

Krygier, Bernard

Historia Radioastronomii w Toruniu. Cz. 2, Lata 1983-2000

Kwartalnik Historii Nauki i Techniki 47/1, 135-160

2002

Artykuł umieszczony jest w kolekcji cyfrowej Bazhum, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych tworzonej przez Muzeum Historii Polski w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego.

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie ze środków specjalnych MNiSW dzięki Wydziałowi Historycznemu Uniwersytetu Warszawskiego.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach dozwolonego użytku.



Bernard Krygier

Katedra Radioastronomii UMK

Toruń

HISTORIA RADIOASTRONOMII W TORUNIU
CZĘŚĆ II. LATA 1983–2000

WPROWADZENIE

Pierwsza część *Historii radioastronomii w Toruniu* ukazała się w „Kwartalniku Historii Nauki i Techniki” nr 3-4 (1985). Obecnie zostałem zachęcony przez kolegów do napisania Części II obejmującej okres do 2000 r. Największym wydarzeniem okresu poprzedniego było wybudowanie i wdrożenie do badań radioteleskopu RT-3, D = 15 m. Katedra Radioastronomii powstała na bazie Zakładu Radioastronomii Instytutu Astronomii w 1979 r. jako samodzielna jednostka na Wydziale Matematyki, Fizyki i Chemii. Po podziale wydziału Katedra Radioastronomii znalazła się w strukturze nowego Wydziału Fizyki i Astronomii. Dalsza reorganizacja jednostek Wydziału Fizyki i Astronomii doprowadziła do powołania Centrum Astronomii z Katedrą Astronomii i Astrofizyki oraz Katedrą Radioastronomii.

Kierowana przez prof. dra S. Gorgolewskiego Katedra Radioastronomii do końca 1981 r. była jedyną samodzielną jednostką badawczo-dydaktyczną w kraju zajmującą się wyłącznie prowadzeniem badań radioastronomicznych oraz rozwojem bazy instrumentalnej i aparaturowej dla potrzeb własnych. Od 1992 r. kierownikiem Katedry mianowany został prof. dr A. Kus, który kontynuuje

zapoczątkowane przez swego poprzednika kierunki badań i rozwoju radioastronomii toruńskiej przy współudziale całego zespołu.

DOŚWIADCZENIA Z RADIOTELESKOPEM RT-3

Kilka kolejnych lat po wybudowaniu radioteleskopu RT-3 o średnicy czaszy 15 metrów było dla kilkunastoosobowego zespołu Katedry Radioastronomii okresem intensywnej pracy instrumentalnej i szkoleniowo-badawczej w dziedzinie radioastronomii obserwacyjnej. W końcu 1983 r. mieliśmy do dyspozycji 6 systemów odbiorczych (2,8 cm; 6 cm; 18 cm; 21 cm; 49 cm i 92 cm), terminal Mark IIc i służbę czasu rozbudowaną w oparciu o rubidowy wzorzec częstotliwości. Mimo lokalnych trudności i przeszkód udało się włączyć toruńską stację obserwacyjną do Europejskiej Sieci Interferometrii z Bardzo Długimi Bazami (*European Very Long Baseline Interferometry Network*), co dalej nazywać będziemy Europejską Siecią VLBI (EVN). Zaufanie partnerów z sieci do młodej radioastronomii toruńskiej i dobrze pojęty wspólny interes odzwierciedlał się w udzielaniu nam różnorodnej pomocy. Od 11.03.1985 r. jesteśmy członkiem stowarzyszonym Europejskiej Sieci VLBI jako jedyna placówka tego typu w Europie Środkowej. Staliśmy się pierwszą placówką polską we wspólnej Europie, zapoczątkowując nasze ogólnonarodowe dążenia. Poważny mankament toruńskiej stacji to antena o zbyt małych rozmiarach. Nasza antena była najmniejszą używaną rutynowo do obserwacji w ramach Europejskiej Sieci VLBI. Od początku zdawaliśmy sobie sprawę z tego, że nasz byt w sieci na dłuższą metę nie jest możliwy z anteną o tak małych rozmiarach. Stąd wywodzą się nasze marzenia o antenie większych rozmiarów i boje o jej urzeczywistnienie. Dało to początek temu, co dzisiaj nazywamy „okresem wielkiej budowy”. Prof. dr S. Gorgolewski i współpracownicy swoje marzenie postanowili realizować małymi krokami uzależnionymi od posiadanych funduszy, jakie Katedra Radioastronomii corocznie uzyskiwała z różnych źródeł na badania.

PRZYGOTOWANIA DO BUDOWY RADIOTELESKOPU RT-4

W pierwszym półroczu 1983 r. odbyło się kilka spotkań mgr. inż. Z. Bujakowskiego z grupą pracowników Katedry Radioastronomii, podczas których narodziła się koncepcja budowy parabolicznej anteny o średnicy czaszy $D = 32$ m. Jej urzeczywistnieniem zajął się dr inż. J. Usowicz. Dokonał on szczegółowego przeglądu budowy i wyposażenia radioteleskopów najnowszej generacji czynnych w Europie, Stanach Zjednoczonych i Australii. Studia te w fazie końcowej stały się bazą informacji wykorzystanych podczas opracowania założeń wstępnych radioteleskopu o $D = 32$ m dla Katedry Radioastronomii, w których sprecyzowane

zostały jego parametry geometryczne i elektryczne. Trudy poniesione przez dr. inż. J. Ułowicza uwieńczone zostały sukcesem po 6 miesiącach wyteżonej mrówczej pracy przyjęciem opracowanych założeń wstępnych przez Katedrę Radioastronomii i mgr. inż. Z. Bujakowskiego jako przyszłego głównego projektanta.

Katedra Radioastronomii po akceptacji założeń wstępnych w lipcu 1983 r. zleciła Ośrodkowi Rzeczoznawców i Postępu Organizacyjno Technologicznego (ZORPOT), działającemu przy Stowarzyszeniu Inżynierów Mechaników Polskich w Katowicach, opracowanie założeń do projektu i projektu wstępnego parabolicznej anteny o średnicy czaszy $D = 32$ m dla VLBI. Dyrektor ZORPOT, mgr inż. J. Myszka, polecił mgr inż. Z. Bujakowskiemu jako głównemu projektantowi utworzenie zespołu do realizacji przyjętego zadania. W skład zespołu weszli starsi projektanci: inż. T. Brinke, mgr inż. S. Drwiega, prof. dr inż. J. Augustyn, dr inż. J. Głębik, mgr inż. A. Bujakowski, mgr inż. W. Jagła, mgr inż. P. Gruntowicz, mgr inż. L. Kocyan, inż. J. Gill i mgr inż. K. Borkowy oraz projektanci i asystenci projektantów – łącznie około 20 osób. Obowiązki weryfikatora objął mgr inż. E. Bursing. Zespół ten w miarę upływu czasu i potrzeb zmieniał się wielokrotnie.

Założenia do projektu wstępnego zespół pod kierownictwem mgr. inż. Z. Bujakowskiego wykonał w rekordowym tempie. W październiku 1983 r. otrzymaliśmy je już do akceptacji. Na ich podstawie przystąpiono do wykonawstwa projektu wstępnego. Tempo realizacji dyktowały środki, jakimi Katedra Radioastronomii dysponowała na ten cel. Pięciolecie 1981–1985 było dla badań, a w szczególności dla inwestycji służących badaniom, bardzo niesprzyjające. Spowodowało to, że projekt wstępny radioteleskopu udało się zakończyć dopiero w końcu listopada 1985 r.

Uzupełnieniem do powyższego opracowania były założenia i projekt wstępny systemu sterowania radioteleskopu opracowane przez Spółdzielnię Pracy Automatyków „Proster” z Gliwic. Były one poprawne, ale nie grzeszyły nowoczesnością, a z upływem czasu stały się przestarzałe. Poddane zostały ocenie specjalistów. Opiniodawcami byli: prof. dr inż. J. Augustyn z Warszawy, dr inż. W. Głębik z Gliwic i mgr inż. A. Kopeć z Katowic, którzy nie mieli merytorycznych zastrzeżeń do projektu wstępnego systemu sterowania. Natomiast ich sugestie i wskazówki dotyczące szczegółowych rozwiązań zostały wykorzystane na etapie realizacji projektu techniczno-robotycznego.

Projekt wstępny opracowany został bez rozgłosu, przy cichej akceptacji władz uczelni, Ministerstwa i Komitetu Astronomii, który dzielił środki jakie otrzymywała astronomia polska na badania i zawsze jakaś niewielka ich część była przydzielana radioastronomii toruńskiej. W latach 1986–1990 sytuacja finansowa Katedry Radioastronomii uległa poprawie, gdyż prof. dr S. Gorgolewskiemu udało się w swoim temacie badawczym wprowadzić podtemat „Budowa stacji VLBI”, na który znalazły się środki pozwalające na rozpoczęcie prac projektowych i ich realizację w bardzo powolnym tempie. W maju 1986 r. skierowane

zostało zlecenie do Centrum Eksportowego SIMPEX w Katowicach na wykonanie projektu techniczno-roboczego radioteleskopu o średnicy czaszy $D = 32$ m. Umowa przewidywała realizację zadania w 13 etapach, których tempo realizacji uzgadniano na bieżąco z Simpexem, tak abyśmy byli zawsze wypłacalni. Do końca 1986 r. zespół z mgr inż. A. Biskupem opracował część budowlaną obejmującą fundament centralny, fundament pod urządzenie do obsługi lustra Cassegraina i palowanie pod fundament centralny radioteleskopu. Decyzja o konieczności palowania podjęta została po analizie badań gruntu w miejscu posadowienia radioteleskopu wykonanych przez Toruńską Pracownię „Geoprojekt”. Tempo realizacji poszczególnych etapów było bardzo powolne. Ostani, 13 etap zakończono 28 czerwca 1988 r. Wiadomość o zakończeniu prac projektowych przyjęta została z entuzjazmem przez pracowników Katedry Radioastronomii i jej sympatyków oraz z niezadowoleniem naszych, niestety, licznych przeciwników.

