Obserwacje kwazara CSS 3c286 globalnym radioteleskopem VLBI, inne źródła grup CSS i CSO/GPS

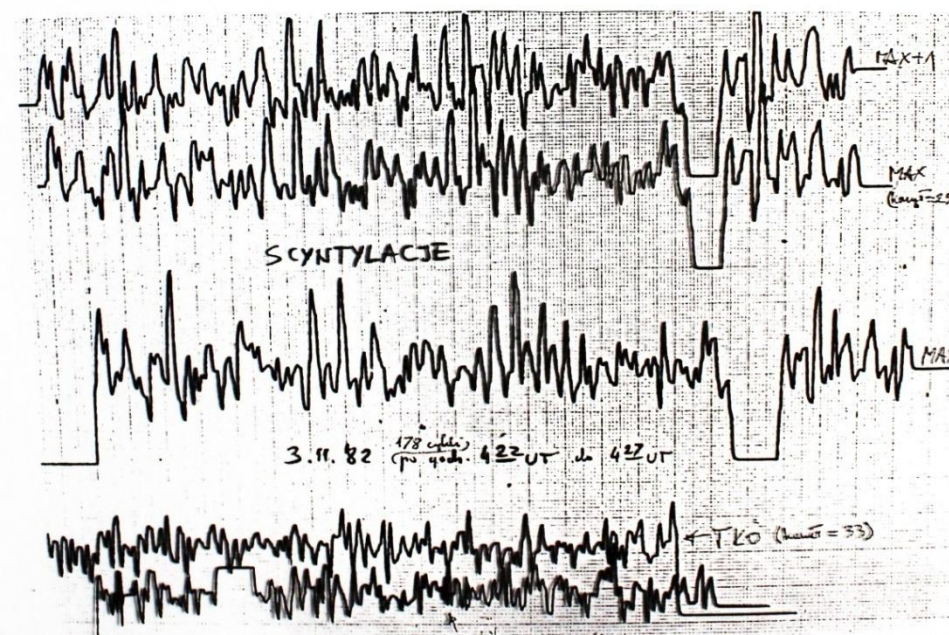
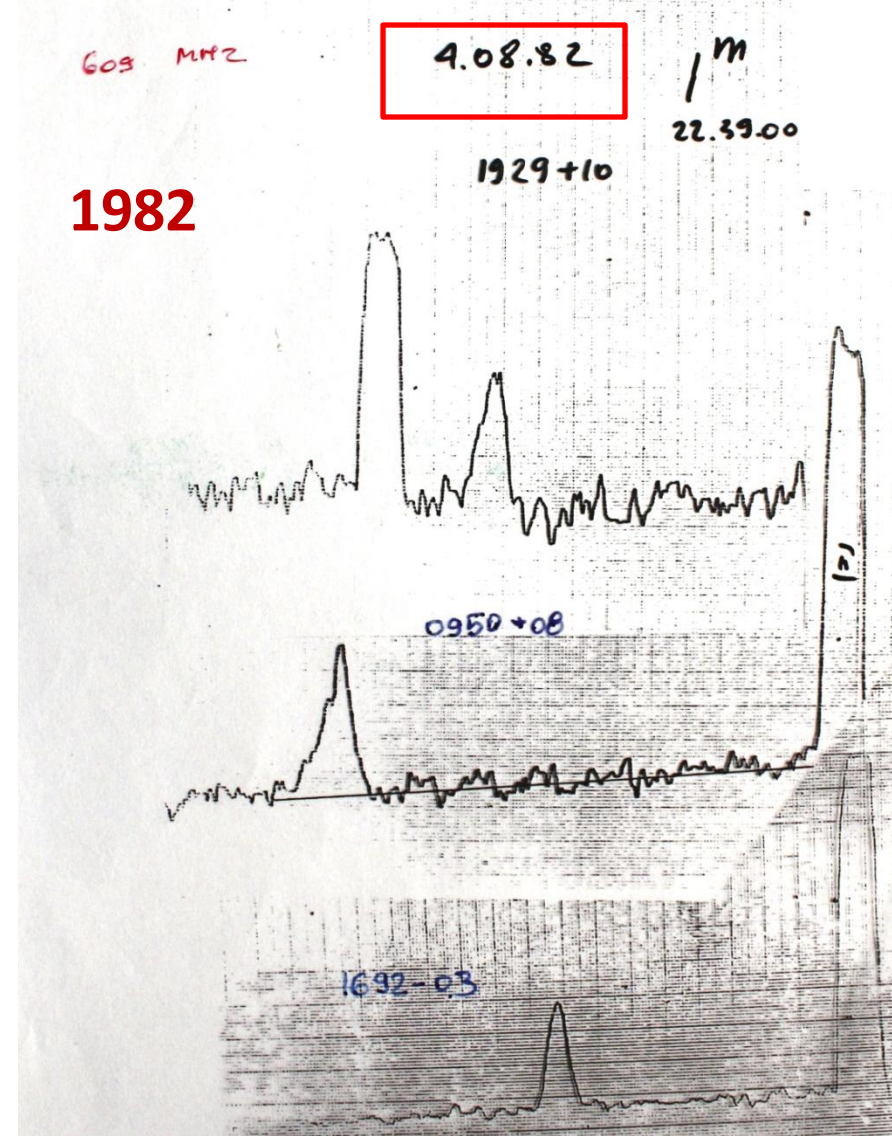
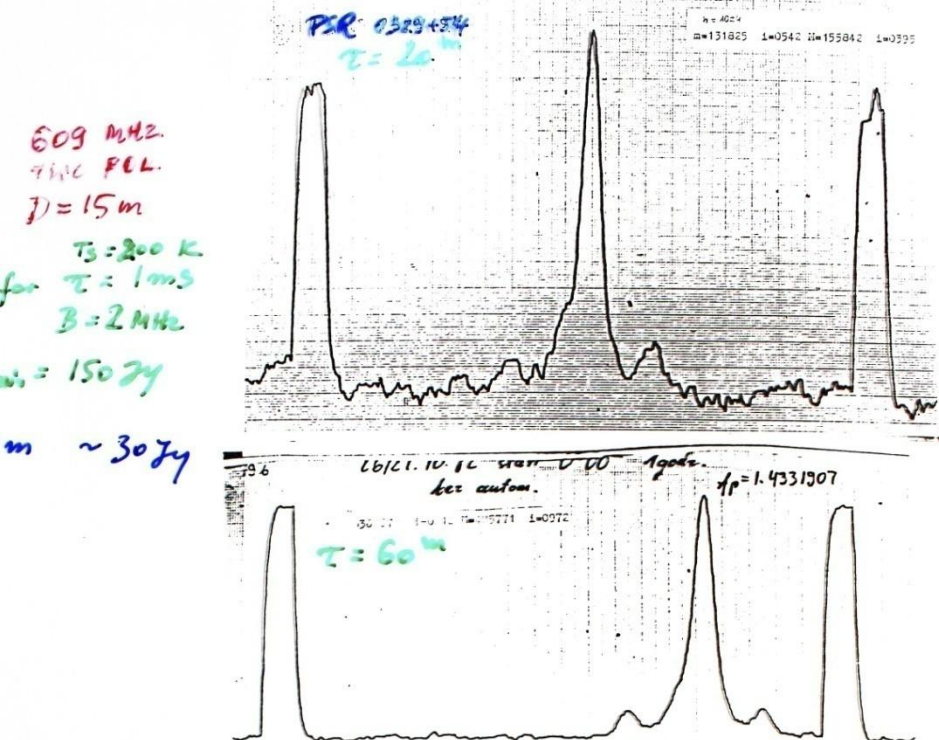
Magda Kunert-Bajraszewska - powtórna aktywność AGN-ów, źródła CSS, CSO.

Marcin Gawroński – Superluminal motion of 3C309.1 core components, hybrid morphology of Radio Sources, źródła CSS.

Krzysztof Katarzyński – zaawansowane modele teoretyczne ewolucji dżetów w AGN-ach

Kazimierz Borkowski – (1992) pierwsze w Polsce **wyznaczenia pozycji RT-3** względem stacji referencyjnej Onsala z **pomiarów geodezyjnych VLBI**, z najwyższą dotychczas precyzją 0,19m (X); 0,54 (Y); 1,66m (Z) (1σ)

Dobrej jakości system do VLBI umożliwił przeprowadzanie innych / testowych obserwacji



**Pierwsze wykonane w Polsce
 obserwacje pulsarów (RT-3)**
 K.Borkowski, A.Kępa, A.Kus,
 E.Pazderski, J.Usowicz, J.Mazurek

Jednobitowe próbkowanie,
całkowite pasmo 4 MHz,
32 płytki każda po 16 kanałów
łącznie to 3424 ICs + ok. 200
współpraca z komp. SM1420

Projekt i wykonanie:
Mgr Andrzej Kępa + JMz +
warsztat

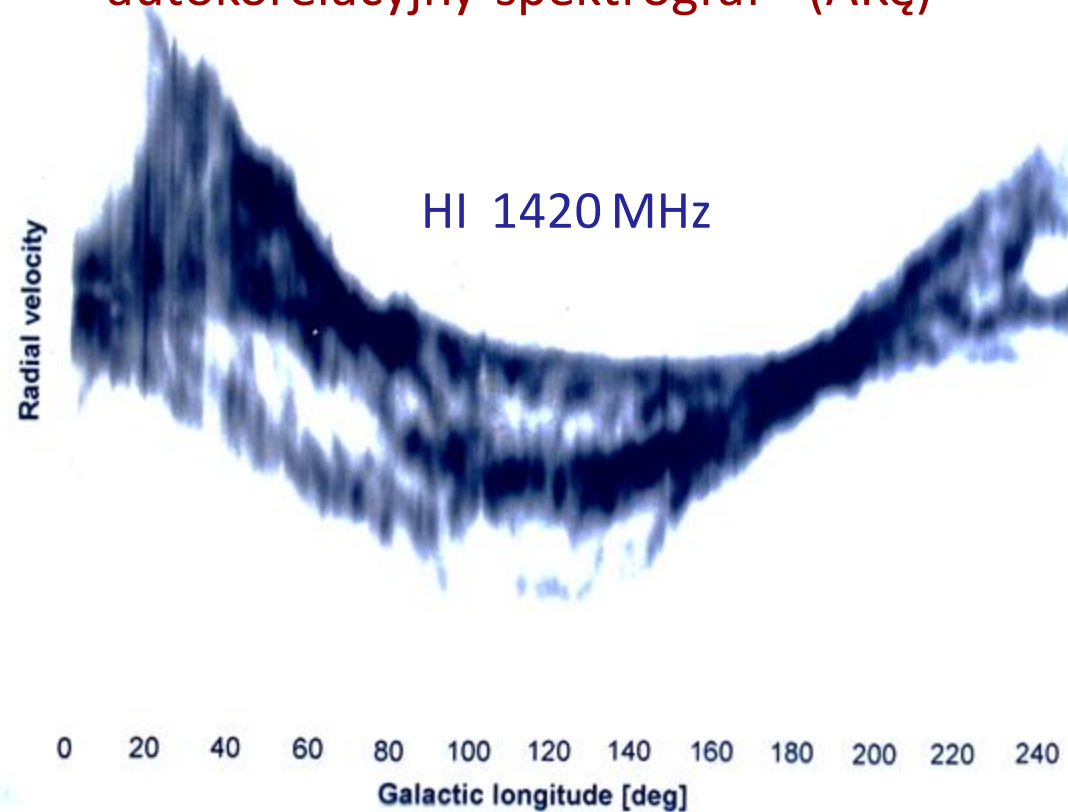
Inspiracja: prof. S.Gorgolewski

Spektrograf autokorelacyjny 1985



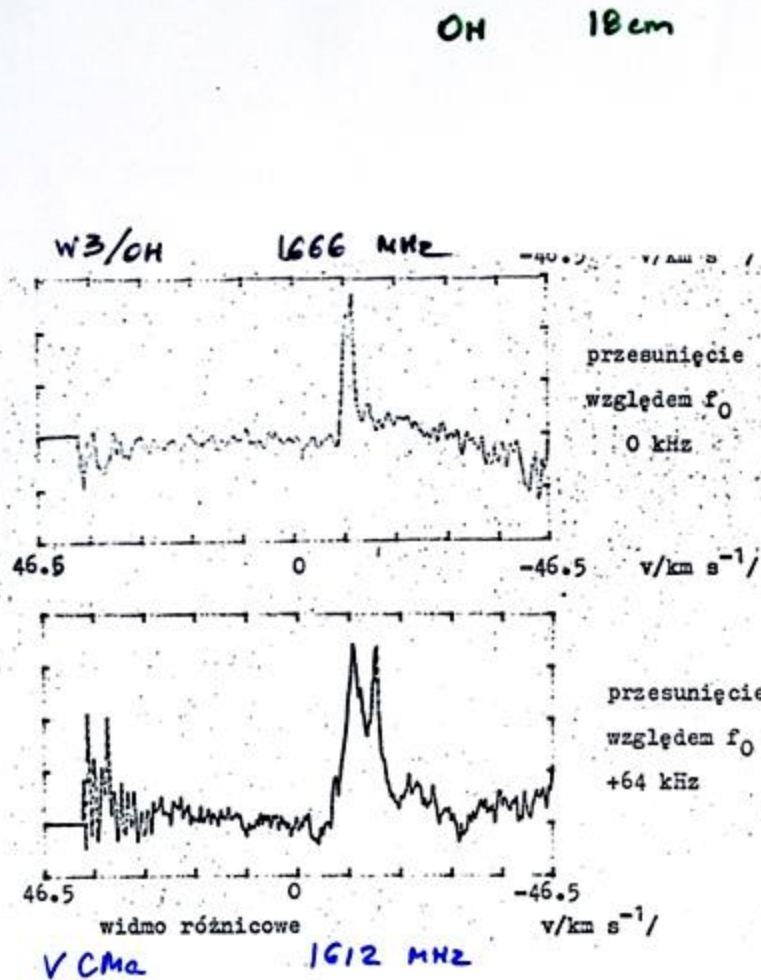
RT-3, odbiornik na pasmo L 1420 +/- 2MHz

VLBI IF konwerter, 512 kanałowy
autokorelacyjny spektrograf (AKę)



**Pierwsze w Polsce obserwacje
radiospektroskopowe**

R.Feiler, A.Kępa, A.Kus, E.Pazderski,
K.Borkowski, J.Mazurek, 1985



15 m ~ 100 Jy / kHz
32 m 14 Jy / kHz

Z PRACOWNI I OBSERWATORIÓW

"Postępy Astronomii"
Tom XXX (1982). Zeszyt 3-4

PARAMETRY RADIOTELESKOPU RT-3

MARIAN SZYM CZAK, ANDRZEJ KUS,
GRAŻYNA GAWROŃSKA

Katedra Radioastronomii UMK (Toruń)

(Otrzymano 20 stycznia 1982 r.)

Streszczenie - Przedstawiono dane techniczne 15-metrowego radioteleskopu i wyniki pomiarów jego właściwości. Szczególny nacisk położono na wyznaczenie błędów pozycjonowania. Zmierzono również pewne parametry elektryczne, w szczególności charakterystykę kierunkowości, aperturę efektywną i czułość.

Z PRACOWNI I OBSERWATORIÓW

Postępy Astronomii
Tom XXXI (1983). Zeszyt 4

SYSTEMY ODBIORCZE TORUŃSKIEGO RADIOTELESKOPU RT-3

ANDRZEJ J. KUS, STANISŁAW GORGOLEWSKI,
ANDRZEJ KĘPA, BERNARD KRYGIER,
JANUSZ MAZUREK, EUGENIUSZ PAZDERSKI

Katedra Radioastronomii Uniwersytetu M. Kopernika (Toruń)

(Otrzymano 8 września 1983 r.)

Streszczenie - Toruński 15-metrowy radioteleskop wyposażony jest w odbiorniki pracujące na częstotliwościach 0,408, 0,609, 1,66, 5,0, 10,7 GHz. Praca zawiera ich ogólny opis, możliwości i zastosowania. Głównym celem rozbudowy RT-3

Z PRACOWNI I OBSERWATORIÓW

Postępy Astronomii
Tom XXXI (1983). Zeszyt 3

TORUŃSKI SYSTEM DO RADIOWYCH OBSERWACJI PULSARÓW

KAZIMIERZ M. BORKOWSKI, ANDRZEJ KĘPA,
ANDRZEJ J. KUS, JANUSZ A. MAZUREK

Katedra Radioastronomii Uniwersytetu M. Kopernika (Toruń)

Otrzymano 19 maja 1983 r.

Streszczenie - W pracy przedstawiono system do odbioru i zapisu promieniowania pulsarów na częstotliwości 609 MHz zbudowany w Katedrze Radioastronomii w Piwnicach k. Torunia w 1982 r. Opisano budowę i działanie systemu oraz podano kilka przykładów wyników obserwacji.

ТОРУНСКАЯ СИСТЕМА ДЛЯ НАБЛЮДЕНИЙ ПУЛЬСАРОВ. К. М. Борковский, А. Кемпа, А. Я. Кус, Я. А. Мазурек. Содержание - Представлено систему для приёма и записи излучения пульсаров на частоте 609 МГц построенную в Кафедре Радиоастрономии в Пивницах ок. Торуня в 1982 г. Описано строение и действие системы и представлено несколько примеров результатов наблюдений.

TORUŃ SYSTEM FOR PULSARS MONITORING. Summary - This report presents a system for reception and recording of pulsars emission at 609 MHz that was completed in Toruń Radio Astronomy Observatory in 1982. The system is described and a few examples of results are given.

1. WSTĘP

Podstawowym kierunkiem badań toruńskiej radioastronomii jest rozwój techniki wielkobazowej (VLBI) na bazie istniejącego radioteleskopu o średnicy 15 m (Gorgolewski i in. 1982; Kus 1982). Ponadto prowadzi się kilka innych niezależnych programów na miarę sił szczipnego (12-osobowego) zespołu Katedry. Opisywany niżej system jest rezultatem takiej właśnie działalności. Wykorzystano w nim szereg urządzeń używanych standardowo w systemie do obserwacji techniką VLBI (antena, odbiorniki, wzorzec częstotliwości, syntezer częstotliwości, zegar cyfrowy i minikomputer z urządzeniami zewnętrznymi). System ten pozwala na precyzyjne zsynchronizowanie podstawy czasu układów próbujących sygnał z częstotliwością pojawiania się pulsów pulsarów. Umożliwia to dłuższą akumulację bardzo słabego z natury sygnału do momentu uzyskania zadowalającego stosunku sygnału do

Historia RT-4 1983 wiosną kilka spotkań pracowników KRa UMK z inż. Z.Bujakowskim, na których narodziła się **koncepcja budowy w Polsce 32m anteny** parabolicznej dla KRa. W czerwcu Katedra Ra zleciła Ośrodkowi Rzeczoznawców i Postępu Organizacyjno-Technologicznego ZORPOT w Katowicach przygotowanie założeń do projektu wstępnego anteny. Zlecenie i prace z niego wynikające finansowane były ze skromnych środków KRa na badania własne kierowane przez prof. S.Gorgolewskiego.

Założenia do projektu wstępnego wykonano w ekspresowym tempie **do października 1983**. Podjęto dalsze starania o finansowanie kolejnych prac przygotowawczych.

