

# Początki częstochowskiej radioastronomii

## Bogdan Wszolek

Instytut Fizyki, Wydział Matematyczno-Przyrodniczy, Akademia im. Jana Długosza,  
Al. Armii Krajowej 13/15, 42-200 Częstochowa

[bogdan@ajd.czyst.pl](mailto:bogdan@ajd.czyst.pl)

## Wstęp

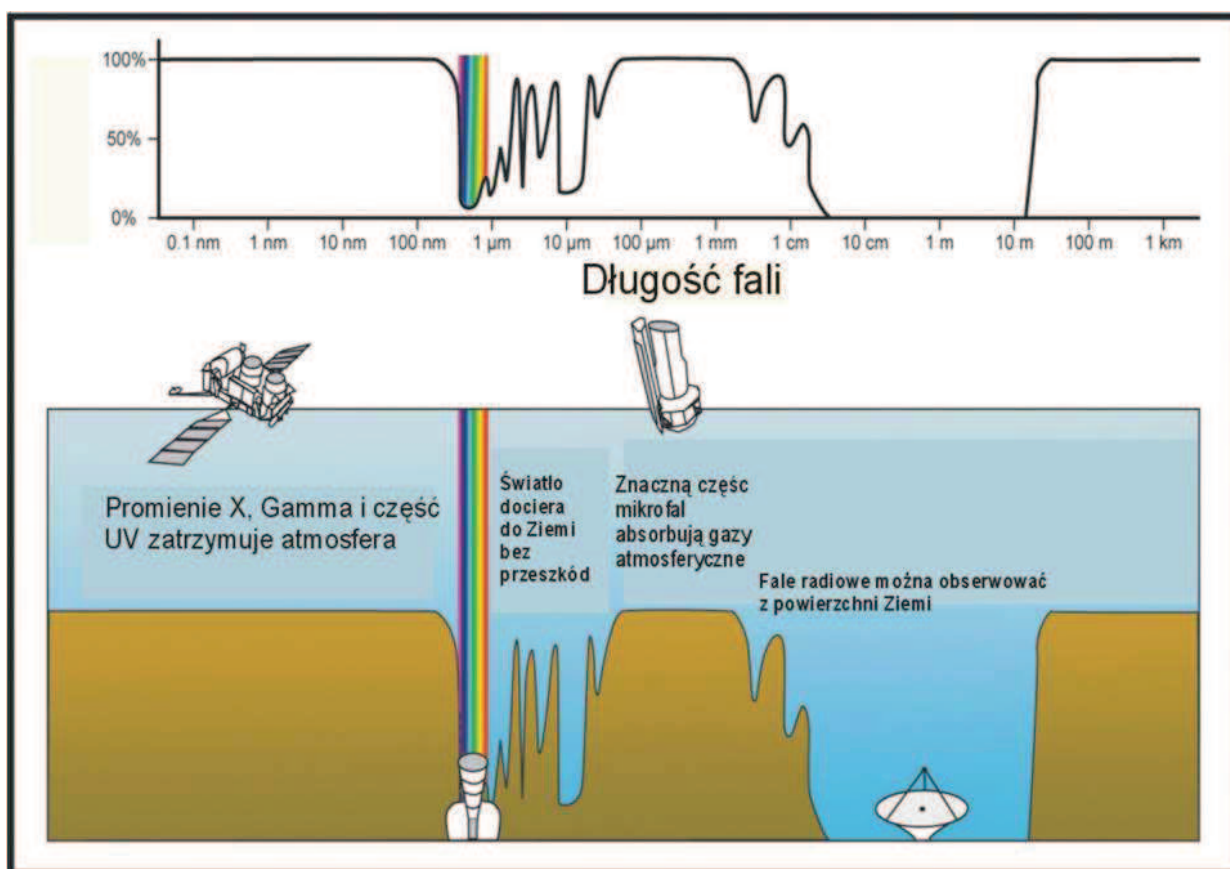
Pełny zakres promieniowania elektromagnetycznego obejmuje światło, w jego wszelkich barwnych odmianach, oraz niepostrzegane bezpośrednio promieniowania: radiowe, podczerwone, ultrafioletowe, rentgenowskie (X) oraz gamma (Rys.1). Promieniowanie radiowe obejmuje zakres widma elektromagnetycznego po stronie jego najdłuższych fal. Fale z dużego zakresu widma radiowego przenikają swobodnie przez ziemską atmosferę, co umożliwia ich wykorzystanie do celów telekomunikacyjnych oraz do rejestracji naturalnego promieniowania radiowego obiektów astronomicznych.

Pierwszej detekcji sztucznie wygenerowanych fal radiowych dokonał w 1888 roku Heinrich Hertz. Odkrycia fal radiowych pochodzenia kosmicznego dokonał w 1932 roku Karl Jansky, który badając przyczyny zakłóceń odbioru radiowego na falach 15-metrowych stwierdził za pomocą czułej anteny kierunkowej, że maksimum natężenia szumów radiowych powtarza się w okresie doby gwiazdowej i jest związane z promieniowaniem dochodzącym z kierunku centrum Galaktyki. Dalsze prace w zakresie radiowym podjęto dopiero po blisko 10 latach. W latach 1939-45 m.in. Grote Reber, pionier amerykańskiej radioastronomii, zbudował na swojej posesji 9.57-metrową paraboloidalną antenę i zaobserwował nią emisję radiową Drogi Mlecznej na 1.87 m (160 MHz). Obserwował również Słońce na falach metrowych i centymetrowych. Szybki rozwój radioastronomii rozpoczął się po II wojnie światowej, podczas której nastąpił znaczny postęp w technice radiowej, stosowanej do celów militarnych (radar).

Radioastronomia to dział astronomii obejmujący obserwacje promieniowania radiowego ciał niebieskich oraz badania bliskich obiektów astronomicznych przy użyciu odbitych od ich powierzchni fal radiowych emitowanych sztucznie. Przewadzone z Ziemi badania radioastronomiczne ograniczają się jedynie do fal o długościach zawartych w obrębie tzw. radiowego okna atmosferycznego, obejmującego promieniowanie radiowe o długościach fali większych niż 350  $\mu\text{m}$  (850 GHz) i mniejszych niż 10-20 m (30-15 MHz). Radiowe okno atmosferyczne

ograniczone jest od strony fal długich wskutek nieprzezroczystości jonosfery (pochłanianie i rozpraszanie). Fale krótsze od 1.5 mm są absorbowane w dolnych warstwach atmosfery, przede wszystkim przez tlen i parę wodną. Również w obrębie radiowego okna atmosferycznego, w dziedzinie fal milimetrowych i centymetrowych, występują silne absorpcyjne pasma atmosferyczne (2.5 mm, 5 mm i 1.3 cm).

