

Uniwersytet Mikołaja Kopernika
Centrum Astronomii
Katedra Radioastronomii

PROJEKT : **Międzynarodowe Centrum Radioastronomii (MCR)**
i Krajowy Ośrodek Radioastronomii UMK

Lokalizacja: **Centrum Astronomii UMK, Piwnice koło Torunia**

Finasowanie: Innowacyjna Gospodarka, Oś Priorytetowa 2.
Infrastruktura Sfery Badawczo-Rozwojowej 2.2

(Zadanie wpisano do Programu Rozwoju Województwa Kujawsko-Pomorskiego)

Projekt obejmuje:

1. Zaprojektowanie, wykonanie i budowę dużego nowoczesnego radioteleskopu,
2. Utworzenie Międzynarodowego Centrum Radioastronomii, jednostki badawczej o charakterze krajowym i ponadnarodowym.

Główne cele projektu

1. Rozwój badań naukowych w dziedzinie radioastronomii fal centymetrowych
2. Wzmocnienie pozycji polskiej nauki i techniki w świecie
3. Rozwój nowoczesnych technologii i metod pomiarowych
4. Rozwój krajowego przemysłu szczególnie jego innowacyjności i konkurencyjności
5. Rozwój intelektualny młodego pokolenia Polaków

A.

WSTĘP

Historia astronomicznego ośrodka akademickiego Torunia datuje się od powołania UMK w roku 1946 (pierwsza inauguracja roku akademickiego). W tym czasie na Wydziale Matematyczno - Przyrodniczym utworzono dwie Katedry – Astronomii i Astrofizyki.

W czerwcu 1947 roku wypożyczona dla astronomów toruńskich UMK historyczny teleskop Draper'a z Harvardu. Był to pierwszy instrument do prowadzenia obserwacji w tworzonym na bazie majątku rolnego Obserwatorium Astronomicznym.

W kolejnych latach postawiono nowe pawilony obserwacyjne dla nowych instrumentów (otrzymanych ze Szwecji) i zbudowano budynek główny obserwatorium (połowa lat 50-tych). W roku 1962 ulokowano w Piwnicach teleskop optyczny TSC 90/60 cm. Jest to wciąż największy teleskop optyczny w Polsce.

Od połowy lat 50-tych rozpoczął się rozwój badań radioastronomicznych zainicjowany przez ówczesnego, wieloletniego dyrektora Obserwatorium prof. Wilhelminę Iwanowską a bezpośrednio koordynowany przez prof. Stanisława Gorgolewskiego.

W rezultacie powstały instrumenty radioastronomiczne, które umożliwiły rozpoczęcie badań w nowym oknie widma fal elektromagnetycznych. Kolejna ważna data to rok 1973 – 500 rocznica urodzin Mikołaja Kopernika. Przy tej okazji starania środowiska naukowego doprowadziły do realizacji inwestycji pod nazwą „Ośrodek Radioastronomii UMK-PAN”.

Była to jak na tamte czasy kosztowna i znacząca budowa, która stworzyła unikatowe warunki przyszłego rozwoju dla toruńskiej radioastronomii.

Radioastronomia toruńska zajmuje znaczące miejsce wśród podobnych placówek europejskich. Ze swoją kadrą naukową i techniczną, nowoczesnym średniej wielkości instrumentem badawczym, infrastrukturą i osiągnięciami w dziedzinie rozwoju i zastosowań nowoczesnych technologii a także uznanymi w świecie wynikami prac badawczych, jest wiodącą w kraju i znaczącą w całym obszarze Europy środkowo-wschodniej jednostką badawczo-dydaktyczną. Rozwój krajowej radioastronomii datuje się od końca lat 50-tych ale znaczący postęp dokonał się w latach 70-tych oraz w ciągu ostatnich dziesięciu lat. Dlaczego warto nadal rozwijać radioastronomię w Polsce? Otóż z uwagi na warunki klimatyczne inwestowanie w duże teleskopy optyczne w kraju nie jest celowe i tu trzeba łączyć się z partnerami zagranicznymi i uczestniczyć w inwestycjach lokalizowanych np. w Andach Chilijskich (ESO) czy Południowej Afryce (SALT). W naszych warunkach klimatycznych istnieje wielka szansa rozwoju badań radioastronomicznych. W latach 70-tych Kongres Nauki Polskiej swoją uchwałą a następnie Uchwały Rządowe jednoznacznie wsparły rozwój radioastronomii w Polsce jako preferowanej dziedziny astronomii obserwacyjnej. Szansa ta została częściowo wykorzystana po przez budowę Krajowego Ośrodka Radioastronomii UMK-PAN w Piwnicach oraz budowę eksperymentalnej konstrukcji małej 15m anteny a następnym latach (1986-1994) przez budowę anteny 32m średnicy. To dzięki tym inwestycjom stało się możliwe przyciągnięcie do radioastronomii młodych zdolnych ludzi, nauczanie ich podstaw ważnej dyscypliny naukowej i otwarcie drogi w świat dzięki kontaktom i prowadzonej już wcześniej współpracy międzynarodowej. Warto przypominać że na 10 „Nobli” z dziedziny fizyki przyznanych astronomom, 6 było związanych z fundamentalnymi odkryciami radioastronomicznymi. Możliwości tej dyscypliny nie zostały jeszcze w pełni wykorzystane.

W tej chwili największym i bardzo ważnym instrumentem badawczym Centrum Astronomii jest 32m średnicy radioteleskop, zaprojektowany i wykonany całkowicie w kraju. Jego parametry użytkowe, takie jak dokładność wykonania, uzyskiwane czułości i precyzja pomiarów, sprawiają, że pomimo swoich średnich rozmiarów jest to jeden z najlepszych teleskopów swojej klasy na świecie. Kilka lat po zakończeniu budowy (1994) intensywne prace całego zespołu Katedry Radioastronomii Centrum Astronomii skoncentrowano głównie na wyposażaniu anteny w nowoczesną, specjalistyczną aparaturę kontrolno pomiarową oraz na uruchamianiu długofalowych programów badawczych. Przy okazji warto nadmienić, że znaczną część aparatury pomiarowej i diagnostycznej wykonano w laboratoriach Katedry Radioastronomii CA UMK w ścisłej kooperacji z ośrodkami zagranicznymi. W tym czasie dzięki szeroko rozwiniętej i owocnej współpracy międzynarodowej udało się pozyskać dodatkowe środki europejskie (w wysokości 1/3 wartości 32m anteny) na zakup nowoczesnej aparatury. Współpraca owocowała także dostępem do najnowocześniejszych światowych technologii elektroniki mikrofalowej i informatycznej. Warto wspomnieć o realizowanych projektach V i VI PR, których celem było m.in. wyposażenie 32m anteny toruńskiej w super nowoczesne macierze odbiorcze budowane w oparciu o technologie scalonych układów mikrofalowych (MMIC) rozwijanych jedynie w USA. Innym niezmiernie ważnym osiągnięciem technologicznym było połączenie radioteleskopu 32m w Piwnicach z korelatorem VLBI w Holandii przez dedykowane linie światłowodowe (PIONIER i GIANT). Dzięki temu ośrodek polski znalazł się w czołówce europejskiej wśród czterech wiodących w tej dziedzinie krajów naszego kontynentu. Inwestycja z 1985 roku pod nazwą ”32m radioteleskop” okazała się nadzwyczaj owocna. Po raz pierwszy w kraju powstał instrument