1983/84 Ważna wizyta prof. R.Wielebińskiego i prof. S.Gorgolewskiego u Ministra NiSzW w sprawie pozyskania środków na budowę 32m radioteleskopu.

1984 Dyrektor Jodrell Bank Observatory Manchester University prof. Graham Smith występuje do Ministerstwa Przemysłu z oficjalnym zapytaniem ofertowym **zbudowania 32m anteny dla Jodrell Bank Observatory**.

Dokument spowodował przygotowanie oceny możliwości wykonania takiego zlecenia przez polski przemysł i zestawienie kosztów. **Poważne zainteresowanie produkcji większej liczby anten 32m w Polsce i opinia dyrektora MPIiR prof. Wielebińskiego** spowodowały że **zapadła w Ministerstwie pozytywna decyzja o przyznaniu znaczących środków finansowych na realizację projektu „Budowa nowej stacji VLBI”** 32m anteną jako prototypowej anteny do ew. sprzedaży eksportowej.

Wizyta delegacji inżynierów z JBO Manchester University w Ministerstwie Przemysłu w celu negocjacji warunków umowy zakupu anteny.

1984 MNiSz.W przyznaje przez Komitet Astronomii PAN środki na 32m antenę i przy okazji, aby uspokoić negatywne nastroje w środowisku astronomów optycznych, na dwa 60cm teleskopy optyczne na Suhorę i do Piwnic.

Koordynacja projektu zlecona została **Rektorowi UMK**, wówczas prof. S.Łęgowskiemu.

1986-1990 Realizacja inwestycji:

UMK (Rektor, koordynator), prof. S.Gorgolewski (KRa) kierownik projektu, później Senior Budowy, dr Bernard Krygier koordynator budowy RT32 - pełnomocnik Rektora UMK, inż. Z.Bujakowski nadzór projektanta nad wykonywanymi zadania.

Prawie **60 polskich firm** wykonuje elementy konstrukcji, mechanizmy, fundamenty, prace budowlane, malowanie, niezbędne obliczenia i oprogramowanie.

1990 Większość elementów konstrukcji RT-4 wykonano i przywieziono do Piwnic, gotowe są fundamenty, formalnie to jest jednak koniec terminu realizacji projektu, **wyczerpano środki finansowe !!!**

Uniwersytet występuje do Ministra i do KBN o fundusze na dokończenie inwestycji.

Zapada **krytycznie ważna decyzja Ministra (prof. R.Głębockiego)** o dofinansowaniu budowy w celu jej pomyślnego ukończenia, (to pierwszy duży projekt KBN). **Idziemy dalej hura !!!**

1992 Kierownikiem Katedry Radioastronomii zostaje dr hab. A.Kus prof. UMK.

1994 Zakończenie budowy i uruchomienie RT-4, uroczystość otwarcia radioteleskopu, konferencja Dyrektorów EVN, EVN User's Meeting, VLBI Science Meeting, październik 1994.

Pierwsze światło kwiecień 1995, 5GHz, TauA.

1995 decyzja Rektora, prof. A.Jamiołkowskiego, (z poparciem Senatu UMK) o dofinansowaniu zakupów aparatury ze środków własnych UMK, **pomyślnie rozpatrzony zostaje wniosek UMK do KBN o dodatkowy fundusz aparaturowy (łącznie 10 mld. zł).**

Z tych środków zostaje zakupiony wodorowy wzorzec częstotliwości, **maser wodorowy, z Uniwersytetu w Neuchâtel (UniNE)**, Szwajcaria.

Stabilność 10^{-15} s/s. dr Jerzy Usowicz organizuje przywóz i formalnie opiekuje się wzorcem.

Uruchomienie stałej służby czasu z maserem wodorowym J.Usowicz, K.Borkowski, A.Kępa, J.Mazurek. Kluczowy element systemu VLBI Mk III.

Historia budowy RT-4

1983 Wstępna koncepcja anteny parabolicznej 30 m (Z.Bujakowski)

1986-1988 Prace nad wstępnym i końcowym projekcie anteny 32m
oraz rozpoczęcie prac wykonawczych i budowlanych



1991.10.16 Rozpoczęcie montażu anteny 32 m



1993 kwiecień, maj





1993



1994.10.22 zakończenie budowy i uruchomienie anteny 32 m

+ EVN Director's Meeting,
EVN User's Meeting,
VLBI Science Meeting,
goście zagraniczni i krajowi.



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 ton*
- Ruch w Az i El do 30 deg/min*
- Pełna kontrola komputerowa*

- Odbiera fale radiowe w zakresie
1400-30000 MHz (20cm-1 cm)*

*Główny projektant inż. Z.Bujakowski
Wykonawcy : 60 polskich firm
Budowa: 1985-1994.*



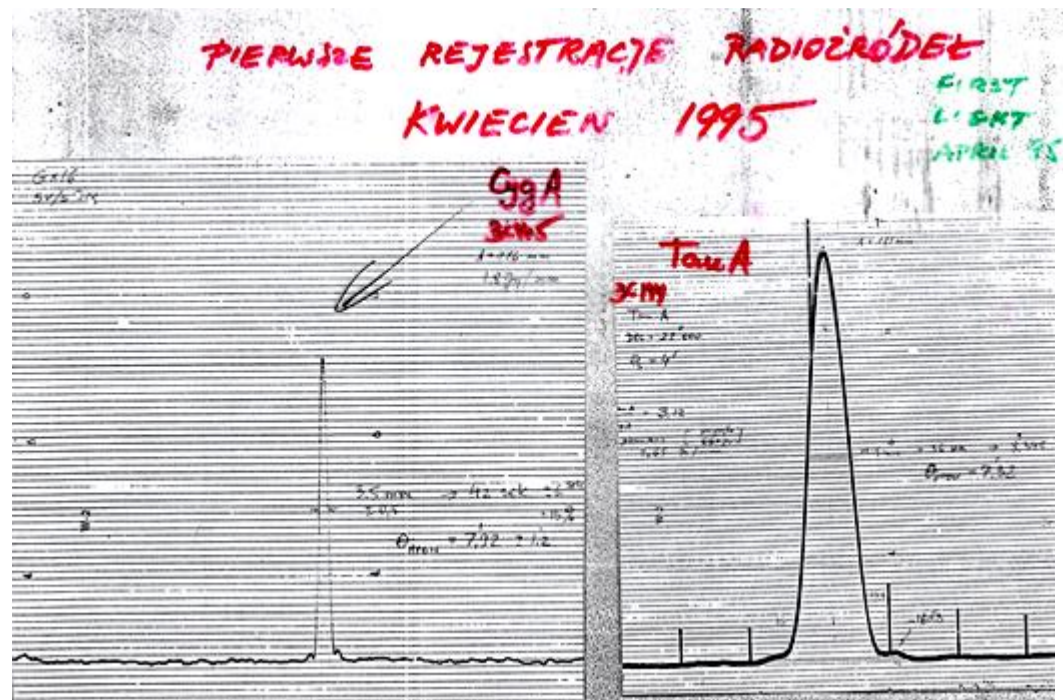
Projektant 32m radioteleskopu
mgr inż. Zygmunt Bujakowski

Dr B.Krygier Prof. S.Gorgolewski

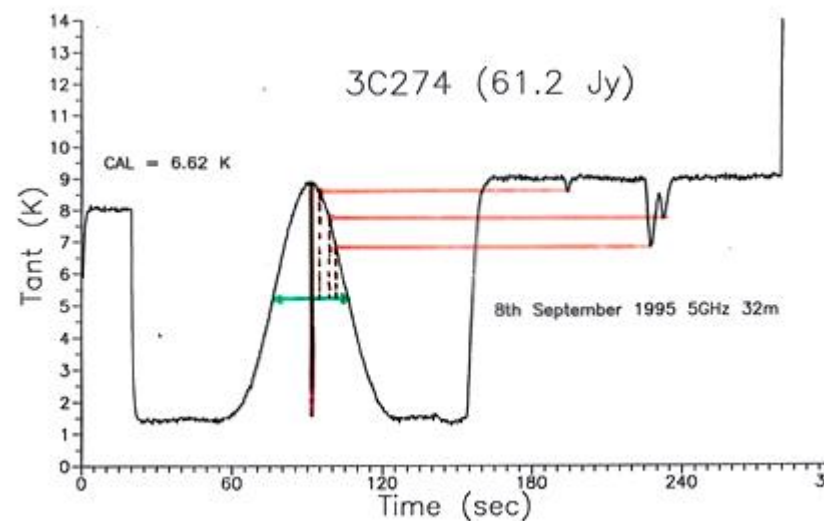


Nadzór wykonawczy Inicjator projektu i
kierownik projektu do 1991
1992 - 2000 kierowanie pracami dr hab. A.Kus

1995.04. Pierwsze obserwacje 32m anteną na 5 GHz



wrzesień 1995



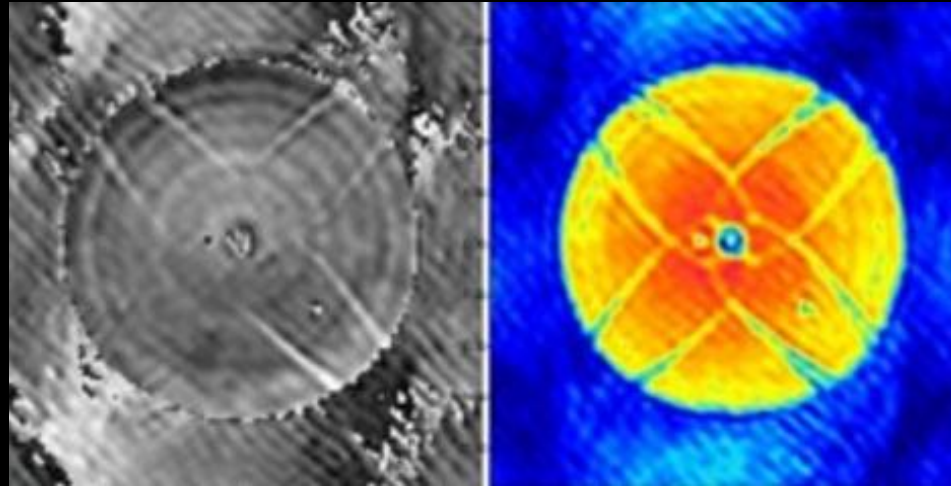
1996.05. Pełne wdrożenie RT4 do pracy naukowej



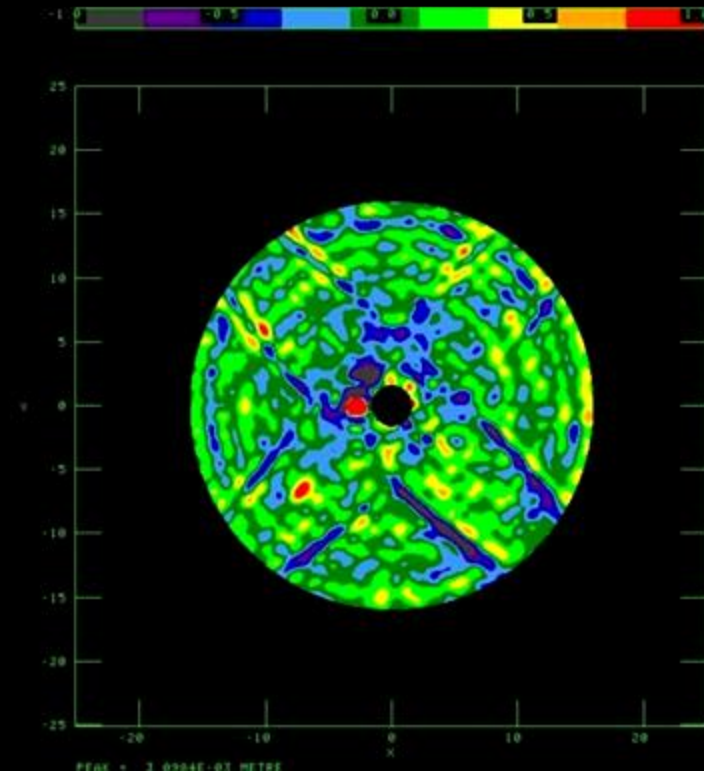
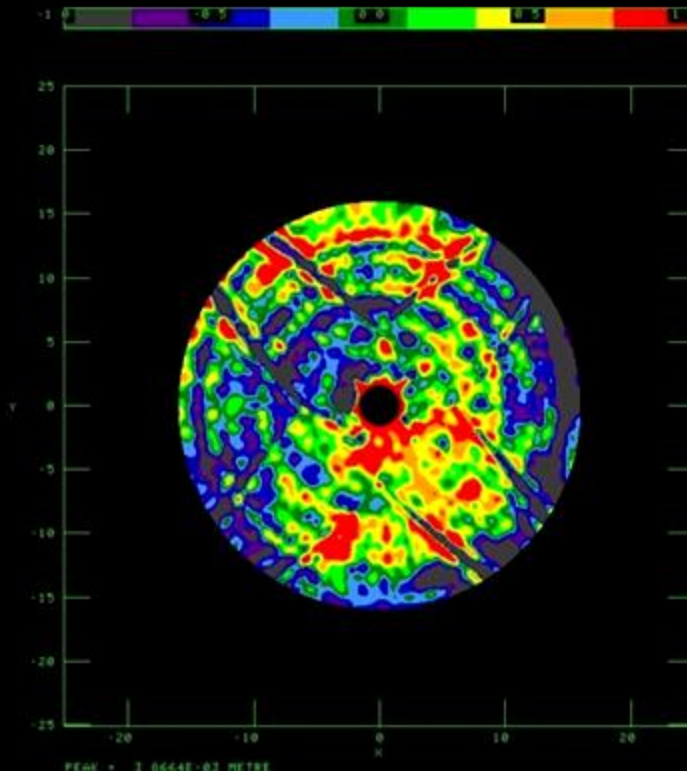
Sterownia RT4

Justacja paneli czaszy RT4 – holografia anteny

Aparatura do holografii
E.Pazderski



Oprogramowanie
i przetwarzanie
danych A.Kus



Budowa i zakupy niezbędnej aparatury kontrolno-pomiarowej dla VLBI i innych projektów realizowanych na RT4

- Zegar atomowy - maser wodorowy (fundusz aparaturowy z MNiSzW)
- Szerokopasmowy terminal VLBI nowej generacji (środki europejskie)
- Odbiorniki chłodzone do 15K, (pomoc NRAO, MPIfR, Astron, JBO)
- Szybka komunikacja z JIVE, szerokopasmowy internet (PCKS)
- Logistyka i automatyzacja obserwacji
- Wysyłka i odbiór taśm magnetycznych (zakupy do wspólnej puli zasobów)
- Bezpośrednie łącza światłowodowe do JIVE 1 Gb/s do 4 Gb/s (PIONIER)
- e-VLBI w czasie rzeczywistym od 2006 r.

- Utrzymanie teleskopu i urządzeń w pełnej sprawności (zespół specjalistów)

- Obserwacje dla innych projektów gwarancją niezawodności w VLBI

- Wykorzystanie RT4 w skali roku to ok. 85% czasu obserwacyjnego, teleskop pracował 24h / dobę, zespół operatorów / obserwatorów

TCfA z RT 32 stało się kluczowym elementem EVN i solidnym partnerem europejskich struktur współpracy naukowej (1996-2010)

Systemy Odbiorcze



Wielo wiązkowy odbiornik OCRA-f
na RT32m, @ 30 GHz



Systemy odbiorcze

1995-2000. Budowa odbiorników kriogenicznych na pasma 5 GHz i 1400-1800 MHz, szczegółowa **dokumentacja konstrukcji „front ends” otrzymana z NRAO USA (prof. M.Pospieszalski)**, wszystkie elementy wykonywane w warsztatach CA UMK.

Niskoszumowe przedwzmacniacze wykonał **E.Pazderski** pracując w MPIfR Niemcy (2 miesiące) i w ASTRON Holandia (kilka tygodni).

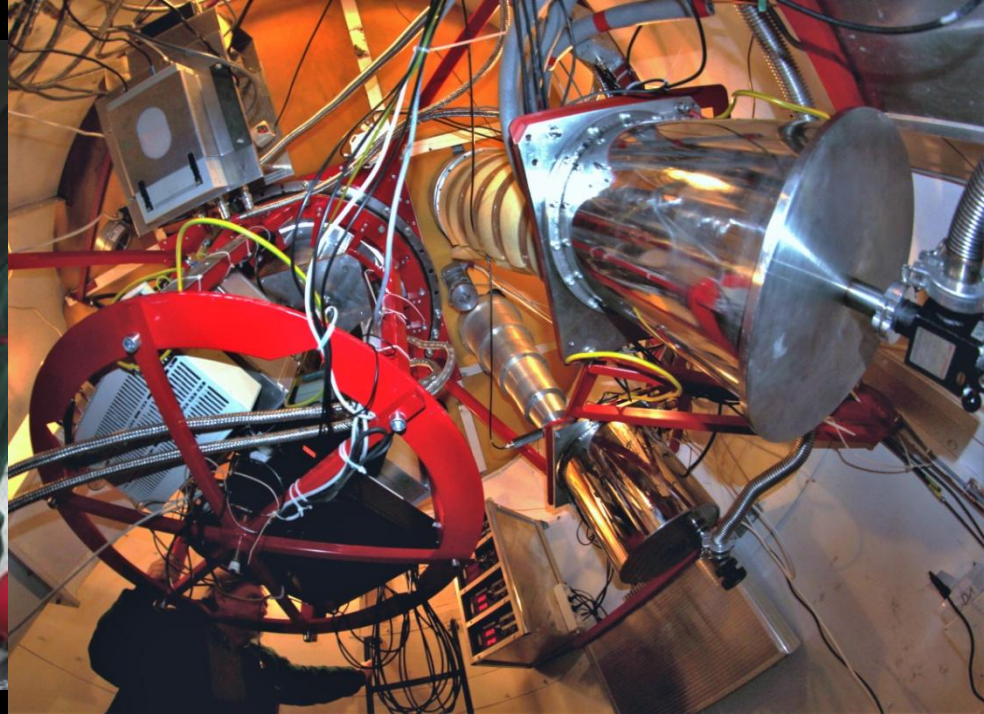
Składanie i uruchomienie kriogenicznych front-endów :

E.Pazderski, A.Kępa, S.Jakubowicz, W.Szymański, J.Król, J.Jopczyński i wielu innych z zespołu KRa.

Niechłodzone podzespoły odbiorników – kolejne stopnie wzmocnienia i przemiany częstotliwości, zaprojektowane i wykonane zostały przez E.Pazderskiego i S.Jakubowicza, obudowy i montaż z pomocą warsztatu mechanicznego CA.

Jakość naszych odbiorników taka jak urządzeń odbiorczych w wiodących centrów radioastronomicznych MPIfR, JBO, Dwingeloo.

Wszystkie systemy odbiorcze pracują non stop i są dostępne do użycia.

