

## INFRASTRUKTURA BADAWCZA ORAZ STRUKTURA ORGANIZACYJNA CENTRUM TECHNOLOGII KOSMICZNYCH INSTYTUTU LOTNICTWA

LESZEK LOROCH\*, LESZEK RAMS\*\*

*Instytut Lotnictwa, Centrum Technologii Kosmicznych\*, Pion Infrastruktury\*\**

### Streszczenie

*Przedstawiono infrastrukturę badawczą oraz strukturę organizacyjną Centrum Technologii Kosmicznych Instytutu Lotnictwa. Centrum Technologii Kosmicznych w obecnym składzie składa się z czterech zakładów merytorycznych. Omówione zostały kierunki rozwoju poszczególnych zakładów a także pokazana została tematyka prac realizowanych przez szereg laboratoriów wchodzących w skład zakładów. Przedstawiona infrastruktura organizacyjna Centrum Technologii Kosmicznych pozwala na podejmowanie realizacji zadań zarówno w projektach badawczych międzynarodowych jak i w warunkach krajowych.*

Słowa kluczowe: *Centrum Technologii Kosmicznych, technologie kosmiczne, wyposażenie badawcze, laboratoria.*

### WSTĘP

Technologie kosmiczne są istotnym motorem innowacyjności gospodarki, Intensywnie stymulują wzrost gospodarczy i rozwój kultury technologicznej. Pojawia się coraz więcej produktów i usług w zakresie obserwacji Ziemi, nawigacji i telekomunikacji, które wykorzystują najbardziej zaawansowane technologie satelitarne. Unia Europejska (EU) z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) inicjuje i wspiera prace badawcze oraz infrastrukturę kosmiczną. Istnieje zatem konieczność współpracy w obszarze sektora kosmicznego, tak by były one zgodne z polskimi potrzebami i priorytetami określonymi w „Programie działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce” [1].

### PODSTAWY FORMALNE

Krajowy Plan Rozwoju Sektora Kosmicznego jest dokumentem wykonawczym do „Programu działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce”<sup>1</sup> i stanowi realizację jednego z celów głównych – Rozwinięcie i wdrożenie

<sup>1</sup> „Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce”, przyjęty przez Radę Ministrów 22 czerwca 2012 r.

krajowego programu dotyczącego sektora kosmicznego. Dokument ten przedstawia sposób wdrażania m.in.: współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną, współpracy z Unią Europejską w zakresie rozwijania polityki kosmicznej (space policy) oraz budowy infrastruktury i kompetencji krajowego sektora kosmicznego.

Z kolei, opracowany w Instytucie Lotnictwa „Plan Rozwoju Centrum Innowacyjnych Technologii Lotniczych i Kosmicznych” [2] jest dokumentem przedstawiającym sposób realizacji w/w Programu i Planu na poziomie jednostki badawczej jaką jest Instytut Lotnictwa. A zatem infrastruktura badawcza i struktura organizacyjna Centrum Technologii Kosmicznych Instytutu Lotnictwa umożliwiać powinna w najwyższym stopniu realizację zadań w zakresie technologii kosmicznych.

#### PRIORYTETOWE ZADANIA W ZAKRESIE TECHNOLOGII KOSMICZNYCH

Do priorytetowych zadań w zakresie technologii zaliczyć można: budowę małego satelity obserwacyjnego, budowę, w układzie konsorcyjnym, rakiety nośnej dla małych, nowoczesnych satelitów obserwacyjnych, rozwój kompetencji jednostek badawczych i przemysłowych w obszarze technologii satelitarnych, pozyskanie kontraktów w ramach programów opcjonalnych Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) oraz zwiększenie wykorzystania technik satelitarnych dla potrzeb gospodarczych.

#### ORGANIZACJA I INFRASTRUKTURA CENTRUM TECHNOLOGII KOSMICZNYCH (CTK) INSTYTUTU LOTNICTWA

Obecnie potencjalne obszary zaangażowania CTK to systemy zasilania, korekcji orbity, mechaniki precyzyjnej, elementy robotyki, optyka, optoelektronika, technologie materiałowe, technologie materiałów pędnych, w tym ekologiczne układy napędowe satelitów i małych raket kosmicznych, konstrukcja raket oraz układy mechaniczne i elektroniczne [7].