BUDOWA RADIOTELESKOPU RT-4

Dotychczasowe założenie realizacji zadania małymi krokami (etapami) nie gwarantowało szybkiego tempa budowy. Dobry los uchronił nas na tym etapie realizacji zadania przed oceną państwowej komisji, której ocena mogła być negatywna z powodu powolnego tempa realizacji budowy radioteleskopu. Taka ocena spowodowałaby natychmiastowe zawieszenie dalszej budowy radioteleskopu.

Zaniepokojone powolnym tempem budowy władze uczelni postanowiły przyjść z pomocą radioastronomii. Ich zgodne przekonanie, że tylko natychmiastowe przyspieszenie tempa realizacji może oddalić to niebezpieczeństwo. Decyzja rektora, prof. dr. J. Kopcewicza, zaakceptowana przez Kolegium Rektorskie, o powołaniu Pełnomocnika ds. budowy radioteleskopu RT-4, $D = 32$ m miała przynieść szybką poprawę. Nominację otrzymał adiunkt Katedry Radioastronomii dr B. Krygier (piszący te słowa) z bogatym pakietem kompetencji. Czas pokazał, że decyzja Rektora była przysłowiowym strzałem w dziesiątkę.

Jako Pełnomocnik Rektora ds. budowy radioteleskopu razem z głównym projektantem rozpoczęliśmy trudną batalię poszukiwania wykonawcy lub wykonawców elementów radioteleskopu. Poczynione przez nas próby znalezienia generalnego wykonawcy zakończyły się fiaskiem. Główny powód to nietypowość zadania i brak doświadczenia firm, które mogłyby się podjąć kierowania realizacją zadania bez jakichkolwiek obaw. Z konieczności obowiązki głównego wykonawcy i inwestora pozostały w Katedrze Radioastronomii, a mówiąc dokładniej w gestii Pełnomocnika Rektora ds. budowy radioteleskopu, który nie uzyskał wielkiej pomocy ze strony administracji uczelni z Działem Inwestycji, Energetyki i Remontów na czele, zgodnie z zasadą „jak Katedra Radioastronomii chce radioteleskopu, to niech go buduje”. Dodatkową trudnością był obowiązujący

system centralnego planowania w państwowych zakładach produkcyjnych, toteż wejście z wykonawstwem dużego zadania było praktycznie niemożliwe.

Poprzez przyjaciół trafiliśmy do huty „Zabrze” i to w możliwie dobrym momencie, ponieważ ku naszej radości huta nie była wówczas w pełni obciążona zamówieniami. Na pierwszym spotkaniu z zastępcą dyrektora, inż. Plochem, ustaliliśmy, że Katedra złoży natychmiast zlecenie i dokumentację w Dziale Przygotowania Produkcji, aby Huta mogła zapoznać się z zadaniem i ustalić możliwości realizacyjne. W kilka dni po spotkaniu w dniu 27 września 1988 r. złożyliśmy niezbędne dokumenty. Po kilkumiesięcznym oczekiwaniu nadeszła upragniona odpowiedź. Huta będzie wykonawcą większości podzespołów radioteleskopu z wyjątkiem kilku, które znalazły się na liście nie przyjętych do realizacji, a mianowicie: wieniec zębaty, łożysko wielkogabarytowe, przekładnia do napędów wózków, lustro Cassegraina, elementy czaszy zewnętrznej, wykładzina czaszy i belki montażowe. Na wyjaśnienie dlaczego właśnie te podzespoły znalazły się na liście nie musieliśmy długo czekać. Poszukując wykonawców tych zadań, szybko zorientowaliśmy się jakie trudności stoją przed nami do pokonania, których Huta umiejętnie uniknęła. Sporządzony protokół uzgodnień ustalał wykonanie podzespołów do końca 1992 r., a na rok 1990 określał szczegółowo zadania oraz kwotę i warunki płatności.

W tym okresie finansowanie budowy było zapewnione przez Komitet Badań Naukowych w ramach grantu inwestycyjnego, co umożliwiała swobodne zawieranie umów na wykonanie elementów radioteleskopu i późniejsze jego scalanie na placu budowy. Stało się to dzięki usilnym staraniom prof. dr. S. Gorgolewskiego, który potrafił wejść do różnych decydentów nawet przez „zamknięte drzwi”.

Najwięcej kłopotów dostarczyło nam wykonawstwo lustra Cassegraina o średnicy 320 cm. Ma ono powierzchnię hiperboloidy obrotowej, której dokładność nie może być gorsza niż 0,001 mm. Okazało się, że jego wykonanie uzależnione jest od wielu wykonawców. Na początku trzeba było zmienić technologię odlewu lustra w aluminium i dostosować ją do możliwości wykonawczych Zakładu Metalurgicznego „Pomet” w Pile, który mógł wykonać odlew w 4 częściach. Model do odlewu w drewnie wykonała modelarnia Zakładu Metalurgicznego „Pomet” w Pile. Aby wykonać obróbkę termiczną odlewów, musieliśmy udać się z nimi do Fabryki Maszyn Górniczych „Famago” w Zgorzelcu i poczekać na wykonanie usługi kilka miesięcy. Po obróbce termicznej elementy lustra scalono i przewieziono do „Area Brown Boveri” (ABB) we Wrocławiu, gdzie na obrabiarce numerycznej, według programu wcześniej opracowanego przez Politechnikę Gliwicką, dokonano jego obróbki. Malowanie lustra wykonano w Gliwickich Zakładach Urządzeń Technicznych pod nadzorem Instytutu Farb i Lakierów (Gliwice). Teraz lustro mogło być przekazane do Huty „Zabrze”, w której dokonano jego scalenia z napędami jego ruchów przed dostarczeniem na plac budowy do Piwnic. Od pierwszych rozmów na ten temat do czasu dostarczenia

w całości do Piwnic upłynęły prawie 2 lata. Tyle czasu zajęły uzgodnienia z wykonawcami i oczekiwania na kolejne etapy wykonania i obróbki.

Drugim, również złożonym zadaniem, było wykonawstwo paneli wykładziny czaszy, które realizowały Gliwickie Zakłady Urządzeń Technicznych i liczni kooperanci. Oprzyrządowanie niezbędne do produkcji paneli było sprawą kilku wykonawców. Obciążanie blach na panele to dzieło Polskich Zakładów Lotniczych w Mielcu, a ich wykonanie i malowanie z wielkim zaangażowaniem realizowała wyspecjalizowana grupa pracowników Gliwickich Zakładów Urządzeń Technicznych. Obsługę geodezyjną podczas produkcji paneli i pomiary ich końcowego kształtu powierzono Przedsiębiorstwu Usług Meteorologicznych „Precyzja” (Katowice). Łącznie pomiarami objętych było 350 paneli. Dla każdego panelu mierzono od 100 do 200 punktów po każdej regulacji, co przy kilku powtórzeniach dało łącznie około 200 tysięcy pomiarów i ich opracowanie. Błąd dla pojedynczego panelu nie mógł przekroczyć wartości średniokwadratowej $rms = \pm 0,35$ mm. Malowanie odbywało się specjalną farbą sprowadzoną z Niemiec, pod nadzorem Instytutu Farb i Lakierów z Gliwic. Następnie w kosztach przygotowanych do ich transportu były wożone, po 15 sztuk jednorazowo, specjalnie przystosowanym do tego celu samochodem z Gliwic do Piwnic. Ich produkcja trwała około półtora roku a transport 2 miesiące.

Wykonanie wieńca zębatego udało się ulokować w Fabryce Maszyn Górniczych „Famago” w Zgorzelcu, łożysko wielkogabarytowe wykonali hobbyści z Zakładu Maszyn Budowlanych „Bumar” w Zawierciu, przekładnie do napędów wózków zakupiono w Bielskiej Fabryce Reduktorów „Befared”. Belki montażowe i konstrukcję stalową czaszy przyjął do realizacji Wielki Zespół Budów M-3 Gdańskiego „Mostostalu”. I tak w dość szczęśliwy sposób zakończyliśmy lokalizację podzespołów konstrukcji radioteleskopu.

Wykonawca prac montażowych konstrukcji radioteleskopu mogący wykonać zadanie był jeden, a mianowicie Gdański „Mostostal”, wcześniej sprawdzony podczas scalania konstrukcji radioteleskopu RT-3, $D = 15$ m, i zrobił to wsporniale. Po zapoznaniu się z dokumentacją, zlecenie zostało przyjęte ku naszemu zadowoleniu, a dzisiaj możemy powiedzieć, że zadanie wykonano wsporniale.

Projektem i wykonaniem zespołu napędowego i sterowania zajmowała się Spółdzielnia Pracy Automatyków „Proster” z Gliwic, z której usług musieliśmy zrezygnować z powodu opóźnień. Napięte terminy realizacji skłoniły nas do zakupu elementów systemu napędowego w niemieckiej firmie „Lentze”. Jego montażu i uruchomienia dokonała Toruńska Pracownia „Aniro”. Prace związane z systemem sterowania przejęło Przedsiębiorstwo Handlowo Usługowe „Panda-Tor”. Po czasie okazało się, że i ten wykonawca ma trudności wykonawcze i nie gwarantuje zakończenia zadania w przewidzianym terminie, co zmusiło nas do zerwania umowy. Prace zakończył „Inver” Toruń za znaczącym udziałem pracowników Katedry Radioastronomii, a w szczególności mgr. E. Pazderskiego.

„Elektromontaż” S.A. (Toruń) otrzymał zlecenie na wykonanie instalacji elektrycznych i szaf sterowniczych. Zabezpieczenie antykorozyjne konstrukcji stalowej i malowanie końcowe radioteleskopu zlecono Gdańskiej Firmie „Tal”.

W ten sposób szczęśliwie udało się nam zamknąć listę wykonawców podstawowych zadań związanych z budową radioteleskopu. Równoległe z poszukiwaniem wykonawców elementów radioteleskopu załatwiano niezbędne dokumenty do wydania decyzji na zagospodarowanie placu budowy i samą budowę.