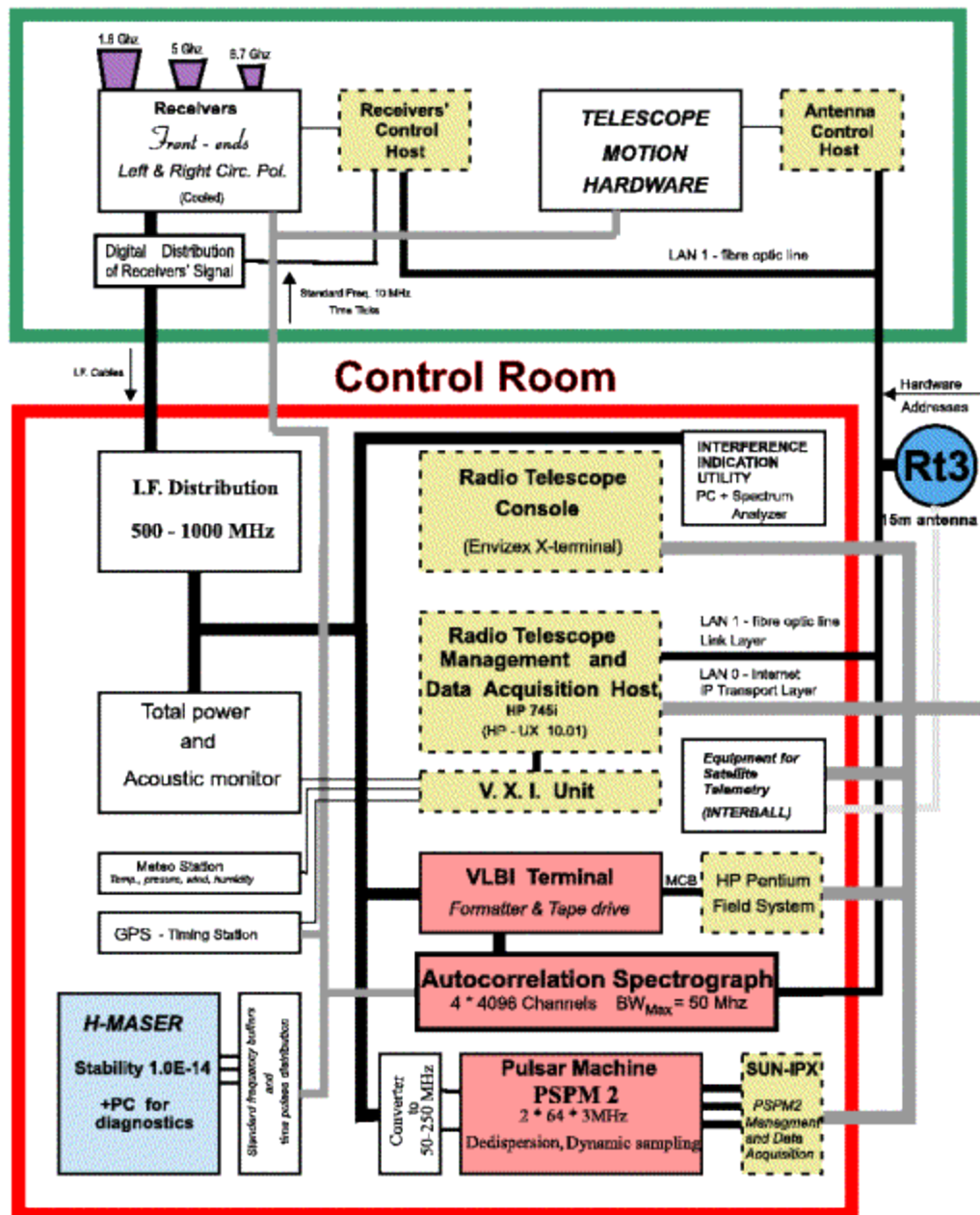


Wybitny wkład
w rozwój
instrumentarium
RT4

wnióś

mgr
Eugeniusz
Pazderski

32 Meter Antenna - RT4



32 m radioteleskop



Opis techniczny i podręcznik obserwatora

Wersja 5.2 (sierpień 2003 r.)
w trakcie redagowania

Redakcja: K.M. Borkowski, A.J. Kus

Centrum Astronomii UMK w Toruniu
Katedra Radioastronomii
Piwnice 2003



Maser wodorowy zakup z funduszy KBN



Terminal VLBI Mark III (VLBA) grant europejski



EVN

e-EVN

USA

China



Global radioteleskop VLBI to **największy** i najbardziej zaawansowany technologicznie instrument do prowadzenia badań radioastronomicznych



Postbus 2, 7990 AA Dwingeloo,
the Netherlands
Oude Hoogeveensedijk 4,
7991 PD Dwingeloo
Tel: +31 (0)521 595100

FAX MESSAGE	
TO:	Prof. A. Kus
FROM:	JIVE
DATE:	960503
NR. OF PAGES:	1
FAX NR. JIVE:	+31 521 597332

2 Maj 1996

Dear Andrzej,

Congratulations to you and your team
on first fringes to the 32 m telescope
at Torun!

From all of us at JIVE,

Richard Scholten

Hardy's Sanyal
Jim Ulvestad
K. S.

Manik Rieja

Olike Juntt.

Joel Butten

Hynd
Fy Snel
Jean-Claude

From p062gra@mpifr-bonn.mpg.de Thu May 2 17:00:41 1996
Received: from [134.104.14.56] by copernicus.astro.uni.torun.pl
(5.64/AMr-1.0)

id AA08481; Thu, 2 May 96 16:59:44 +0200

From: David Graham <p062gra@mpifr-bonn.mpg.de>
Subject: Champagne !

To: ajk@astro.uni.torun.pl (Andrzej Kus)

Date: Thu, 2 May 1996 16:56:28 +0100 (MESZ)

Cc: alef@fs1.mpifr-bonn.mpg.de, porcas@fs1.mpifr-bonn.mpg.de

Andrzej,

We put in the 100microsec and **found fringes**. Correlation coefficient is about 77/10000 (Usual MkIII units). This is corrected for 1-bit losses. If one assumes average Tsys in Jy for the two systems (Medi + Torun) this means 4Jy, about correct for DA193. The sidebands are reversed as expected. Clock is within 1microsec of the value you gave. Clock rate corresponds to about -0.6 microsec/day, assuming Medicina rate is low. Polarisation seems OK. The formatter errors are there about 20-30% of the time, same errors on all tracks. Walter is writing a better account of the whole QASP run which will be out in a few days.

>

The metal reels
have been changed, i.e. the front part of the reel has
been unscrewed and put on the back, and back on the front.
This seems unnecessary to me.

> We checked the quality of recordings while doing SAT
> and found various results depending of used tapes. So I
> assume that the forward tracks are worse due to the tape.

However this tape tracks OK on a Honeywell drive. Perhaps
P&G is just a little more sensitive. This tape cannot be read
at all on our P&G playback drive.

>

Centrum Astronomii UMK

powołane zarządzeniem JM Rektora UMK 29.10.1996

jest jednostką wydziałową WFAiIS UMK

Jednostki organizacyjne wewnątrz CA UMK:

- Katedra Astronomii i Astrofizyki
- Katedra Radioastronomii
- Biblioteka CA
- Dział Administracyjno Gospodarczy

zadania:

- Działalność naukowa
- Działalność dydaktyczna
- Popularyzacja nauk astronomicznych

Centrum Astronomii

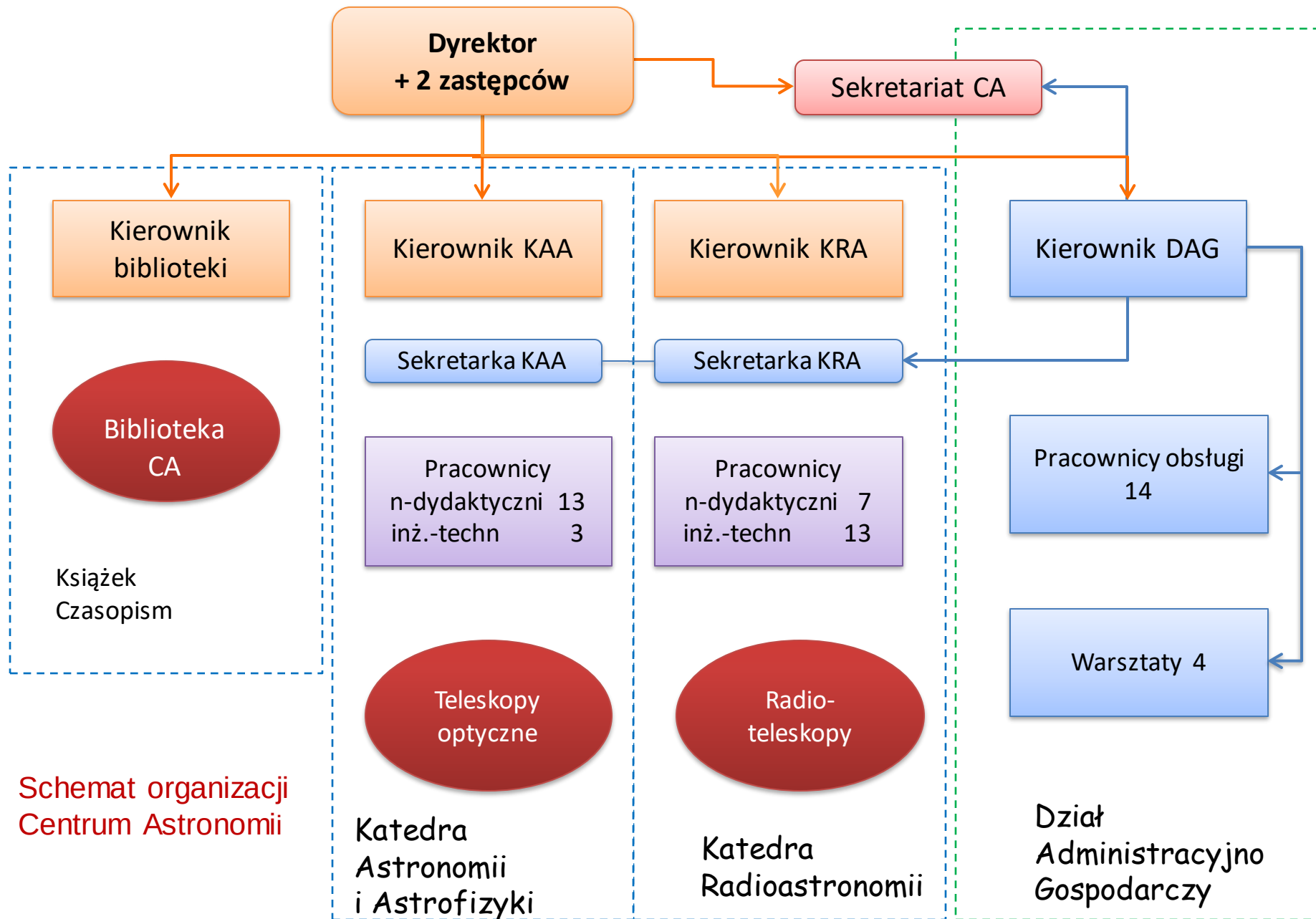
stan na początek roku 2009 (KAA+KRA)



- Pracownicy naukowi 12+7 etatów
- Pracownicy n-inż.-techn. 3+11,5 etatów
- Pracownicy administracji 4 etaty
- Biblioteka 1 etat
- Pracownicy obsługi 17 etatów

RAZEM 55,5 etatów

- Studenci 88 (17, 11, 15, 12, 11)
- Doktoranci 16+8
- I Kategoria MNiSW (KBN)
- Majątek CA ~ 150-200 M zł.



W KRa RT 32m wyposażony w nowoczesną aparaturę umożliwił prowadzenie badań w wielu obszarach współczesnej radioastrofizyki

Radiospektroskopia (masery: OH, CH₃OH, H₂O)

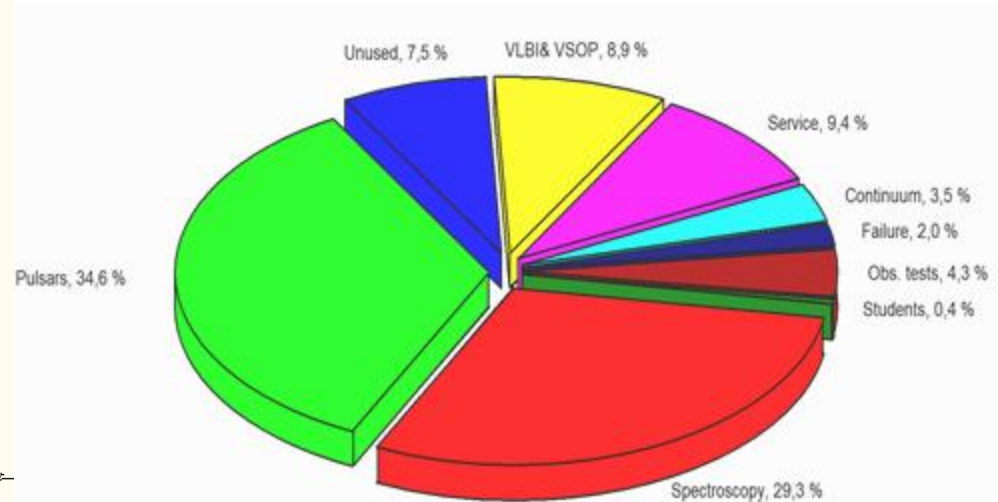
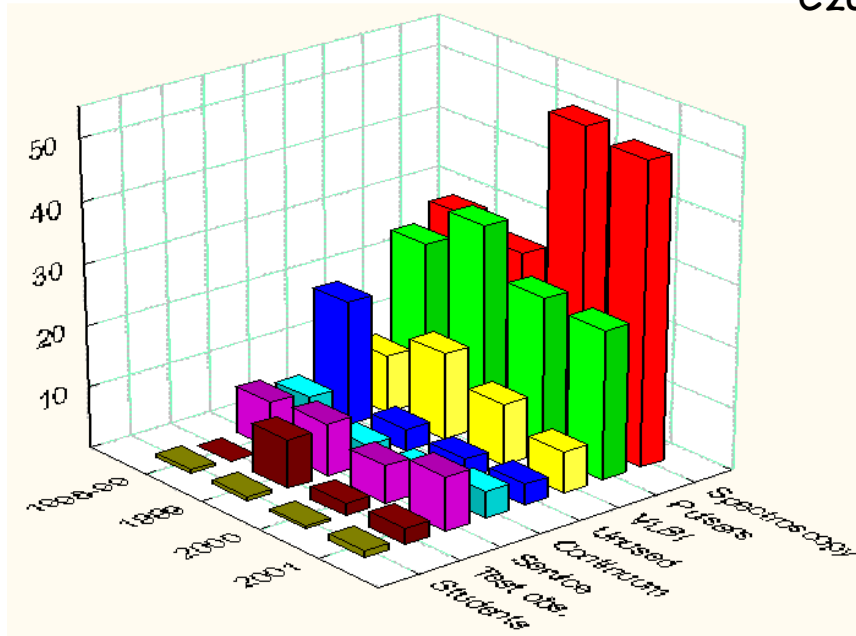
Gwiazdy neutronowe - pulsary

VLBI (AGN, SSO, CSO, CSO, ...)

OCRA (Young AGNs, S-Z, PN)

Polarymetria (N. Galaktyka i AGN)

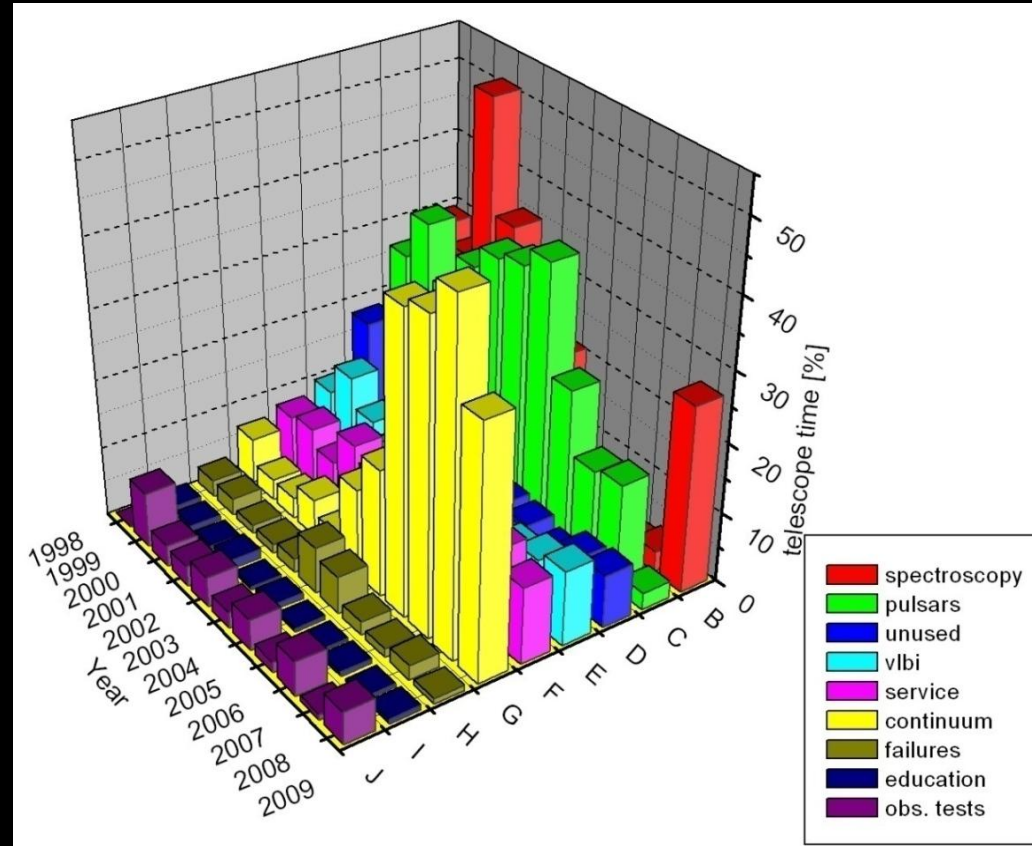
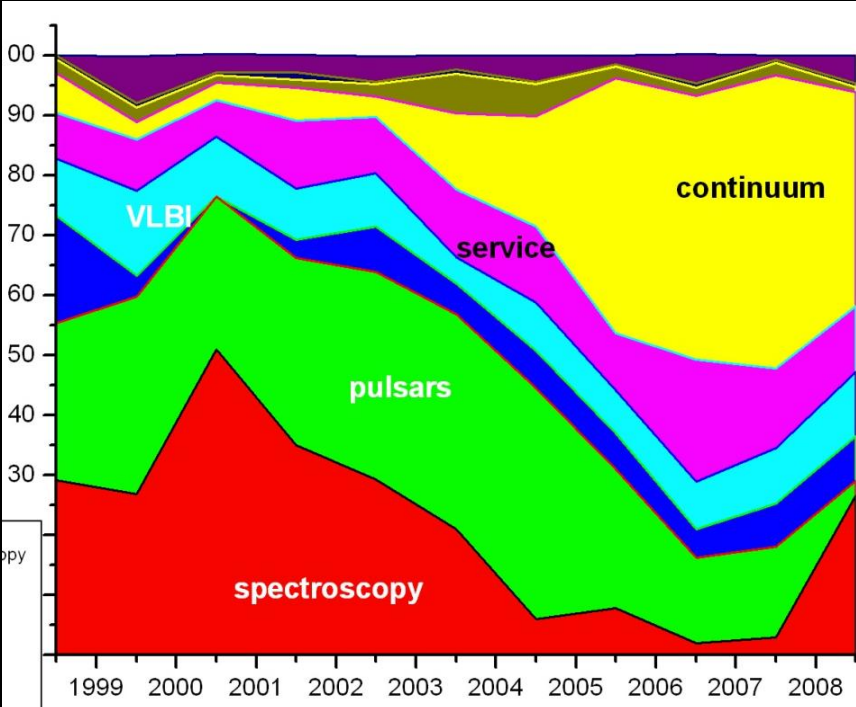
Czas obserwacyjny poszczególnych projektów
rok 2000