Do rejestracji fal radiowych służą radioteleskopy. Fale radiowe docierają do teleskopu i po skupieniu w systemie zwierciadeł trafiają do odpowiedniego falo-wodu. Na jego końcu jest właściwa antena, w której fale radiowe generują prądy elektryczne. Powszechnie znane jest wykorzystanie fal radiowych na potrzeby życia codziennego: radio, telewizja, telefonia komórkowa, systemy radiolokacji i nawigacji na lądzie, morzu, w powietrzu oraz w kosmosie. Żadne loty w kosmos nie byłyby do zrealizowania bez radiowych technik komunikacji. Mniej znane, choć jeszcze więcej znaczące dla ludzkości, są dobrodziejstwa płynące z naukowej analizy promieniowania radiowego docierającego od ciał niebieskich. Mimo, że radioastronomia istnieje dopiero od kilkudziesięciu lat, to dostarczyła więcej wiedzy o Wszechświecie niż astronomia optyczna od początków swego istnienia. Otworzyła też astronomii możliwości wykorzystywania całego widma elektromagnetycznego dla zgłębiania tajemnic Wszechświata.



Rys. 1. Widmo fal elektromagnetycznych z naniesioną informacją o ich pochłanianiu przez ziemską atmosferę. (Źródło: <http://encyklopediafantastyki.pl/>).

Radioteleskop to przyrząd służący do odbioru promieniowania radiowego docierającego spoza atmosfery Ziemi. Jego głównymi częściami są antena i odbiornik. Najprostszą antenę stanowi dipol półfalowy, będący zespołem dwóch prętów ustawionych wzdłuż jednej prostej i połączonych przewodami z odbiornikiem. Dipol wykazuje największą czułość na promieniowanie docierające z kierunków prostopadłych do niego, nie rejestruje natomiast promieniowania padającego wzdłuż jego osi. Antena dipolowa odbiera promieniowanie z dużego obszaru nieba i nie pozwala dokładnie określić położenia radioźródła na niebie.

Dlatego, anteny dipolowe umieszcza się w ogniskach radioteleskopów o specjalnych paraboloidalnych czaszach, które istotnie poprawiają kierunkowość. Promieniowanie radiowe padające w kierunku osi paraboloidy po odbiciu od jej metalowej czaszy jest ogniskowane na dipolu. Jednocześnie powierzchnia czaszy radioteleskopu osłania dipol przed promieniowaniem z innych obszarów nieba. Stosowanie dużych zwierciadeł (czaszy) paraboloidalnych powoduje też wzrost czułości anteny. Ilość docierającej do niej energii jest bowiem proporcjonalna do kwadratu średnicy czaszy. Powierzchnią odbijającą jest często siatka metalowa, która pełni rolę zwierciadła dla fal o długościach przynajmniej kilkakrotnie większych od rozmiaru jej oczek. Użycie siatki zamiast litej powierzchni metalowej pozwala na zmniejszenie ciężaru całej konstrukcji, co znacznie ułatwia montaż radioteleskopu i posługiwanie się nim. Inne rozwiązanie dające wzrost kierunkowości anteny polega na stosowaniu układów dipoli. Przykładem takiego przyrządu jest antena ścianowa, składająca się z wielu dipoli ustawionych w szeregach w jednej płaszczyźnie.

Główne trudności obserwacyjne w radioastronomii wiążą się z zapewnieniem dostatecznej zdolności rozdzielczej radioteleskopów. Wobec dużej długości fal radiowych zachodzi konieczność budowania wielkich czaszy. Zdolność rozdzielcza radioteleskopu jest określona wielkością promienia obrazu dyfrakcyjnego i wynosi  $\rho = 1.22 \lambda/D$  radianów, gdzie  $\lambda$  – długość fali promieniowania,  $D$  – średnica czaszy radioteleskopu. Im promień  $\rho$  mniejszy tym zdolność rozdzielcza lepsza. Ponieważ promień obrazu dyfrakcyjnego jest proporcjonalny do długości fali, średnica radioteleskopu musi być duża, aby radioteleskop miał zadowalającą zdolność rozdzielczą. Dla przykładu w radioteleskopie o średnicy 100 m promień obrazu dyfrakcyjnego dla fal metrowych wynosi  $42'$ , a dla czaszy o średnicy 13 m aż  $5.4^\circ$  (ponad 10 średnic tarczy Słońca lub Księżyca). 13-metrowy radioteleskop nie jest w stanie rozdzielić dwóch radioźródeł, emitujących fale o długości 1 m, odległych na niebie o kąt mniejszy niż  $5.4^\circ$ ! Zarejestruje je, jako jedno źródło.

Dla poprawy zdolności rozdzielczej stosuje się w radioastronomii systemy interferometryczne. W najprostszym interferometrze wykorzystuje się dwa radioteleskopy, oddalone od siebie na odległość  $R$ , zwaną bazą. We wzorze na zdolność rozdzielczą instrumentu wstawia się  $R$  w miejsce  $D$ . Dwa radioteleskopy, i to niezależnie od rozmiarów każdego z nich, ustawione w odległości 300 km od siebie i jednocześnie rejestrujące, jako interferometr, fale o długości 1 m pochodzące od tego samego źródła, mają imponującą zdolność rozdzielczą  $\rho = 0.8''$ .

Nawet obserwacje w zakresie optycznym ustępują pod względem zdolności rozdzielczej średniej klasy interferometrom radiowym. Stosowanie interferometrów radiowych o dostatecznie wysokiej zdolności rozdzielczej jest konieczne nie tylko do zapewnienia możliwości zlokalizowania radioźródła na sferze niebieskiej, lecz także do wyodrębnienia jego promieniowania ze strumienia termicznego promieniowania radiowego dochodzącego z otoczenia: od powierzchni Ziemi i atmosfery oraz z ogólnego tła promieniowania radiowego nieba.

Odrębną metodę badań radioastronomicznych stanowią obserwacje obiektów astronomicznych za pomocą techniki radarowej. Technikę tę zastosowano m.in. do badania torów meteoroidów w atmosferze ziemskiej, wykorzystując odbicie fal radiowych od kolumny gazu zjonizowanego podczas przelotu meteoroidu przez atmosferę. Metoda ta ma tę przewagę nad metodą zwykłych optycznych obserwacji meteorów, że może być stosowana zarówno w nocy, jak i w dzień. Przy użyciu sztucznego promieniowania radiowego emitowanego z Ziemi i odbitego od planety Wenus przeprowadzono prace nad wyznaczeniem dokładnej skali odległości w Układzie Słonecznym, a w szczególności nad ustaleniem długości jednostki astronomicznej. Technika radarową można się posługiwać jedynie w odniesieniu do obiektów niezbyt odległych od Ziemi, gdyż stosunek natężeń sygnału odebranego do wysłanego szybko maleje z odległością.

Do głównych osiągnięć radioastronomii należą: odkrycie licznych radioźródeł w Galaktyce, jak i radioźródeł pozagalaktycznych, a wśród tych ostatnich – najjaśniejszych obiektów Wszechświata, tzw. kwazarów; obserwacje linii 21 cm emitowanej przez neutralny wodór, które stały się podstawą wyznaczenia rozmieszczenia materii międzygwiazdowej w Galaktyce; obserwacje radiowe Słońca i planet, wykrycie pulsarów i mikrofalowego promieniowania tła. Obserwacje radioastronomiczne umożliwiają studiowanie wielu problemów leżących u podstaw fizyki współczesnej, m.in. dotyczących stanu supergęstej materii oraz natury grawitacji i magnetyzmu.