Wiosną 1988 roku wystąpiliśmy do Urzędu Gminy w Łysomicach z wnioskiem o wydanie decyzji na lokalizację inwestycji polegającej na budowie radioteleskopu RT-4, sterowni i zaplecza gospodarczego. Warunkiem koniecznym było dołączenie do wniosku uzgodnień z następującymi instytucjami:

- 1) Wojewódzkim Sztabem Wojskowym;
- 2) Aeroklubem Pomorskim;
- 3) Okręgowym Inspektoratem Gospodarki Energetycznej;
- 4) Inspektoratem Lotnisk Ministerstwa Komunikacji;
- 5) Wojewódzkim Urzędem Telekomunikacji

oraz

- 6) Aktu własności gruntu;
- 7) Zgody Ministerstwa Rolnictwa wyłączającej grunt spod uprawy.

W końcu po trudach i długich oczekiwaniach otrzymaliśmy w sierpniu 1988 r. decyzję o lokalizacji inwestycji. Kilka miesięcy później udało się uzyskać zgodę Urzędu Planowania Przestrzennego, Urbanistyki, Architektury i Nadzoru Inwestycyjnego Urzędu Wojewódzkiego w Toruniu na rozpoczęcie prac związanych z uzbrojeniem terenu zabudowy i wykonanie palowania pod fundament centralny radioteleskopu. Drugą część decyzji otrzymaliśmy w sierpniu 1989 r. Obejmowała ona: wykonanie fundamentów pod radioteleskop, sterownię i zaplecze gospodarcze z hotelem. Część trzecia dotyczyła montażu konstrukcji stalowej radioteleskopu. Dokumentację techniczno-robotyczną zadań będących składowymi zagospodarowania terenu budowy opracowało na przełomie lat 1988–1989 Przedsiębiorstwo Wielobranżowe „Progres” (Toruń). Otrzymanie zgody na budowę pozwoliło natychmiast przystąpić do realizacji.

Pierwszym wykonawcą był Toruński Oddział Bydgoskiego „Elektromontażu”, który wykonał 450 m linii zasilającej plac budowy, jak również oświetlenie terenu budowy i drogi dojazdowej. Droga i ogrodzenie terenu budowy to dzieło Toruńskiego Przedsiębiorstwa Budownictwa Przemysłowego. Doprowadzenie wody wykonali pracownicy warsztatu Katedry Radioastronomii. W okresie późniejszym kanalizację dla kabli w.c.z. i diagnostyki wykonał Toruński „Elektromontaż” S.A. Wykonane zadania spełniały warunek, że po zakończeniu budowy służyć będą nadal użytkownikowi.

Przeprowadzone badania gruntu w miejscu posadowienia radioteleskopu, ich analiza i obliczenia dotyczące stabilności przyszłej anteny w jednoznaczny

sposób zmusiły projektanta do podjęcia decyzji o wzmocnieniu gruntu palami. Najkorzystniejszymi okazały się pale formowane na mokro w gruncie typu „Franki”. Projekt techniczny fundamentu centralnego radioteleskopu opracowany przez inż. A. Biskupa przewidywał wykonanie 96 pali nośnych i 4 pali próbnych o średnicy 500 mm i długości od 11 do 13 metrów. Z trzech przedsiębiorstw krajowych specjalizujących się w wykonywaniu palowania okazało się, że tylko Przedsiębiorstwo Robót Inżynierskich Budownictwa „Hydrobudowa” z Poznania może wykonać ten typ pali. Po złożeniu zlecenia przez Katedrę Radioastronomii i wstępnych rozmowach już w połowie sierpnia 1989 r., po zwiezieniu materiałów i sprzętu przystąpiono do realizacji radioteleskopu. Z powodu braku przeszkód udawało się wykonywać jeden pal dziennie. Ostatni pal został wykonany 30 stycznia 1990 r. Rozłożone są one na powierzchni koła o promieniu 12 metrów, na której występują dwa obszary o zwiększonej gęstości: zewnętrzny pierścień o szerokości 2 metrów z 44 palami i obszar centralny o promieniu 5 metrów z 36 palami (w tym 14 pali skośnych). Pomiary obciążeń pali próbnych na rwaniu i wciskanie wykonane były według zaleceń Poznańskiego „Timbudu”. Po trzech miesiącach twardnienia pali, 26 stycznia 1990 r. przystąpiono do pierwszego pomiaru rwania pala działając na niego siłą powoli rosnącą w ciągu 7 godzin od 0 do 170 kN. Mierzalnych zmian nie zauważono. Kolejne pomiary odbywały się na następnych palach próbnych w odstępach trzydniowych.

Głowy pali po wykonaniu znajdowały się na poziomie gruntu. Przed przystąpieniem do wykonania fundamentu centralnego należało wykonać wykop głębokości 120 m i rozbić głowy pali a ich zbrojenie wpleść w zbrojenie fundamentu i pospawać. Dopiero po tych czynnościach można było przystąpić do deskowania fundamentu. Fundament centralny to monolityczna konstrukcja żelbetowa. Składa się z fundamentu łożyska oporowego i fundamentu jezdni połączonych wzajemnie ośmioma promieniście rozchodzącymi się żebrami. Fundament łożyska oporowego stanowi okrągła płyta żelbetowa o grubości 120 cm i średnicy 1060 cm związana z 36 palami. Na tej płycie ustawiony jest właściwy fundament łożyska w postaci uźebrowanej powłoki cylindrycznej o wysokości 315 cm zwieńczonej u góry pierścieniem. W ścianie cylindrycznej powłoki znajduje się otwór drzwiowy umożliwiający dostęp do mechanizmów napędu ruchu w azymucie i kabli prowadzących na radioteleskop. Fundament jezdni stanowi monolityczny pierścień o średnicy 25 metrów i przekroju poprzecznym w kształcie odwróconego teownika o podstawie 250 cm, wysokości 222 cm i grubości 120 cm jego ścian. W górnej części pierścienia znajdują się 144 otwory przeznaczone do osadzenia kotew mocujących belkę podszynową. Po wykonaniu zbrojenia i deskowania betonowanie odbywało się bez przerw przez prawie całą dobę. Później nastąpił półroczny okres twardnienia fundamentu. Po okresie twardnienia fundamentu plac budowy przejął Gdański „Mostostal”. Z kolei po zwiezieniu z Torunia elementów konstrukcji i urządzeniu bazy montażowej 12.09.1991 r., rozpoczęto

scalanie konstrukcji radioteleskopu. Pierwszym zadaniem był montaż jezdni. Ma ona kształt okręgu o promieniu 12 metrów, po której porusza się konstrukcja stalowa radioteleskopu o masie około 600 ton, zapewniając jej możliwość dokładnego ustawienia w azymucie. Jezdnia składa się z belki podszynowej i szyny jezdnej. Belka podszynowa o przekroju poprzecznym dwuteownika o wymiarach 500 na 200 mm, dodatkowo wzmocniona płetwami usztywniającymi, połączona jest z fundamentem za pomocą 144 kotew, które równocześnie służą do jej dokładnego wypoziomowania. Założenia projektowe wymagały dokładności ustawienia górnej powierzchni belki nie gorszej niż 0,3 mm na całym obwodzie. Było to zadanie dla doświadczonych geodetów. Na belce podszynowej z taką samą dokładnością ustawiona jest szyna jezdna składająca się z 14 segmentów. Spawanie segmentów szyny, które wydawało się czynnością prostą, w fazie końcowej sprawiło poważny kłopot, gdyż szyna w pobliżu spawu spuchła i trzeba było te obszary przeszlifować.

Równoległe z pracami montażowymi jezdni biegły prace przygotowawcze do osadzenia łożyska wielkogabarytowego na fundamencie. Ma ono średnicę 280 cm. Spełnia dwa zadania: wybiera siły boczne pochodzące od wiatru i utrzymuje konstrukcję ruchomą radioteleskopu względem pionowej osi w stałej pozycji. Otwór środkowy w łożysku wykorzystany jest do wprowadzenia wszystkich kabli na radioteleskop. Membrany podtrzymujące łożysko, elementy do jego zamocowania na fundamencie i próbny montaż całego zespołu wykonane zostały w Hucie „Zabrze”. Po osadzeniu na fundamencie przez Gdański „Mostostal” okazało się, że łożysko nie obraca się. Usterkę tę szybko usunięto, a przyczyna była błaha. Jeden z otworów łączących łożysko z membraną został wykonany nie centrycznie, wbicie w niego „na siłę” śruby spowodowało odkształcenie łożyska i jego zakleszczenie. Część ruchoma łożyska jest na stałe połączona ze słupem centralnym, który jest elementem ruchomej części radioteleskopu.

Po zakończeniu montażu jezdni i łożyska wielkogabarytowego można było rozpocząć prace scalania konstrukcji wsporczej ze słupem centralnym i wózkami o łącznej masie około 200 ton. Prace te trwały kilka miesięcy. Równoległe z tymi pracami na naziemnym stanowisku montażowym odbywało się scalanie elementów wchodzących w skład zespołu osi elewacji i geodezyjna kontrola dokładności ich wykonania. W skład tego zespołu wchodzi: oś elewacji, wieniec zębaty, rama górna, piramida górna i inne. Razem 140 ton. Wreszcie nadszedł upragniony dzień, w którym scalony zespół osi elewacji podniesiono za pomocą dwóch specjalistycznych dźwigów i nałożono go na konstrukcję wsporczą. Operacja ta trwała zaledwie kilka godzin. Stało się to możliwe dzięki dobrej pracy pracowników „Mostostalu” i geodetów podczas scalania zespołu osi elewacji na stanowisku naziemnym.

W połowie lipca 1993 r. odbyła się próba ruchu w azymucie konstrukcji wsporczej z nałożonym na nią zespołem osi elewacji. Bez przeszkód dokonano pełnego obrotu ku naszemu zadowoleniu.

Następnym etapem był montaż konstrukcji czaszy radioteleskopu. Dwójki wiązarów, przygotowywane na stanowisku naziemnym, były następnie montowane na wysokości około 30 metrów bez użycia rusztowań. Dokonywano prawdziwie alpinistycznych wyczynów. Podczas realizacji tego etapu obsługa geodezyjna trwała non stop. Zakończono go 8 marca 1994 r.