Centrum Technologii Kosmicznych w obecnym kształcie składa się z:

1. Zakładu Teledetekcji,
2. Zakładu Technologii Kosmicznych,
3. Zakładu Napędów Lotniczych,
4. Zakładu Awioniki.

#### **Zakład Teledetekcji**

Zakład Teledetekcji [5] będzie rozwijał się w trzech niezależnych ogólnych kierunkach, tj. analiza danych, łączność, precyzyjne pozycjonowanie. Przetwarzanie danych obserwacyjnych, na który będzie kładziony główny nacisk, będzie obszarem wspólnym dla wymienionych kierunków. Analiza danych będzie kierunkiem, w którym zakład będzie zdobywał doświadczenie w zakresie technik pozyskiwania danych, przetwarzania zgromadzonych danych, wyodrębniania i wizualizacji informacji. W obrębie łączności przetwarzanie danych to m.in. szyfrowanie, kodowanie, kompresowanie, itp. natomiast precyzyjne pozycjonowanie będzie dotyczyć przetwarzania danych z systemów nawigacji satelitarnej i innych źródeł referencyjnych w celu wyznaczania pozycji bezzałogowego statku powietrznego, satelity, itp. Przyjmuje się również, że analiza danych będzie najważniejszym kierunkiem rozwoju ZT, następnie łączność i lokalizacja.

Przetwarzanie danych może mieć miejsce na pokładzie bezzałogowego statku powietrznego, satelity, balonu meteorologicznego, drop-test kapsuły, jak i również w części naziemnej: naziemna stacja satelitarna, centrum bazodanowe. Dlatego też, w Zakładzie Teledetekcji będą prowadzone prace nad nowatorskimi konstrukcjami wyposażenia satelitów i statków

powietrznych. Część naziemna będzie skupiona w głównej mierze na rozwoju algorytmów, a także ich implementacji, natomiast obliczenia będą wykonywane na typowych komputerach klasy PC i stacjach roboczych.

Pod pojęciem łączności radiowej należy rozumieć wymianę danych telemetrycznych niezbędnych do zdalnego sterowania obiektem latającym, a także jednokierunkowe przekazywanie danych obserwacyjnych, sygnału wideo i innych danych do stacji naziemnej. Prace nad systemami łączności będą również realizowane w zakresie integracji urządzeń radiowych z innymi systemami, a także w zakresie kompatybilności elektromagnetycznej. Prace konstrukcyjne w zakresie elektroniki, w przypadku skomplikowanych rozwiązań i systemów, będą skupiały się na integracji, natomiast proste konstrukcje będą projektowane i wykonywane przez odpowiedni zespół pracowników ZT.

W skład Zakładu Teledetekcji wchodzi:

- **Moduł meteorologiczny stacji naziemnej**

Moduł będzie wykorzystywana do pobierania scen satelitarnych wykorzystywanych w procesie przygotowywania i realizacji misji obserwacyjnych, a także do realizowania badań naukowych związanych z obserwacją ziemi. W skład modułu meteorologicznego będzie wchodził zespół anten, zainstalowanych na zewnątrz, do odbioru scen satelitarnych (porównywanych ze zdjęciami z ogólnodostępnych zbiorów danych), a także do śledzenia satelitów naukowych.

- **Laboratorium elektroniczne**

W laboratorium elektronicznym będą wykonywane prace związane z projektowaniem, budowaniem i wstępnym testowaniem urządzeń elektronicznych. Laboratorium elektroniki będzie posiadało swoją część zewnętrzną, którą będzie zespół ogniw fotowoltaicznych.

- **Laboratorium testowe z Cleanroomem**

Laboratorium testowe będzie przeznaczone do testowania wytworzonej elektroniki i urządzeń optycznych.

- **Klaster obliczeniowy**

Zadaniem Laboratorium jest zapewnienie odpowiedniej mocy obliczeniowej dla analiz numerycznych algorytmiki przetwarzania danych. W Laboratorium powstawać powinno również dedykowane dla KO oprogramowanie aplikujące wybrane dla misji algorytmy wielospektralne, stereometryczne i inne tego typu wymagające obliczeń równoległych.