badawczy o parametrach gwarantujących partnerski rozwój współpracy międzynarodowej i spowodował znaczącą poprawę poziomu badań naukowych prowadzonych w kraju.

Naukowe osiągnięcia będące rezultatem pracy 32m radioteleskopu CA UMK obejmują kilka dziedzin. W interferometrii wielkobazowej sieci europejskiej EVN uczestniczymy we wszystkich realizowanych projektach sieci przeznaczając na ten cel 25-30% czasu obserwacyjnego w skali roku. Nasze własne projekty znajdują duże uznanie w środowisku astronomicznym (studia maserów metanolu w obszarach powstawania gwiazd i układów planetarnych, badania aktywności masywnych czarnych dziur w jądrach galaktyk, badania pól magnetycznych w otoczkach gwiazdowych). Niektóre z tych wyników uznane zostały za wybitne osiągnięcia całej sieci EVN i są znakomitą wizytówką aktywności naukowej polskich zespołów. Znaczna część czasu obserwacyjnego 32m radioteleskopu poświęcona jest lokalnym, krajowym projektom badawczym. Na szczególne wyróżnienie (uznane nagrodą PAU) zasługuje toruński przegląd źródeł metanolowych w Naszej Galaktyce. Nadal jest to najlepszy na świecie przegląd wykonany dla obszaru nieba północnego. Nowo odkryte obiekty stanowią przedmiot badań wielu zespołów, w tym skutecznie naszego własnego. Drugim ważnym projektem to obserwacje i aktywne galaktyk i badania ewolucji tzw. AGN-ów metodami VLBI. W tej chwili mamy zespół specjalistów w tej dziedzinie, zespół o wysokiej pozycji międzynarodowej. Trzeba tu też wymienić obserwacje gwiazd neutronowych – radiowych pulsarów. Prowadzone od 1996 roku pod kierunkiem prof. A. Wolszczana dostarczyły one ważnych wyników dotyczących fizyki samych gwiazd oraz warunków formowania się układów planetarnych. Kolejnym istotnym wartościowym przedsięwzięciem realizowanym przy pomocy 32m anteny jest długofalowy projekt p.t. „Przegląd polaryzacyjny Naszej Galaktyki”, zadaniem jest tu kompleksowe zbadanie pola magnetycznego i jego roli w procesach astrofizycznych Galaktyki. Projekt realizujemy we współpracy z OA UJ oraz Instytutem Maxa Plancka w Bonn. Ostatnim, najnowszym wymienionym tu jest projekt OCRA, który wykonywany wspólnie z ośrodkami angielskimi skierowany na zbadanie najmłodszych, najwcześniej utworzonych obiektów Wszechświata. Projekt możliwy jest do realizacji dzięki rozwinięciu technologii matryc odbiorczych – radiowych kamer CCD.

Rola i miejsce wśród ośrodków europejskich VLBI może być podsumowana następująco:

- bardzo dobra kondycja Torunia w EVN pod względem funkcjonowania i jakości danych
- pionierskie rozwiązania we wprowadzaniu nowoczesnych technologii transferu i przetwarzania danych obserwacyjnych
- istotne zapotrzebowanie na obserwacje ze strony pracowników Centrum Astronomii
- dobre wyniki naukowe i wyniki kształcenia kadry (3 doktoraty, 2 z wyróżnieniem po 2006, 2 habilitacje od 2001r)
- działalność organizacyjna (sympozja, narady robocze) i popularyzacja astronomii.

Rola i znaczenie instrumentu jako samodzielnego urządzenia badawczego:

- 32m wyposażony jest w podstawowe systemy odbiorcze 0.8-30GHz i specjalizowane urządzenia końcowe: polarymetr, spektrometr, maszyna pulsarowa, total power backend
- urządzenia diagnostyczne i pomiarowe, atomowy wzorzec częstotliwości i czasu
- matryca 16 odbiorników na pasmo 30GHz

32m radioteleskop jest bardzo dobrym (choć jednak średnich rozmiarów instrumentem badawczym) zapewniającym utrzymanie polskiego ośrodka na odnotowanym przez świat nauki poziomie przez następne 5-8 lat. Zdajemy sobie jednak sprawę z faktu iż w tym czasie cały świat nauki pójdzie znacząco naprzód inwestując w nowoczesne instrumenty badawcze i nowoczesne technologie, rozwijane głównie w oparciu o własny przemysł. Dla utrzymania znaczenia każdego ośrodka naukowego niezbędne są inwestycje w okresach co 15-20 lat. Dotyczy to także sytuacji polskiej radioastronomii. Jeśli zaniedbamy własny rozwój, to w szybkim czasie pozostaniemy w tyle w stosunku do naszych partnerów zagranicznych. Zatrzymanie aktywności inwestycyjnej spowoduje utratę wypracowanej dużym wysiłkiem pozycji. Myśląc o konieczności utrzymania Polski w czołówce europejskiej radioastronomii, zespół nasz pracuje nad wizją stałego rozwoju, planując także dobrze uzasadnione i jakościowo znaczące inwestycje do realizacji w latach 2010-2014.

2. Zagrożenia i potrzeby

Utrzymanie się w czołówce europejskiej i światowej możliwe jest jedynie po przez systematyczne dostosowywanie się do potrzeb nauki, udział w programach światowych, dobrze przemyślane inwestycje, stworzenie warunków rozwoju młodej kadry.