Teraz można było rozpocząć ustawianie paneli wykładziny czaszy, których wykonawcą były Gliwickie Zakłady Urządzeń Technicznych. Panele to fragmenty paraboloidy obrotowej wykonane z dokładnością średniokwadratową lepszą niż $\pm 0,35 \text{ mm}$. Łącznie powierzchnia składa się z 336 paneli, z których każdy łączy z konstrukcją czaszy 4 śruby służące jednocześnie do ich regulacji. Precyzyjną regulację wykonało Przedsiębiorstwo Usług Meteorologicznych „Precyzja” z Katowic. Osiągnięto końcową dokładność średniokwadratową ukształtowania powierzchni $\text{rms} = \pm 0,20 \text{ mm}$ dla całej paraboloidy obrotowej o średnicy $D = 32 \text{ m}$ stanowiącej czaszę radioteleskopu.

Ostatni scalony i geodezyjnie sprawdzony na ziemi zespół to ośmionóg podtrzymujący obudowę mechanizmów napędowych lustra Cassegraina, jego mechanizmy napędowe i hiperboliczne lustro Cassegraina o średnicy 320 cm. W dniu 1 sierpnia 1994 r. zespół o masie 14 ton za pomocą dwóch dźwigów został podniesiony i nałożony na konstrukcję czaszy radioteleskopu. Miesiąc później „Mostostal” zgłosił zakończenie prac montażowych.

Zabezpieczenie antykorozyjne i malowanie konstrukcji wykonał Gdański „Tal” (nałożono łącznie 5 warstw: 3 podkładowe i 2 nawierzchniowe). Leżąca obok radioteleskopu podnoszona wieża to urządzenie do obsługi serwisowej napędów lustra Cassegraina. Schody, pomosty, kabiny i mocowanie 12 bloków 80 tonowego przeciwcieżaru na konstrukcji wieńca zębatego odbywało się między pracami zasadniczymi. Katedra Radioastronomii przejęła radioteleskop RT-4, $D = 32 \text{ m}$ do wdrożenia i eksploatacji 20 października 1994 r.

Okablowanie wysoko i nisko prądowe na radioteleskopie wykonał Toruński „Elektromontaż” S.A. Elementy systemu napędowego zakupione w niemieckiej firmie „Lentze”, a ich montażu i uruchomienia dokonała Toruńska Pracownia „Aniro”. Mieliśmy trudności z wykonawstwem i uruchomieniem systemu sterowania, który z trudem udało się zakończyć dopiero trzeciemu wykonawcy. Kompletowanie aparatury kontrolno-pomiarowej i odbiorczej to zakres działania Katedry Radioastronomii. Parametry radioteleskopu podane są w załączonej tabeli a jego widok ogólny przedstawia załączone zdjęcie.

W realizacji budowy radioteleskopu RT-4, $D = 32 \text{ m}$ pomagali mi wszyscy pracownicy Katedry Radioastronomii. Szczególnie jestem wdzięczny mgr A. Wiśniewskiej i mgr inż. J. Mazurkowi za pomoc w walce z lawiną biurokracji.

W tym miejscu należy wspomnieć o rozczarowaniu, z jakim spotkali się: główny projektant, wykonawcy i kierujący realizacją zadania liczący na ich uhonorowanie. Katedra Radioastronomii wystąpiła o nagrodę Premiera za osiągnięcia techniczne dla zespołu wykonawców z głównym projektantem radioteleskopu mgr inż. Z. Bujakowskim na czele. Wniosek został zaakceptowany przez władze uczelni i przesłany do kancelarii Premiera. Po długich oczekiwaniach nieoficjalnie dotarła do nas wiadomość, że wniosek został załatwiony negatywnie, a oficjalnego powiadomienia o decyzji brak do dzisiaj, co w następstwie uniemożliwiło otrzymanie nagrody Rektora I-go stopnia. Dla mgr. inż. Z. Bujakowskiego projekt i wykonanie radioteleskopu RT-4, D = 32 m było „dziełem życia”, być może ostatnim tej rangi, zrealizowane w okresie emerytalnym.

Wzorem stosowanych metod minionej epoki, w miarę jak budowa zbliżała się ku końcowi, przybываło „ojców sukcesu” licytujących swoje zasługi w mediach.

INWESTYCJE TOWARZYSZĄCE

Budowa nowej stacji VLBI z radioteleskopem RT-4, D = 32 m wymagała dokończenia niezrealizowanych w latach 1970–1973 zadań kubaturowych niezbędnych do prawidłowego jej funkcjonowania czyli sterowni i zaplecza gospodarczego z mini hotelem. Opracowania projektów dokonał Zakład Badawczo Projektowy Budownictwa Politechniki Warszawskiej. Zbyt krótki termin przeznaczony na opracowanie spowodował odstępianie od klasycznego przebiegu opracowania dokumentacji. Założenia do projektu i projekt wstępny zastąpiono opracowaniem „Studium przedprojektowego”, które posłużyło do opracowania „Projektu technicznego jednostadiowego z planem realizacyjnym zagospodarowania terenu”. Dzięki życzliwości głównego projektanta dr. inż. K. Kuczy-Kuczyńskiego i całego zespołu projektantów, dokumentacja była realizowana etapowo w kolejności potrzebnej na budowie. Pozwoliło to Przedsiębiorstwu Budowlanemu R. Urbańskiego na rozpoczęcie prac już w końcu 1988 r.

Prace instalacyjne elektryczne, wodno-kanalizacyjne i dekarstwo-malarskie zrealizowały do końca kwietnia 1992 r. zakłady rzemieślnicze R. Karkosika, F. Gwizdały i R. Rumińskiego. Sufit podwieszony i podłogę komputerową wykonały przedsiębiorstwa specjalistyczne. Najważniejszym pomieszczeniem w sterowni jest pawilon centralnego sterowania wyposażony w specjalną aparaturę, taką jak: wzorzec wodorowy EFOS-15, terminal VLBI Mark IV, komputer typu HP obsługujący systemy sterowania radioteleskopów RT-3 i RT-4, bloki zbierania danych obserwacyjnych, systemy odbiorcze i „maszyna pulsarowa” zbudowana w Stanach Zjednoczonych. To właśnie stąd, jako centrum dowodzenia siecią kabli i światłowodem, rozchodzą się rozkazy do i od radioteleskopów, aparatury odbiorczej i pomiarowo-kontrolnej. Poza tym w sterowni mamy: pomieszczenia

dla pracowników obsługi i serwisu, a w części podpiwniczonej znajdują się: węzeł okablowania specjalistycznego, akumulatornia, magazyny do czasowego przechowywania aparatury, systemów odbiorczych i podzespołów. Całkowita powierzchnia użytkowa sterowni wynosi 413 metrów kwadratowych.

Pokoje gościnne w mini hotelu są dwuosobowe z własnymi węzłami sanitarnymi. Przeznaczone są dla gości krajowych i zagranicznych realizujących w Katedrze Radioastronomii swoje programy obserwacyjne. Obok mini hotelu znajduje się sala narad na około 30 osób. Stołówka działa w oparciu o dowóz posiłków ze stołówki studenckiej z Torunia. Posiada w pełni wyposażone zaplecze techniczne z salą jadalni na 50 osób. Łączna powierzchnia użytkowa zaplecza gospodarczego z hotelem wynosi 574 metry kwadratowe.

SYSTEM NAPĘDOWY I STEROWANIA

Koncepcja systemu napędowego i sterowania rodziła się bardzo długo i przez cały czas ewoluowała. Prace rozpoczęte zostały przez firmę „Proster” (Gliwice), następnie kontynuowane przez firmę „Panda-Tor” (Toruń) i doprowadzone do koncepcji ostatecznej przez firmę „Inver” (Toruń) przy znaczącym udziale mgr. E. Pazderskiego.

Według opracowanej dokumentacji system napędowy i sterowania wypełnił 11 szaf. Wykonał je toruński „Elektromontaż”. W zakupie napędów „Lentze” pośredniczyła firma „Aniro” (Toruń). Firma ta dokonała ich montażu, uruchomienia i sprawdzenia poprawności działania. Inne drobniejsze podzespoły docierały różnymi drogami. Montaż części silno prądowej i szaf sterowniczych na radioteleskopie wykonał „Elektromontaż” pod nadzorem „Inveru”, który uruchomił i sprawdził poprawność działania całości.

Cały proces obsługi systemu napędowego jest wysoce zautomatyzowany i odbywa się z komputerów pracujących w systemie sterowania. Rolę komputera nadrzędnego pełni przemysłowy komputer PC/486 umieszczony w kabinie elektrycznej na radioteleskopie i pracujący w systemie operacyjnym DOS. Oprogramowanie systemu sterowania radioteleskopu RT-4, D = 32 m to dzieło mgr. E. Pazderskiego i dr. K. Borkowskiego. Z innymi komputerami połączony jest on za pomocą lokalnej sieci światłowodowej działającej w Katedrze Radioastronomii. Są one bogato oprogramowane i zapewniają wymagania systemu sterowania. Cała „rozmowa” operatora z systemem sterowania odbywa się z konsoli komputera znajdującego się w sterowni odległej od radioteleskopu o około 300 metrów. Główny program obsługi systemu po uruchomieniu inicjuje: komunikację ze sterownikiem „Festo”, napędami „Lentze”, komunikację sieciową, uruchamia interfejs graficzny użytkownika oraz przyjmuje i interpretuje komendy otrzymywane z konsoli i z sieci. W sterowni rolę serwera pełni komputer HP745i pracujący

pod nadzorem systemu operacyjnego HP-UX 10.01. Dotychczas system napędowy i sterowania pracują poprawnie dzięki wielkiemu zaangażowaniu pracowników Katedry.