Badania radioastronomiczne prowadzi się na szeroką skalę w wielu bogatych krajach świata. Powstają instrumenty o niewyobrażalnie dużych możliwościach. Radioastronomia ma piękną przeszłość i wyjątkowo obiecującą przyszłość. Tradycyjna astronomia optyczna to ledwie „pączek” wobec „kwiatu” astronomii radiowej. W Polsce jest kilkudziesięciu radioastronomów, którzy działają głównie w oparciu o radioteleskopy zagraniczne. Rodzima baza obserwacyjna w zakresie radioastronomii jest bardzo uboga, właściwie symboliczna. Stymuluje raczej zainteresowania radioastronomią niż pozwala prowadzić liczące się obserwacje naukowe. W tym kontekście każdy ruch w stronę rozbudowy instrumentarium radioastronomicznego w Polsce ma znaczenie fundamentalne. Wbrew najśmielszym oczekiwaniom, jednym z przyczółków polskiej radioastronomii staje się ostatnio Częstochowa. Za sprawą 13-metrowego radioteleskopu, który stanął przy Rondzie Mickiewicza, zaczyna ziszczać się marzenie ks. Bonawentury Metlera, pioniera astronomii częstochowskiej, o powstaniu w Częstochowie nowoczesnego centrum astronomicznego.



## **Likwidacja ośrodka łączności satelitarnej w Psarach**

W roku 2010 były w Polsce trzy ośrodki, które miały w posiadaniu duże, jak na warunki polskie, radioteleskopy: Centrum Usług Satelitarnych TP SAT w Psarach k/Kielc (siedem radioteleskopów o średnicach paraboloidalnych czasz: 32.5, 16, 13, 13, 13, 12 i 9 metrów), Centrum Astronomii Uniwersytetu Mikołaja Kopernika w Toruniu (dwie anteny paraboloidalne w Piwnicach k/Torunia o średnicach czasz 32 i 15 metrów) oraz Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie (dwie anteny o średnicach czasz paraboloidalnych: 15 i 8 metrów). Anteny w Psarach były utrzymane w największej kulturze technicznej i pracowały w trybie ciągłym i niezawodnym, zabezpieczając, na wyśmienitym światowym poziomie, potrzeby właściciela w zakresie telekomunikacji satelitarnej. Pracowały, jako nadajniki i jako odbiorniki. Anteny w Piwnicach i w Krakowie, o znacznie łagodniejszym reżymie wykorzystania i o wiele niższej kulturze technicznej niż te w Psarach, służyły, i nadal jakoś służą, Uniwersytetom do uprawiania dydaktyki i czasem jakiejś namiastki nauki. Pracują, w najlepszym razie, tylko, jako odbiorniki.



Fot. 1. Największy radioteleskop spośród zbudowanych kiedykolwiek w Polsce. Do roku 2010 pracował w Psarach k. Kielc. Jako doskonale sprawny został zniszczony ze względów politycznych. Średnica czaszy radioteleskopu wynosiła 32.5 metra.

W 2010 roku okazało się, że TP przystąpiła do cichej likwidacji swojego ośrodka w Psarach. Informacja o tym jednak wyciekła i niektórzy radioastronomowie polscy zdążyli się dowiedzieć o zamiarach TP, ale było już wtedy zbyt mało czasu oraz woli politycznej na instytucjonalne ratowanie ośrodka.

Dnia 6 lipca 2010 roku do ośrodka w Psarach udali się radioastronomowie z Obserwatorium Astronomicznego Uniwersytetu Jagiellońskiego w Krakowie (prof. dr hab. Katarzyna Otmianowska-Mazur, prof. dr hab. Jerzy Machalski, dr hab. Krzysztof Chyży, dr Stanisław Ryś oraz mgr Jacek Knapik), a także przedstawiciele Stowarzyszenia Astronomia Nova w osobach autora oraz mgr inż. Pawła Kołodziejczyka. Wszystkim przyświecała idea ratowania instrumentarium przed złomowaniem. Stronę właściciela reprezentował Jan Doboszyński – dyrektor firmy rozbiórkowej, która wygrała konkurs na złomowanie urządzeń. Pan Doboszyński rozumiał powagę sytuacji i żał mu było niszczyć wspaniałe instrumenty. Informując, że likwidacja rozpocznie się prawdopodobnie w sierpniu i potrwa, zgodnie z umową, jeden miesiąc, stwierdził, że gotów jest odstąpić po cenie złomu dowolny instrument (a nawet wszystkie) komuś, kto we własnym zakresie dokona rozbiórki. Wobec ogromnych mas radioteleskopów (anten), niemożliwym zdawał się sugerowany ratunek czegokolwiek. Mimo to, doszło do wstępnej deklaracji zainteresowań pozyskaniem dwóch instrumentów: Uniwersytet Jagielloński chciał pozyskać 16-metrową, a autor (prywatnie) 9-metrową antenę.

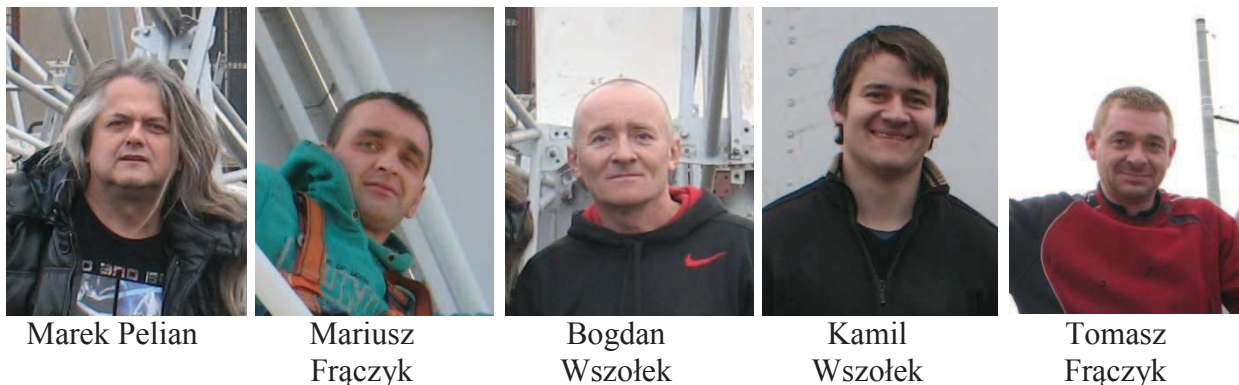
Oficjalne zezwolenie na prace rozbiórkowe wydano dopiero w październiku. Do tego czasu Uniwersytet Jagielloński negocjował łagodniejsze warunki pozyskania 16-metrowej anteny z władzami TP. Autor przedsięwziął poszukiwania potencjalnych nabywców pozostałych anten. Ostatecznie uratowano cztery radioteleskopy (Tab. 1.), z których jeden trafił do Częstochowy.

Tabela.1. Nowe miejsca i nowi właściciele dla radioteleskopów z Psar. Wytłuszczono anteny, które już zostały zbudowane w nowych miejscach.