ZAGROZENIA

- Największy wpływ na kształtowanie europejskiej polityki naukowej w dziedzinie badań radioastronomicznych mają ośrodki dysponujące wielkimi pojedynczymi teleskopami lub ich siecią tj. MPIfR -100m radioteleskop, JBO - 76m rt. oraz sieć MERLIN, ASTRON – teleskop WSRT. To właśnie te instytucje są jednocześnie największymi beneficjentami milionowych dotacji UE.

- W Europie kończy się budowę kolejnych wielkich teleskopów charakteryzujących się: wysoką czułością, szerokim zakresem obserwowanych częstotliwości, zastosowaniem systemów wielo-wiązkowych, aktywną powierzchnią

- Bez istotnych inwestycji aparaturowych (np. budowa nowego 80-100m RT + matryce odbiorników w zakresie 0.3-30GHz) pozycja i znaczenie radioastronomii obserwacyjnej skupionej wokół 32m radioteleskopu będą dramatycznie malały. W skali 8-10 lat może zniknąć zapotrzebowanie na czas obserwacyjny na 32m RT4 w ramach EVN.

Teleskop RT4 spełnił swoją rolę. Czynniki limitujące jego funkcjonowanie to

- za mały rozmiar (w porównaniu do dużych anten europejskich)
- ograniczenia dokładności powierzchni anteny określają graniczną długość fali odbieranego promieniowania w tej chwili jest to ~1cm
- ograniczenia dokładności ustawiania i prowadzenia anteny ~20" (powinno być 5")
- zużycie materiału (15 lat ciągłej eksploatacji)
- ograniczenia konstrukcyjne (myśl inżynierska z początku lat 80-tych)

Lokalizacja teleskopu i Centrum Astronomii blisko Torunia na obszarach szczególnie atrakcyjnych dla „developerów”, przy gwałtownie rosnącym poziomie zakłóceń elektromagnetycznych (cywilizacyjnych), dużej ilości okolicznych światła nie gwarantuje należytych warunków dla kontynuacji prac obserwacyjnych. W obecnym miejscu w oparciu o istniejące przyrządy możemy jedynie myśleć o zaspokajaniu potrzeb dydaktycznych. Jeśli mamy utrzymać wypracowaną przez wiele lat wysoką pozycję międzynarodową, niezbędne jest podjęcie zdecydowanych działań.

PERSPEKTYWY ROZWOJU nowe wyzwania

WYSOKA CZUŁOŚĆ DLA VLBI

Obecnie obserwuje się tendencje wzrostu zapotrzebowania obserwacyjnego wyłącznie na sieć największych teleskopów na tzw. High Sensitivity Array (GBT+VLA+VLBA+Bonn). Ten trend będzie się umacniał, gdyż obiekty najjaśniejsze są dobrze przebadane, natomiast populacje obiektów słabych (pozagalaktycznych i galaktycznych) o strumieniu dziesiątków mJy i słabszych nie są poznane. W Polsce POTRZEBNA JEST DUŻA ANTENA. Obserwacje szerokopasmowe, które można wykonać nawet małymi teleskopami dają istotny wzrost czułości. Modernizacja sieci teleskopów MERLIN (Anglia) i VLA (USA) w kierunku wzrostu czułości poprzez poszerzenie pasma jest przykładem tego rozwoju. W nieodległej perspektywie czasowej niezbędny będzie wzrost apertury (powierzchni zbierającej) teleskopów w sieci VLBI, bez którego nie będzie możliwe dokonanie skoku jakościowego w pozyskiwanych danych interferometrycznych.

Budowa wielkiego radioteleskopu w Polsce byłaby 'krokiem' wyprzedzającym, tak aby Toruń stanowił istotne ogniwo w VLBI - awangardowej technice obserwacyjnej na świecie. Przed 2025 rokiem, na kiedy planowane jest uruchomienie wielkich instalacji radioastronomicznych (SKA + EVN + anteny na wszystkich kontynentach), nowy toruński radioteleskop RT5 mógłby się stać najważniejszym instrumentem radiowym zbierającym dane obserwacyjne z najwyższą rozdzielczością kątową i najwyższą czułością.

Nawet po pełnym uruchomieniu SKA, RT5 byłby nadal najważniejszym instrumentem do obserwacji nieba północnego. Jeśli wraz z budową nowego dużego radioteleskopu będziemy dbać o ROZWÓJ TECHNOLOGII MATRYC ODBIORCZYCH to zastosowanie systemów wielowiązkowych w prosty sposób zwielokrotni efektywność anteny i jednocześnie obserwacje na kilku częstotliwościach gwarantować będą sukcesy naukowe.

DZIEDZINY BADAŃ NAUKOWYCH przewidywane i rozwijane w naszym ośrodku to:

- ewolucja galaktyk i kosmologia
- formowanie gwiazd, dysków planetarnych
- molekuły pre-biotyczne, powstanie życia: wielkim radioteleskopem można obserwować emisję termiczną molekuł
- pochodzenie, ewolucja i rola w przyrodzie pól magnetycznych
- struktura i dynamika Galaktyki i lokalnych galaktyk: precyzyjna astrometria
- kosmologia, badanie najwcześniejszych etapów ewolucji wszechświata.

3. Środki prowadzące do osiągnięcia zamierzonego celu

- a) Zaprojektowanie, wykonanie i budowę dużego nowoczesnego radioteleskopu,
- b) Poprawienie infrastruktury Centrum Astronomii UMK,
- c) Otwarcie Europejskiego Centrum Radioastronomii jako jednostki badawczej o charakterze ponadnarodowym.
- d) Powołanie konsorcjum międzynarodowego do eksploatacji nowego instrumentu.

B. PROPONOWANA INWESTYCJA

Niniejszy propozycja zakłada budowę bardzo dużego, nowoczesnego instrumentu badawczego – dużego radioteleskopu - dedykowanego dla realizacji sprawdzonych już kierunków badań. Instrument ten, przy pełnej automatyzacji oraz niewielkich kosztach eksploatacji, może zapewnić uprawianie nauki na poziomie światowym przez kolejne 30-50 lat. Projekt, budowa i realizacja zadań inwestycyjnych oparte powinny być na potencjale gospodarczym naszego kraju. W takiej sytuacji zasadnicze środki przepłyną do krajowych firm i wspomagać będą rozwój nowoczesnych technologii oraz innowacyjności w polskim przemyśle. Projekt budowy dużego nowoczesnego przyrządu badawczego stworzy unikatowe warunki rozwoju i wzmocnienia naszego przemysłu na konkurencyjnym rynku światowym.