Osobny problem stanowi możliwość dokładnego pozycjonowania radioteleskopu, który jest ruchomy we współrzędnych horyzontalnych. Odległość zenitalna z i azymut A zmieniają się w zakresach: $-3^\circ \leq z \leq 89^\circ$ i $-265^\circ \leq A \leq 265^\circ$. Do odczytu pozycji radioteleskopu wykorzystano 19-to bitowe przetworniki kąta umocowane bezpośrednio na osiach elewacji i azymutu. Osiągnięta dokładność odczytu kątów wynosi $0,0007^\circ$. W rozwiązaniu tego problemu i jego realizacji uczestniczył WOBit (Poznań) oraz zespół pracowników naukowych i warsztatu mechaniki precyzyjnej Politechniki Gliwickiej.

SYSTEMY ODBIORCZE

Spośród wszystkich urządzeń radioteleskopu systemy odbiorcze należą do grupy, która jest najczęściej modernizowana i rozbudowywana. Systemy odbiorcze składają się z dwóch części: tej znajdującej się w kabinie ogniska wtórnego zwanej *front end* i znajdującej się w sterowni radioteleskopu zwanej *back end*. W pierwszej grupie mamy aktualnie wykorzystywane do prac ciągłych 3 systemy na: pasmo L obejmujące częstotliwości od 1400 do 1800 MHz, co pozwala obserwować linie OH (18 cm) i wodoru neutralnego (21 cm); pasmo C1 obejmujące częstotliwości 4350 do 4950 MHz (6 cm) i pasmo C2 obejmujące częstotliwości 6400 do 6900 MHz (5 cm).

Aby nie zanudzać czytelnika, pomijam szczegóły ich budowy. Zadaniem każdego systemu odbiorczego jest precyzyjny pomiar natężenia pola elektromagnetycznego docierającego z kosmosu do ogniska radioteleskopu RT-4. Systemy te zostały zaprojektowane i zbudowane w Pracowni Mikrofalowej Katedry Radioastronomii z materiałów i podzespołów produkowanych przez przodujące światowe firmy. Na podkreślenie zasługuje fakt, że niektóre rozwiązania konstrukcyjne w systemach odbiorczych są nowatorskim dziełem pracowników Pracowni Mikrofalowej Katedry mgr. inż. S. Jakubowicza i mgr. E. Pazderskiego.

W przedwzmacniaczach zastosowano tranzystory z gorącymi nośnikami typu HEMT. Ich temperatury szumowe są rzędu 30 K dla zakresu częstotliwości do 7 GHz. Chłodzenie ich do temperatury 15 K obniża temperaturę szumową do około 5 K. Kontrola i zmiana parametrów pracy systemów znajdujących się na radioteleskopie odbywa się automatycznie z konsoli sterowniczej znajdującej się w budynku głównym obsługiwanej przez dyżurnego operatora-observatora. Przetworzone i wzmacnione sygnały z odbiorników przesyłane są do odpowiednich systemów rejestrujących znajdujących się w sterowni mieszczącej się w budynku głównym. Przesyłanie jest bardzo sprawne dzięki własnej lokalnej sieci światłowodowej. Do drugiej grupy (*back-end*) należą urządzenia rejestrujące.



Ryc. 1 Radioteleskop RT-4, $D = 32$ m.

PARAMETRY RADIOTELESKOPU RT-4

Typ	sterowania antena
Montaż	paraboliczna
Średnica torowiska	horyzontalny
Średnica reflektora (czaszy) (d)	24,0 m
Ilość paneli czaszy (64+64+64+64+32+32+16)	32 m
Dokładność wykonania paneli czaszy (rms)	336
Dokładność wykonania subreflektora	$\leq 0,35$ mm
Dokładność poziomowania torowiska	0,05 mm
Dokładność poziomowania osi wysokości	0,3 mm
Grawitacyjne odkształcenie brzegu czaszy	0,3 mm
Odległość ogniskowa (f)	4,2 mm
Stosunek ogniskowej do średnicy (f/d)	11,2 m
Głębokość czaszy (H)	0,35
Kąt rozwarcia ($2\Theta_0$)	5,7143 m
Powierzchnia całkowita (S_0)	142.15°
Powierzchnia zbierająca (apertura)	899,45 m ²
Średnica subreflektora	804,35 m ²
Powierzchnia cienia subreflektora	3,2 m
Maksymalna wysokość (od fundamentu)	8,0425 m ²
Dokładność powierzchni czaszy (rms)	37,6 m
Dokładność ustawienia kierunku	0,20 mm
Zakres ruchu w osi wysokości	0,01°
Zakres ruchu w azymucie od południka	(+2 + +95)°
Zakres ruchu subreflektora wzdłuż osi	$\pm 270^\circ$
Zakres ruchu w 2 osiach	± 60 mm
Prędkość ruchu wokół osi wysokości	$\pm 5^\circ$
Prędkość ruchu w azymucie	(0,004 + 14,7)°/min
Dokładność śledzenia w obu osiach	(0,008 + 31)°/min
Ciężar całkowity	0,002°
Ciężar przeciwcieżaru	620 t
Dopuszczalna szybkość wiatru	90 t
Graniczna dopuszczalna szybkość wiatru	16 m/s
Dopuszczalna grubość oblodzenia	56 m/s
Dopuszczalny zakres temperatur	max. 2 cm
	(-25 + +35)°C

URZĄDZENIA REJESTRUJĄCE

Terminal VLBI. Obserwacje, wykonane interferometrem składającym się z radioteleskopów Sieci Europejskiej (lub Globalnej) znanymi pod nazwą VLBI (*Very Long Baseline Interferometry*), aby mogły być skorelowane a następnie opracowane, muszą być w jednolity sposób uformowane i zapisane na specjalnych taśmach magnetycznych o szerokości 1 cala i długości w zależności od typu od 10 000 stóp (taśma gruba) do 20 000 stóp (taśma cienka). Ciężar krążka taśmy wynosi około 5 kg i jest średnicy 45 cm. Podczas zapisu danych z maksymalną szybkością wystarcza na około 8 lub 3 godziny w zależności od typu taśmy. Koszt taśmy wynosi około 1000 dolarów za sztukę. Każdy z użytkowników Sieci VLBI zobowiązany jest do zakupienia pewnej ilości taśm i przekazanie ich do Sieci do wspólnego użytkowania podczas realizowania programów obserwacyjnych. Zapisu na taśmach dokonuje urządzenie zwane terminalem VLBI składające się z trzech bloków: zespołu konwerterów, formatera i rejestratora.

W terminale wyposażone są wszystkie stacje należące do Sieci. Produkują je wyspecjalizowane firmy. Nasz terminal wykonany został przez firmę „Penny and Giles” (Anglia). Środki na ten cel otrzymaliśmy w postaci grantu z Unii Europejskiej. Terminal ten należy do urządzeń bardzo skomplikowanych i wymagających stałego serwisu. Pracuje pod kontrolą komputera PC Pentium 130 firmy Hewlett Packard i oprogramowania „Field System” opracowanego w NASA (USA).

Dodatkowym wymogiem przynależności do Sieci VLBI jest posiadanie na każdej stacji dobrej służby czasu. Czas jest parametrem rejestrowanym obok innych danych obserwacyjnych przez formater VLBI na taśmach magnetycznych podczas wykonywanych obserwacji i jest parametrem niezbędnym podczas wykonywania korelacji danych obserwacyjnych. U nas korzystamy z zakupionego dla tego celu w Szwajcarii wzorca wodorowego EFOS-15. W podobne wzorce wyposażone są wszystkie stacje Sieci VLBI.

Maszyna pulsarowa. Służy do obserwacji nietypowych obiektów, jakimi są pulsary i rejestracji strumieni pochodzących od nich. Aby obserwacje były przydatne, muszą posiadać dobry stosunek sygnału do szumu, co na takiej antenie jak RT-4 jest osiągalne dzięki obserwowaniu w szerokim paśmie, czemu przeszkadza dyspersja sygnałów od pulsarów, jakiej ulegają w ośrodku międzygwiazdowym. Dyspersji można unikać, jeśli to szerokie pasmo podzielimy na szereg wąskich, wówczas każde z nich będziemy oddzielnie rejestrowali i mierzyli je oddzielnie. Jest to realizowane przez maszynę pulsarową PSPM II zbudowaną przez zespół pracowników z Pensylwania State University (USA) - za pieniądze z grantów KBN, która dzieli odbierane pasmo na 128 kanałów każdy o szerokości po 3 MHz, z których po 64 kanały są wykorzystane do rejestracji jednej z dwóch składowych polaryzacji. Zatem łącznie wykorzystane mamy pasmo 192 MHz. Maszynę pulsarową obsługuje i dane obserwacyjne rejestruje komputer SUN SPARC 1 na dostępnych nośnikach. Od czerwca 1996 r. znajduje się on w Katedrze Radioastronomii.

Spektrograf cyfrowy. Służy do pomiaru linii widmowych w zakresie radiowym. Posiada 16384 kanały obejmujące łącznie pasmo około 200 MHz. Jego szybkość próbkowania w każdym z 4 bloków wynosi ponad 100 mln próbek na sekundę. Odczyt wszystkich kanałów trwa około 0,5 sekundy. Dla typowych zastosowań jest zazwyczaj powtarzany co 45 sekund. Pokładowy oprogramowany komputer z systemem operacyjnym LINUX w fazie końcowej daje 4 funkcje autokorelacyjne, które poddane przekształceniu Fouriera dają widma mocy obserwowanej radiowej linii widmowej. Autokorelator od momentu uruchomienia pracuje niezawodnie. Został zaprojektowany i zbudowany w Katedrze Radioastronomii przez mgr. A. Kępę i współpracowników na bazie specjalistycznych układów scalonych CMOS wielkiej skali integracji zakupionych w Narodowym Obserwatorium Radioastronomicznym (NRAO) w Stanach Zjednoczonych. Wdrożono go do eksploatacji w styczniu 1999 r. Jest w gronie naszych największych osiągnięć instrumentalnych.