Antena	Miejscowość	Współrzędne geograficzne	Właściciel
RT-16 oraz noga od RT-12	Kraków	$\varphi = 50^{\circ}04'$ $\lambda = 19^{\circ}58' \text{ E}$	Obserwatorium Astronomiczne Uniwersytetu Jagiellońskiego
<b>RT-13A</b>	Częstochowa	$\varphi = 50^{\circ}49'$ $\lambda = 19^{\circ}07' \text{ E}$	Marek Pelian
RT-13B	Wieruszów	$\varphi = 51^{\circ}17'$ $\lambda = 18^{\circ}10' \text{ E}$	Kazimierz Błaszczak
<b>RT-9</b> oraz noga od RT-16	Rzepiennik Biskupi	$\varphi = 49^{\circ}47'$ $\lambda = 21^{\circ}05' \text{ E}$	Bogdan Wszolek

## Pozyskanie RT-13A dla Częstochowy

RT-13A (Fot. 3), trzynastometrowej średnicy antena satelitarna produkcji japońskiej, trafiła do Częstochowy dzięki finansowemu zabezpieczeniu ze strony Marka Peliana – biznesmena, który, jako jedyny Częstochowianin, zareagował pozytywnie na prasowe wezwanie autora do ratowania instrumentów w Psarach. Teleskop stanął na terenie jego nowopowstałej Dyskoteki RAY, zbudowanej specjalnie dla stymulacji zainteresowań społeczeństwa niebem.



Fot. 2. Inwestor i ekipa, która zdemontowała RT-13A w Psarach.

Demontażu anteny dokonał autor wraz z pomocnikami: Mariuszem i Tomaszem Frączykami oraz synem, Kamilem Wszółkiem. Przed rozbiórką wykonano szczegółową dokumentację fotograficzną instrumentu i odpowiednie znakowanie jego elementów. Sam demontaż wykonano z odpowiednio wysoką kulturą techniczną, dla uniknięcia odkształceń i uszkodzeń. Zwłaszcza prace dźwigowe wymagały ogromnej czujności i sprawności poruszania się i działania na dużych wysokościach w utrudnionych warunkach pogodowych mroźnej jesieni. Nie można było uronić żadnej z tysięcy śrub, nakrętek, podkładek itp. Nie należało też przesadzić z rozkręcaniem. W szczególności było istotne, aby na śrubach podtrzymujących panele nie ruszać spodnich nakrętek. W ten sposób zabezpieczono oryginalną geometrię czaszy.

Demontaż anteny odbył się w dniach 29-30 października oraz 2-4 listopada 2010. Odkręcono większość paneli z poszycia czaszy i siłami ludzkimi przetransportowano w bezpieczne miejsce na polanie. Dokonano też wyjątkowo trudnej i niebezpiecznej operacji ręcznego demontażu zwierciadła wtórnego wraz z podtrzymującym go trójnogiem. W końcu, z pomocą dźwigu, zdjęto czaszę i dalszego jej demontażu dokonano już na ziemi. Niezależnie odkręcono nogę anteny od fundamentu i zdjęto z niej siłowniki. Całość przygotowano do transportu. Instrument został rozdzielony na pięć części o ciężarze wymagającym dźwigu do załadunku/rozładunku: noga z obrotową platformą (ok. 5 ton), rdzeń czaszy (ok. 3 tony), dwa siłowniki (w sumie ok. 1 tony) oraz drabina z osłoną (ok. 0.5 tony). Elementy dające się udźwignąć bezpośrednio przez ludzi to: 36 aluminiowych paneli, zwierciadło wtórne, 3 dźwigary zwierciadła wtórnego, 24 żebra



konstrukcji czaszy oraz drobnicą w postaci najróżniejszych śrub, nakrętek i podkładek.

Z początku nie było wiadomo gdzie zawieść rozebrany radioteleskop. Nikt nie znalazł też jego miejsca docelowego. Zdecydowano złożyć go na razie w Pabianicach koło Janowa, na prywatnej posesji Państwa Frączyk. Sam transport odbył się 12 listopada. Lżejsze elementy zmagazynowano w stodole, a cięższe pozostawiono na podwórku. RT-13A przeleżał w Pabianicach prawie dwa lata.



Fot. 3. RT-13A na pierwotnym stanowisku w Psarach.





Fot. 4. Autor na miejscu składowania RT-13A w Pabianicach w maju 2011.

Kilkutonowa paraboloidalna czasza RT-13A składa się z paneli przykręconych do stalowej konstrukcji przy pomocy nierdzewnych śrub. Ma swobodę ruchu od 0 do 90 stopni w wysokości i około 120 stopni w azymucie. Zakres azymutu daje się zmienić – kwestia odkręcenia i ponownego przykręcenia sześciu śrub. Dolne panele czaszy są podgrzewane dla uniknięcia zalegania śniegu.

### **Budowa RT-13A w Częstochowie**

Budowa od podstaw radioteleskopu podobnej klasy jak RT-13A jest przedsięwzięciem bardzo trudnym i kosztownym. W aktualnych uwarunkowaniach polskich wchodzi w rachubę jedynie zakup instrumentu za granicą wraz z firmowym montażem. Tak powstawały radioteleskopy w Psarach. Budując radioteleskop należy odpowiednio wykonać fundament, część mechaniczną oraz część elektrotechniczną i elektroniczną. W przypadku fundamentu teoretycznie jest najmniej problemu. Wystarczy odpowiednia, najlepiej z dużym zapasem, ilość żelbetonu. Nie trudno też zabezpieczyć sprawy elektrotechniczne. Największe koszty i trudności dotyczą zakresu mechanicznego, i to nie tyle w zakresie projektu (bardzo kosztownego), co wykonania. Budowa od zera kosztuje już na poziomie projektowania niebotyczne sumy i nie gwarantuje ostatecznego sukcesu. Nowy radioteleskop wraz z jego budową kosztowałby wiele milionów złotych.

Przeniesienie sprawnie działającego radioteleskopu to rzecz zupełnie inna. Na starcie wiadomo, że instrument jest dobry, bo przez lata pracował niezawodnie. Należy tylko dobrze wszystko podpatrzyć i odtworzyć w nowym miejscu. Wtedy jest gwarancja, że sprawa się uda. Jest też bardzo istotne, aby montaż radioteleskopu dokonywały te same osoby, które go rozbierały. W przypadku częstochowskiego RT-13A wszystko zostało wykonane zgodnie z arkanami sztuki. Jednak, mimo zachowania maksymalnej ostrożności, zginęło trochę oryginalnych śrub, uległy wygięciu końcówki stalowych rur podtrzymujących zwierciadło wtórne, a samo zwierciadło zostało uszkodzone na części swojego obwodu. Usterki te udało się usunąć we własnym zakresie.

Nie od razu było wiadomo, że RT-13A stanie w Częstochowie. Inwestor nie posiadał z początku własnego gruntu. Rozważano ustawienie anteny na rozległych terenach nowo otwartego zajazdu w Piasku, ale sprawy się komplikowały. Rozważano zakup działki gdzieś na Jurze, w promieniu 30 km od Częstochowy. Tu też nie szło znaleźć niczego odpowiedniego. W końcu pojawiła się możliwość zakupu terenu w Częstochowie, wraz z budynkiem dawniejszych warsztatów szkolnych. Pan Marek Pelian zakupił działkę wraz z budynkiem i przystąpił do urządzania Dyskoteki RAY, której zadaniem, przy okazji rozrywki, ma być stymulowanie zainteresowań niebem. Po przezwyciężeniu obiekcji, co do zaszumienia radiowego Częstochowy, a zwłaszcza miejsca pomiędzy bliskimi trakcjami kolejowymi i tramwajowymi, zdecydowano się na budowę RT-13A właśnie na terenie tej „astronomicznej” dyskoteki. Angielska nazwa „ray” oznacza po polsku „promieniowanie”. Antena jest stworzona do odbioru niewidzialnego (radiowego) promieniowania docierającego z Kosmosu. Dyskotece ma dostarczać fal radiowych ze źródeł astronomicznych. Fale te zostaną w odpowiedni sposób przetransformowane i zaimplementowane do utworów odtwarzanych podczas trwania dyskoteki. Dochody z Dyskoteki mają z kolei zabezpieczyć koszty eksploatacji instrumentu, który oprócz wspomnianej funkcji ma być instrumentem do uprawiania nauki. Z tego też względu, przedsięwzięciu patronuje od początku Stowarzyszenie Astronomia Nova ([www.astronomianova.org](http://www.astronomianova.org)), zrzeszające kilkadziesiąt polskich i zagranicznych profesjonalistów z dziedziny astronomii, astronautyki i dziedzin pokrewnych.