Planowane Europejskie Centrum Radioastronomii ma ogromną szansę stać się wiodącym ośrodkiem badawczym w Europie środkowo-wschodniej. Zasadniczą część funduszy zamierzamy pozyskać z UE w ramach środków strukturalnych, wkład własny pochodzić może ze źródeł krajowych (Urzędu Marszałka, UMK, MNiSzW, prywatnych sponsorów i firm krajowych), jest także szansa na pozyskanie środków zagranicznych.

Założenia projektu

Analiza czynników (oraz uwarunkowań) prowadzących do osiągnięcia znaczących w ostatnich latach sukcesów naukowych w radioastronomii przez światowe ośrodki jednoznacznie pokazuje, że zasadniczym czynnikiem sprawczym jest posiadanie nowoczesnego radioteleskopu o dużej powierzchni zbierającej. Szczególnymi przykładami są tu ośrodki w Arecibo (Puerto Rico, USA), NRAO Green Bank (USA), MPIfR (Effelsberg, RFN), Jodrell Bank Observatory (Manchester, W.Brytania).

Nowe, aktualnie realizowane już projekty międzynarodowe (ALMA, LOFAR, SKA) tworzą dla astronomów polskich szansę naukowego uczestnictwa, ale nie dają możliwości indywidualnego „przebicia się” naszych jednostek badawczych do poziomu światowego. Dla radykalnej zmiany sytuacji trzeba wybrać własną ale dobrze wkomponowaną do światowych trendów strategię inwestycyjną.

Jednym z możliwych i poważnie rozważanych rozwiązań jest budowa np. 70-90m klasycznej anteny parabolicznej. Koszt budowy anteny uniwersalnej o szerokim spektrum możliwych zastosowań jest jednakże bardzo duży (ponad 100 mln zł). Korzyści z realizacji takiej koncepcji polegać mogą głównie na stworzeniu uniwersalnego instrumentu badawczego. Antena taka może być użyta zarówno do celów badawczych radioastronomii jak i telekomunikacji lub łączności np. z sondami kosmicznymi niezbędnej przy realizacji zaawansowanych programów kosmicznych. Koncepcja klasycznej 70m anteny parabolicznej (nazwana RT5) została opracowana już w połowie lat 90-tych przez inż. Zygmunta Bujakowskiego (głównego projektanta 15m i 32m radioteleskopów) jest bardzo konkretną propozycją wartą rozpatrzenia.

Istnieje też alternatywny projektu budowy instrumentu znacznie większego, za niższą cenę, dedykowanego do specjalnych zadań, jego opis znajduje się poniżej. Przy opracowaniu koncepcji takiego nowego dużego radioteleskopu nazwanego roboczo RTK (Radioteleskop Kopernik) wzięto pod uwagę następujące wytyczne:

- największa możliwa powierzchnia zbierająca (średnica czaszy ~90m)
- minimalizacja kosztów budowy przez wprowadzenie technicznych uproszczeń

- nowoczesne rozwiązania konstrukcyjne – nowe technologie
- ograniczenie ruchu w obydwu współrzędnych – wysokości i azymutu (+/- 60 deg)
- precyzja pozycjonowania i śledzenia obiektów nie więcej niż 5 sekund łuku
- duże pole ostrego widzenia – równoczesny pomiar do ok. 100 punktów na niebie
- zakresy częstotliwości pracy odpowiadające lokalnym warunkom atmosferycznym
- super czułe szerokopasmowe odbiorniki, z cyfrowym przetwarzaniem
- podstawowe wyposażenie w polarymetr, spektrograf i maszynę pulsarową.
- zasadniczy program badawczy – systematyczny, masowy przegląd radiowych obiektów nieba północnego „Radiowe OGLE”

Spełnienie tych uwarunkowań sprawić może, iż proponowany radioteleskop byłby w rezultacie kilkukrotnie tańszy od aktualnie budowanych, a jego oryginalna i nowatorska konstrukcja oraz proponowany program badawczy, zapewniłyby przez wiele lat unikatową wysoką pozycję ECR z RT5/RTK, wśród podobnych ośrodków badawczych na całej półkuli północnej. Proponowany program badawczy nie będzie mógł być wykonany przy pomocy istniejących instrumentów na całym obszarze północnej półkuli przez najbliższe 20 lat. Jest on nowoczesną formą radiowej realizacji wyjątkowo produktywnych w ostatnich latach, masowych przeglądów fotometrycznych dużych obszarów nieba w różnych zakresach widma fal elektromagnetycznych. Proponowane przez nas rozwiązania techniczne anteny są zgodne z aktualną tendencją widoczną w konstrukcjach budowanych i planowanych do budowy wielkich teleskopów optycznych (SALT, HET, OWLE). Wymienione tu teleskopy posiadają montaż w układzie horyzontalnym, ustawiane są dla jednego azymutu /wysokości i nieruchome podczas obserwacji.

Parametry techniczne nowego radioteleskopu (ECR-RTK)

- średnica symetrycznej czaszy parabolicznej anteny min 80m (do 120m)
- ogniskowa $f/D = 0.35$
- efektywna powierzchnia 5100 m² (do 10 tys m²)
- lustro wtórne o średnicy 8-12m (być może z aktywną powierzchnią)
- zakres ruchu w odległości zenitalnej +/- 60 deg (precyzja 4")
- zakres śledzenia w azymucie minimum +/- 50 stopni (precyzja 4")
- zakres częstotliwości pracy 1 – 22 GHz
- dokładność wykonania paneli powierzchni reflektora anteny 0.5mm
- pasmo jednocześnie odbierane minimum 16 GHz
- liczba równocześnie pracujących chłodzonych do 17K odbiorników: 50-100
- temperatura szumowa systemów odbiorczego na antenie, dla 15 GHz, 25 K
- czułość dla 1 sek integracji, ~1 mJy
- poziom konfuzji (ograniczenie rozdzielczością kątową) dla 15 GHz, 0,3 mJy
- cyfrowe nowoczesne system przetwarzania danych
- pełna zdalna kontrola i obsługa
- minimalne koszty eksploatacji

Wraz z budową anteny niezbędne byłoby uzupełnienie infrastruktury budowlanej Centrum. Dodatkowo dobudowana kubatura pozwoliła by poprawić sytuację lokalową w Piwnicach. Inwestycja budowlana (część kubaturowa) powinna być integralnym składnikiem całego projektu. Jej szacunkowy koszt wynosić może ok. ~2 mln zł.

