

## ROLA INSTYTUTU LOTNICTWA W BADANIACH KOSMICZNYCH

WITOLD WIŚNIEWSKI, PIOTR WOLAŃSKI

*Instytut Lotnictwa, Warszawa*

### Streszczenie

*Przedstawiono przegląd pionierskiej działalności oraz aktualnych osiągnięć Instytutu Lotnictwa w dziedzinie badań kosmicznych. Omówiono prace związane z rozwojem techniki raketowej i rakiet meteorologicznych, które prowadzono w drugiej połowie ubiegłego wieku. Przedstawiono informacje dotyczące budowy pierwszych polskich satelitarnych instrumentów pomiarowych wysyłanych w kosmos w latach siedemdziesiątych ubiegłego stulecia w ramach programu INTERKOSMOS. Scharakteryzowano działalność zespołu zajmującego się pozyskiwaniem i przetwarzaniem obrazów oraz pracowni technologii kosmicznych, gdzie prowadzone są prace nad rozwojem ekologicznych napędów raketowych, w których jako utleniacz wykorzystywany jest wysoko stężony nadtlenek wodoru. Przedstawiono również prace rozwojowe nad silnikami raketowymi do napędu satelitów i małych rakiet kosmicznych.*

### WPROWADZENIE

W Polsce prace z zakresu techniki raketowej rozpoczęto już w połowie XVII wieku. W 1650 roku, Kazimierz Siemienowicz inżynier artylerii Królestwa Polskiego i Litwy, opublikował w Amsterdamie książkę „*Artis Magnae Artilleriae pars prima*” („Wielka sztuka artylerii, część pierwsza”). W książce tej opisał swoje idee dotyczące stabilizacji rakiet statecznikami aerodynamicznymi, rakiet wielostopniowych oraz wiązek rakiet. W XIX wieku generał Józef Bem doskonał konstrukcję rakiet. Również w tym wieku Ignacy Łukasiewicz otrzymał naftę z ropy naftowej a Karol Stanisław Olszewski i Zygmunt Wróblewski jako pierwsi uzyskali ciekły tlen. Niewiele osób wie, że idee Kazimierza Siemienowicza oraz osiągnięcia Ignacego Łukasiewicza, Karola Stanisława Olszewskiego i Zygmunta Wróblewskiego zostały wykorzystane w rakiecie, która 57 lat temu wniosła na orbitę Ziemi pierwszego sztucznego satelitę – „Sputnika-1”. Rakietą tą, była rakietą wielostopniową, w pierwszym stopniu była złożona z wiązki pięciu podobnych rakiet i dodatkowo była wyposażona w stabilizatory aerodynamiczne (do stabilizacji lotu w atmosferze), a wszystkie jej silniki raketowe były napędzane mieszaniną nafty i ciekłego tlenu.

Również w roku 1957 na pustyni Błędowskiej pod Krakowem przeprowadzono pierwszy start rakiety meteorologicznej RM-1 wykonanej przez Sekcję Techniczną Krakowskiego oddziału PTA i Komórkę Techniki Raketowej i Fizyki Atmosfery AGH w Krakowie. Prace pionierskie w zakresie techniki raketowej prowadzono również w Politechnice Warszawskiej w Katedrze Sprzętu Mechanicznego pod kierunkiem profesora Zbigniewa Pączkowskiego, jak również

w Instytucie Mechaniki Precyzyjnej w Zakładzie Techniki Raketowej pod kierunkiem Wiesława Chrzanowskiego.

## CEL ARTYKUŁU

Celem artykułu jest przedstawienie specjalizacji Instytutu Lotnictwa o charakterze kosmicznym oraz przyczyn i okoliczności powstania oraz likwidacji i zaniku niektórych z nich.

## RAKIETY

W Instytucie Lotnictwa od lat pięćdziesiątych specjalizacją były badania w zakresie napędów odrzutowych i technologii raketowych. Początkowo rozwijano prace nad silnikami pulsacyjnymi i strumieniowymi a następnie nad napędami raketowymi. W wyniku tych działań opracowano wiele konstrukcji przeznaczonych do zastosowań militarnych, w tym rakiety przeciwpancerne oraz taktyczną raketę balistyczną (Rys. 1).