Fot. 5. Wykop pod fundament (głębokość ponad 8 metrów, średnica prawie 3 metry).

Po uzyskaniu odpowiednich zezwoleń i korzystając z pięknej jesiennej aury przystąpiono w dniu 8 listopada 2012 do budowy RT-13A przy Dyskotece RAY w pobliżu Ronda Mickiewicza w Częstochowie. W pierwszym dniu Częstochowska firma budowlana wykonała odpowiedni wykop i wstawiła do niego solidne



zbrojenie. 9 listopada całość została zalana betonem (w ilości ok. 60 m<sup>3</sup>). Z fundamentu wyprowadzono 16 śrub dla mocowania nogi radioteleskopu.



Fot.6. Zbrojenie fundamentu i wyprowadzenie szesnastu śrub mocujących nogę anteny.



Fot. 7. Prace finalne przy fundamencie.

Podczas zastygania fundamentu przystąpiono do skręcania czaszy. Przy pomocy dźwigu ustawiono w pionie rdzeń i siłami ludzkich mięśni zaczęto przykręcać żebra. Prace montażowe, pod nadzorem autora, były prowadzone przez Kamila Wszółka, Mariusza i Tomasza Frączyków, Przemysława Woska oraz Marka Orlikowskiego. Skręcanie żeber, dokręcanie paneli, naprawa usterek przy zwierciadle wtórnym i jego dźwigarach, przygotowanie do montażu siłowników, wreszcie remanent w zasobach śrub oraz malowanie konserwacyjne niektórych elementów, ukończono początkiem grudnia. W międzyczasie przyszły opady



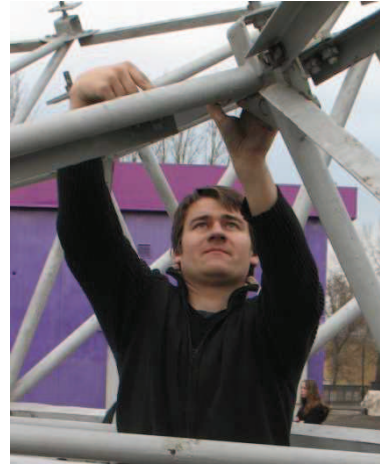
śniegu i lekki mróz. Nie było pewności, czy uda się postawić radioteleskop przed końcem roku, czy trzeba będzie poczekać z dalszymi pracami do wiosny.



Bogdan Wszółek



Przemysław Wosek



Kamil Wszółek

Fot. 8. Skręcanie czaszy radioteleskopu RT-13A w Częstochowie (listopad 2012).



Fot. 9. Rdzeń czaszy z przykręconymi żebrami.

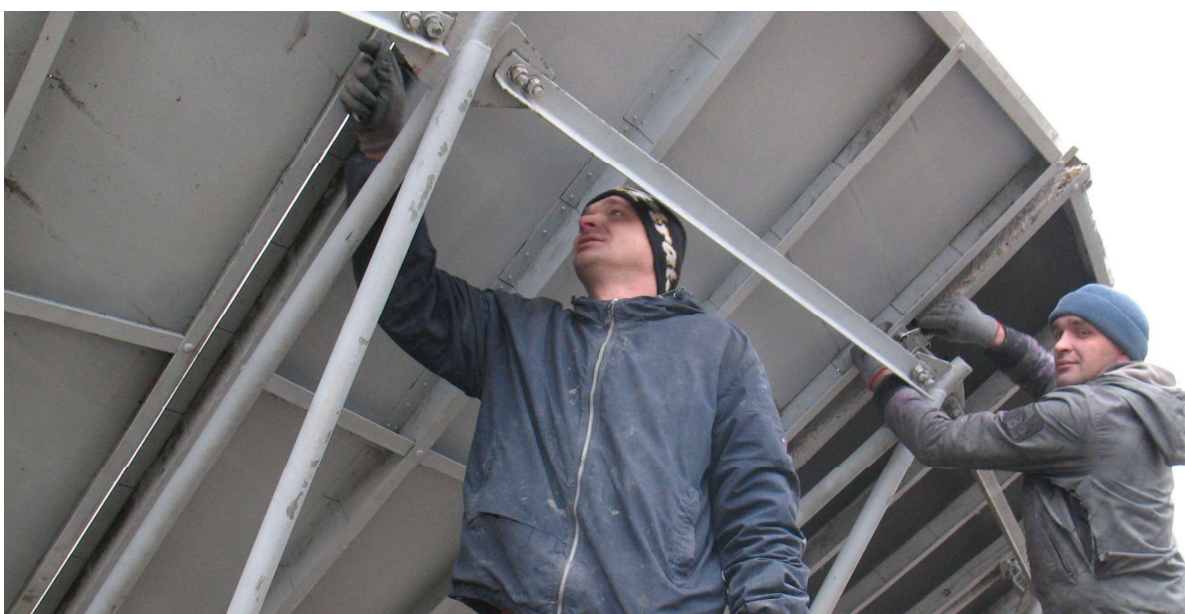


Fot. 10. Studenci fizyki częstochowskiej AJD wraz z autorem, podczas wizyty na placu budowy.