- **Laboratorium pozyskiwania znaczników spektralnych**

Do głównych zadań Laboratorium należeć będą: pozyskiwanie sygnatur spektralnych poszczególnych materiałów, związków chemicznych oraz monitoring procesów chemicznych, biologicznych itp. pod względem analizy wielospektralnej.

- **Stanowisko monitorowania danych operacyjnych i naukowych misji UAV**

Główne zadanie które powinno wypełniać stanowisko to: monitoring parametrów technicznych misji UAV (fotogrametrycznych, teledetekcyjnych różnego typu), bieżąca wizualizacja danych naukowych misji, monitoring wskaźników instrumentów naukowych (komputer pokładowy, sensory), monitoring systemów łączności, zasilania, monitoring danych towarzyszących misji takich jak satelitarne wskaźniki teledetekcyjne i aktualne dane meteorologiczne.

- **Laboratorium fotogrametryczne**

Podstawowa funkcje to generowanie wysoko dokładnych produktów takich jak: 1) ortofotomapy, 2) modele obiektów, 3) modele terenu (NMT i NMPT). Główne składowe stacji fotogrametrycznej to oprogramowanie i odpowiedni sprzęt, który umożliwi szybkie przeprowadzenie milionów operacji oraz wyświetlanie obrazu 3D. Produkty wygenerowane z wykorzystaniem stacji fotogrametrycznej zostaną zaimportowane do Systemu Informacji Geograficznej i posłużą jako materiał źródłowy do przeprowadzenia analiz przestrzennych

oraz tworzenia efektywnych wizualizacji. Pracownicy laboratorium fotogrametrycznego podejmą prace, których celem będzie wytworzenie profesjonalnych produktów fotogrametrycznych z wykorzystaniem niemetrycznych kamer montowanych na pokładzie samolotów załogowych i zdalnie sterowanych platform latających.

- **Laboratorium GIS (Geographical Information System)**

Funkcje realizowane przez serwer GIS możemy podzielić na cztery grupy: wprowadzanie danych (import i tworzenie różnych warstw), zarządzanie danymi GIS (weryfikacja jakości i aktualizacja), przetwarzanie danych GIS (tworzenie dodatkowych warstw na podstawie warstw źródłowych oraz prowadzenie analiz środowiskowych), udostępnianie danych GIS (tworzenie serwera GIS, zarządzanie dostępem do danych, publikacja danych w internecie, wizualizacja).

- **Serwer baz danych**

Zadaniem serwera jest gromadzenie, archiwizowanie i udostępnianie danych referencyjnych, które nie mają charakteru przestrzennego, w szczególności cyfrowych bibliotek sygnatur spektralnych.

### **Zakład Technologii Kosmicznych**

Zakład [6] specjalizuje się głównie w rozwoju obszarów badawczych związanych z technologiami kosmicznymi i lotniczymi. Rozwój tych technologii zależy od stopnia poznania kluczowych dziedzin nauki w tych obszarach, takich jak spalanie, wymiana ciepła, numeryczna mechanika płynów, metody elementów skończonych, metody numeryczne, mechanika i wielu innych, pokrewnych jak chemia organiczna i nieorganiczna, materiałoznawstwo, metalurgia, elektronika.

Prace naukowo-badawcze w obszarze technologii kosmicznych obejmują projektowanie i testowanie: hybrydowych silników raketowych, silników raketowych na ciekły materiał pędny, silników raketowych na stały materiał pędny oraz demonstratorów technologii rakiet nośnych. Dodatkowo prace te obejmują rozwój technologii ekologicznych materiałów pędnych, tworzenie dedykowanego oprogramowania z zakresu CFD i FEM oraz optymalizację i analizę dynamiki lotu rakiet wielostopniowych.