Rys. 1. Próba poligonowa rakiety balistycznej opracowanej w Instytucie Lotnictwa

Prace te były prowadzone pod kierunkiem prof. Stanisława Wójcickiego. Udane próby tych produktów utwierdziły prof. Wójcickiego w przekonaniu, że w oparciu o te konstrukcje można by w Polsce zbudować raketę kosmiczną do wyrzeliwania małych satelitów Ziemi. Polska mogła być trzecim krajem na świecie, który mógłby umieścić na orbicie sztucznego satelitę. Badania nad pociskami raketowymi, które podjęto na zamówienie Ministerstwa Obrony Narodowej, zostały przerwane po zakupieniu licencji na produkcję podobnych radzieckich raket.

W latach 1965-1973 rozpoczęto natomiast systematyczny sondaż atmosfery przy użyciu rakiet własnej konstrukcji serii METEOR. W ramach tego programu zaprojektowano i wykonano trzy rodzaje rakiet. Rakietą Meteor 1 była to jednostopniowa rakietą z grotem o masie startowej 32,5 kg. Silnik rakiety pracował około 3s i rozpędzał ją do prędkości 1100 m/s. Po zakończeniu pracy silnika oddzielał się grot, który wznosił na wysokość około 36 km, gdzie następował wyrzut dipoli, które były obserwowane na radarze. Na tej podstawie dokonywano pomiarów siły i kierunku wiatru w górnych warstwach atmosfery. Podczas całego programu wyrzucano około 180 rakiet Meteor 1.

Rakietą Meteor 2K, najbardziej zaawansowana z serii rakiet Meteor, była raketą dwustopniową i była zaprojektowana do sondażu atmosfery na wysokościach dochodzących do 100 km. Do silnika głównego były dołączone dwa silniki pomocnicze (boostery), które po 2,3s kończyły pracę i były odrzucane na wysokości około 0,5 km. Silnik główny rakiety pracował przez

18 s i kończył pracę na wysokości około 14,5 km. W 120 sekundzie lotu następowało odrzucenie stożka przedniego rakiety i wyrzucenie zasobnika z dipolami oraz ich automatyczne uwolnienie. Obliczeniowy pułap tych rakiet wynosił 90 km, lecz jedna z rakiet Meteor 2K osiągnęła nawet granicę kosmosu, gdyż wzniosła się na wysokość ponad 100 km (Rys. 2).



Rys. 2. Rakieta „Meteor-2” konstrukcji Instytutu Lotnictwa  
(maksymalny pułap około 105 km)

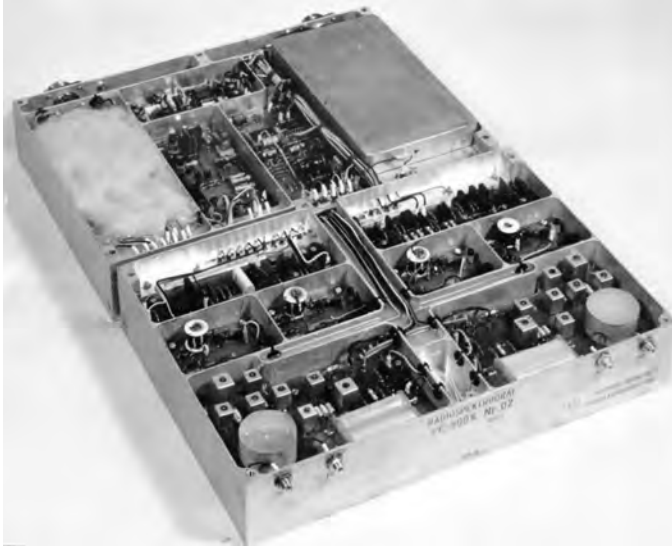
Łącznie odbyło się 10 lotów tych rakiet, podczas których wykonywano również pomiary profilu temperatury atmosfery. Rakiety Meteor 3 stanowiły wersję rozwojową rakiet Meteor 1. Były to dwustopniowe rakiety z grotem, których pułap zawierał się w zakresie 67-74 km.