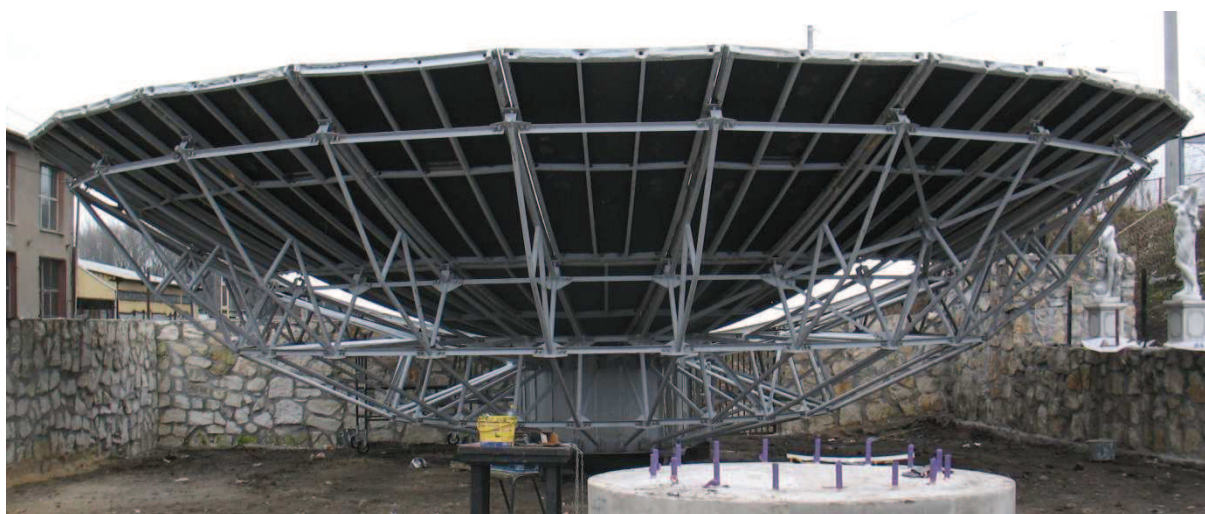




Fot. 11. Zdarzało się, że mroźna aura na budowie była łagodzona przez gości, przynoszących gorącą herbatę i kanapki. Od lewej: autor, Katarzyna Filipecka, Magdalena Biernacka, Julita Ozga, Karina Bączek, Agnieszka Dymarek i Marek Pelian.



Fot. 12. Tomasz (z lewej) i Mariusz Frączykowie podczas dokręcania paneli.



Fot. 13. Skręcona czasza i wyschnięty fundament (koniec listopada 2012).

W dniu 10 grudnia 2012, z pomocą specjalnego dźwigu, przy śnieżnej i mroźnej ( $-7^{\circ}\text{C}$ ) pogodzie, dokonano zasadniczej operacji montażu instrumentu. Najpierw przytwierdzono siłownik pionowy do jeszcze leżącej nogi. Potem dźwignięto nogę i zawieszono ponad śrubami wystającymi z fundamentu. Należało bardzo delikatnym manewrem opuścić nogę tak, aby 16 śrub trafiło idealnie w 16 otworów wywierconych w kołnierzu po wewnętrznej stronie podstawy nogi. Na każdej śrubie była wcześniej nakręcona nakrętka, której położenie zostało ściśle ustalone, jeszcze na etapie poziomowania podstawy nogi. Trzeba było teraz wejść do środka rury i w skoordynowanym działaniu z operatorem dźwigu dokonać precyzyjnego opuszczenia wielotonowej podstawy czaszy tak, aby nie zniszczyć gwintów na śrubach mocujących. Kiedy manewr się udał, nakręcono na śruby nakrętki i tym sposobem przymocowano nogę do fundamentu.

Po przytwierdzeniu nogi przystąpiono do mocowania drugiego siłownika. Tu zaczęła się już praca na wysokości, z rusztowania. Należało podtrzymywany przez dźwig siłownik znowu nasunąć idealnie „otwór w otwór” na miejsce przeznaczenia i przy pomocy ośmiu potężnych śrub dokonać mocowania.



Fot. 14. Montaż nogi radioteleskopu na fundamencie.  
W akcji Marek Orlikowski, Przemysław Wosek i autor (10 grudnia, 2012).

Przed rozpoczęciem najtrudniejszego manewru, polegającego na mocowaniu czaszy, należało przygotować uchwyty mocujące na szczycie nogi. Tych uchwytów było trzy, dwa o ustalonych położeniach i jeden na końcu śruby siłownika pionowego. Ten ostatni trzeba było ustawić w płaszczyźnie idealnie poziomej i odpowiednio skrócić. Zadanie okazało się niespodzianie bardzo trudne. Śruba siłownika, której średnica wynosi ok. 9 cm, zapiekła się na mrozie i nie chciała dać się przekrócić. Problem trzeba było rozwiązać przy pomocy dźwigni i młotka, w dodatku przy ograniczonych możliwościach ruchu i na wysokości siedmiu metrów od ziemi. W którymś momencie, przy zbyt silnym naporze piersią na końcówkę metalowej dźwigni, pękło autorowi żebro, a śruba wciąż nie puściła. Dalej trzeba było działać ze złamanym żebrem, w dodatku utajniając defekt przed



pozostałymi, by nie przerwano akcji, którą bardzo wypadało zakończyć sukcesem. Trzeba zaznaczyć, że autor był głównodowodzącym akcji i samodzielnie wykonującym najbardziej skomplikowane i niebezpieczne czynności. W końcu dobrze ostukana śruba odpuściła i dało się uchwyt ustawiać w pożądane położenia. Osiemnaście otworów (po sześć w każdym uchwycie), i tyleż śrub, czekało na szczycie nogi na przycumowanie czaszy.



Fot. 15. Moment uwalniania nogi radioteleskopu od haków dźwigu.



Fot. 16. Montaż siłownika poziomego.



Fot. 17. Prace przygotowujące uchwyty na nodze radioteleskopu do przyjęcia uchwytów czaszy.

Montaż czaszy okazał się nadzwyczaj skomplikowany. Najpierw trzeba było odpowiednio ją podczepić do lin dźwigu. Tu był wymóg, aby czasza podczas przenoszenia była ustawiona idealnie w poziomie oraz, co trudniejsze, aby pod-



nosić ją od razu w idealnym pionie. Nie należało pozwolić, aby po oderwaniu czaszy od ziemi doznała ona jakiegokolwiek ruchu poziomego. Było bowiem bardzo ciasno wokół czaszy. Przy niewielkim jej zboczeniu w którąkolwiek stronę zachodziła obawa, że uderzy ona albo o trakcję kolejową, albo o nogę dokręconą do fundamentu, albo o mur. W każdym przypadku wchodziła w rachubę jakaś dewastacja, przede wszystkim samej czaszy. Okazało się, że przy najkorzystniejszym możliwym ustawieniu dźwigu i przy maksymalnie wyciągniętym jego ramieniu nie daje się jednocześnie zabezpieczyć pionu i koniecznej siły udźwigu. Przywiązano do żebrowania czaszy liny („lejce”), przy pomocy których planowano zabezpieczać czaszę od niepożądanych bocznych ruchów w pierwszej fazie podnoszenia. Przy pierwszej próbie, wobec braku idealnego pionu dla lin mocujących, mimo prób zabezpieczania lejcami, wisząca czasza uderzyła w swoim ruchu wahadłowym o nogę. W przerażeniu położono ją z powrotem na ziemi. Na szczęście uderzenie nie było silne i nie doszło do uszkodzeń czaszy ani nogi. W zespole jednak zaczęto panikować, a operator dźwigu uznał, że zamierzona operacja jest niewykonalna. Inwestor i nadzorca bezpieczeństwa podzielali to twierdzenie, uznając, że dalsze próby działania są zbyt ryzykowne dla uczestniczących w nim ludzi, dla anteny, a także dla otoczenia. Tylko autor był odmiennego zdania i z uporem tłumaczył operatorowi dźwigu jak sprawę rozegrać. Bez przekonania operator zgodził się spróbować jeszcze raz. Z kabiny dźwigu nie było możliwości sprawdzenia czy liny są w pionie. Polecono jednemu człowiekowi, aby się ustawił w odpowiednim miejscu i sygnalizował operatorowi, czy z jego pozycji liny wiszą, na oko, pionowo. Trzech innych ludzi chwyciło za lejce pozwalające z ziemi nieco stabilizować ruch czaszy po jej zawisnięciu. Po ustawieniu ramienia dźwigu zgodnie z wymogiem zachowania pionu i po naciągnięciu lin mocujących, operator stwierdził, że zostały przekroczone parametry dla bezpiecznej pracy dźwigu, o czym komunikuje sygnalizator. Wobec nieznacznego tylko przekroczenia tych parametrów oraz pod dużym naporem autora podjęto jednak drugą próbę podnoszenia czaszy. Tym razem się udało!