WYPOSAŻENIE APARATUROWE

Odbiornik GPS. Global Positioning System (GPS) jest amerykańskim systemem przeznaczonym do celów nawigacji, synchronizacji czasu i geodezji. Jest systemem bardzo złożonym, który obejmuje trzy bloki: kosmiczny, kontrolny i użytkowników, z którego usług korzysta Katedra Radioastronomii. Blok kosmiczny to 24 satelity NAVSTAR (w tym 3 zapasowe) umieszczone na kołowych okołoziemskich orbitach, na wysokości 20200 km i leżących w 6 płaszczyznach nachylonych do równika pod kątem 55° . Ich okres orbitalny wynosi 12 godzin. Zadaniem bloku kontrolnego jest między innymi monitorowanie położenia satelitów NAVSTAR, synchronizacja ich pracy i przesyłanie poprawki czasu. Dostęp do bloku użytkowników zapewnia specjalnie do tego celu zbudowany odbiornik „Model 8812 GPS Station Clock” firmy TRAK Systems (USA). Zapewnia on śledzenie od 6 do 4 satelitów w każdym momencie w ciągu doby (bo tyle satelitów może być widocznych równocześnie z danego miejsca, w którym pracuje odbiornik), a tym samym umożliwia korzystanie z poprawek czasu lub wyznaczenia naszego położenia z dokładnością około 30m.

Wzorzec rubidowy. W naszym wzorcu rubidowym wykorzystuje się naturalny rezonans atomowy nadsztywnego przejścia między dolnym i górnym poziomem rubidu 87 w stanie podstawowym. Towarzyszy temu powstanie linii o częstotliwości 8 834 685 Hz, którą wykorzystuje się do stabilizacji 5-cio megahercowego oscylatora kwarcowego. Uzyskuje się tutaj dokładność rzędu 10^{-8} sekundy. Przez wiele lat było to jedyne źródło częstotliwości służące naszym potrzebom. Wykorzystywane było między innymi do napędzania zegara cyfrowego zaprojektowanego i zbudowanego przez pracowników Katedry Radioastronomii oraz źródło odniesienia oscylatorów lokalnych pracujących w systemach odbiorczych i wielu innych.

Wzorzec wodorowy. Maser wodorowy EFOS-15 został zakupiony za kwotę 350000 franków szwajcarskich w Observatoire de Neuchatel (Szwajcaria), które jest przodującym producentem w tej dziedzinie. Jak wskazuje jego oznaczenie EFOS-15, jest to 15-te urządzenie wyprodukowane przez tę firmę. Podobnie jak we wzorcu rubidowym wykorzystane jest przejście z górnego do dolnego poziomu struktury nadsubtelnej wodoru atomowego w stanie podstawowym w temperaturze 0 K, któremu odpowiada częstotliwość 1,420,405,751,768 Hz. Sygnał ten używa się do dostrajania fazy oscylatora kwarcowego stanowiącego podstawowe źródło częstotliwości, a w szczególności zegara cyfrowego zapewniającego stabilność krótkookresową rzędu 10^{-15} sekundy. Na marginesie wspomnę, że przejście to w kosmosie jest realizowane w naturalny sposób i od dawna obserwowane przez radioastronomów jako emisja o długości fali 21 cm. Wzorzec wodorowy znajduje się w gronie podstawowego wyposażenia aparaturowego każdej stacji VLBI i służy do stabilizacji fazowej wszystkich oscylatorów lokalnych pracujących w systemach odbiorczych oraz w służbie czasu. Sprawa zakupu wzorca wodorowego pilotowana była przez dr. inż. J. Usowicza od momentu zawarcia umowy, poprzez okres jego wykonania, testy kontrolne, przekazanie u producenta i transport do Piwnic. Trwało to kilka lat.

Wzorzec wodorowy zsynchronizowany i działający, ze Szwajcarii przewieziony był do Piwnic specjalnie do tego celu przygotowanym samochodem dostawczym. Czas przejazdu łącznie ze sprawnie przebiegającymi odprawami celnymi był na tyle długi, że na trasie musiano zrobić przerwę w celu podładowania baterii akumulatorów zasilających wzorzec. Przerwa w pracy wzorca wodorowego w wyniku rozładowania baterii akumulatorów wymagałaby ponownego wykonania całego cyklu testów i synchronizacji u producenta. Przedłużający się czas produkcji wzorca wodorowego spowodował, że do Katedry Radioastronomii został przetransportowany z opóźnieniem zaledwie kilkanaście dni przed przekazaniem radioteleskopu RT-4 do eksploatacji. Jesteśmy zadowoleni, że pracuje poprawnie.

Kompresory i chłodziarki helowe. Będące na naszym wyposażeniu kompresory typu CTI-1020R i CTI-80200 i chłodziarki typu CTI-350CP firmy Helix Technology Corporation (USA) z oprzyrządowaniem służą do chłodzenia *front endów* systemów odbiorczych w celu poprawienia ich liczby szumowej. Efekt końcowy nas interesujący to polepszenie czułości systemów odbiorczych o rząd wielkości, co pozwala sięgnąć do słabszych obiektów. Należy traktować je jako integralną część systemów odbiorczych.

Aparatura kontrolno-pomiarowa. Tutaj ograniczę się tylko do wymieniania tej najcenniejszej aparatury, będącej na wyposażeniu Pracowni Mikrofalowej i Elektronicznej, bez której realizacja budowy wyposażenia do radioteleskopów byłaby poważnie utrudniona lub wręcz niemożliwa. Chodzi o „Spectrum Analyzer” i „Network Analyzer” firmy Hewlett Packard (USA) pozwalające realizować pomiary kontrolne do częstotliwości 20 GHz i wiele innych niższej klasy.

Jej posiadanie połączone z pomysłami pracowników, między innymi: mgr. inż. S. Jakubowicza, mgr. E. Pazderskiego i mgr. A. Kępy z naszych Pracowni Mikrofalowej i Elektronicznej pozwoliło na zbudowanie wysokiej klasy systemów odbiorczych na pasma L, C1, C2 pracujących w radioteleskopach, następnie spektrografu cyfrowego i innych. Zbudowane urządzenia spełniają standardy światowe.

Zakupione w tej samej firmie „Synthesized SW Generators” są wykorzystywane w radioteleskopie jako oscylatory lokalne o dużej stabilności.

Wyposażenie w sprzęt komputerowy. Ponieważ wszelkie badania w dziedzinie fizyki i astronomii są w dzisiejszych czasach niemożliwe bez komputerów, zespół Katedry Radioastronomii zawsze usilnie poszukiwał najlepszych rozwiązań tego kluczowego problemu. Nie było to łatwe w czasach, gdy eksport zaawansowanych technologii do krajów bloku komunistycznego podlegał ścisłej kontroli i obłożony był restrykcjami. Do końca lat 80. marzenie o sprzęcie kompatybilnym z tym, którym dysponowała wówczas „reszta świata”, było nieziszczalne. Próbowaliśmy półrodków w rodzaju radzieckiego klonu komputera PDP-11, ale sprzęt ten – na skutek zawodności – nigdy należycie nie spełnił swojej roli.

W 1990 r. pojawiła się możliwość zaimportowania (używanego) komputera z prawdziwego zdarzenia – była to maszyna typu Convex C-120. Takimi maszynami dysponowały wówczas inne ośrodki radioastronomiczne, jak NRAO (USA), czy Onsala Space Observatory (Szwecja). Komputera tego używaliśmy do 1995 r. W 1995 r. dokonaliśmy – znów wzorem innych ośrodków – zasadniczego zwrotu w technologii obliczeniowej: przeszliśmy na uniwersalne, a jednocześnie obliczeniowo coraz bardziej wydajne stacje robocze firmy Sun Microsystems. Obecnie w Katedrze pracuje 9 stacji Sun w tym 5 to komputery z serii Sun Ultra (jeden typu Ultra-1, jeden Ultra-2 i trzy Ultra-10). Są to nasze główne serwery plików i obliczeniowe.

Oprócz Sun-ów mamy kilkadziesiąt komputerów klasy PC wypełniających rozmaite zadania. Znakomita większość z nich pracuje pod kontrolą systemu operacyjnego LINUX.

WSPÓŁPRACA NAUKOWA

Wybudowanie i przygotowanie do rutynowych obserwacji za pomocą radioteleskopu RT-4, $D = 32$ m jest dostępny dla wszystkich astronomów z ośrodków krajowych zainteresowanych jego wykorzystaniem do własnych prac badawczych. Zainteresowani mają dostępny, opracowany przez zespół pracowników Katedry Radioastronomii, *Poradnik Obserwatora* pomocny w przygotowaniu własnego programu obserwacji. Nic nie stoi na przeszkodzie skorzystania z doświadczeń i umiejętności pracowników Katedry, którzy chętnie pomogą początkującym obserwatorom. Obecnie istnieje zespół etatowych obserwatorów-operatorów, którzy

realizują wszelkie zadania obserwacyjne zgodnie z ustalonym programem. Autor projektu badawczego obserwacyjnego może towarzyszyć obserwatorowi-operatorowi podczas realizacji jego zadania. Złożone projekty badawcze analizuje i akceptuje do realizacji Rada Programowa Krajowego Ośrodka Radioastronomii (KOR-a), w której skład wchodzi wybitni krajowi radioastronomowie.

Założenia ramowe przewidują podział czasu obserwacyjnego na: obserwacje VLBI (30%), spektroskopia (30%), pulsary (30%) a pozostałe 10% przeznaczone są na serwis, testy i inne prace techniczne związane z modernizacją urządzeń. Podział ramowy czasu obserwacyjnego nie jest sztywny i zawsze są możliwe odstępstwa na korzyść programów nowatorskich wnoszących znaczący wkład do nauki.

W ostatnich kilku latach korzystali z usług radioteleskopu RT-4 krajowi astronomowie z takich ośrodków, jak: Obserwatorium Astronomiczne UJ, Zielonogórskie Centrum Astronomii WSP i Centrum Astronomii Mikołaja Kopernika PAN. Są to skromne początki z tendencją rosnącą w miarę upływu lat.

Znacznie lepiej układa się międzynarodowa współpraca obserwacyjna, w szczególności w ramach Europejskiej Sieci VLBI. Nasze wieloletnie stowarzyszenie z Europejską Siecią VLBI nakłada obowiązek udziału w sesjach obserwacyjnych organizowanych przez nią. Tutaj obowiązuje zasada, że realizowane są projekty badawcze zaakceptowane przez Radę Programową Europejskiej Sieci VLBI podczas kolejnych sesji obserwacyjnych. Członkowie Rady Programowej są wybierani na okres 3 lat. Katedrę Radioastronomii w obecnej kadencji Rady Programowej Europejskiej Sieci VLBI reprezentuje dr M. Szymczak. Składane propozycje badawcze naszych pracowników otrzymywały oceny pozytywne i były zrealizowane.