Sondaże prowadzono dla potrzeb Państwowego Instytutu Hydrologiczno-Meteorologicznego, a starty przeprowadzano na Stacji Sondażu Rakietowego w Łebie. Ogółem wystrzelono ponad dwieście rakiet Meteor. Ostatni lot rakiety Meteor odbył się 6 czerwca 1974. Sondaże atmosfery prowadzone za pomocą rakiet meteorologicznych zostały zakończone w związku z przejściem badań meteorologicznych przez satelity. Twórcami rakiet i systemów byli Jacek Walczewski i Jerzy Harażny. Budowę rakiet i wyposażania realizował Instytut Lotnictwa w Warszawie.

## APARATURA SATELITARNA

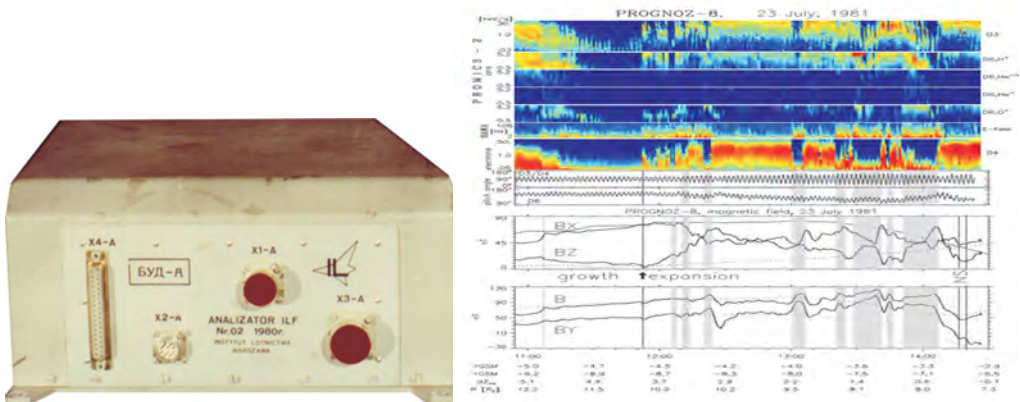
W 1967 r. Polska została partnerem międzynarodowego programu (krajów tzw. wspólnoty socjalistycznej) INTERKOSMOS. W 1973 r. w 500-lecie urodzin Mikołaja Kopernika, na orbitę okołoziemską wprowadzono satelitę INTERKOSMOS-9 – Kopernik 500 (Rys. 3).

Wśród aparatur badawczych znajdował się polski radiospektrograf RS-500 K służący do pomiarów promieniowania radiowego Słońca na falach dłuższych od 50 m (od 0,5 do 6 MHz). Program naukowy doświadczenia przygotował zespół z Centrum Astronomicznego im. M. Kopernika w Toruniu pod kierunkiem Jana Hanasza. Radiospektrograf zbudowano w Instytucie Lotnictwa w Warszawie. Pracami kierował dr Zygmunt Krawczyk.



Rys. 3. Wnętrze Radiospektrografu RS-500 K, pierwszej aparatury polskiej wyniesionej w satelicie INTERKOSMOS-9

Dodatkowo w Instytucie Lotnictwa powstały specjalistyczne urządzenia satelitarne i naziemne w programie Interkosmos 15, Interkosmos 19, Vega i Fobos. Były to: radiospektrometry, generatory kanałowe, doplerowskie odbiorniki geodezyjne oraz analizatory widma małych częstotliwości. Zbudowano również aparaturę „SAWA BUD A” do analizy widma fal plazmowych w zakresie 2-105 Hz, która prowadziła pomiary w magnetosferze ziemskiej na pokładzie satelity Prognoz-8 (Rys. 4).



Rys. 4. a) SAWA BUD A - analizator widma fal plazmowych w zakresie 2-105Hz, (Prognoz-8)  
b) Przykłady widm niskoczęstotliwościowych fal plazmowych zarejestrowanych przez analizator BUD A w warstwie plazmowej bliskiej Ziemi w czasie fazy narastania subburzy magnetycznej