Fot. 18. Uzgadnianie pomysłów na sposób uwięzi czaszy do lin dźwigowych.



Fot. 19. Najbardziej niebezpieczny moment podnoszenia czaszy. Odległości kolizyjne w każdą stronę poniżej jednego metra, dopuszczalne parametry pracy dźwigu przekroczone.



Fot. 20. Czasza powyżej strefy jakichkolwiek zagrożeń zwisa swobodnie na linach dźwigu.





Fot. 21. Skomplikowany manewr cumowania czaszy. Wisi ona na wysuniętym na maksimum ramieniu dźwigu i istnieje obawa, że cumowania nie da się w ogóle zrealizować. Uchwycono moment, kiedy autor wychodzi na szczyt nogi dla precyzyjnego naprowadzenia uchwytów czaszy na uchwyty nogi.

Po ustąpieniu pierwszej fali wezbranych emocji szybko nadeszła druga. Wisząca czaszę należało bezpiecznie przycumować do nogi. Oznaczało to, że uchwyty na czaszy muszą się idealnie dopasować do uchwytów na nodze. Otwory na śruby, z tolerancją około jednego milimetra, determinowały konieczną precyzję cumowania. Ruchy czaszy w pionie zabezpieczał operator dźwigu, a ruchy poziome i obrotowe trzech ludzi pociągających za lejce. Dla realizacji zadania należało oczywiście wejść na nogę i stamtąd koordynować działania oraz wsunąć w odpowiednich momentach śruby w otwory. Wejście autora na szczyt nogi pod wiszącą czaszę zostało uznane przez wszystkich obecnych, jako nader niebezpieczny wybryk i domagano się kategorycznie, w tym momencie już zupełnie bezmyślnie, przerwania akcji. Szybko zrozumiano, że czaszę trzeba przecież jednak jakoś przymocować i uwolnić ją od dźwigu. Tymczasem, cumowanie nie przebiegało wcale tak łatwo. Masywna czasza ciągle się kołysała. Ciężko było doprowadzić do sytuacji pozwalającej na włożenie we wcześniej uzgodnione otwory pierwszej śruby mocującej. Kiedy to już się udało, czasza się częściowo ustabilizowała, a naprowadzenia na pozostałe otwory dawało się już dokonać przy pomocy dźwigni i młota. Kiedy wszystkie 18 śrub znalazły się w swoich miejscach przeznaczenia, przykręcono je na fest. Można wtedy było wejść na czaszę i odczepić liny dźwigu. Ten manewr autora, również odebrany przez współbudowniczych, jako wyczyn kaskaderski, zakończył akcję z dnia 10 grudnia. Pomysł na dokończenie montażu, a pozostało do zamocowania zwierciadło wtórne, nie znalazł akceptacji ze strony inwestora. Górę wzięły strach oraz wycieńczenie psychiczne i fizyczne. Postanowiono resztę montażu odłożyć do wiosny. Sprzeciwiającego się takiemu rozwiązaniu autora, skrepowano.



Fot. 22. Finalizacja procesu montowania czaszy.





Fot 23. Czasza RT-13A wisząca na ramieniu dźwigu podczas operacji cumowania do nogi.

Dnia 21.12.2012, przy bardzo mroźnej pogodzie ( $-20^{\circ}$  C), urządzono pod świeżo zbudowanym radioteleskopem całodzienny piknik astronomiczny. Palilo się duże ognisko, na telebimach wyświetlano obrazy astronomiczne, udzielano wywiadów mediom i odpowiadano na pytania ze strony publiczności. Na zakończenie, późnym wieczorem, wypuszczono lampiony, które miały zwrócić uwagę Częstochowian na ważne zdarzenie rozgrywające się w mieście. Na piknik przybyło wiele osób spoza Częstochowy, głównie studentów astronomii. Przy tej okazji nawiązano sporo pierwszych kontaktów, istotnych dla dalszych etapów rewitalizacji RT-13A. Media poniosły w świat informację, że Częstochowa staje się kolejnym polskim ośrodkiem radioastronomicznym.



Fot. 24. Inwestor ze swoimi pracownikami po przerwaniu akcji w dniu 10.12.2012 oraz (po prawej) skrępowany autor.



Fot. 25. Pierwszy piknik pod radioteleskopem (21.12.2012).

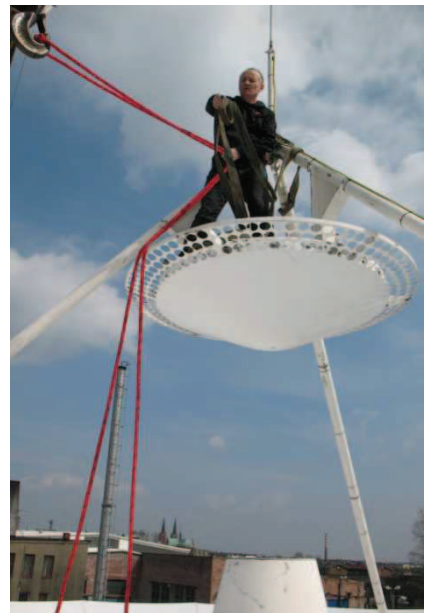
W dniu 24 kwietnia 2013 przystąpiono do finalizacji montażu radioteleskopu. Na początek przymocowano trzy brakujące panele poszycia czaszy. Nie dokręcono ich wcześniej, bo były potrzebne otwory dla podpięcia lin dźwigowych na etapie montażu czaszy. Następnie wyniesiono lustro wtórne, wraz z dokręconymi do niego trzema podporami, wysoko ponad czaszę. Potem delikatnie opuszczano całość tak, żeby metalowe podpory nie uszkodziły poszycia czaszy i żeby dały się dokręcić do specjalnych uchwytów. Otwory śrubowe miały tolerancję mniejszą niż pół milimetra, a było ich 12 par. Operator dźwigu nie miał możliwości widzenia przyczepów podczas cumowania. Przy zachowaniu maksymalnej ostrożności oraz przy ustawicznej słownej koordynacji pracy z operatorem dźwigu udało się dokonać mocowania trójnożu podtrzymującego zwierciadło wtórne. Dla



odczepienia lin dźwigowych trzeba było jeszcze wspiąć się na najwyższą wysokość radioteleskopu i tam dokonać ostatniej czynności skomplikowanej operacji montażu.



Fot. 26. Uzupelnianie brakujących paneli we wcześniejszym poszyciu czaszy.  
Mariusz Frączyk w akcji montażu panelu z otworem włazu.



Fot. 27. Mariusz Frączyk i autor podczas montażu zwierciadła wtórnego przy RT-13A.