Wykorzystanie radioteleskopu RT-4

RT4 85% czasu wykorzystano na obserwacje

Lata 1998 -2009



Pulsary na RT-4 30% czasu obserwacyjnego (1996-2000)

Prof. A.Wolszczan + zespół pulsarowy



Pulsary na RT-4 30% czasu obserwacyjnego (1996-2000)

Chronometraż ok. 100 pulsarów
poszukiwania i badanie egzoplanet

Prof. A. Wolszczan + doktoranci:

W.Lewandowski, B.Jacoby, M.Konacki,
M.Redmerska, G.Feiler, +
A.Maciejewski, A.Niedzielski ESP

Pasma „L”: 1700 MHz

Chłodzony odbiornik

Dwa kanały kołowej polaryzacji

PSPM-2



Parametry:

Dwa kanały polaryzacji kołowej,

Pasma $64 \times 3 = 192 \text{ MHz}$,

Sun Work Station,

Oprogramowanie PSU,

Kumulacja synchroniczna,

Dedykacja + wiele innych funkcji



Pulsary na RT-4 (1996-2000)

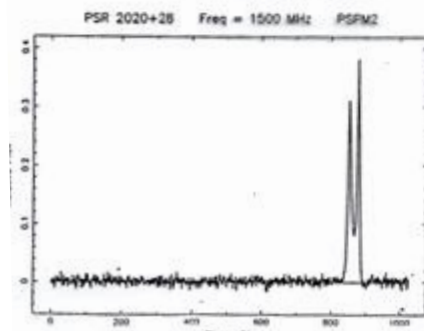
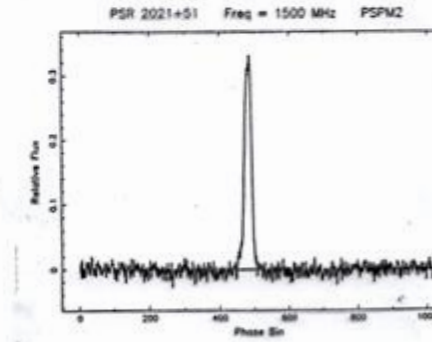
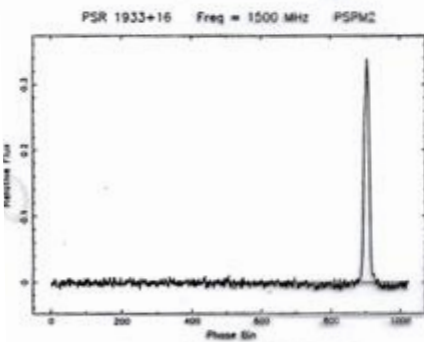
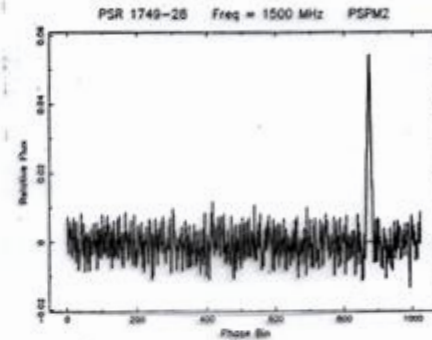
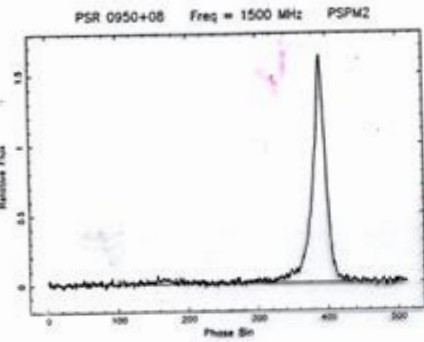
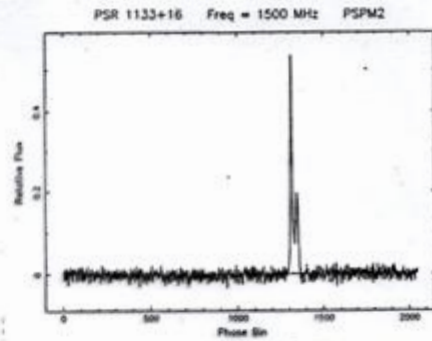
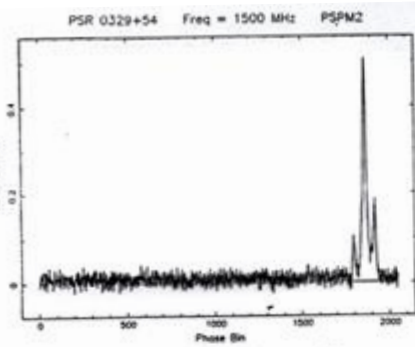
Chronometraż pulsarów

Prof. A. Wolszczan + doktoranci:

Wszystkie pulsary z listy obserwowane przynajmniej raz na tydzień,
Czas integracji 60 minut do 240 minut.

Ta potężna baza jednorodnych danych służyła do badania stabilności okresów
wybranych pulsarów. Celem było
poszukiwanie okresowości powodowanej
przez zjawiska wewnętrzne lub
przez krążące wokół pulsara planety.

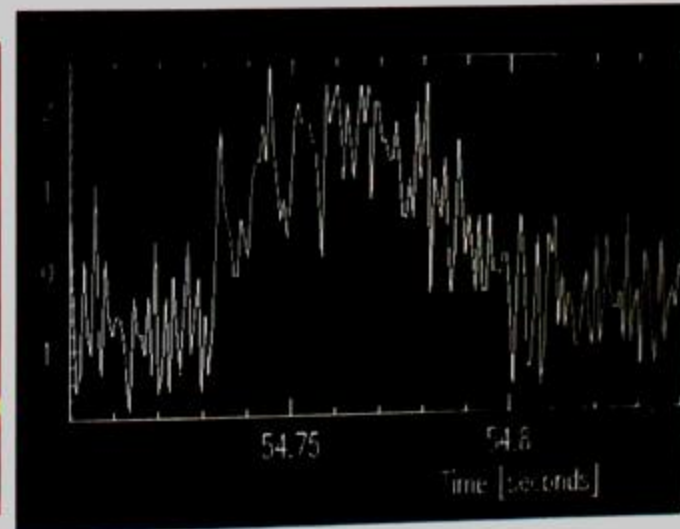
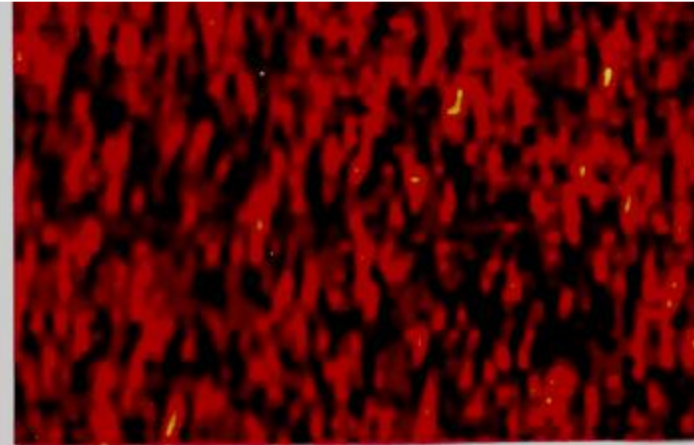
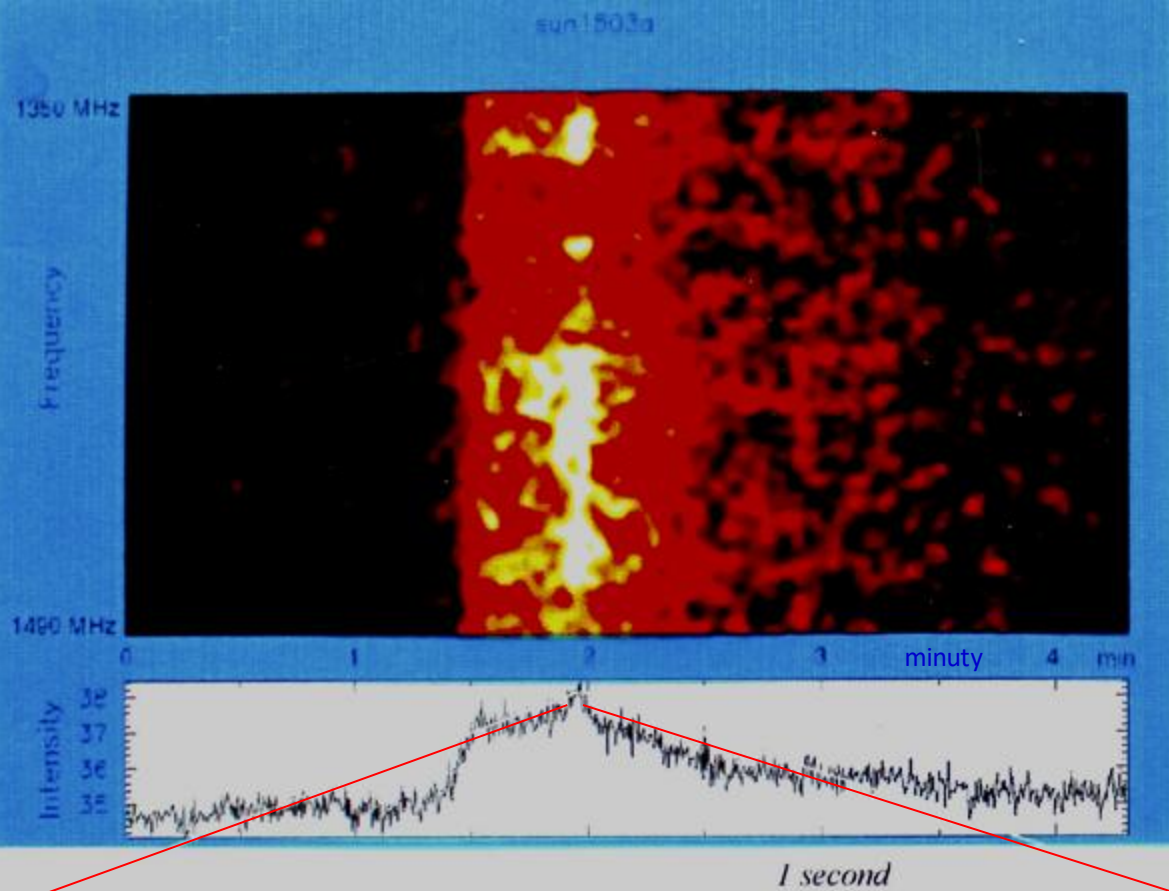
Pierwsze wyniki obserwacji gwiazd neutronowych
'maszyną pulsarową' PSPM2 na 32m teleskopie.
Obserwacje przeprowadzono na początku lipca 96,
każdy wykres to 10 minut integracji sygnału.



Radiowe „szpilki” w wybuchach słonecznych

RT-3 + PSPM2 @ 1400 MHz

B.Dąbrowski, A.Kus



Zespół realizujący projekty VLBI

w obszarze badań pozagalaktycznych, studia AGN

A.Kus

K.Borkowski

A.Marecki

M.Gawroński

K.Katarzynski

I.Owsianik

M.Kunert Bajraszewska

J.Niezgoda

Wspierany przez zespół utrzymania i rozwoju aparatury radioteleskopu

E.Pazderski - odbiorniki, sterowanie radioteleskopu, połączenia światłowodowe, zdalna kontrola urządzeń odbiorczych

R.Feiler - field system do obsługi terminala i kontroli teleskopu

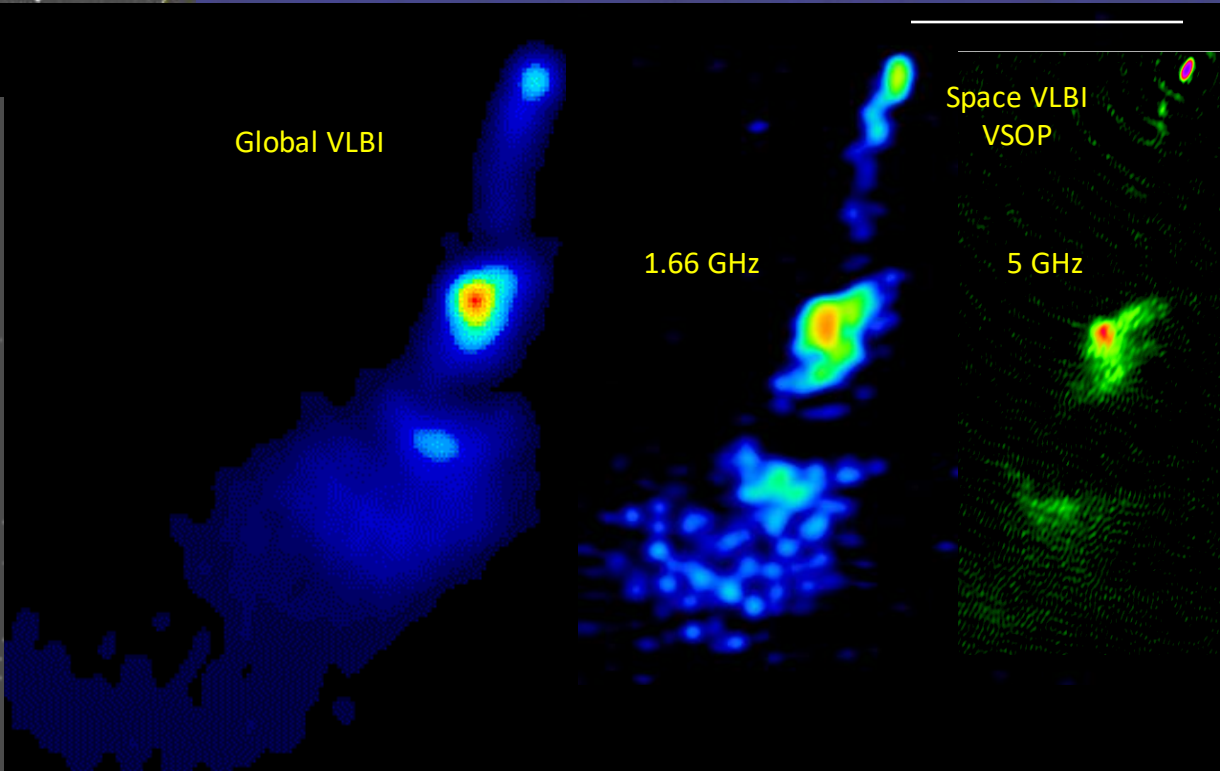
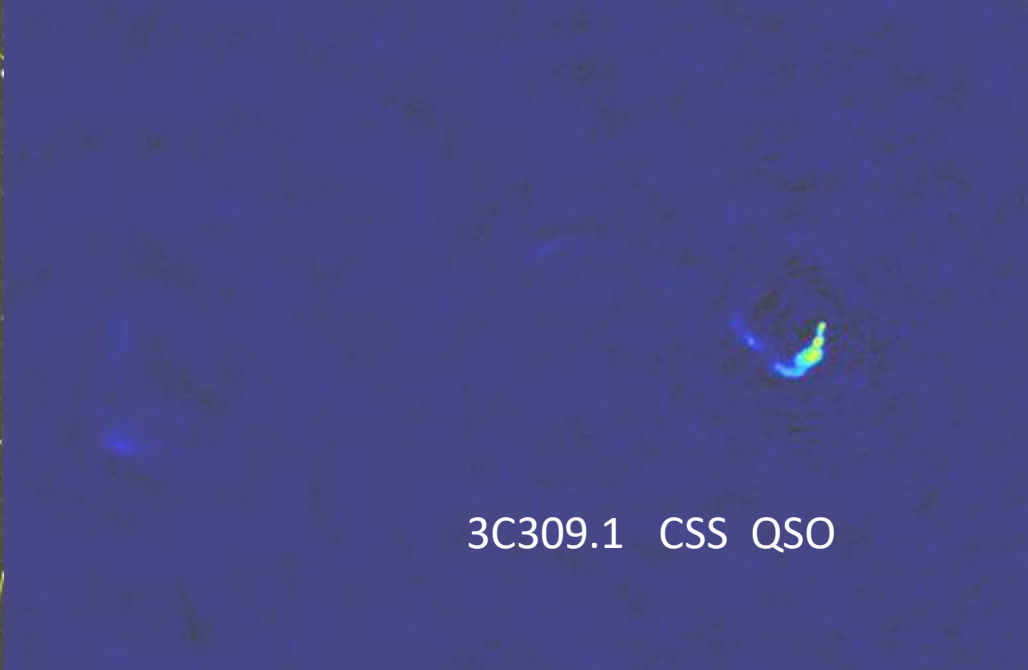
A.Kępa - terminal VLBI, synchronizacja urządzeń

J.Mazurek - logistyka, wysyłka i odbiór taśm, dysków do i z korelatora JIVE

J.Usowicz - wzorzec wodorowy, **CRAF**, ochrona pasm radiowych

B.Krygier - administracja i kierowanie pracami warsztatu CA

G.Gawrońska - obserwacje VLBI, + opracowywanie codziennych danych z interferometru słonecznego do 2017 r.