Nie bez znaczenia są kontakty osobiste i współpraca pracowników Katedry Radioastronomii, jaka zapoczątkowana została podczas ich pobytów na stażach naukowych, konferencjach i innych z pracownikami Ośrodków Europejskich. Przyjęcie Stacji Toruńskiej TRAO jako członka rzeczywistego Europejskiej Sieci VLBI w 1998 r. współpracę jeszcze bardziej umacnia i do niej zobowiązuje. Kierownik Katedry Radioastronomii wchodzi w skład Rady Dyrektorów Sieci VLBI, uczestniczy w jej pracach i ma wpływ na plany obserwacyjne.

Pomoc ze strony Ośrodków Europejskich w zakresie budowy aparatury, pomoc materiałowa i sprzętowa oraz grant na wyposażenie Toruńskiej Stacji VLBI oraz granty na tematy realizowane przez naszych pracowników z Unii Europejskiej powodują, że czujemy się członkiem wielkiej europejskiej rodziny.

Władze uczelni w pełni doceniły zagraniczne ośrodki radioastronomiczne i ich dyrektorów, którzy włożyli wiele trudu w rozwój radioastronomii toruńskiej i szkolenie jej kadry rozpoczynającej od przysłowiowego zera. Ci zacni nauczyciele otrzymali doktoraty h.c. Uniwersytetu M. Kopernika. W gronie tym znaleźli się: prof. dr J.H. Oort (Leiden, Holandia), prof. dr Sir Martin Ryle (Cambridge, Wielka Brytania), prof. dr Ryszard Wielebiński (Max Planck Institute für Radioastronomie, Bonn, Niemcy) i prof. dr Roy S. Booth (Onsala, Szwecja).

Współpraca z tymi Ośrodkami jest utrzymywana i rozwijana nadal i przynosi obustronne korzyści.

Rozproszeni po różnych Europejskich Ośrodkach Astronomicznych badacze fizyki pulsarów radiowych w połowie lat 90. poczynili nieoficjalne próby połączenia swych wysiłków i na wzór Europejskiej Sieci VLBI (EVN), utworzenia Europejskiej Sieci Pulsarowej (European Pulsar Network – EPN). W tych poczynaniach uczestniczył aktywnie Dyrektor Centrum Astronomii UMK, prof. dr A. Wolszczan – wybitny badacz pulsarów. W 1996 r. zainteresowani utworzeniem EPN-u opracowali plan badawczy i poczynili próby uzyskania grantu na jego realizację, niestety zakończone fiaskiem. Ambitne zamierzenie z powodu braku środków finansowych upadło. Pozostały nadal kontakty pomiędzy badaczami pulsarów z Torunia, Zielonej Góry, Bonn (Niemcy) i Stanford (USA). Programy obserwacyjne pulsarów zajmują około 30% czasu pracy radioteleskopu RT-4 i są realizowane od lipca 1996 r.

KADRA I JEJ ROZWÓJ

Liczebność kadry i jej struktura kształtowana jest przez władze uczelni i wynika z potrzeb dydaktycznych nałożonych na Katedrę Radioastronomii. Są one małe i bezpośrednio z nich wynika, że Katedra nie może mieć więcej niż 4 nauczycieli akademickich. Stan taki utrzymuje się od lat i jest bardzo stabilny (aktualnie 2 profesorów: dr hab. A. Kus i dr hab. A. Wolszczan oraz 2 adiunktów: dr A. Marecki i dr M. Szymczak). Ostatnim asystentem w Katedrze był do 1992 r. mgr A. Marecki. W najbliższym czasie nasi adiunkci obronią prace habilitacyjne i być może szybko otrzymają nominacje profesorskie, czego należy im życzyć. Doprowadzi to, przy obecnej polityce zatrudnienia, do stanu, że w Katedrze Radioastronomii grono pracowników nauczycieli akademickich tworzyć będą wyłącznie sami profesorowie.

W ostatnich latach zatrudnianie absolwentów, magistrów astronomii, na stanowiskach asystenckich jako droga kształcenia doktorantów zostało zaniechane przez uczelnię na rzecz bardzo modnych studiów doktoranckich. Przed absolwentami studiów doktoranckich stoi nierozwiązany problem zatrudnienia. Brak nowych etatów nauczycieli akademickich zmusza ich do podejmowania pracy na wolnych etatach inżynieryjno-technicznych lub poza uczelnią w instytucjach o odmiennych ukierunkowaniach.

Przychylnie spojrzenie na Katedrę władz uczelni i traktowanie jej przede wszystkim jako jednostki badawczej oraz uwzględnianie jej potrzeb do prawidłowego działania i realizacji nałożonych zadań pozwoliły na utworzenie grupy pracowników naukowo-technicznych i inżynieryjno-technicznych. Wśród nich mamy doktorów i magistrów astronomii, magistrów inżynierów i inżynierów

elektroników po studiach politechnicznych, techników i hobbistów radioastronomii, którzy posiadają wykształcenie nie astronomiczne.

Od momentu umieszczenia Katedry Radioastronomii w strukturze nowo powstałego Centrum Astronomii UMK pracownicy obsługi zatrudniani są w liczbie niezbędnej do funkcjonowania nowej jednostki i bezpośrednio nie obciążają naszego stanu etatowego. Jest to jeden z nielicznych plusów zmian strukturalnych, jakie nas dotknęły w 1996 r.

Odejścia są rzeczą naturalną i odbywają się pod wszystkimi możliwymi szerokościami geograficznymi. To skłoniło do wyjazdu do Stanów Zjednoczonych mgr. J. Stryczyńskiego, zmianę zainteresowań połączoną z utworzeniem własnego warsztatu pracy, co miało miejsce w przypadku mgr. inż. A. Męrzydły i mgr. inż. W. Sędzikowskiego. Są tacy, którzy zaspokajają swoje hobby pracując w Katedrze na pół etatach. Ci, którzy pozostają przez lata to hobbisci, którzy często w warunkach egzystencji poniżej minimum socjalnego liczą na przetrwanie i nadejście lepszych czasów. Założenia Katedry Radioastronomii dotyczące szkolenia młodej kadry nie zawsze są po jej myśli. Na z trudem uzyskany trzyletni staż w Onsali (Szwecja) skierowany został nasz młody pracownik, rokujący duże nadzieje mgr R. Maszkowski. Po odbyciu stażu nie podjął pracy w Katedrze Radioastronomii. Jest to niepowetowana strata dla toruńskiej radioastronomii. W tym przypadku zwyciężyły względy natury finansowej zaoferowane przez nowego pracodawcę, których nie była w stanie przebić Katedra Radioastronomii uzależniona od władz uczelni stosującej taryfikatory ustalone przez Ministerstwo i to na poziomie poniżej średniej krajowej.

Otrzymanie tak długiego stażu należy do nielicznych okazji, a jego strata skłaniać powinna kierownika Katedry do smutnych refleksji. Zapewne lepsze byłoby wysłanie trzech młodych pracowników na roczny staż, z których zapewne nie wszyscy po powrocie szukaliby pracy poza Katedrą. Płace pracowników technicznych wystarczają zaledwie na przeżycie, toteż pracują hobbisci radioastronomii i za to należy im się wielkie uznanie. Tylko dzięki nim radioastronomia toruńska rozwija się i jest wśród najlepszych w Europie.

Osobny problem stanowią wyjazdy na staże naszych młodych koleżanek i kolegów. Jest normalne, że podczas stażu zmieniają oni stan cywilny i tego nie można traktować jako złą wolę. Młodzi aby się urządzić i przyzwyciężyć egzystować wybierają pracę za granicą, a nas sporadycznie odwiedzają przy różnych okazjach. Dzięki małżeństwu straciliśmy dr. I. Owsianik-Condona. Jako stratę należy odnotować odejście mgr. R. Failera, wybitnego programistę i systemowca czy mgr. inż. S. Jakubowicza, bardzo zdolnego i utalentowanego mikroelektronika, głównego budowniczego naszych systemów odbiorczych.

Z zadowoleniem należy odnotować zasilanie kadry radioastronomicznej przez młodych, co miało miejsce w ostatnich kilku latach, a stało się za sprawą wdrożonego do pracy radioteleskopu RT-4. Utworzony zespół operatorów-observatorów

składający się aktualnie z 11 osób zapewnia fachową realizację zadań obserwacyjnych. W jego składzie mamy pracowników inżyniersko-technicznych i doktorantów. Serwis radioteleskopów i urządzeń odbiorczych zapewnia 4 osobowy zespół koserwatorów. Są to głównie nasi wychowankowie.

Po roku 1986 w Katedrze Radioastronomii wykształciło się 17 magistrów, 3 doktorów i 1 profesor nadzwyczajny. Wiek i przepisy regulujące warunki odejścia pracowników na emeryturę są bolesną koniecznością dla Katedry. W ostatnich latach na zasłużoną emeryturę odszedł prof. dr S. Gorgolewski, który kierował Radioastronomią Toruńską od momentu jej powstania przez ponad 40 lat, przekazując jednostkę w godne ręce swego wieloletniego ucznia, obecnie prof. dr. A. Kusa.

Z początkiem 1999 r. przeszedł również na emeryturę piszący te słowa, który uczestniczył we wszystkich etapach rozwoju Radioastronomii Toruńskiej, począwszy od 1965 r., który był nieoficjalnym kierownikiem administracyjnym Katedry a podczas budowy radioteleskopu RT-4 Pełnomocnikiem Rektora d/s jego budowy.

Emeryci są zawsze mile widziani w Katedrze, która stwarza im dobre warunki do dalszej pracy.