C. Lokalizacja

Posiadany przez UMK teren w Piwnicach wokół istniejącego Centrum Astronomii UMK byłby bardzo dobrym miejscem lokalizacji przyszłego instrumentu. Jednakże w związku z wzrastającym poziomem zakłóceń radiowych wywołanych ogólnym rozwojem cywilizacji a lokalnie powstaniem i rozbudową strefy ekonomicznej w Łysomicach odległych 4 km od Centrum, konieczne jest wyszukanie nowej lokalizacji przyszłego wielkiego radioteleskopu. W grę wchodzi tu miejsca oddalone od ośrodków miejskich i szlaków komunikacyjnych. Rozważane były rejon Borów Tucholskich (ok. 100 km N-W od Torunia) oraz tereny w kierunku Olsztyna. Lokalizacja po za Piwnicami powiększa koszty o budowę niezbędnego zaplecza kubaturowego, doprowadzenie mediów w tym łączy światłowodowego oraz utwardzenie drogi dojazdowej. Sprawa uzgodnienia lokalizacji choć już bardzo zaawansowana, wymaga jednak dalszych dyskusji i negocjacji w tym z lokalnymi władzami samorządowymi i Ochroną Środowiska. Aktualnie dyskutowana jest lokalizacja inwestycji w Borach Tucholskich w gminie Osie, Dębowiec. Dotychczasowe doświadczenie wskazuje, że otwarte i rzetelnie prowadzone negocjacje nie stanowi problemu. Radioteleskop jest urządzeniem pasywnym, służy wyłącznie do odbioru sygnałów radiowych i nie promieniuje elektromagnetycznie, nie wpływa niekorzystnie na degradację środowiska naturalnego. Należy zadbać by proces inwestycyjny nie wpływał niekorzystnie na otaczającą przyrodę.

D. Wykonawcy

Posiadany w kraju wielu znakomitych projektantów konstrukcji stalowych, radą służyć mogą żyjący jeszcze projektanci i wykonawcy 15 i 32m anten CA UMK. Przygotowanie projektu nowego radioteleskopu, którego konstrukcja z uwagi na znaczne zmniejszenie kosztów jest prostsza, nie powinna generować większych problemów. Realizacja zadań w oparciu o krajowy przemysł jest w pełni możliwa i nie tworzy żadnych ograniczeń.

Dużą uwagę poświęcić trzeba budowie we współpracy z ośrodkami zagranicznymi nowoczesnych urządzeń odbiorczych, cyfrowego przetwarzania danych i cyfrowej rejestracji. Najwyższe wymagania stawiane radioteleskopowi sprawiają, że firmy krajowe, które będą realizować zadania, zobligowane będą do wprowadzenia i stosowania najnowocześniejszych technologii. W tym też widzimy szansę rozwoju nowoczesnych technologii w polskim przemyśle. Wszystkie zadania inwestycyjne oparte są w swym zamyśle wyłącznie o potencjał wytwórczy naszego kraju.

E. Terminarz

Termin rozpoczęcia prac koncepcyjnych	2009
Termin zakończenia prac projektowych	2010
Termin ukończenia inwestycji	2014

F. Korzyści

Ekonomiczne – rozwój własnego przemysłu, utrzymanie miejsc pracy.

Naukowe – posiadanie nowoczesnego unikatowego w skali światowej przyrządu badawczego.

Edukacyjne – skokowy wzrost poziomu edukacji, znaczący wzrost poziomu badań naukowych w dziedzinie radioastronomii.

Naukowe – szanse na znaczące odkrycia naukowe w oparciu o własny potencjał.

Polityczne – wzrost znaczenia Polski na arenie międzynarodowej, powstanie centrum europejskiego promieniującego na znaczny obszar Europy Wschodniej.

G. Kosztorys

Na podstawie szacowań kosztów wykonania istniejącej 32m anteny RT4, rozpoznania kosztów realizacji budowy nowych anten 40m (2007) w Yebes (Hiszpania), 64m (2010) na Sardynii (Włochy), oraz po konsultacjach z radioastronomami z Wielkiej Brytanii łączne koszty projektu oceniamy na około 80-100 mln zł.

H. Kadra obecna i przyszła

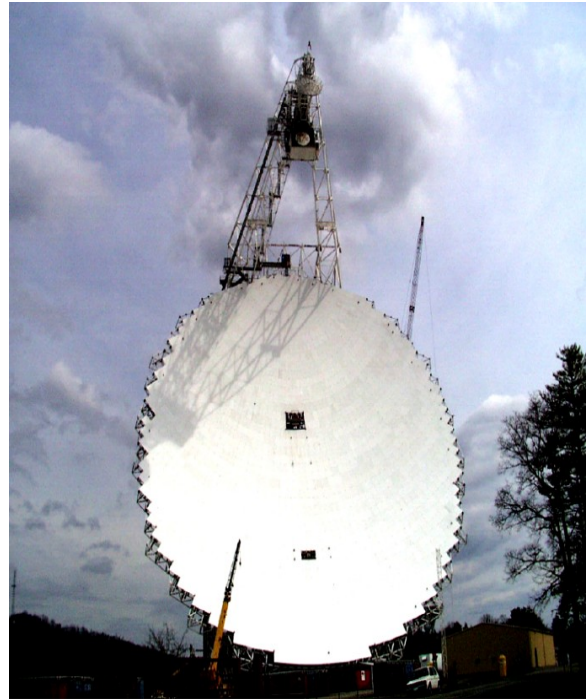
Obecna kadra naukowa (9) i inżynieryjno-techniczna (12) gwarantuje dobre przygotowanie projektu i nadzór wykonawczy. Dla pełnego wykorzystania potencjału nowej anteny niezbędne będzie przygotowanie młodej kadry naukowo-inżynieryjnej. Z naszej oceny, bazującej na zainteresowaniu studiami astronomicznymi i powoli rosnącym zainteresowaniu studiami na kierunku fizyki (w tym technicznej, automatyzacji i informatyki), wnioskujemy że nie powinno być problemu w przygotowaniu kadry o wysokich kwalifikacjach, niezbędnej zarówno dla obsługi jak i dla właściwego wykorzystania największego polskiego radioteleskopu.