ZESPÓŁ KATEDRY RADIOASTRONOMII

siedzą od lewej: Andrzej Marecki, Eugeniusz Pazderski, Stanisław Gorgolewski, Wilhelmina Iwanowska, Aleksander Wołszczan, Andrzej Kus, Grażyna Gawrońska

stoją od lewej: Adam Jacek Król, Bernard Krygier, Andrzej Kępa, Włodzimierz Leszczyński, Anna Wiśniewska, Marek Urbanowski, Marek Gleba, Jerzy Usowicz, Kazimierz Borkowski, Janusz Filarecki, Wojciech Szymański

nieobecni: Leszek Błaszczak, Roman Feiler, Sławomir Jakubowicz, Jacek Jopczyński, Maciej Kamiński, Andrzej Lech,

1998



~ 2002



EVN - European VLBI Network

EVN Consortium

AJK - Director Consortium EVN
2008-2010

VLBI - wiodący projekt dla RT4
umożliwił prowadzenie wielu badań
Gwarancja niezawodności i
najwyższej jakości aparatury.

eEVN: European VLBI Network

Data processing
centre:
16 Gbps (2005)
1 Tbps (2010)

Russia

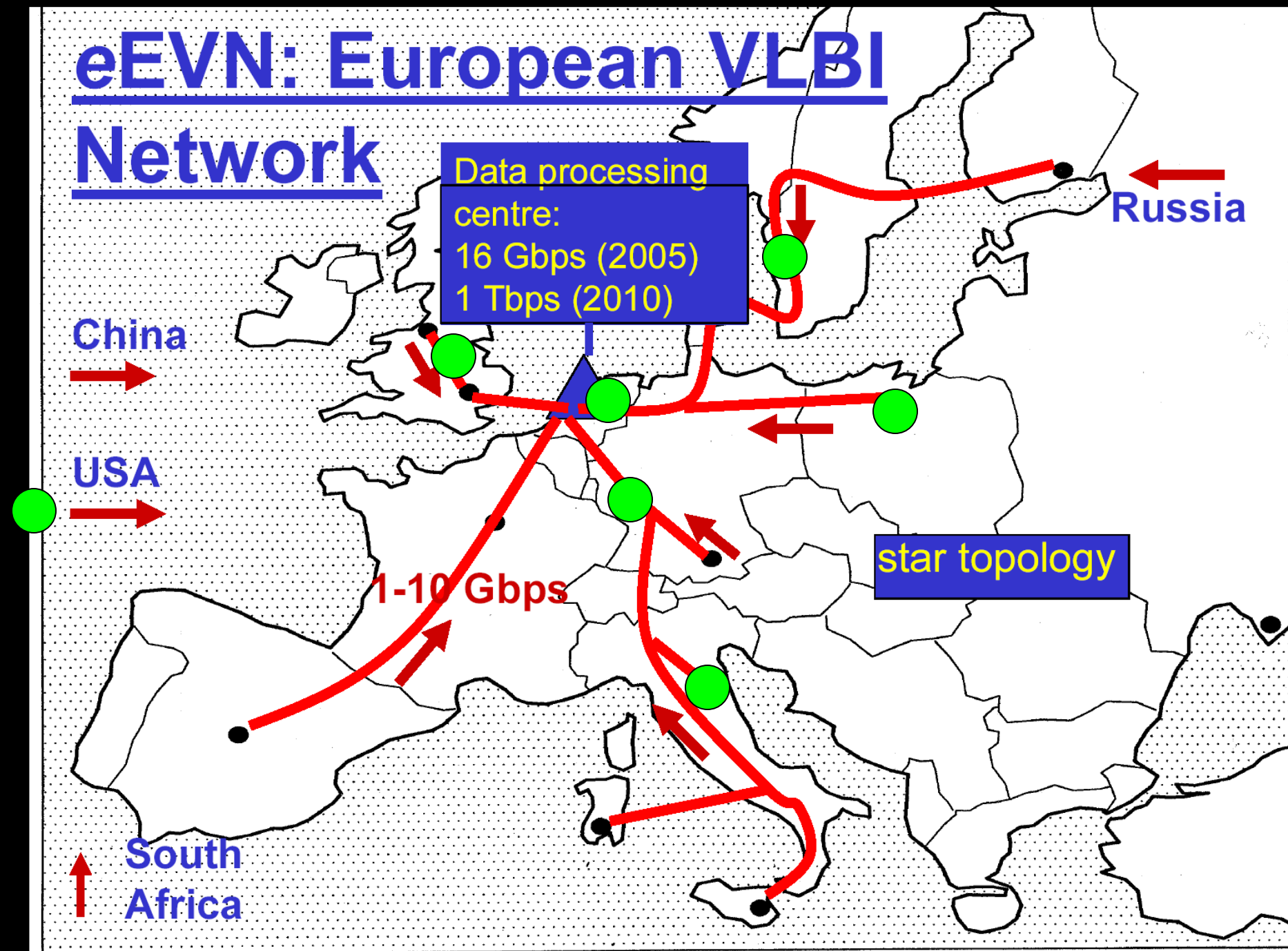
China

USA

star topology

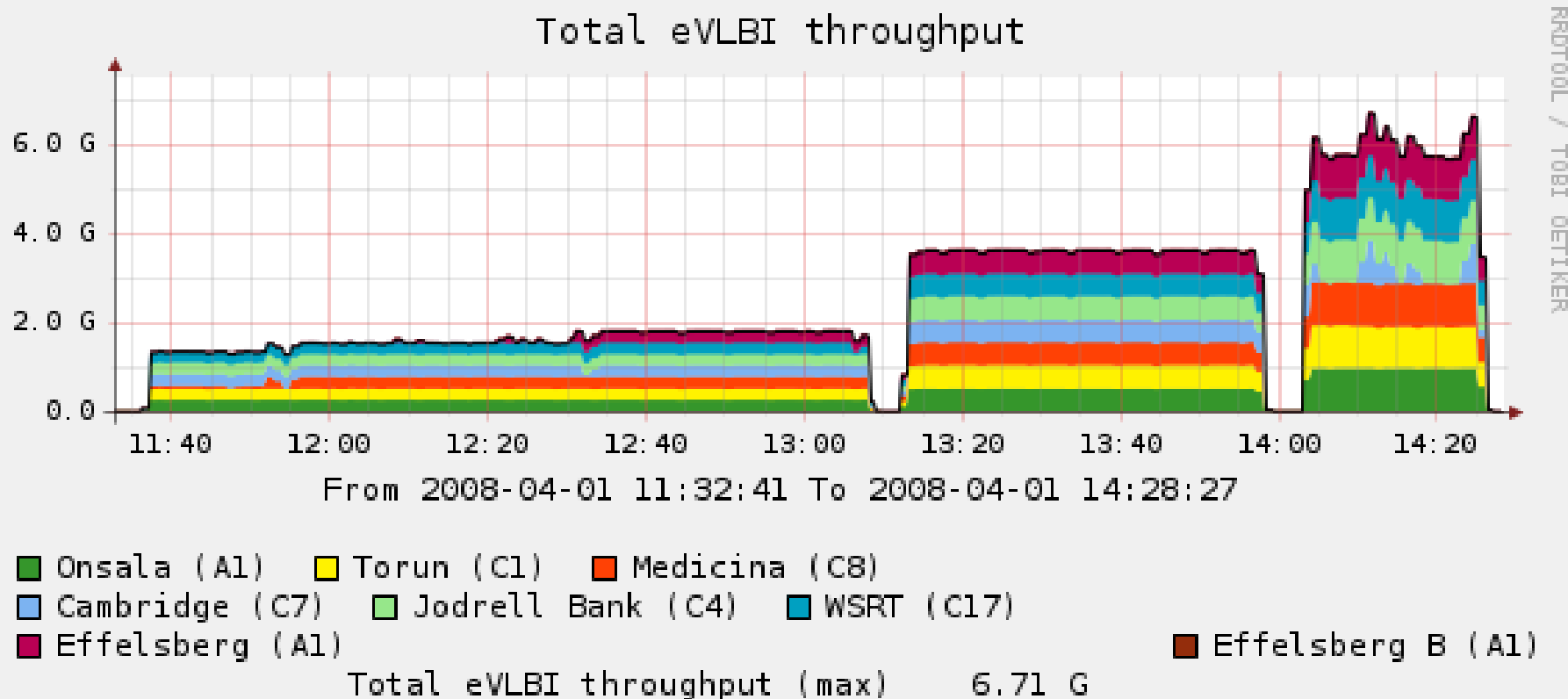
1-10 Gbps

South
Africa



European VLBI Network

- udział od 1982 (32m RT4 1986)
studia AGN'ów i Maserów
- e-EVN udział w real time VLBI od 2005



Spektroskopia metanolu NH_3OH

Zespół pracujący przy uruchomieniu i realizacji programu

M.Szymczak – opracowywanie wyników obserwacji, pisanie publikacji, **kierownik naukowy**

A.Kus – inicjacja i **koordynacja** projektu w jego początkowej fazie

L.Błaszkiwicz – obserwacje i opracowanie obserwacji wykonanych na **12 GHz**,

A.Kępa – **spektrograf autokorelacyjny**, kriogenika

R.Feiler – oprogramowanie komputera spektrografu

E.Pazderski – niskosumowe przedwzmacniacze, systemy sterowania RT-4, oprogramowanie, budowa odbiornika na 12 GHz, serwis systemów odbiorczych

S.Jakubowicz – budowa odbiornika na pasmo 6,7 GHz

K.Borkowski – poprawki pozycjonowania RT-4

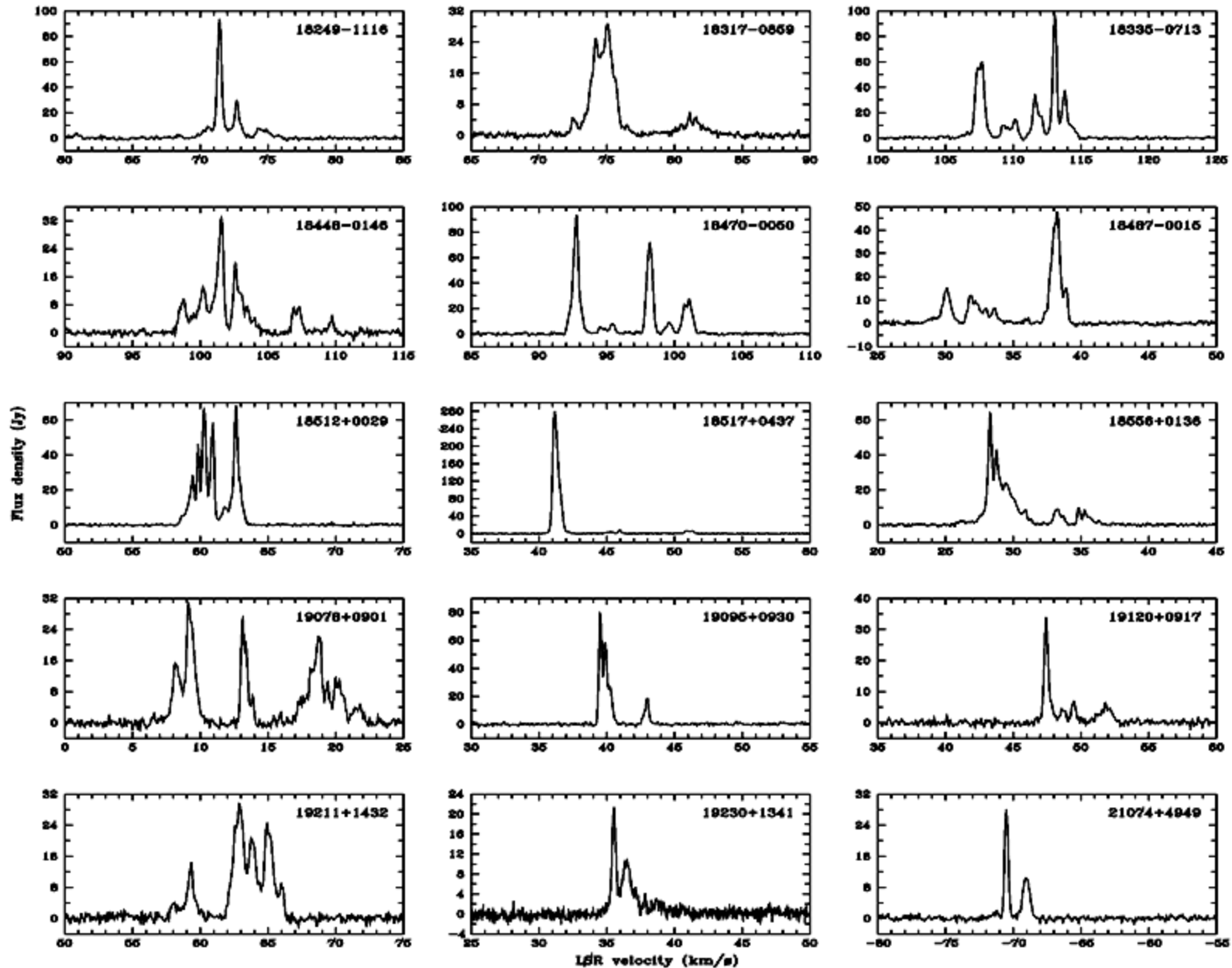
G.Hrynek – logistyka i prowadzenie obserwacji

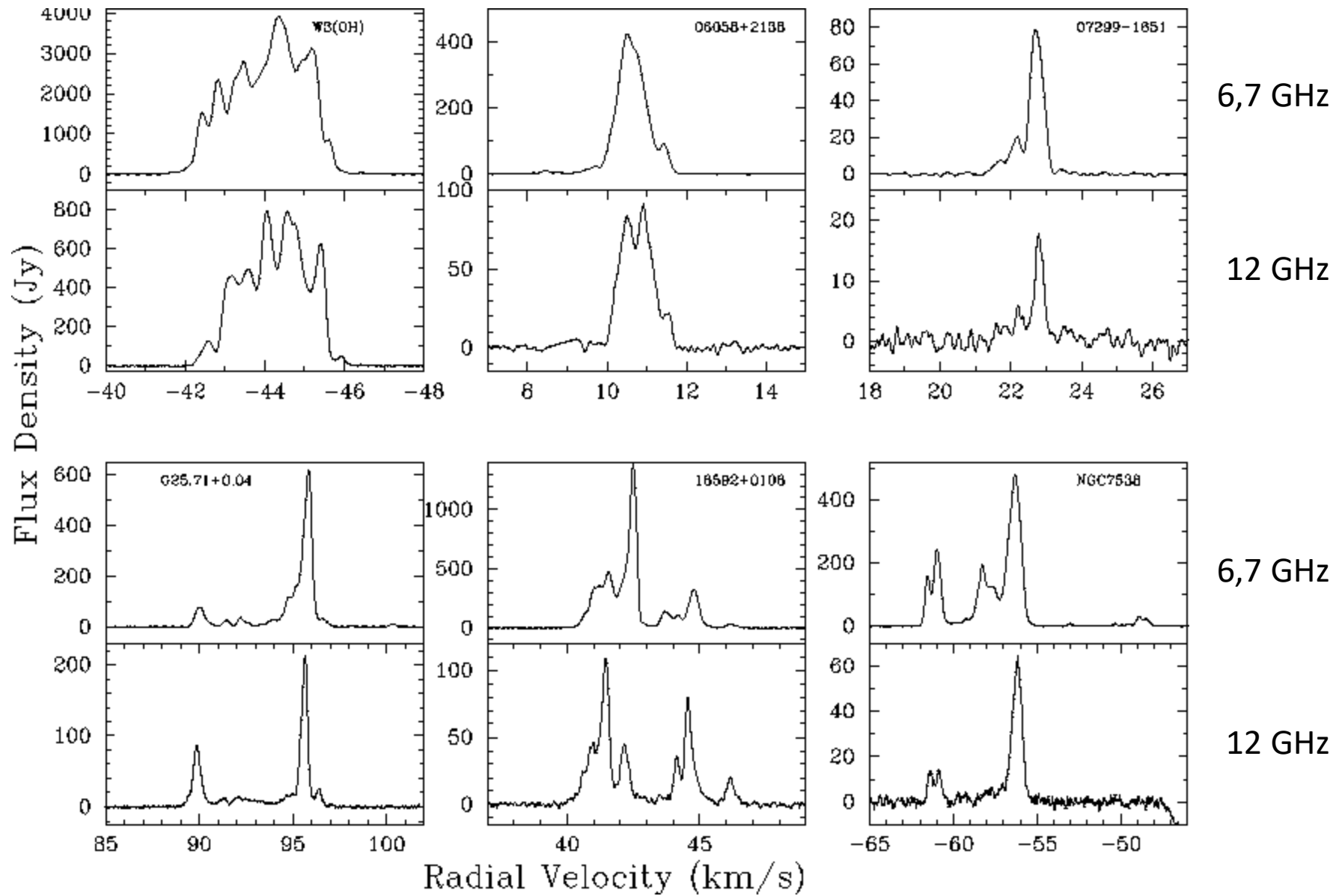
Nagroda Zespołowa Polskiej Akademii Umiejętności, za dz. badawczą, Kraków 2005.

L.Błaszkiwicz, A.Kępa, A.Kus, E.Pazderski, M.Szymczak

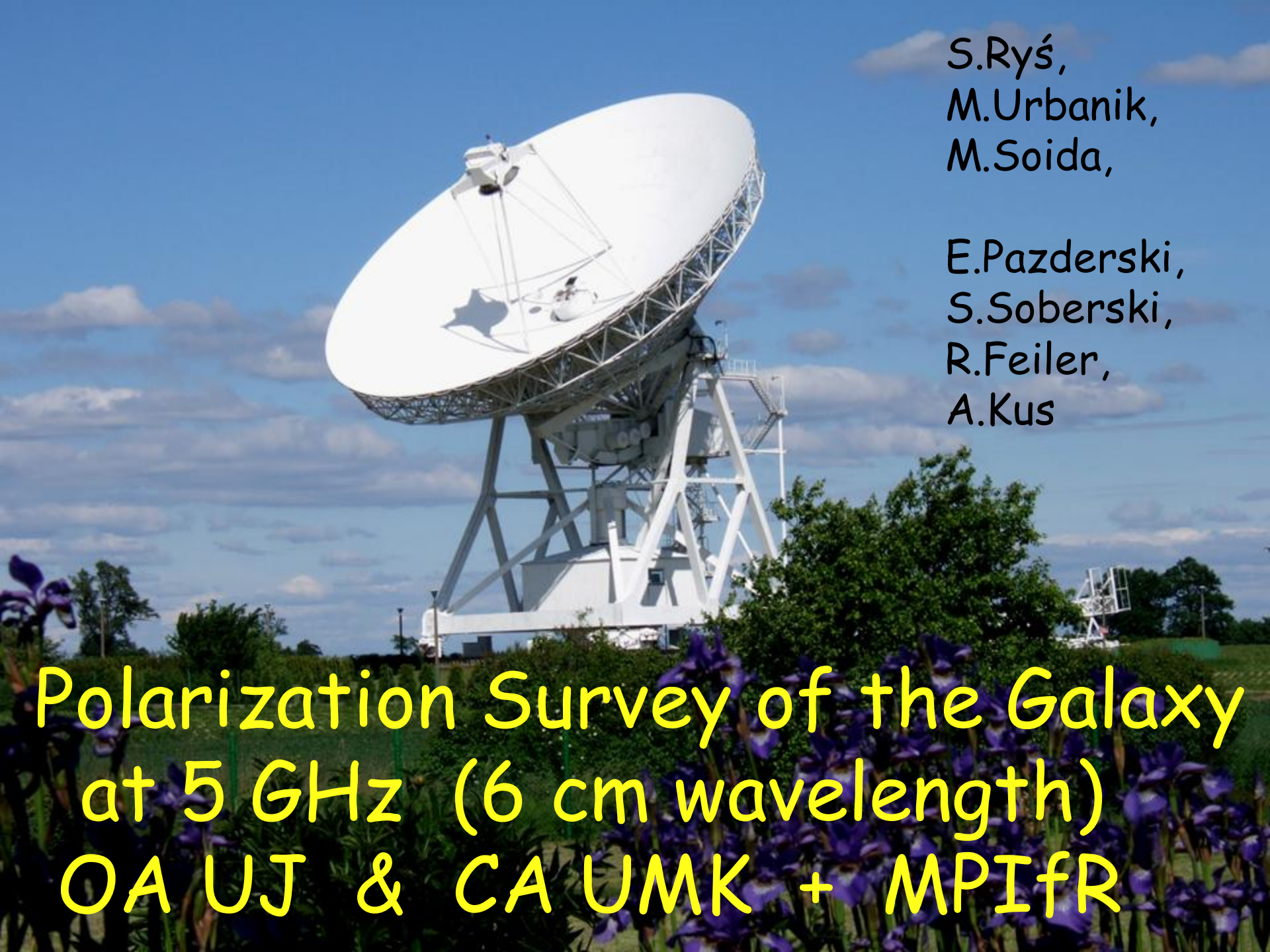
Torun methanol survey of galactic plane

M.Szymczak et al.