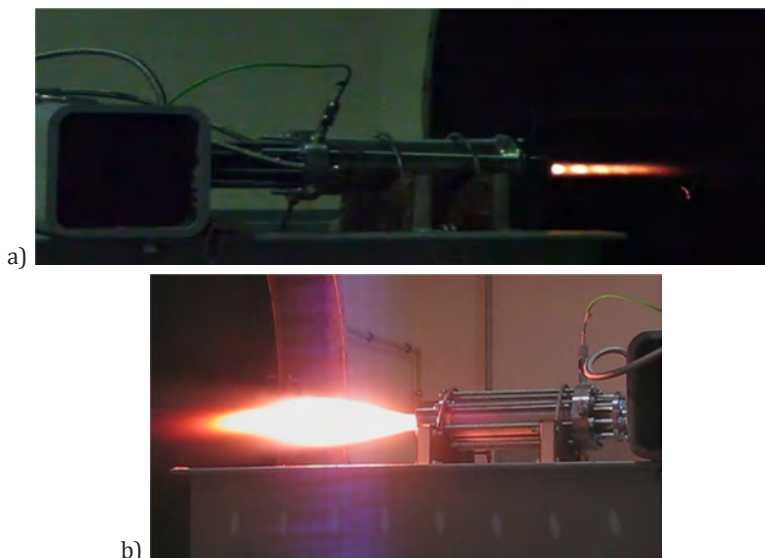
Specjalizacja ta zanikła po przejściu części specjalistów do pracy w Centrum Badań Kosmicznych i przekazaniu do CBK tej tematyki.

## PRACOWNIA TECHNOLOGII KOSMICZNYCH

Ponad dziesięć lat temu na wydz. MEiL Politechniki Warszawskiej pod kierunkiem profesora Piotra Wolańskiego powstała grupa studencka, której zadaniem było opracowanie projektu rakiety do wysyłania na orbity synchronizowane słonecznie satelitów o masie do około 250 kg. Grupa ta w ramach prac przejściowych i dyplomowych oraz pracy własnej opracowała procedury i programy niezbędne do optymalizacji silników raketowych, stopni rakiet i całych rakiet satelitarnych, jak również program do optymalizacji toru lotu rakiet na orbitę ziemi. W 2007 roku Dyrekcja Instytutu podjęła decyzję o odbudowie potencjału instytutu w zakresie napędów raketowych i zatrudnieniu członków „grupy raketowej” kończących studia w Politechnice Warszawskiej. Tak powstała Pracownia Technologii Kosmicznych.

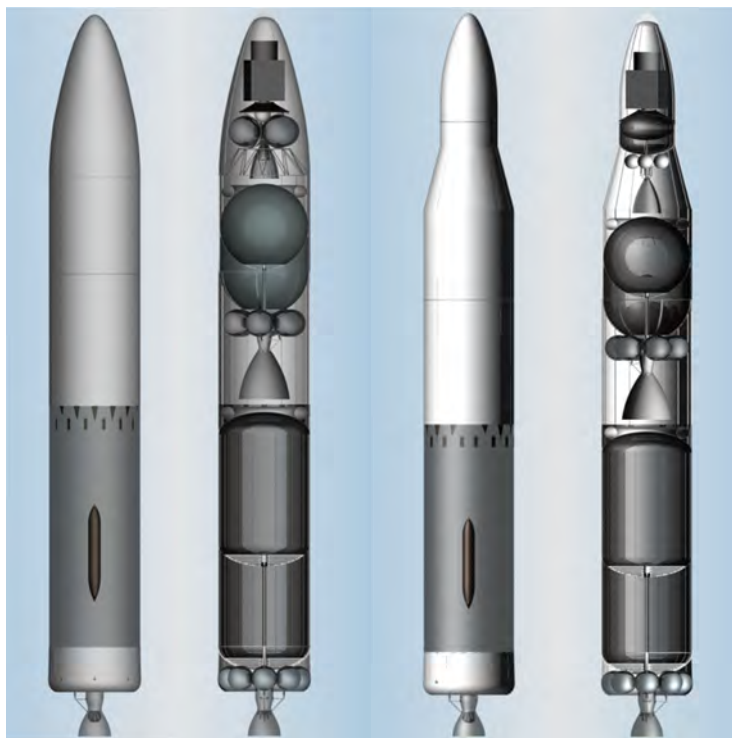
Pracownia ta bardzo szybko została zaproszona do europejskich programów z zakresu nowych ekologicznych napędów oraz uzyskała finansowanie z programów PECS. Zbudowano nowoczesną hamownię silników raketowych oraz laboratorium chemiczne raketowych materiałów pędnych. W pracowni tej opracowano technologię wytwarzania super czystego o wysokim stężeniu nadtlenu wodoru, zwanego HTP (High Test Propellant). Opracowana w pracowni technologia wytwarzania HTP jest unikatową w skali europejskiej. Z uwagi na wysokie walory HTP udało się już znaleźć prywatnego inwestora, który z własnych środków uruchamia produkcję HTP na skalę przemysłową.