Zakład Technologii Kosmicznych mieści się w budynku N i składa się z:

1. Laboratorium Materiałów Pędnych,
  2. Laboratorium Katalizatorów,
  3. Laboratorium Napędów Kosmicznych.
- **Laboratorium Materiałów Pędnych**

Laboratorium Materiałów Pędnych powstało w 2011 roku i stanowi integralną oraz fundamentalną część Zakładu Technologii Kosmicznych. LMP powołane zostało do celu badania i opracowywania materiałów pędnych mających zastosowanie w napędach kosmicznych, ale także do wielu innych potencjalnych zastosowań, jak ciche napędy do UAV, napędy do torped, układy do redukcji NOx w komorach spalania, itd.

Planowane prace badawcze w LMP skupiać się będą na: opracowaniu wydajnej metody zagęszczania nadtlenu wodoru do klasy HTP, badaniu nowych, ciekłych utleniaczy rakietowych na bazie ADN, badaniu ziaren stałych materiałów pędnych na bazie HTPB oraz AN, badaniu układów hybrydowych, tj. HTPB + HTP oraz badaniu materiałów pędnych z paliwami węglowodorowymi.

W połowie 2011 roku rozpoczęto prace badawcze nad opracowaniem nowej metody preparatyki nadtlenu wodoru. Prace te zostały podjęte przez dr Grzegorza Raratę w asyście mgr inż. Pawła Surmacza. Dzięki połączeniu dwóch układów, tj. kolumny destylacyjnej i rotacyjnej wyparki próżniowej udało się stworzyć aparaturę pozwalającą na bezpośrednie

zateżanie i oczyszczanie nadtlenu wodoru. Gotowy produkt spełnia wszystkie normy czystości, przede wszystkim normę MIL-16005F.



Aparatura badawcza LMP oraz HTP, ILOT

### Laboratorium Katalizatorów

Laboratorium Katalizatorów powołane zostało na potrzeby projektu finansowanego przez ESA (Europejska Agencja Kosmiczna) w ramach porozumienia PECS i realizowanego w Zakładzie Technologii Kosmicznych. Głównym celem tego projektu jest opracowanie nowych katalizatorów do 98% nadtlenu wodoru, które to mogłyby znaleźć zastosowanie w nowych silnikach rakietowych na jedno i dwuskładnikowy materiał pędny wykorzystujący HTP.

### Laboratorium Napędów Kosmicznych

Laboratorium Napędów Kosmicznych zbudowane w Zakładzie Technologii Kosmicznych w miejscu byłej hamowni silników turbinowych w budynku N przeznaczone jest do badań napędów konwencjonalnych, których źródłem energii są egzotermiczne reakcje chemiczne związane ze spalaniem lub katalitycznym rozkładem materiałów pędnych wytworzonych lub zamówionych przez LMP. Napędy, które spełniają powyższe założenie to układy napędowe jak:

- silniki rakietowe na ciekły jednoskładnikowy materiał pędny,
- silniki rakietowe na ciekły dwuskładnikowy materiał pędny,
- silniki rakietowe hybrydowe,
- silniki rakietowe na stały materiał pędny.

W wyniku przystąpienia Polski do ESA, polski przemysł, ale przede wszystkim środowiska naukowe powinny być przygotowane pod względem posiadanej infrastruktury do możliwości prowadzenia projektów kosmicznych przynajmniej w takiej skali finansowej jakie będą polskie składki w ESA. Jednym z wielu etapów budowy infrastruktury niezbędnej do badania nowych technologii związanych z aeronautyką, głównie z układami napędowymi, jest budowa nowoczesnej hamowni z cyfrowym systemem pomiarowo-sterującym oraz szybką akwizycją danych. Obecne doświadczenia i analiza sytuacji w Europie zachodniej pozwala stwierdzić, że uzasadnione jest istnienie hamowni do testowania układów napędowych o ciągu do 1 kN.

Zakupiona aparatura posłuży jednocześnie do badań silników rakietowych na stały, hybrydowy, gazowy i ciekły materiał pędny. Dzięki temu będzie to unikatowa w skali kraju, hamownia o uniwersalnym zakresie badawczym. Wszystkie elementy pomiarowo-sterujące zostaną połączone, tak aby można było sterować całym procesem badawczy z pomieszczenia sterowni.