I. Udziałowcy i użytkownicy

Właścicielem (i gospodarzem) nowego instrumentu oraz siedzibą Międzynarodowego Centrum Radioastronomii będzie Uniwersytet Mikołaja Kopernika. Utrzymanie istniejących i nowego instrumentu przejmie Centrum Astronomii UMK. Zarządzaniem i udostępnianiem czasu obserwacyjnego przejmie Rada Konsorcjum MCR. Konsorcjum założyć mogą podobnie jak w wypadku Krajowego Ośrodka Radioastronomii, CA UMK, OA UJ, ZIA UZG, CBK PAN, i inne zainteresowane ośrodki astronomiczne. Ta sprawa wymaga przeprowadzenia skutecznych negocjacji i formalnego działania. Jest entuzjastyczne zainteresowanie niektórych ośrodków krajowych i znaczące zainteresowanie ośrodków zagranicznych.

Autorzy opracowania : Andrzej Kus, Marian Szymczak

Przykłady istniejących dużych radioteleskopów



100m antena offsetowa
NRAO radioteleskopu
GBT w Green Bank
USA.

Propozycja
radioteleskopu RTK
jest 10x tańszą wersją
niż GBT.



100m średnicy radioteleskop Instytutu Radioastronomii Maxa Plancka w Effelsberg w pobliżu Bonn, Niemcy.

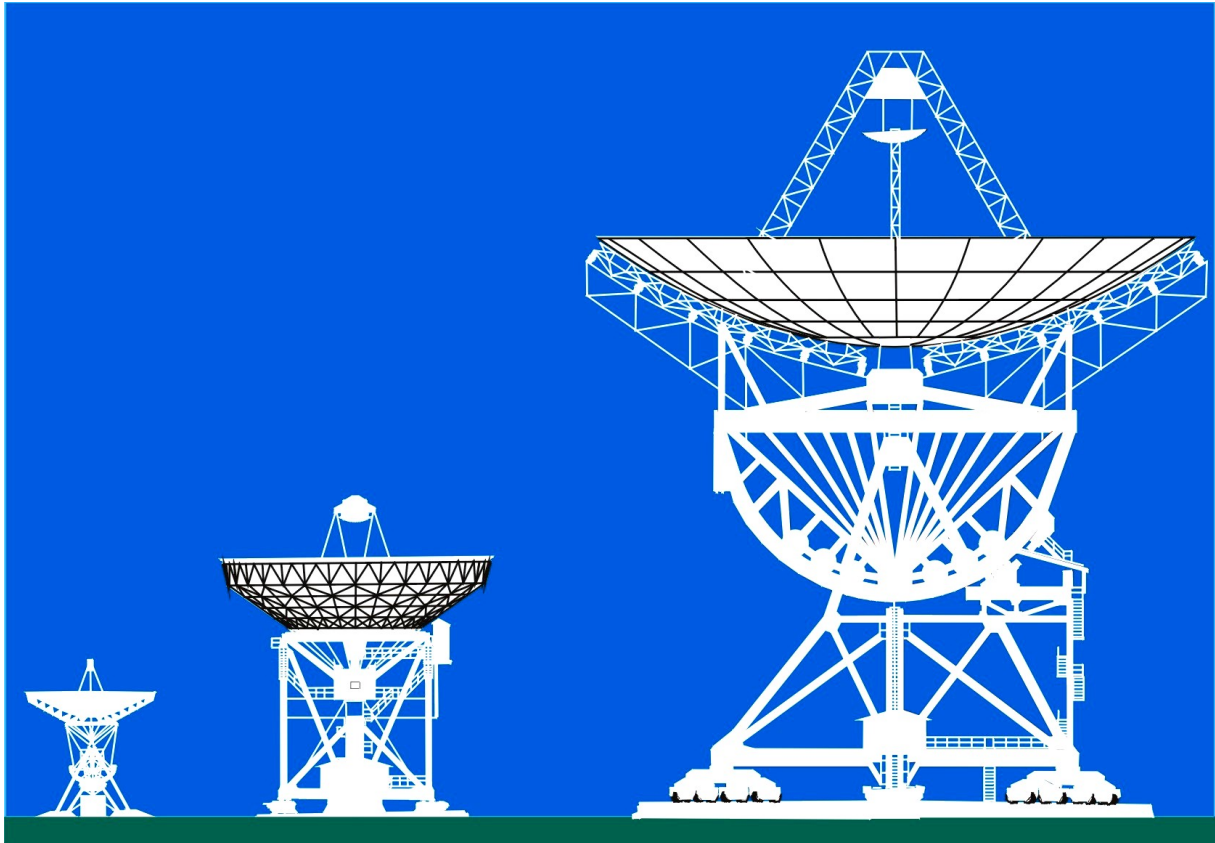
Nowe teleskopy aktualnie włączane do Europejskiej Sieci VLBI (EVN).

Antena 40m średnicy w Yebes, Hiszpania



64m antena teleskopu SRT na Sardynii Włochy, model, uruchomienie w 2010.





RT3 (1978)

RT4 (1994)

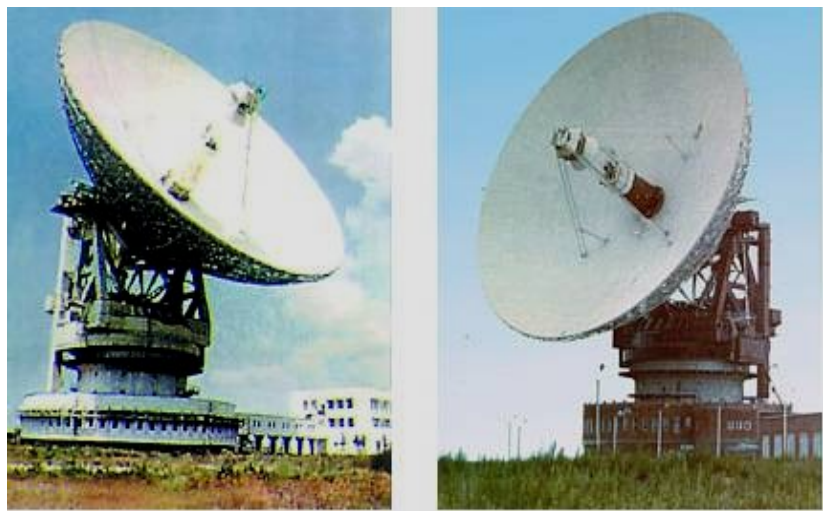
RT5 (2014)