TEMATYKA BADAWCZA

Tematy badawcze realizowane są przez grupy doraźnie tworzone wokół naczytelni akademickich z doktorantów, pracowników inżyniersko-technicznych i magistrantów oraz mile widzianych studentów. Tematyka badawcza realizowana w Katedrze Radioastronomii koncentruje się wokół następujących problemów:

- badanie zwartych kwazarów o stromych widmach na falach centymetrowych;
- badanie źródeł emisji maserowej rodnika OH w otoczkach gwiazd;
- badanie źródeł masera metanolu w obszarach materii protogwiazdowej;
- badanie radioźródeł w gromadach galaktyk;
- geodezyjne zastosowania VLBI;
- rozwój metod przetwarzania danych VLBI;
- poszukiwanie planet wokół pulsarów;
- poszukiwanie pulsarów na wysokich częstotliwościach radiowych;
- badanie stabilności profili emisji pulsarów;
- badanie supergromady Herkulesa.

Efekt tych badań to ukazujące się corocznie prace naukowe pracowników Katedry Radioastronomii i współpracujących z nimi naukowców z innych ośrodków w różnych czasopismach naukowych. Rutynowo są prowadzone i opracowywane (aktualnie przez mgr G. Gawrońską) obserwacje Słońca na częstotliwości 127 MHz zapoczątkowane w 1958 r. Dzisiaj stanowią one jeden z najdłuższych ciągów obserwacyjnych na świecie. Chętnie do nich zagląda wielu naukowców różnych dziedzin.

ZMIANY ORGANIZACYJNE I CO DALEJ?

W Toruniu przez wiele lat istniały 3 placówki zajmujące się astronomią, z których Instytut Astronomii i Katedra Radioastronomii znajdowały się w strukturze organizacyjnej Uniwersytetu M. Kopernika, a Pracownia Astrofizyki I PAN (obecnie Zakład Astrofizyki PAN) jest placówką zamiejscową Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika PAN z siedzibą w Warszawie. Stan taki wydawał się nam naturalny. Każda z placówek miała swoje kierownictwo, plan badawczo-rozwojowy, nawiązaną współpracę zagraniczną, lokum, wyposażenie aparaturowe i środki finansowe pochodzące z różnych źródeł. Taki stan istniał do końca 1996 r.

Nasze marzenia o przekształceniu Katedry Radioastronomii w Krajowe Centrum Radioastronomii na wzór podobnych istniejących w Europie, zrodziły się łącznie z budową radioteleskopu RT-4. Bez rozgłosu w bardzo wąskim gronie rozpoznaliśmy od strony prawnej procedurę powstania takiej jednostki oraz opracowaliśmy projekty niezbędnych aktów towarzyszących jej powołaniu, takich jak: struktura jednostki, regulamin działania, skład rady naukowej i programowej, źródła finansowania i plan współpracy międzynarodowej w ramach Europejskiej sieci VLBI (tutaj od lat uczestniczymy we wspólnych badaniach jako członek niestowarzyszony, a od 1998 r. jako członek rzeczywisty). Marzenia nasze stały się szybko nieaktualne.

Na mocy Zarządzenia nr 29 Rektora Uniwersytetu Mikołaja Kopernika z dnia 9 grudnia 1996 r. obie placówki uczelniane zajmujące się astronomią zostały połączone z dniem 2 stycznia 1997 r. w Centrum Astronomiczne UMK, w skład którego wchodzi jako jednostki naukowo-dydaktyczne: Katedra Astronomii i Astrofizyki (dawny Instytut Astronomii), Katedra Radioastronomii, Biblioteka Centrum i Dział Administracyjny Centrum. Na Dyrektora nowo utworzonej placówki na okres trzyletni powołano prof. dr. Aleksandra Wolszczana, który kierował nią zza oceanu i podczas 4 krótkich corocznych wizyt w Toruniu. Powstanie Centrum Astronomii i jego całkowita lokalizacja w Piwnicach k/Torunia spowodowały, że cały dotychczasowy Instytut Astronomii został tam przeniesiony do wcześniej wyremontowanych pomieszczeń. Studenci na większość zajęć dydaktycznych dojeżdżają PKS-em, bez większego entuzjazmu do Piwnic.

Katedra Radioastronomii z radioteleskopem w tej strukturze jest czymś wyjątkowym. Utrzymanie radioteleskopu w ciągłej sprawności obserwacyjnej, realizacja planów obserwacyjnych i ciągła modernizacja systemów odbiorczych i pomiarowo-kontrolnych wymaga dużego zespołu inżynierijno-technicznego. Z końcem 1997 r. utworzono zespół stałej obsługi technicznej radioteleskopów a z początkiem 1998 r. zespół stałych obserwatorów-operatorów. Podyktowane to było ciągłym wzrostem czasu wykorzystania radioteleskopu RT-4 przez pracowników Katedry Radioastronomii i pracowników innych ośrodków astronomicznych, krajowych i zagranicznych. W 1999 r. wykorzystanie czasu pracy

radioteleskopu na realizację planów badawczych wzrosło do 90%. Pozostały czas wykorzystywany jest na testowanie nowych urządzeń, modernizację istniejących i planowy serwis. Uzyskanie przez Katedrę Radioastronomii pełnego członkostwa Europejskiej Sieci VLBI od kwietnia 1998 r. jako stacji TRAO zmieniło spojrzenie i stosunek do nas wielu osób. Nieoficjalnie od stycznia 1999 r. nawiązano do naszych dawnych marzeń, rozpoczęto starania o powołanie Krajowego Ośrodka Radioastronomii (KOR-a) i jego Rady Programowej w celu usprawnienia funkcjonowania stacji obserwacyjnej i łatwiejszego dostępu do korzystania z jej usług. Inicjatywa ta uzyskała uprawnienie ze strony Senatu UMK i znajduje się w strukturach uczelni. Od 2 stycznia 2001 r. w Centrum Astronomii UMK nastąpiła zmiana na stanowisku Dyrektora. Nowym Dyrektorem został prof. dr A. Kus były i obecny Kierownik Katedry Radioastronomii. Należy mu życzyć, aby marzenia władz uczelni sprzed 4 lat dotyczące Centrum Astronomii, jako wiodącej placówki w kraju, spełniły się w pełni w obecnej kadencji oraz aby Krajowy Ośrodek Radioastronomii (KOR-a) stał się strukturalną jednostką uczelni znaną w kraju i za granicą.

KOSZTY UTRZYMANIA

Katedra Radioastronomii jako Stacja VLBI (czy Krajowy Ośrodek Radioastronomii) nie mieści się w strukturach uczelni, gdyż jest jednostką ukierunkowaną na badania i świadcząca niewielkie usługi dydaktyczne. Środki, jakie otrzymujemy z uczelni na działalność statutową, badania własne i materiały są naliczane według zadań dydaktycznych toteż są znikome w porównaniu z potrzebami. Pochodzą one z dotacji Ministerstwa i środków własnych wypracowanych przez uczelnię (co oznacza, że dodatkowe środki, jakie otrzymujemy muszą wypracować inne jednostki organizacyjne działające w strukturach uczelni). Komitet Badań Naukowych (KBN) był naszym głównym sponsorem w okresie budowy radioteleskopu RT-4 i jest nim nadal. KBN docenia działalność Toruńskiej Stacji działającej w Sieci Europejskiej VLBI i na jej utrzymanie znajdują się środki w postaci grantu ze środków SPUB-u. Są to wcale niemałe kwoty wystarczające na utrzymanie i rozwój Stacji VLBI oraz opłacenie części etatów inżynierjno-technicznych niezbędnych do sprawnego jej funkcjonowania (serwisu i operatorów-observatorów). Pomoc w postaci grantu na aparaturę i materiały oraz opłacenie części etatów technicznych udało się nam otrzymać z Unii Europejskiej. W ostatnich kilku latach łącznie z grantów opłacanych jest większość etatów inżynierjno-technicznych. Środki na badania to granty KBN, jakie otrzymują nasi pracownicy i ich współpracownicy na realizowane tematy badawcze, które uzyskały wysoką ocenę Komisji Kwalifikacyjnej Komitetu Badań Naukowych. Unia Europejska wspomaga grantami tematy realizowane we współpracy międzynarodowej. Takie tematy są również realizowane w Katedrze Radioastronomii.

ZAMIAST PODSUMOWANIA

Jestem zmuszony zakończyć swoje opracowanie smutną informacją nie tylko dla radioastronomii toruńskiej, ale i całej społeczności astronomicznej w kraju i za granicą. W dniu 16 maja 1999 r. po krótkiej chorobie odeszła od nas na zawsze Pani prof. dr Wilhelmina Iwanowska. W szczególności była Ona dla radioastronomii toruńskiej „Matką”. To właśnie dzięki jej życzliwości i zaangażowaniu powstała radioastronomia toruńska. Początkowo jako grupa działająca przy Zakładzie Astrofizyki kierowanym przez Panią Profesor, a później jako samodzielna jednostka badawczo-dydaktyczna. Prowadziła wspaniałe wykłady z radioastronomii dla zaczynających swą profesję radioastronomów. Dzięki Jej kontaktom zagranicznym wyjechali do wiodących Ośrodków Radioastronomicznych w Anglii, Holandii, Australii i Stanach Zjednoczonych pierwsi toruńscy radioastronomowie na staże naukowe. Z wielką pasją maniaka hobbisty interesowała się wszelką działalnością radioastronomii toruńskiej, a w okresach niepowodzeń zawsze wspierała swym autorytetem. Z Jej przeróżnych rad i sugestii korzystaliśmy często. Do ostatnich dni swego życia przyjeżdżała do Piwnic, będąc od lat na emeryturze, do Katedry Radioastronomii, którą nadzwyczaj pokochała. Będzie Jej nam naprawdę brakowało.

PODZIĘKOWANIE

Autor serdecznie dziękuje prof. dr A. Kusowi, dr inż. J. Usowiczowi, dr A. Mareckiemu i dr M. Szymczakowi za pomoc i krytyczne uwagi w okresie pisania pracy oraz mgr S. Krawczykowi za udostępnione zdjęcie. Dodatkowe podziękowanie składam dr A. Mareckiemu za napisanie akapitu: *Wyposażenie w sprzęt komputerowy*.