Sterownia i hamownia Laboratorium Napędów Kosmicznych, ILOT

### Zakład Napędów Lotniczych

Zakład Napędów Lotniczych [3] obejmuje swym zakresem działania problematykę napędów turbinowych, raketowych i tłokowych. Zakład specjalizuje się w prowadzeniu prac badawczo-rozwojowych w zakresie spalania, zasilania, konstrukcji i eksploatacji nowoczesnych rozwiązań silników spalinowych.

Infrastruktura zakładu skupiona jest w następujących jednostkach organizacyjnych:

1. Laboratorium Spalania Detonacyjnego,
2. Laboratorium Silników,
3. Laboratorium Przepływów,
4. Laboratorium Badań Akustycznych,
5. Laboratorium Badań Szyb,
6. Laboratorium Wyważarek.

Wszystkie pomieszczenia biurowe znajdują się w budynku „S8”, są wyposażone w system informatyczny z oprogramowaniem do konstrukcji 3D – SolidWorks oraz Methcada.

W skład infrastruktury Zakładu wchodzi:

- **Laboratorium Spalania Detonacyjnego** realizuje projekt „Silnik turbinowy z detonacyjną komorą spalania” co pozwoliło opanować zjawisko wirującej detonacji oraz kontynuować prace w składzie międzynarodowego konsorcjum. Laboratorium może kontynuować prace również w projekcie „Zintegrowany silnik raketowo-strumieniowy”.
- **Laboratorium Silników** podejmuje działania zmierzające do dieselizacji silników tłokowych, a także przy współpracy urzędu Lotnictwa Cywilnego może podjąć prace nad przedłużaniem resursów silników tłokowych dla General Aviation.
- **Laboratorium Przepływów** oferuje prace na zamówienia zewnętrzne (GE) i podejmuje badania kolektora dolotowego.
- **Laboratorium Badań Akustycznych** świadczy usługi dla innych komórek organizacyjnych Instytutu oraz oferuje usługi w zakresie badań certyfikacyjnych statków powietrznych oraz innych obiektów terenowych.

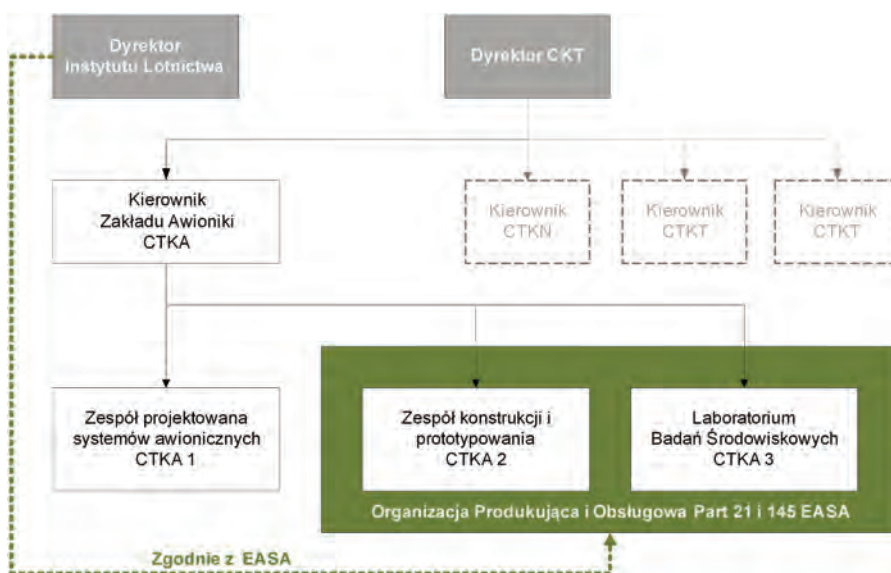
- **Laboratorium Badań Szyb** realizuje badania certyfikacyjne dla producentów lokomotyw oraz producentów szyb.
- **Laboratorium Wyważarek** w sposób ciągły realizuje zamówienia na usługi zewnętrzne.

### Zakład Awioniki

Zakład Awioniki [4] specjalizuje się w badaniach i rozwoju systemów związanych z poruszaniem się statków powietrznych w cywilnej przestrzeni powietrznej, w tym systemów awionicznych, a w szczególności: systemów stabilizacji i sterowania bezzałogowych i załogowych statków powietrznych oraz satelitów, urządzeń do pomiaru parametrów ruchu, położenia przestrzennego oraz systemów eksploatacyjnych. Specjalizuje się w badaniach układów mikroprocesorowych, badaniach odporności i wytrzymałości na działanie czynników zewnętrznych oraz szybkim prototypowaniu elementów urządzeń awionicznych.