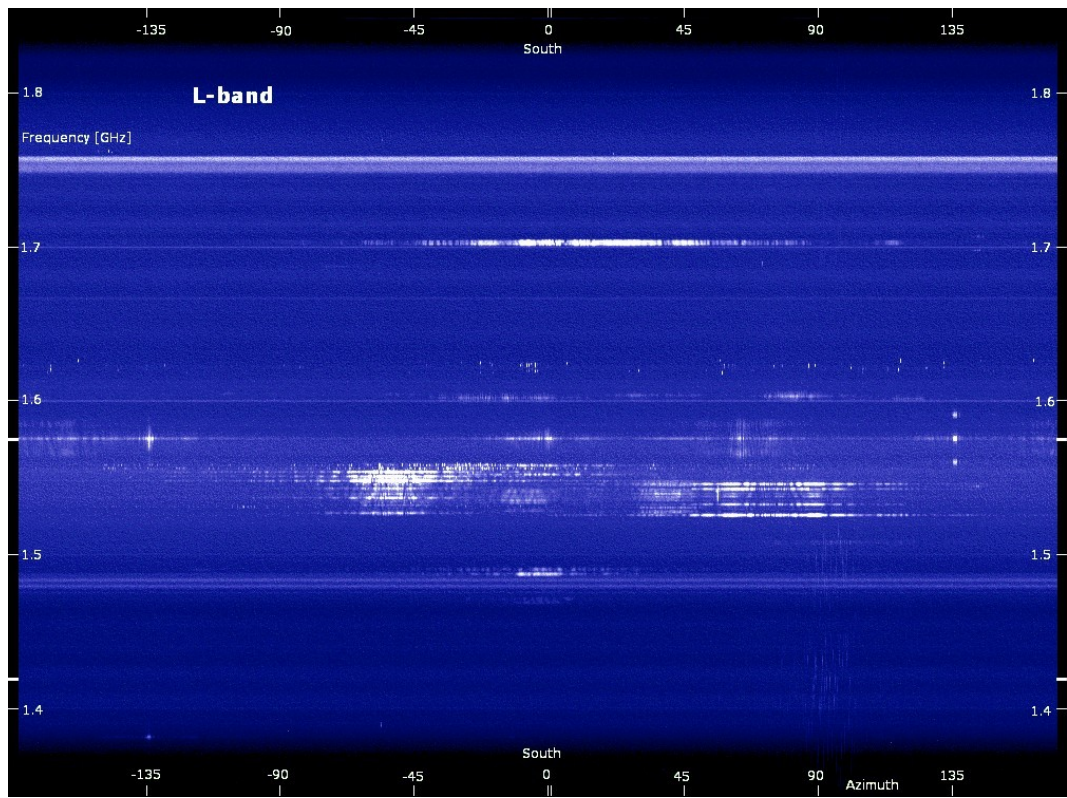
Koncepcja anteny RT5 (Z.Bujakowski, 1994) – paraboliczna w pełni sterowalna antena o średnicy ~70m. Dla porównania pokazano w tej samej skali wcześniejsze konstrukcje inż. Z.Bujakowskiego: RT3 o czaszy 15m i RT4 - 32m.

80m -130m

duże anteny i radioteleskopy w Europie

~ średnicy Antena NASA w Robledo, Hiszpanii oraz 70m antena ukraińska w Simeis na Krymie