Częstochowski radioteleskop może stać się pięknym przykładem realnej współpracy między prywatnym biznesem i środowiskiem akademickim. Każdy, kto realnie i szczerze chce się włączyć w ambitne dzieło tworzenia i doskonalenia częstochowskiego ośrodka naukowego w oparciu o RT-13A, zostanie przyjęty z otwartymi rękami. Zaczątek dzieła został wykonany wspólnie przez inwestora i autora. Kilku członków Astronomii Nowej zdążyło się już zaangażować w prace na rzecz uruchomienia radioteleskopu. Stanisław Ryś zbudował odbiornik fal radiowych na długości fali 21 cm, a Michał Grzesiczak wykonuje sterowanie anteną. Pierwsze fotony zarejestrowano 8 maja 2014. Studenci fizyki z Akademii im.

Jana Długosza, którzy od dawna wydeptują ścieżki w stronę imponującego instrumentu, deklarują włączenie się do prac przy RT-13A z chwilą jego pełnego uruchomienia.



Fot. 28. Wygląd czaszy RT-13A po zainstalowaniu zwierciadła wtórnego.



Fot. 29. Studenci fizyki z Akademii im. Jana Długosza przy częstochowskim RT-13A.



Dnia 10 maja 2013 roku pod częstochowskim radioteleskopem oraz w Dyskotecie RAY pojawili się na kilka godzin astronomowie, uczestnicy V Międzynarodowej Konferencji Naukowej Młodych „Astrophisica Nova”, zorganizowanej przez Akademię im. Jana Długosza oraz przez Stowarzyszenie Astronomia Nova. Pierwsze wykłady naukowe wygłosili tam dr Jadwiga Donatowicz z Wiednia, dr Stanisław Ryś z Krakowa oraz autor. Gospodarz miejsca, Marek Pelian, wraz ze swoimi pracownikami, zorganizował wspaniały poczęstunek dla przybyłych gości. Dzięki takim wydarzeniom, dobre wieści o narodzinach częstochowskiej radioastronomii rozbrzmiewają w świecie coraz głośniej i coraz szerzej.



Fot. 30. Uczestnicy V Konferencji Naukowej Młodych „Astrophisica Nova” przy częstochowskim radioteleskopie na terenie Dyskoteki RAY.



Fot. 31. Grupa astronomów z Odessy w podwojach Dyskoteki RAY.  
Od lewej: Ivan Andronov, Lidia Chinarova, Anna Andronovna, Tayisia Shakun,  
Maria Tkachenko, Vitalii Breus, Larisa Kudashkina i Vladislava Marsakova.

Na obecnym (rok 2014) etapie rewitalizacji radioteleskopu angażują się najbardziej: Przemysław Wosek (po stronie inwestora) oraz Stanisław Ryś, Michał

Grzesiczak i autor (po stronie Astronomii Nowej). Marek Pelian pokrywa wszelkie koszty związane z rewitalizacją radioteleskopu, co pozwala działać szybko i skutecznie.



Fot. 32. Zespół osób bezpośrednio odpowiedzialnych za uruchomienie RT-13A.

## Plany wykorzystania radioteleskopu

Po skomplikowanej i niebezpiecznej, ale zakończonej pełnym sukcesem, operacji rozbiórki, transportu i ponownej instalacji, częstochowski radioteleskop czeka na właściwą rewitalizację. Myśli się obecnie o pięciu komplementarnych sposobach jego wykorzystania. Po pierwsze, rejestracja silnych kosmicznych sygnałów radiowych i ich implementacja do utworów muzycznych, odtwarzanych podczas dyskoteki. Tego rodzaju próby „ukosmicznienia” utworów muzycznych od niedawna podejmuje się w świecie, ale nie tak zdecydowanie jak w Częstochowie, gdzie radioteleskop stoi na terenie Dyskoteki i nie tylko sygnałami radiowymi, ale również swoim imponującym wyglądem, stymuluje zainteresowanie niebem. Po drugie, dla celów dydaktycznych. Odpowiednio przygotowana ścieżka dydaktyczna, bogata w plansze obrazujące pracę radioteleskopu oraz przybliżające zagadnienia radioastronomii ma służyć nie tylko uczestnikom dyskotek, lecz także zorganizowanym grupom wycieczkowym, w tym młodzieży szkolnej. Dla studentów będzie możliwość eksperymentowania i bezpośredniego włączenia się w proces wzbogacania możliwości radioteleskopu. Po trzecie, dla celów badawczych w zakresie astronomii. Uczni będą mogli testować swoje systemy detekcyjne oraz realizować swoje badania naukowe. Po czwarte, dla celów badawczych w zakresie radiotelekomunikacji kosmicznej. Wreszcie, w zespole z innymi krajowymi i zagranicznymi radioteleskopami, dla celów interferometrii radiowej.

W dodatku, po wejściu Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w 2013 roku, wszystkie radioteleskopy z Psar, w tym częstochowski, są postrzegane, jako potencjalne wyposażenie naziemnych stacji kontroli lotów kosmicznych. Przy swoich gabarytach i nowoczesnym wykonaniu mogą służyć obsłudze lotów aż do krańców Układu Słonecznego. Zdarza się, że światowe agencje kosmiczne, takie jak NASA czy ESA, nie są zainteresowane dalszą eksploatacją



swoich niektórych sond kosmicznych. Jawi się wtedy możliwość przejęcia orbitalnych aparatów kosmicznych pod prywatną kontrolę. Nie można wykluczyć, że częstochowski radioteleskop już w niedalekiej przyszłości będzie służył bardzo poważnym przedsięwzięciom kosmicznym.



Fot. 33. Budowniczo RT-13A, Marek Pelian i autor, w towarzystwie autentycznych sympatek przedsięwzięcia.

Skądinąd, Astronomia Nova przygotowuje aparaturową misję kosmiczną na Księżyc. Chodzi o umieszczenie w ustalonym miejscu Srebrnego Globu aparatury badawczej, z którą kontakt odbywałby się z pomocą anten z Psar. W szczególności będzie chodzić o ciągłe fotografowanie Ziemi i radiowe przekazywanie obrazów, które mogłyby, np. jako wygaszacze ekranów, trafiać internetowo do wszystkich chętnych użytkowników komputerów na świecie, stanowiąc wyjątkowo silną inspirację ludzkości do zainteresowania kosmosem i astronomią.

Dyskotekowa infrastruktura przy radioteleskopie też może być wykorzystywana dla potrzeb nauki i jej popularyzacji. W szczególności można organizować imprezy naukowe i popularno naukowe z udziałem setek osób. Jedna z takich imprez, sponsorowana po części przez Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, miała tu miejsce 11 maja 2014. Uświetnił ją swoją obecnością sam Mirosław Hermaszewski, jedyny polski kosmonauta i honorowy członek Astronomii Nowej. Planuje się organizowanie kilku masowych imprez o wydźwięku astronomicznym rocznie. Dotychczasowa owocna współpraca między Markiem Pelianem, właścicielem RT-13A w Częstochowie, oraz autorem, reprezentującym środowisko akademickie i Astronomię Nową, pozwala z optymizmem patrzeć na przyszłość astronomii częstochowskiej, która wciąż jeszcze zbyt rzadko znajduje stosowne uznanie w szkolnych i uczelnianych murach.



Fot. 34. Mirosław Hermaszewski przed Dyskoteką RAY podczas konferencji „Space Station II” w dniu 11 maja 2014.

*(Wszystkie zamieszczone fotografie pochodzą z kolekcji własnej autora)*