L. Błasziewicz et.al.

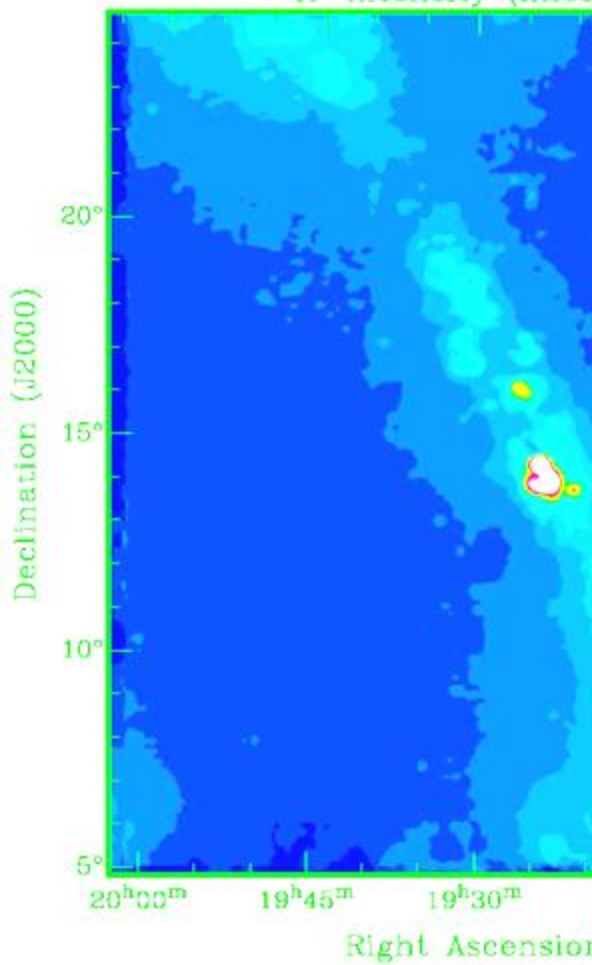
A large white radio telescope dish is mounted on a white metal structure on a grassy hill. In the foreground, there are purple flowers. The sky is blue with some clouds.

S.Ryś,
M.Urbanik,
M.Soida,

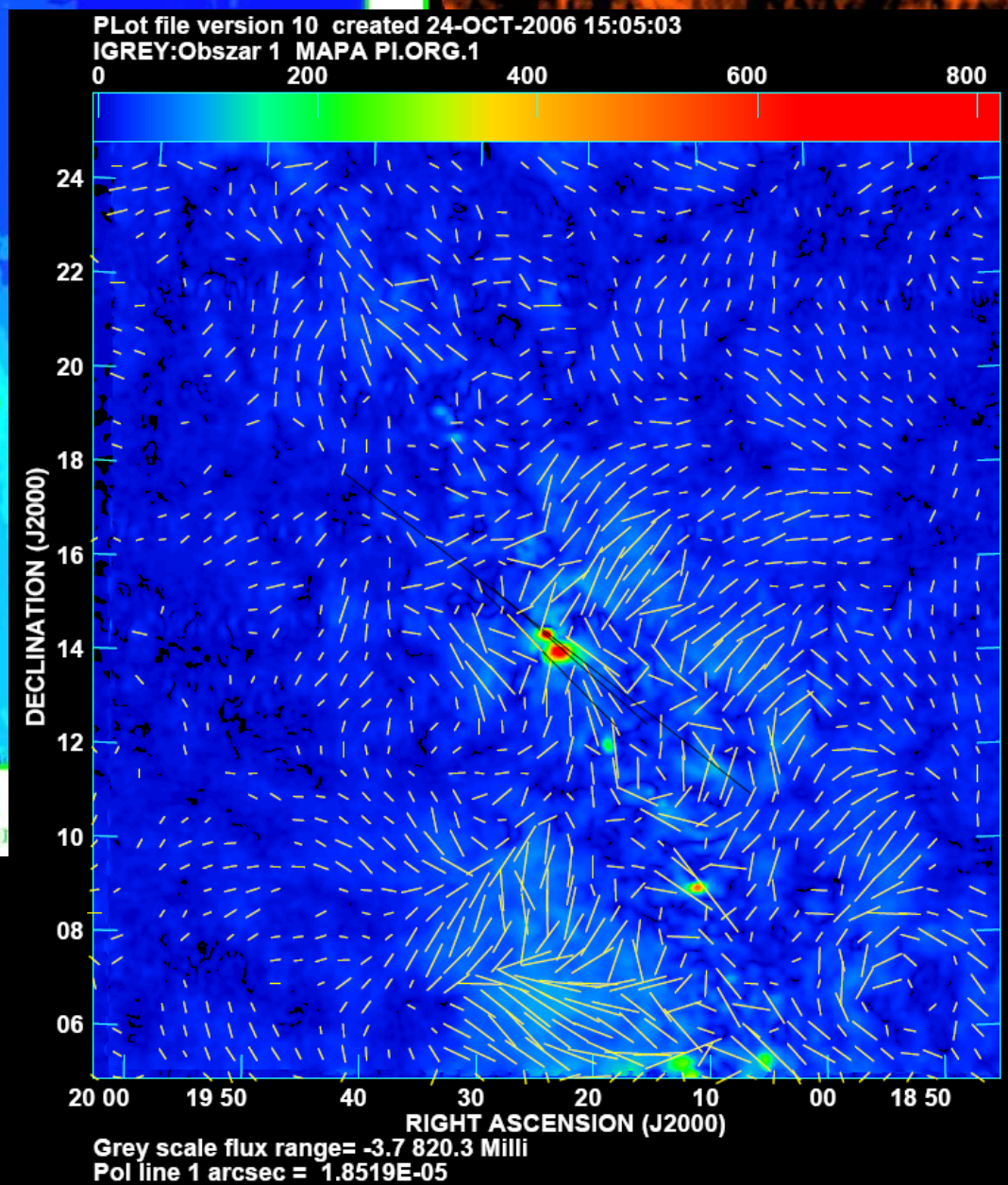
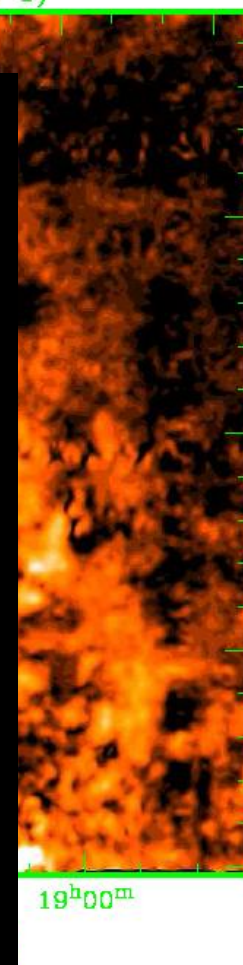
E.Pazderski,
S.Soberski,
R.Feiler,
A.Kus

Polarization Survey of the Galaxy
at 5 GHz (6 cm wavelength)
OA UJ & CA UMK + MPIfR

TP intensity (linear) in Obs 1.

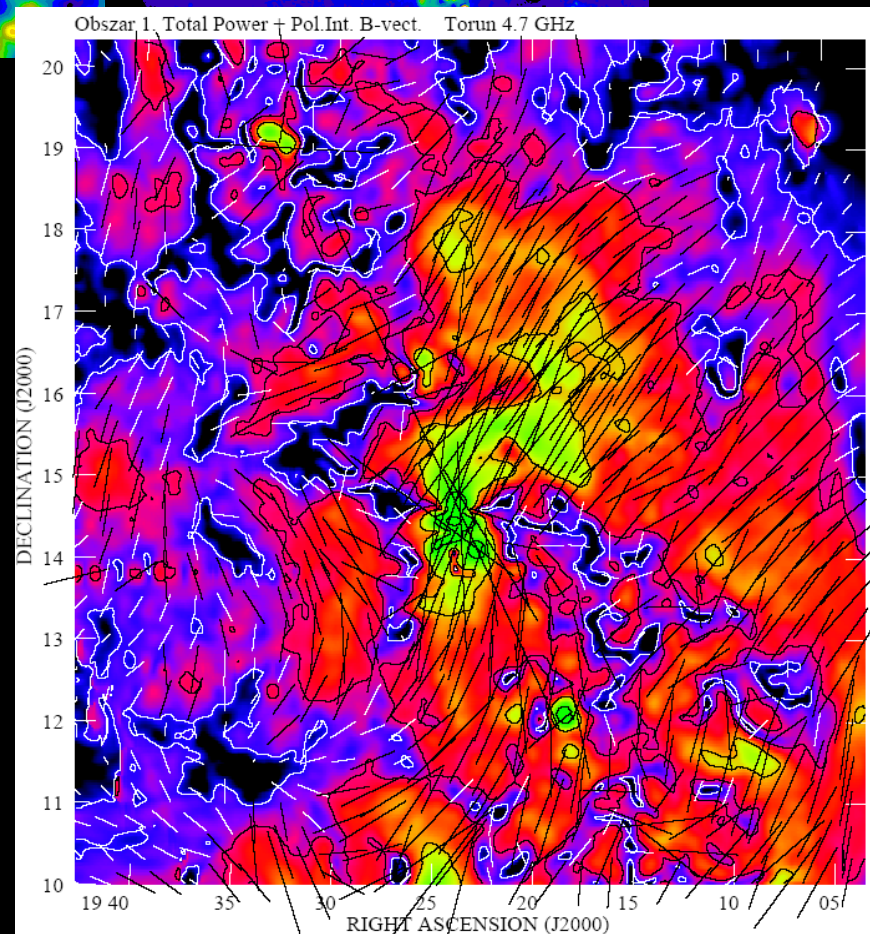
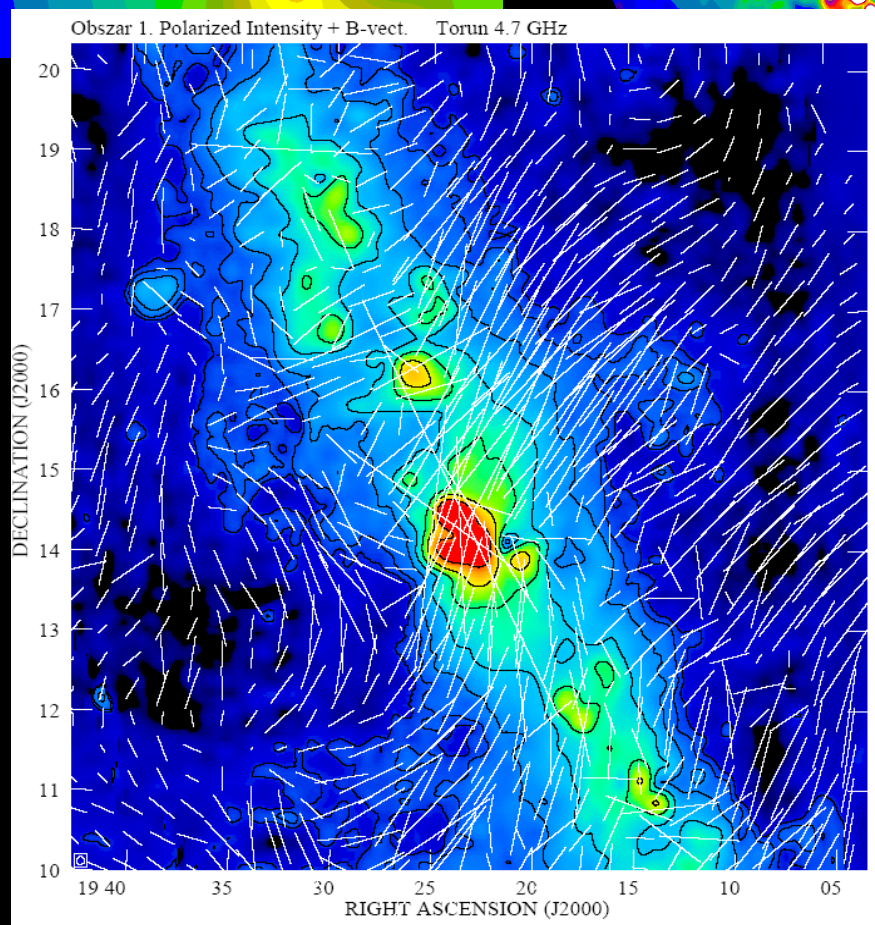


Polarized intensity (Obs 1)



Przykładowe mapy z toruńskiego przeglądu polarizacji Galaktyki na 5 GHz RT-4

Pazderski, Kus
Soberski
Ryś, Chyży, Urbanik
Wielebinski



OCRA – One Centimetre Receiver Array



TCfA

OCRA collaboration

University of Manchester:

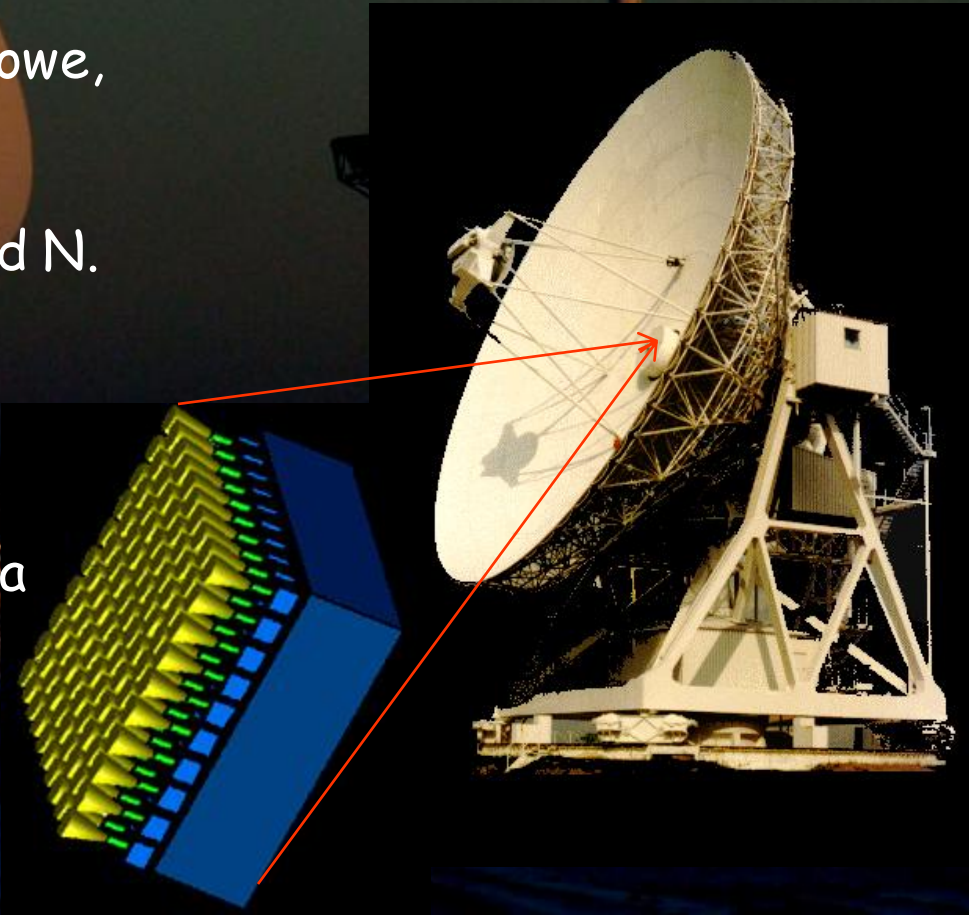
R. Battye, I. Browne, R. Davis, S. Lowe, M. Peel and P. Wilkinson. Also E. Blackhurst, C. Baines, J. Edgley, J. Kitching, D. Lawson, J. Marshall and N. Roddis

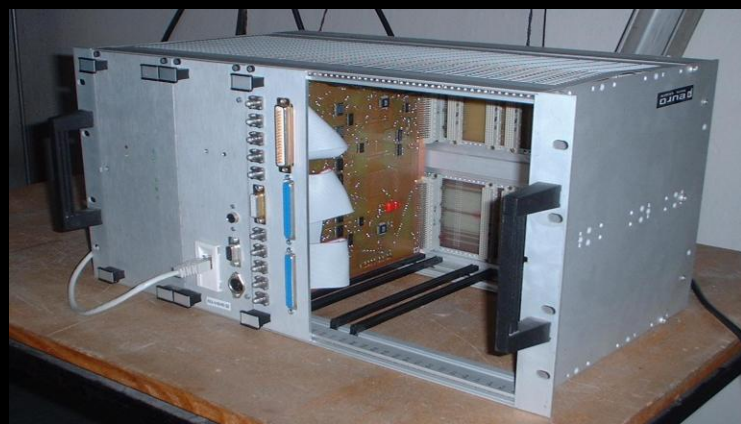
Toruń Centre for Astronomy:

R. Feiler, M. Gawronski, A. Kus, B. Pazderska, E. Pazderski, B. Roukema

University of Bristol:

A. Azareedh, M. Birkinshaw, K. Lancaster





OCRA-p = OCRA prototyp



OCRA-f program

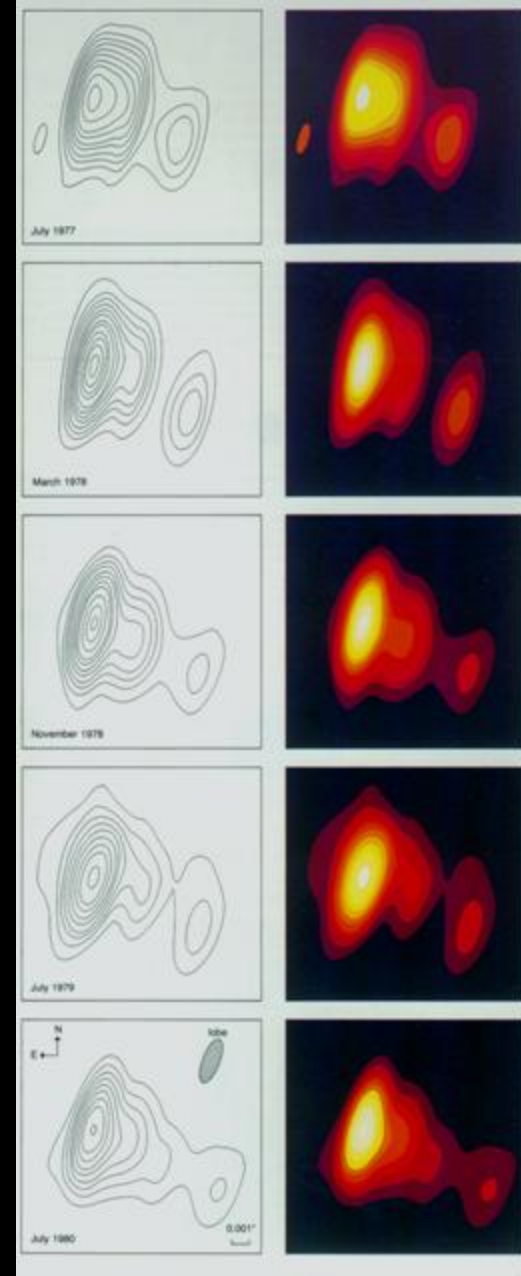
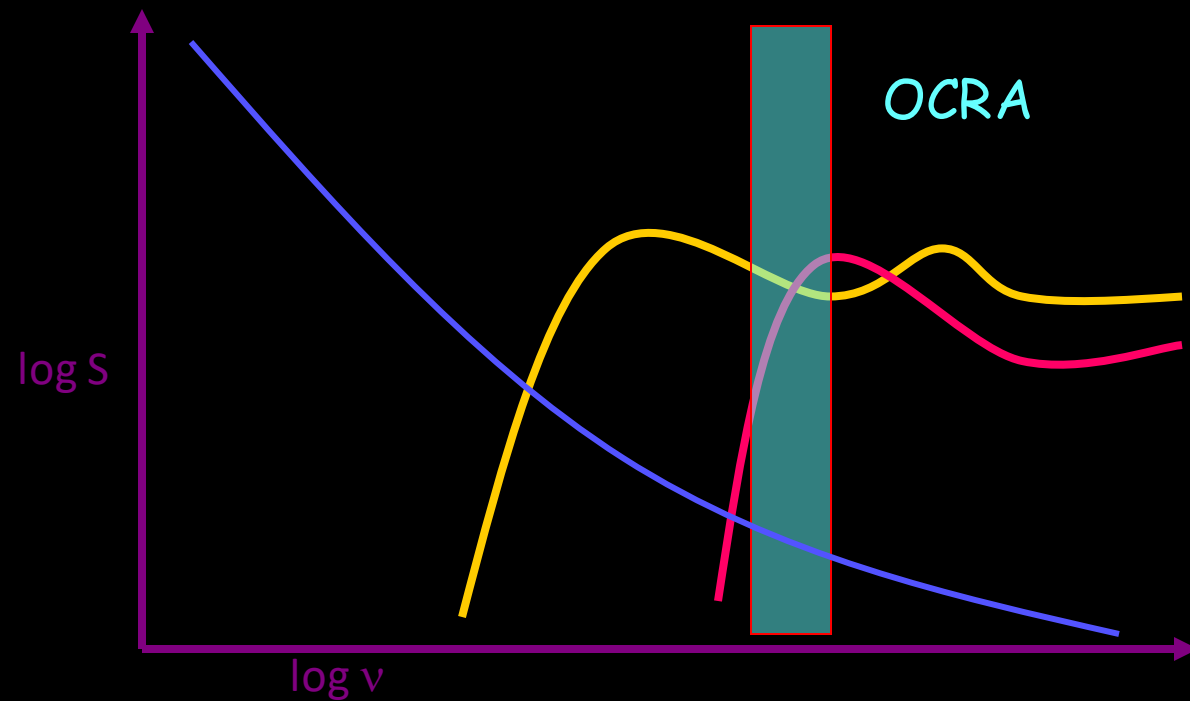
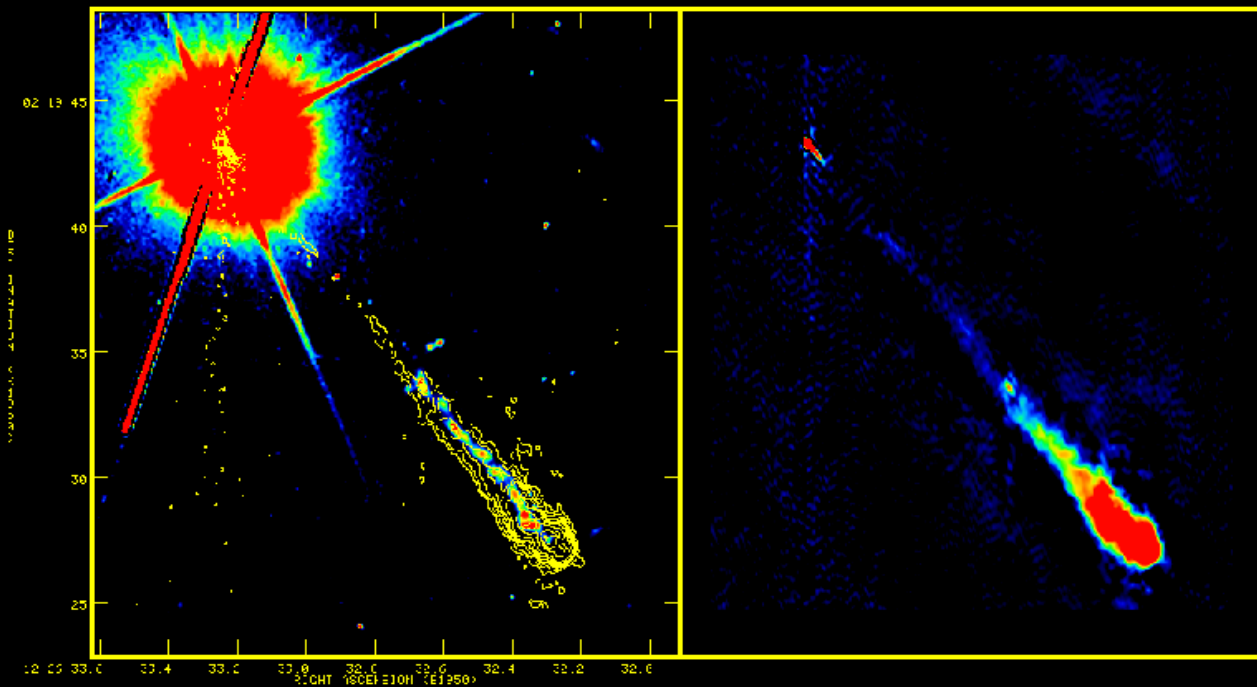
OCRA-f 2007 w CA
kwiecień / maj 2008

CA- rotator & DAQ system



HST WFPC2 / MERLIN

MERLIN 18cm



Evolution of 3C273
T.Pearson et al. CALTECH



SEST La Silla ESO

1990 i 1993 r.

Pierwsze globalne eksperymenty VLBI
na falach milimetrycznych (3mm)

Projekt międzynarodowy
Szwecja, USA, Niemcy, Japonia

R.Teleskopy: SEST, Kitt Peak, Hat Creek
Onsala, Owens Valley, Nobeyama.

Processing MIT, Haystack Observatory

Rezultaty publikowane w Nature i A&A

Kilka publikacji lata 1989 - 93

3C273, 3C274, 3C345, OJ287, ...

Rozdzielczość 30-50 μ arc sec

Sympozja, szkoły, narady, organizowane przez TCfA

EAS Meeting 1993 Torun

JIVE school on interferometry 1998

EVN Symposium 2006

YERACs

OCRA

RoboPol

Ważne dla budowania międzynarodowej pozycji ośrodka

JIVE school on interferometry 1998



8th EVN Symposium + EVN Directors Meeting + EVN Users Meeting



wrzesień 2006

EVN TOG kwiecień 2009



RoboPol Annual Meeting at Torun 29 July - 1 August 2013





Pracownicy naukowci, techniczni, administracji i doktoranci CA UMK.

Od lewej siedzą: A.Marecki, T.Tomov, A.Niedzielski, B.Roukema, J.Krełowski, A.Woszczyk, A.Kus, A.Strobel, S.Gorgolewski, M.Mikołajewski, K.Goździewski, S.Krawczyk; za nimi stoją: A.Kępa, P.Wąż, J.Jopczyński, I.Sworowska, E.Pazderski, K.Borkowski, G.Gawrońska, J.Usowicz; powyżej za balustradą stoją: K.Słyk, T.Łączkowski, J.Osiwała, A.Nieżurawska, M.Cikała, A.Skowron, A.Pleskacz, S.Frąckowiak, A.Czarny, K.Wojtkowska, M.Gleba, W.Szymanski, M.Gawroński, M.Kunert, E.Nowakowska, R.Feiler, S.Soberski.

Piwnice ~1970



Pracownicy naukow i administracyjno-techniczni Instytutu Astronomii UMK i Pracowni Astrofizyki PAN

Siedzą od lewej: H.Górski, A.Stawikowski, J.Hanasz, A.Świdzińska, N.Maron, S.Gąska, W.Iwanowska, S.Gorgolewski, C.Iwaniszewska, A.Woszczyk, J.Strobel, S.Krawczyk, E.Basińska, E.Górska,

Stoją za nimi od lewej: H.Sikorski, A.Buchholtz, Z.Turło, M.Wiśniewska, Z.Walczyzna, M.Moraczewska, A.Kus, A.Strobel, A.Kaczor, B.Krygier, R.Tylenda, A.Burnicki, .

Stoją wzdłuż balustrady od lewej: H.Wiśniewski, D.Wrukowska, T.Wrukowska, B.Wikierski, A.Wolszczan, S.Kasperczuk, J.Sikorski, P.Olszewski, L.Dybkowski, A.Raczkowski, J.Smołiński, S.Grudzińska, J.Krełowski, J.Krempeć, H.Wełnowski.



Październik 2014, formalne zakończenie zatrudnienia AJK na UMK, przejście na emeryturę.

Kierownicy Zakładu, Katedry Radioastronomii

1. Doc. /Prof. S.Gorgolewski, 1965, 1992,
2. Dr hab. / Prof. A.Kus, 1992 - 2005
3. Dr hab. / Prof. M.Szymczak, 2006 - 2010
4. Dr / dr hab. K.Katarzynski, 2011 -2018
5. Dr hab. A.Marecki, prof. UMK, 2018 - 2022

Podziękowania

- Rektorzy UMK

Prof. W.Łukaszewicz
Prof. S.Dembiński,
Prof. J.Kopcewicz,
Prof. S.Łęgowski
Prof. A.Jamiołkowski,
Prof. A.Radzymiński,
Prof. A.Tretyn.

- Dziekani Wydziału
Mat-Fiz-Chem, FAiIS

Prof. K. Karpiński,
Prof. S.Kwiatkowski,
Prof. F.Rozpłoch,
Prof. J.Szudy.

Dla całego zespołu Katedry Radioastronomii i CA UMK,
w tym szczególne podziękowania:

E.Pazderski, K.Borkowski, R.Feiler, A.Kępa, A.Marecki, M.Szymczak,
G.Gawrońska, J.Mazurek, J.Usoicz, S.Jakubowicz, M.Kamiński
B.Krygier, S.Krawczyk, E.Nowakowska, I.Sworowska.



Prof. Wilhelmina Iwanowska

(1905 – 1999)

Twórca współczesnej astrofizyki w Toruniu

Dyrektor Instytutu Astronomii 1952-1978

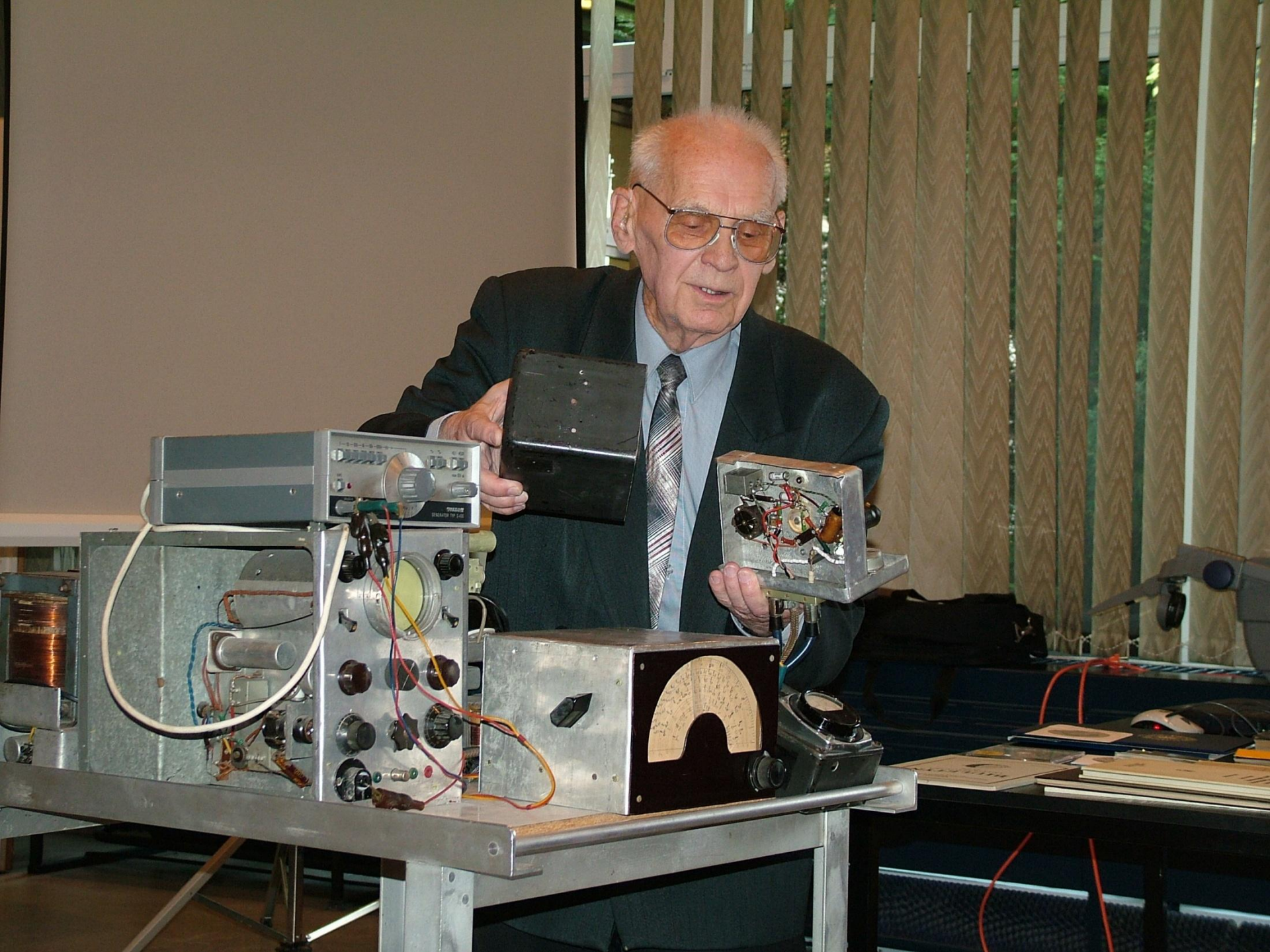


Prof. Stanisław Gorgolewski

(1926 -2011)

Twórca Radioastronomii w Toruniu

Dyrektor IA 1978-1980, KRa 1965-1990





Dziękuję za uwagę

References (PL, EN):

Gorgolewski, Hanasz, Iwaniszewski, Turło, *AcA, Vol. 12, p.251, AcA, Vol. 15, p.26*

C.Iwaniszewska, „Astronomia w Toruniu, mieście Mikołaja Kopernika”, Biblioteczka Kopernikańska Nr.10, PWN, 1972.

J.Szudy, „Rozmowa o Wilnie, Toruniu i Wszechświecie z Wilhelminą Iwanowską”, *Postępy Fizyki, Tom 39, Zeszyt 4, 1988.*

W.Iwanowska, „Mój życiorys naukowy”, *HNiT, R.XXVI-2, PL.ISSN 0023-598, 1981.*

B.Krygier, „25 lat Radioastronomii w Toruniu”, *HNiT, Nr. 3-4, 1985.*

K.Borkowski, „Radiowa interferometria wielkobazowa (VLBI)”, Toruń UMK, 1993.

A.Plaskacz, „Życie wśród gwiazd Profesor Wilhelminy Iwanowskiej”, TNOiK, Toruń, ISBN 83-86850-39-6, 1997.

B.Krygier, „Historia Radioastronomii w Toruniu, Część II: lata 1983-2000”, *HNiT*,
<http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/Artykuly/Varia/BKrygier-TrRA.htm>

A.Kus, R.Wielebinski, „History of Radio Astronomy in Torun”, *Journal of Astronomical History and Heritage, Vol. 24, No. 4, p. 957-980, 2021.*

K.Borkowski, „System sterowania RT3”, <http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/Telescopes/RT15/SystemSterowania.htm>

K.Borkowski, „Początki VLBI na UMK”, <http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/Telescopes/RT15/KRaVLBI.htm>

K.Borkowski, A.Kępa, J.Mazurek, A.Kus, "Toruński system do radiowych obserwacji pulsarów", *Postępy Astronomii, 31, 255-277; 1983*

E.Pazderski, „Aparatura radioteleskopów i inne informacje historyczne”, <http://epsrv.astro.uni.torun.pl/>

RT32 Podręcznik obserwatora, <http://www.astro.uni.torun.pl/~kb/HandbRT32/HandbookRT32.htm>

J.Szudy, A.Bielski, „Aleksander Jabłoński, Fizyk, Muzyk, Żołnierz”, Wydawnictwo Naukowe UMK, Toruń, 2010