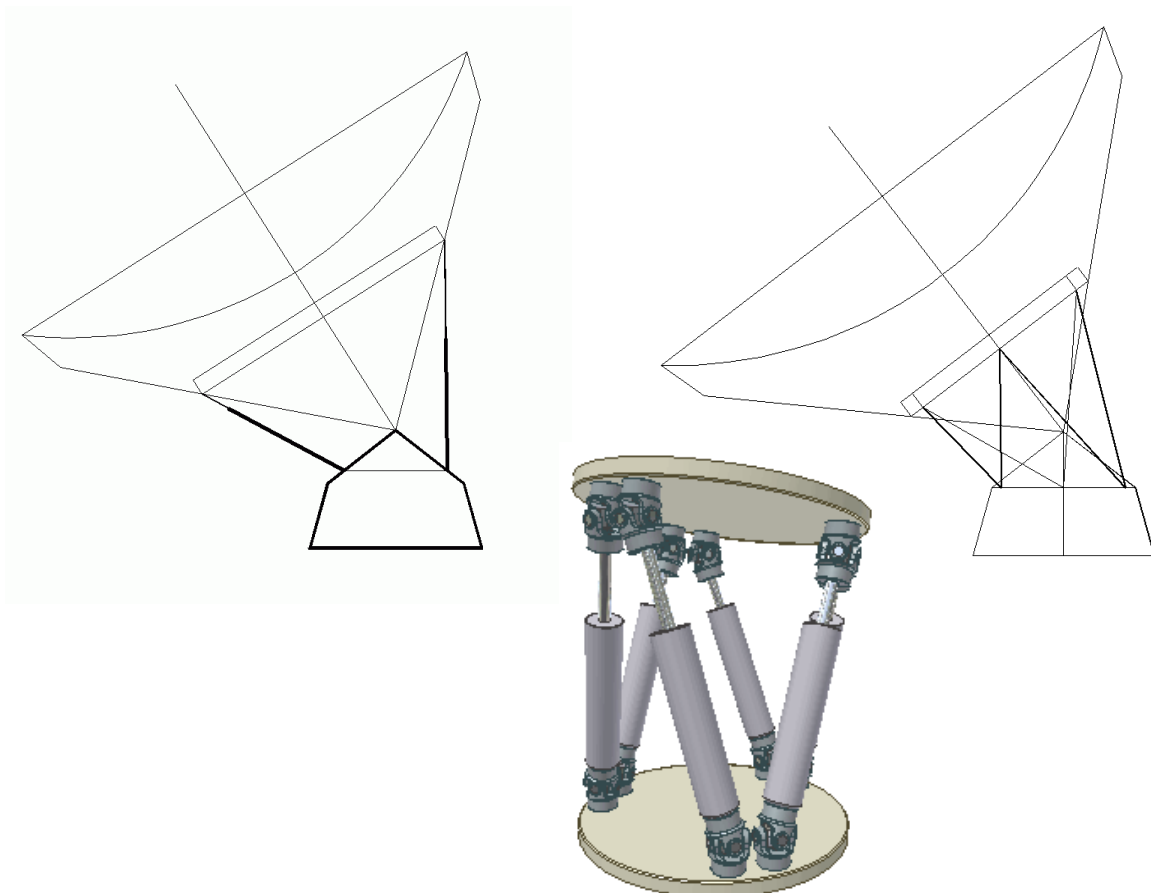


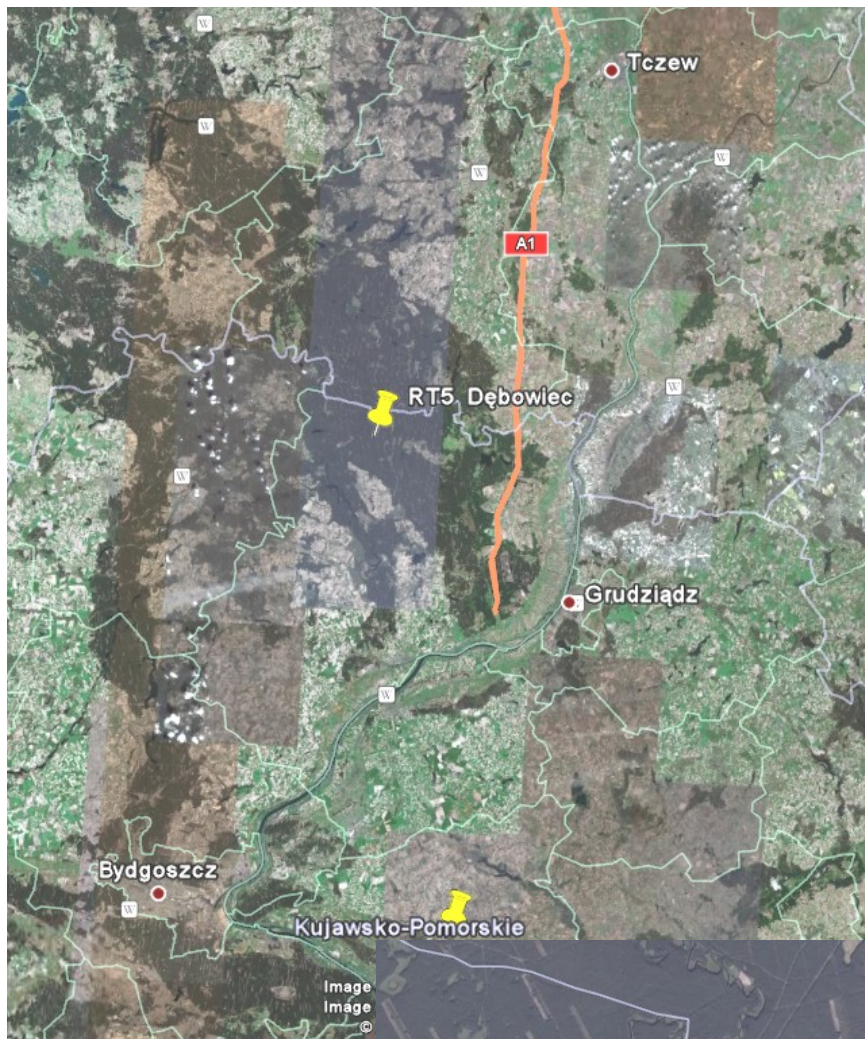


Poziom zakłóceń radiowych w Piwnicach w paśmie fal 20-17 cm (1,4 – 1,9 GHz)

Propozycje zastosowania napędów hydraulicznych do sterowania anteny 90m w oparciu o ideę platformy Stewarta
rysunek obok

http://en.wikipedia.org/wiki/Stewart_platform





Proponowana lokalizacja nowego radioteleskopu, Dębowiec, Gmina Osie.



Rosnąca konkurencja - nowe radioteleskopy w Chinach:



50m antena radioteleskopu w Miyun



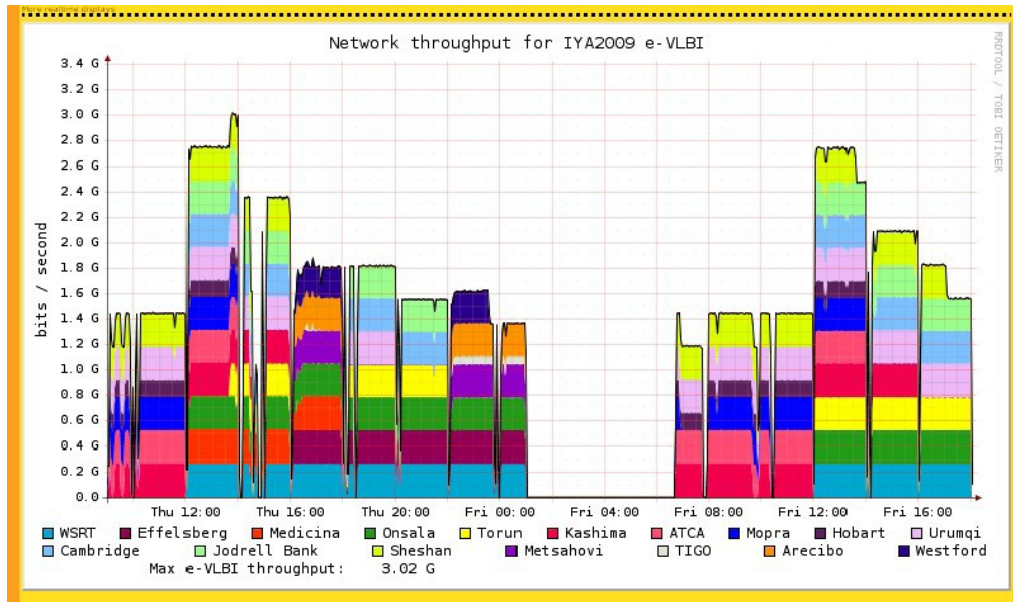
40m antena w Kuming



Projekt 80m anteny Urumqi



Networks and telescopes used for IYA2009 24hr e-VLBI. Image by Paul Boven <boven@jive.nl>. Satellite image: Blue Marble Next Generation, courtesy of Nasa Visible Earth (visibleearth.nasa.gov).



CA
W

Udział
UMK



prestizowym, ogólnościatowym pokazie działania globalnej sieci e-VLBI (w czasie rzeczywistym) w dniu oficjalnego otwarcia Międzynarodowego Roku Astronomii.



Centrum Astronomii UMK w Piwnicach z lotu ptaka powyżej, poniżej RT3 i RT4





Centrum Astronomii

Uniwersytet Mikołaja Kopernika

Propozycja budowy 90m radioteleskopu