Opracowano konstrukcje silników raketowych wykorzystujących jako utleniacz wysoko stężony nadtlenek wodoru. Przebadano w hamowni silniki hybrydowe, ze stałym paliwem (HTPB) oraz silniki wykorzystujące oba składniki ciekłe, HTP i naftę. Trwają obecnie prace nad skonstruowaniem i przebadaniem silników do satelitów komunikacyjnych.



Rys. 5. Próby silników raketowych w Pracowni Technologii Kosmicznych Instytutu Lotnictwa  
a) silnik na ciekły materiał pędny ( $98\%H_2O_2 + \text{nafta}$ ), b) silnik hybrydowy ( $98\%H_2O_2 + \text{HTPB}$ )

Pracownia została zaproszona do współpracy przy opracowaniu projektu koncepcyjnego budowy rakiety do wysyłania na orbitę Ziemi satelitów o masie 100kg.



Rys. 6. Dwie przykładowe konfiguracje rakiet do wynoszenia małych satelitów na orbity synchronizowane słonecznie

Jednak z powodu braku umieszczenia tego rodzaju działań w opcjonalnych programach, jakie Polska zamierza realizować w ramach swojej działalności w ESA, strona polska nie została dopuszczona przez ESA do prac nad tym programem. Jest to duża strata, gdyż prace w zakresie napędów kosmicznych (launcherów) dają jeden z największych zwrotów zainwestowanych w rozwój środków. Żywimy jednak nadzieję, że w najbliższym czasie sytuacja ta ulegnie zmianie i że Polska, podobnie jak na początku lat sześćdziesiątych ubiegłego wieku, sama się nie wyeliminuje z jednego z najbardziej atrakcyjnych i ważnych z punktu widzenia interesu narodowego, programu działalności kosmicznej.

## POZYSKIWANIE I PRZETWARZANIE OBRAZÓW

W Zakładzie Teledetekcji Instytutu Lotnictwa prowadzone są prace związane z: budową innowacyjnych platform wielosensorowych z zakresu światła widzialnego i podczerwieni, tworzeniem oprogramowania dla analiz wielospektralnych oraz obsługi sensorów i systemów łączności, pozyskiwaniem danych i zdjęć powierzchni Ziemi wykonanych za pomocą kamer wielospektralnych, analizą tych danych pod kątem korelacji z sygnaturami spektralnymi poszczególnych związków chemicznych, minerałów i elementów środowiska oraz analizą statystyczną i modelowaniem matematycznym danych obserwacyjnych ciał Układu Słonecznego pod kątem analizy ich budowy fizycznej.

Znaczna część prowadzonych działań związana jest z akwizycją i przetwarzaniem danych rastrowych. Zdjęcia wykonywane w wąskich zakresach spektralnych i odpowiednia ich kombinacja umożliwiają skuteczną detekcję, a także wyodrębnienie istotnych cech badanego podmiotu.

Potencjalne obszary zastosowań tych prac to: monitorowanie środowiska, bioróżnorodności, pokrywy śnieżnej, monitoring upraw i planowanie zbiorów, archeologia, planowanie przestrzenne, zarządzanie kryzysowe, bezpieczeństwo narodowe, zabezpieczanie imprez masowych oraz badania astrofizyczne.

Badania w tej tematyce zostały podjęte z inicjatywy podmiotów gospodarczych i są finansowane w ramach programów UE oraz programu NFOŚ. Mają one na celu opracowanie własnych algorytmów analizy obrazów oraz opracowanie własnego systemu przekazywania obrazów. Są to badania o zastosowaniach cywilnych i posiadają duże znaczenie gospodarcze.