Nowa struktura Zakładu Awioniki uwzględnia wymagania rekomendowane przez EASA i w związku z tym w skład Zakładu wejdą trzy komórki odpowiedzialne za projektowanie, wytwarzanie, badanie i obsługę systemów i urządzeń awionicznych. Zakres oferowanych usług obejmuje oferty dla innych Zakładów CTK oraz pozostałych pionów Instytutu Lotnictwa.

Struktura organizacyjna Zakładu Awioniki z uwzględnieniem struktury Instytutu Lotnictwa przedstawiona została schemacie poniżej.



Prawidłowość procedur zarządczych, R&D, produkcyjnych i obsługowych zapewniają wdrożone systemy:

- Organizacji Produkującej w ramach zatwierdzenia Urzędu Lotnictwa Cywilnego przepisów EASA Part 21G;
- Organizacji Obsługowej w ramach Zatwierdzenia Urzędu Lotnictwa Cywilnego przepisów EASA Part 145;
- Systemu Zarządzania spełniającego wymagania przepisów AQAP 2110:2009 potwierdzonego certyfikatem wydanym przez ZSJ i Z WAT;
- Obrotu materiałami do specjalnych zastosowań w zakresie ujętym w Koncesji nr B-003/2010 wydanej przez MSWiA.

## WNIOSKI

Przedstawiona infrastruktura i organizacja Centrum Technologii Kosmicznych umożliwia podejmowanie zadań określonych w planach i programach Ministerstwa Gospodarki oraz planach Instytutu Lotnictwa.

Przynależność do Europejskiej Agencji Kosmicznej pozwoliła realizować projekty badawcze w składzie konsorcjów międzynarodowych finansowanych z dedykowanych środków.

Z kolei przynależność do Krajowego Centrum Inżynierii Kosmicznej i Satelitarnej (podpisanie umowy 28.05.2014r.) rozszerza możliwość współpracy w warunkach krajowych.

## LITERATURA

- [1] Instytut Lotnictwa. (2014). Zarządzenie Nr 49 Dyrektora Instytutu Lotnictwa. Warszawa.
- [2] Instytut Lotnictwa. (2013). Plan rozwoju Centrum Innowacyjnych Technologii Lotniczych i Kosmicznych w Instytucie Lotnictwa. Studium Wykonalności. Warszawa.
- [3] Kalina, P. (2014). Koncepcja działania Zakładu Napędów Lotniczych. Opracowanie niepublikowane. Warszawa.
- [4] Krawczyk, M. (2014). Zakład Awioniki. Opracowanie niepublikowane. Warszawa.
- [5] Czapski, P. (2014). Wstępna koncepcja pracy Zakładu Teledetekcji. Opracowanie niepublikowane. Warszawa.
- [6] Florczuk, W. (2014). Koncepcja organizacji. Zakład Technologii Kosmicznych, Opracowanie niepublikowane. Warszawa.
- [7] Lorocho, L. (2014). Plan rozwoju Centrum Technologii Kosmicznych. Prezentacja dla Rady Naukowej Instytutu Lotnictwa. Warszawa.

LESZEK LOROCH, LESZEK RAMS

## **RESEARCH INFRASTRUCTURE AND ORGANIZATION STRUCTURE OF CENTER OF SPACE TECHNOLOGIES IN THE INSTITUTE OF AVIATION**

### *Abstract*

*This article contains the description of the research facilities and the organizational structure of the Center of Space Technologies. This Center consists of four independent research divisions in the field of aerospace technologies. The trends and the facing challenges for the new divisions of the Center of Space Technologies in the development of advanced technologies are described. All laboratories and their list of competences are also included. The described organizational structure and research profile of the Center of Space Technologies allows to strongly cooperate with the foreign and national customers in the frame of many contracts and projects.*

*Keywords: Center of Space Technologies, aerospace technologies, research facilities, laboratories.*