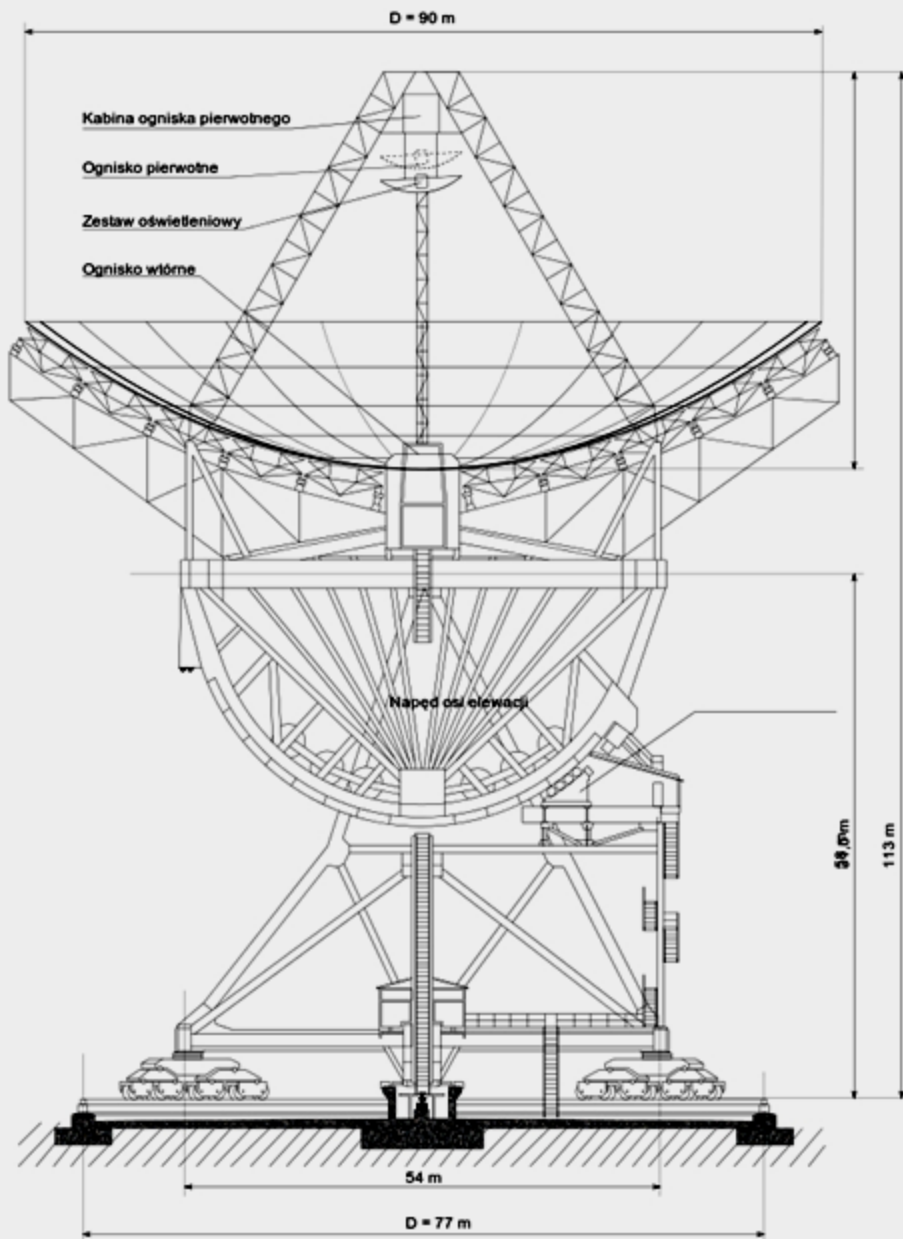
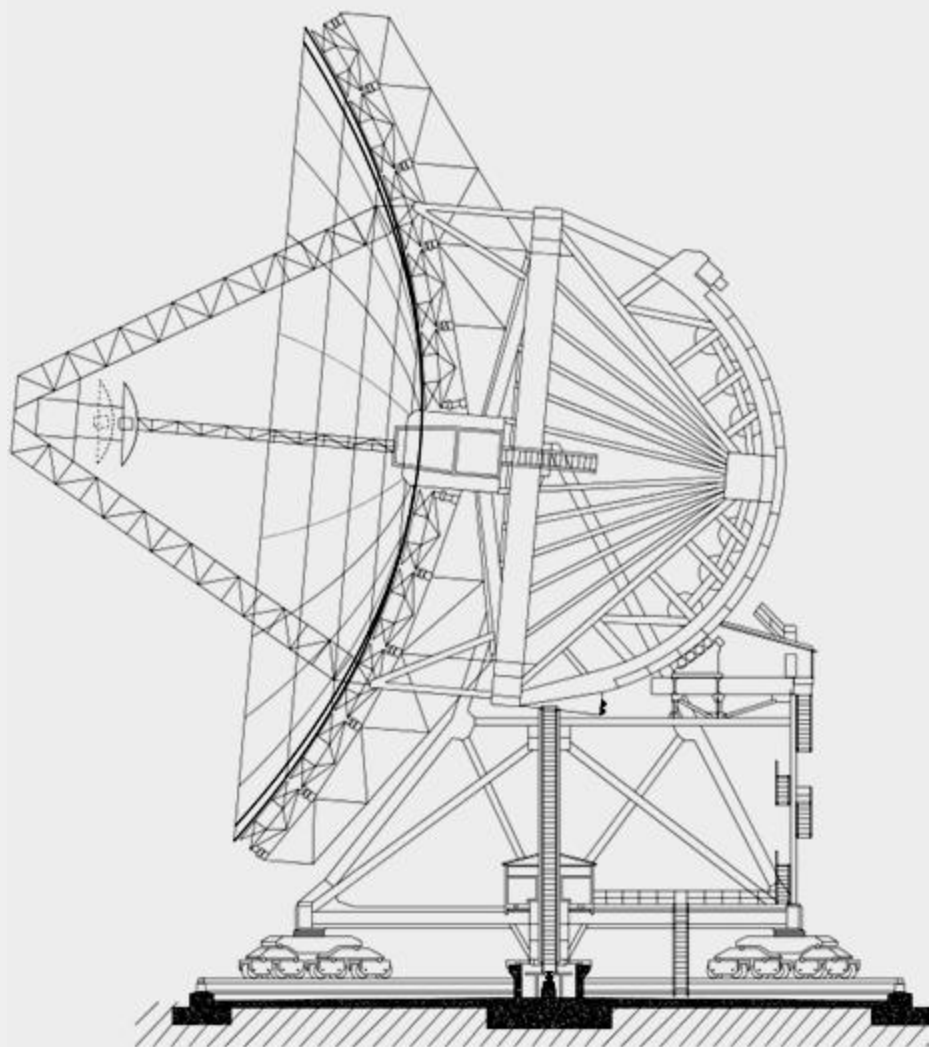
90m radioteleskop Narodowe Centrum Radioastronomii i Inżynierii Kosmicznej

Konwent Marszałków Województw RP, Toruń 4.12.2013

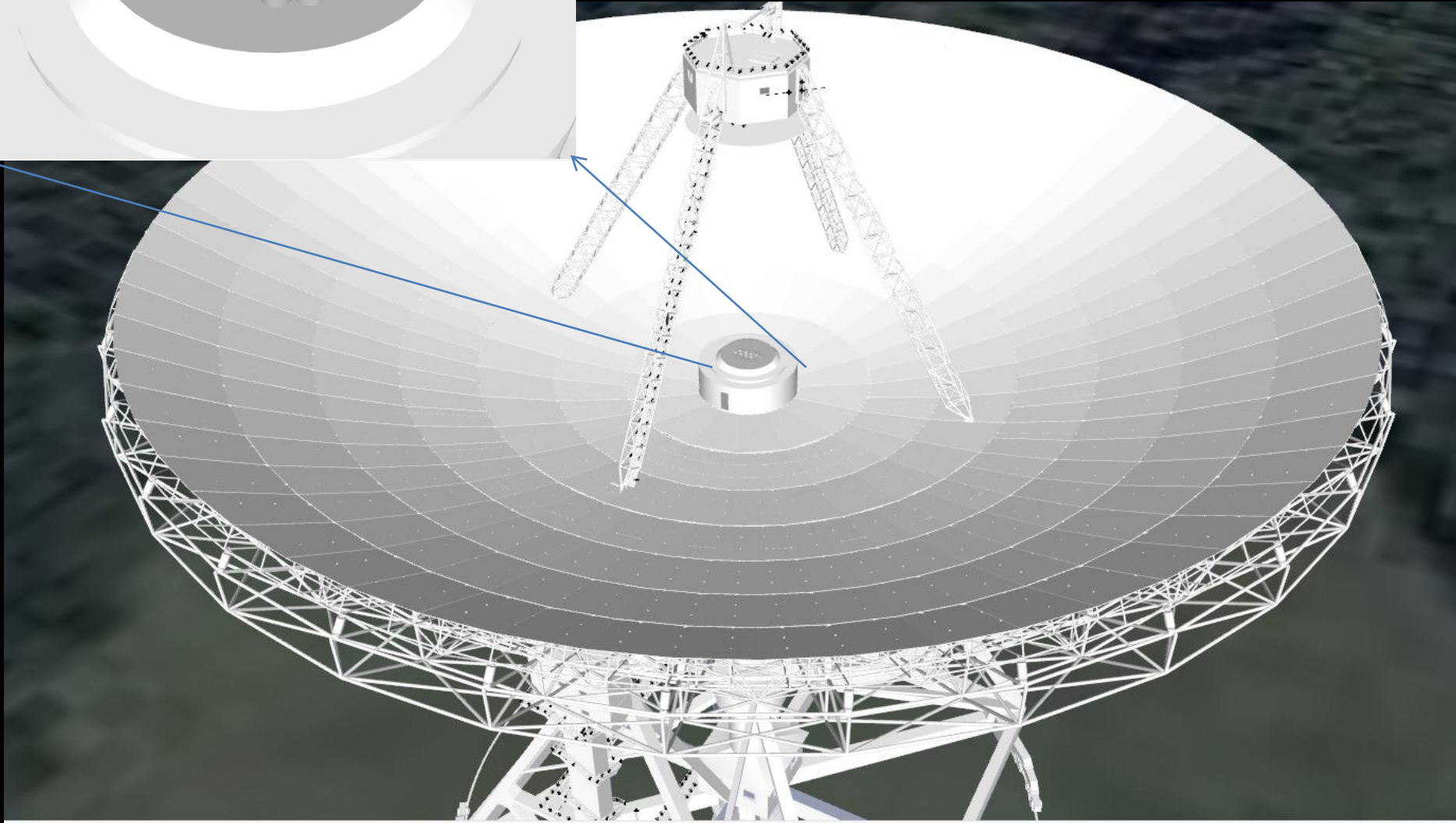
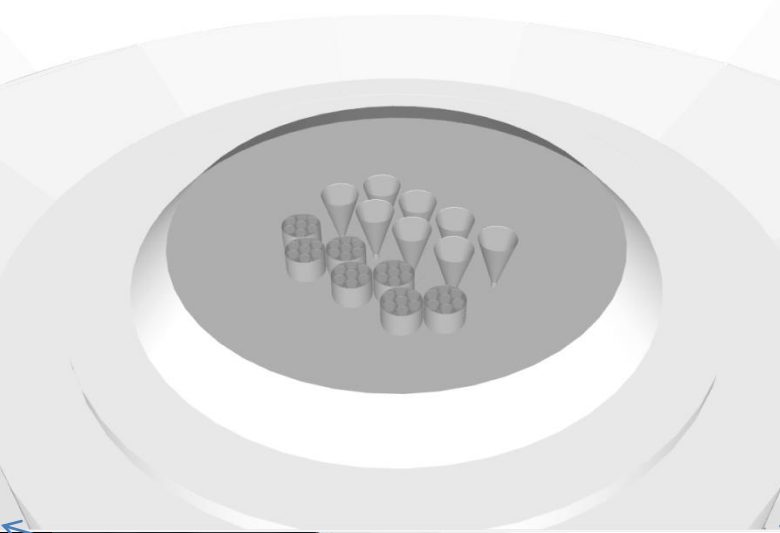
Image © 2013 DigitalGlobe
Image © 2013 GeoEye

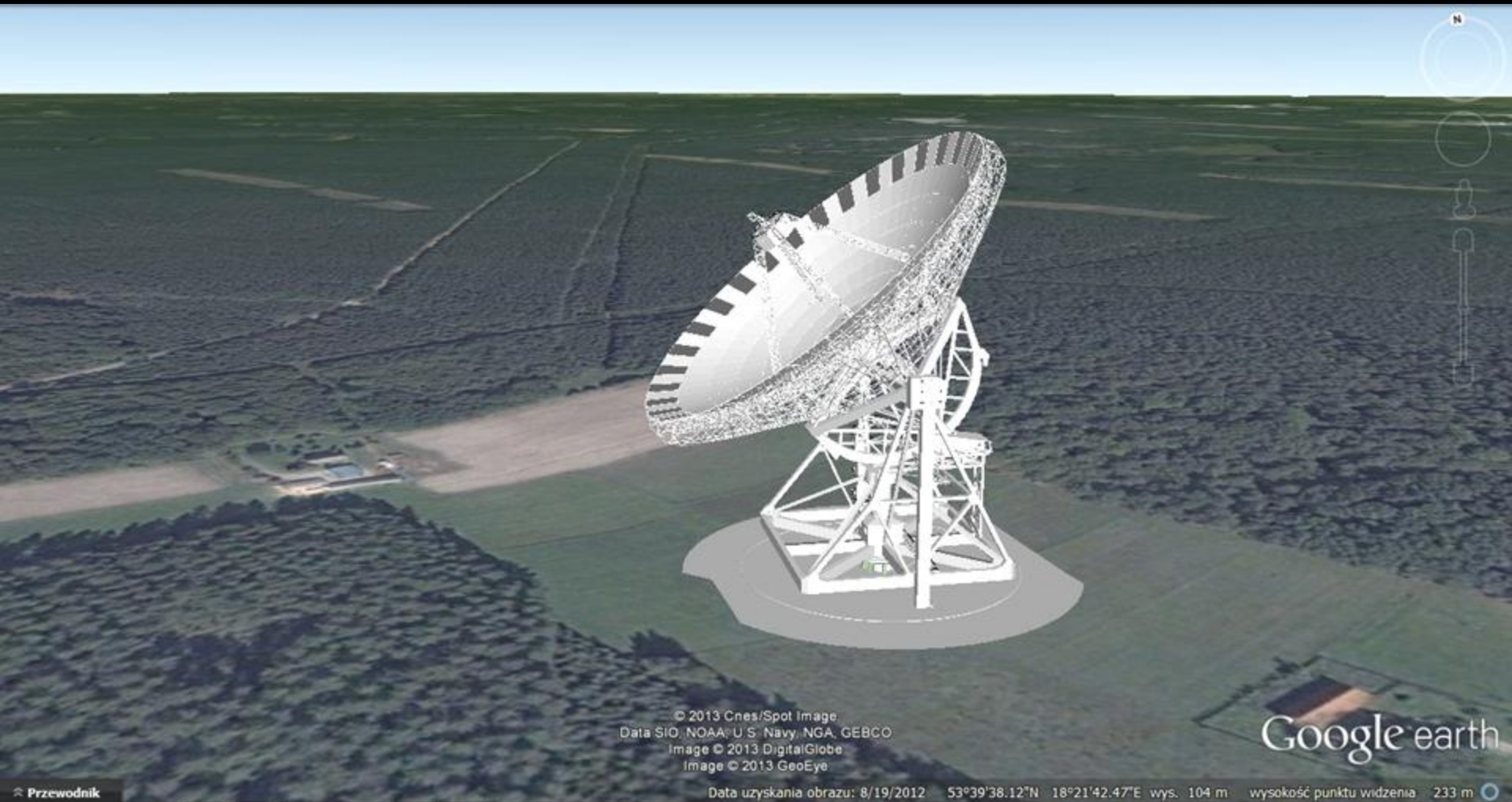
Go

Koncepcja RT90+ jest wzorowana na opracowaniu
inż. Zygmunta Bujakowskiego RT70



RT90+ typ R-C Matryce odb.





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



Porównanie rozmiarów RT90+ z budowlami starego Torunia



Porównanie rozmiarów RT90+ z budynkami centrum Warszawy

Konsorcjum „Narodowe Centrum Radioastronomii i Inżynierii Kosmicznej

utworzono 28 sierpnia 2012,
uroczyste podpisanie umowy konsorcyjnej 6 listopad 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

Postanowienia ogólne

1. Strony niniejszej umowy powołują konsorcjum pod roboczą nazwą „**Narodowe Centrum Radioastronomii i Inżynierii Kosmicznej**” (zwane „Konsorcjum” w dalszej części niniejszej umowy), którego podstawowymi narzędziami badawczymi będą: radioteleskop RT90+ (o średnicy czaszy co najmniej 90 metrów i o wstępnej lokalizacji w Gminie Osie), oraz bazy laboratoryjne przy Uniwersytecie Mikołaja Kopernika (Narodowe Centrum Radioastronomii - NCR) i Politechnice Gdańskiej (Krajowe Centrum Inżynierii Kosmicznej - KCIK).

Cele Konsorcjum

Przedmiot działalności Konsorcjum obejmuje:

1. Połączenie potencjału naukowego i technicznego instytucji członkowskich Konsorcjum dla realizacji zadań badawczych, rozwojowych i technologicznych w dziedzinach nauk technicznych, eksploracji kosmosu, transferu i przetwarzania danych oraz radioastronomii.
2. Wspólne pozyskiwanie środków finansowych na realizację przedmiotu działania Konsorcjum.
3. Stworzenie zasad powołania i funkcjonowania NCR i KCIK.
4. Koordynacja prac projektowych i realizacja budowy radioteleskopu RT90+ i obiektów towarzyszących.
5. Zaprojektowanie, budowa i uruchomienie aparatury naukowej stanowiącej wyposażenie radioteleskopu RT90+ (realizacja głównie przez UMK, PG, WAT, CBK).
6. Koordynacja i prowadzenie badań naukowych przy pomocy radioteleskopu RT90+ i bazy laboratoryjnej.
7. Podłączenie radioteleskopu RT90+ do sieci krajowej PIONIER.
8. Badania i analiza wykorzystania zaawansowanych mocy obliczeniowych do wsparcia procesu badań naukowych wykonywanych przez Konsorcjum.
9. Kształcenie i rozwój kadry naukowej.



Rada Konsorcjum

1. Prof. dr hab. Andrzej Tretyn, JM Rektor UMK, (Przewodniczący)
2. Prof. dr hab. inż. Ryszard Katulski, PG
3. Prof. dr hab. Marek Sarna, dyrektor CAMK PAN
4. Prof. dr hab. Janusz Gil, prorektor UZ
5. Dr hab. inż. Mariusz Figurski, prof. WAT, prorektor WAT
6. Dr hab. inż. Dariusz Boroński, prof. UTP, prorektor UTP
7. Dr hab. Hanna Rothkaehl, prof. CBK, CBK
8. Dr hab. Krzysztof Chyży, UJ
9. Dr Maciej Stroiński, PCSS
10. Prof. dr hab. Andrzej Kus - UMK, Dyrektor Konsorcjum
11. Prof. dr hab. inż. Zbigniew Sikora - PG,
Zastępca Dyrektora Konsorcjum



Uchwały

Rada CA UMK
Rada Wydziału FAiS
Senat UMK
Strategia UMK
Strategia Regionu

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”

Harmonogram zadań

250/300

ZADANIE	2014	2015	2016	2017	2018	2019	Koszt mln zł.
Przygotowanie wstępnej dokumentacji , wnioski o finansowanie Wybór lokalizacji RT90							5
Projekt RT90+ i towarzyszącej kubatury							15
Projekty kubatury NCR i KCIK							2
Prototypy systemów odbiorczych							10
Łącze światłowodowe							3
Budowa RT90+							110/160
Budowa kubatury NCR i KCIK							60
Zakupy i scalanie aparatury naukowej							30
Budowa odbiorników							5
Budowa systemu (hard&soft) przetwarzania danych							5
Rozruch RT90+							5
Rozpoczęcie pracy RT90+							-

Koszty i źródła finansowania



Środki finansowe na prace przygotowawcze (5-10 mln zł.)

- Koszt dokumentacji wstępnej,
- Studia projektowe anteny oraz infrastruktury towarzyszącej
- Projekt szerokopasmowych odbiorników, budowa prototypu
- Projekt urządzeń cyfrowych, budowa prototypów
- Projekt kubatury KCIK (Gdańsk) i NCR (Toruń)

Środki finansowe na inwestycje (środki UE - POIR + budżet)

Antena D=90m ~120 mln zł.; D=110m ~180 mln zł.

Budynki 70 mln zł.; Aparatura 50-80 mln zł.

RAZEM ~240-330 mln zł.

Środki na utrzymanie i funkcjonowanie CEIRAST (10 mln zł/rok)

Pierwsze 5 lat niezbędne dofinansowanie z MNiSW min. 5 mln zł/rok

oraz ze strony UMK na utrzymanie zespołu obecnej

Katedry Radioastronomii CA UMK (zespołu i infrastruktury)

Partnerzy zagraniczni i Konsorcjanci krajowi finansują własne i

wspólne programy badawcze z pozyskanych przez siebie funduszy.
utrzymują laboratoria specjalistyczne we własnych ośrodkach.

Po 5-8 latach samodzielne finansowanie z dochodów własnych + SPUB (1-2 mln zł)

2015 Ucięcie regionalnych funduszy europejskich na infrastrukturę o 1/2

Ministerstwo nie poparło wniosku o środki z Brukseli 2016

Znaczący ubytek kadrowy ważnych osób zaangażowanych w projekt

Rosnący brak wsparcia w środowisku astronomicznym UMK

Realizacja projekt RT90+ zawieszona, przeniesiona „na przyszłość”

2020

<https://www.youtube.com/watch?v=kmmKwVZFsl8>