Rys. 7. Przykładowe obrazy monitorowania stanu lasów

## PODSUMOWANIE

Jeszcze przed powstaniem Ery Kosmicznej Instytut Lotnictwa rozpoczął prace z zakresu techniki raketowej. Zaprojektowano i zbudowano w Instytucie kilka rodzajów pocisków raketowych, z których jeden, jeszcze w latach sześćdziesiątych ubiegłego wieku, mógł być wykorzystany do budowy polskiej rakiety satelitarnej. Niestety, program ten został przerwany. Zrealizowano natomiast program „Meteor” badania wyższych warstw atmosfery. Po zakończeniu programu sondowania wyższych warstw atmosfery w Instytucie Lotnictwa powstała pracownia budowy aparatury satelitarnej. Zaprojektowano w niej i zbudowano przyrządy pomiarowe, które jako pierwsza polska aparatura zostały wysłane w kosmos na pokładzie satelitów z serii „INTERKOSMOS”.

Po kilkunastoletniej przerwie spowodowanej zmianami systemowymi, w Instytucie Lotnictwa utworzono Pracownię Technologii Kosmicznych. W pracowni tej opracowano unikatową technologię wytwarzania super czystego i wysoko skoncentrowanego nadtlenu wodoru, bardzo wydajnego i zarazem ekologicznego materiału pędnego. Zaprojektowano również i przebadano silniki raketowe hybrydowe i na ciekłe materiały pędne wykorzystujące jako utleniacz 98% nadtlenek wodoru. Opracowano również koncepcję budowy rakiety do wynoszenia małych satelitów na orbity synchronizowane słonecznie.

W Instytucie Lotnictwa rozwijane są również technologie przetwarzania obrazów lotniczych i satelitarnych do celów monitorowania lasów, wałów przeciwpowodziowych, i innych zastosowań. Rozwijane są również konstrukcje kompozytowe do celów lotniczych i satelitarnych.

W okresie ostatnich sześćdziesięciu lat Instytut Lotnictwa prowadził wiele pionierskich prac o zastosowaniach kosmicznych. Po zmianie systemu odbudował swój potencjał w zakresie technik i technologii o charakterze kosmicznym i jest w pełni przygotowany do włączenia w prace z zakresu technik kosmicznych, które przyniosą duży zwrot pieniędzy zainwestowanych w działalność kosmiczną w Polsce.

Wykreowanie specjalizacji wymaga inwestycji w rozwój kadr i infrastruktury badawczej. Zaniechanie badań w każdym przypadku wynikało z przyczyn zewnętrznych. Warto rozważyć, czy było możliwe ich przewidzenie i dostosowanie zespołów do nowych warunków bez utraty dorobku. Obecne rozwijane specjalizacje: raketowe napędy kosmiczne oraz pozyskiwanie i przetwarzanie obrazów zostały podjęte we współpracy międzynarodowej w odpowiedzi na konkretne gospodarcze zapotrzebowanie, co stwarza szanse na ich długookresowy rozwój.

#### LITERATURA

- [1] Siemienowicz K.: „Artis Magnae Artilleriae pars prima”, Amsterdam 1650.
- [2] Jacek Walczewski, „Polskie rakiety badawcze”, Biblioteczka Skrzydlatej Polski, tom XV, Warszawa, Wydawnictwa Komunikacji i Łączności, 1982.
- [3] Wolański P., Banaszekiewicz M., Kłos Z., Ziółkowski J., Zdziarski A., „Udział Polski w badaniach kosmicznych”, Kwartalnik „Nauka”, tom 3/2008, Polska Akademia Nauk, 2008, str. 65-79.

## INSTITUTE OF AVIATION ACTIVITIES IN THE FIELD OF SPACE RESEARCH

### Abstract

*Pioneering and recent activities carried out at the Institute of Aviation in the field of space research are described. Development of rocket propulsion and meteorological sounding rockets at second part of last century are presented. Also informations concerning first Polish space instruments, designed and built at the Institute of Aviation and send into space under INTERKOSMOS program are described. Activities of division of teledetection and division of space technology are also presented. Development of green rocket propulsion systems, based on highly concentrated hydrogen peroxide for satellites and small rocket launchers are also described.*