



Łukasiewicz

Institut
Lotnictwa

TECHNOLOGIE KOSMICZNE

SPIS TREŚCI

OGÓLNE INFORMACJE O FIRMIE

1	OFERTA
5	LABORATORIA CHEMICZNE
7	CHEMICZNE NAPĘDY KOSMICZNE
10	EKOLOGICZNE MATERIAŁY PĘDNE
12	NADTLENEK WODORU
14	ILR-33 BURSZTYN 2K
16	TECHNOLOGIE SYSTEMÓW WYNOŚZENIA
18	LOTY SUBORBITALNE
20	TECHNOLOGIE RAKIETOWE - USŁUGI INŻYNIERSKIE
23	LABORATORIUM TESTÓW PODSYSTEMÓW RAKIETOWYCH I KOSMICZNYCH
25	HAMOWNIA NAPĘDÓW RAKIETOWYCH
29	HAMOWNIA NAPĘDÓW KOSMICZNYCH W WARUNKACH PRÓŻNIOWYCH
33	HAMOWNIA SILNIKÓW WYKORZYSTUJĄCYCH ZJAWISKO WIRUJĄCEJ DETONACJI (RDE)
34	PODSYSTEMY I KOMPONENTY RAKIETOWE
36	AWIONICZNE SYSTEMY STEROWANIA RAKIET
39	BADANIA ŚRODOWISKOWE KONSTRUKCJI KOSMICZNYCH
44	TELEDETEKCJA SATELITARNA
46	ASTROBIOLOGIA
48	ROZWIĄZANIA INFORMATYCZNE
50	WSPÓŁPRACA

KONTAKT

OGÓLNE INFORMACJE O FIRMIE

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa należy do najnowocześniejszych placówek badawczych w Europie o tradycjach sięgających 1926 roku. Instytut ściśle współpracuje ze światowymi potentatami przemysłu lotniczego oraz instytucjami z branży kosmicznej. Strategicznymi obszarami badawczymi Instytutu są technologie lotnicze, kosmiczne oraz bezzałogowe. Prowadzone są tutaj także badania i usługi dla przemysłu krajowego i zagranicznego w zakresie technologii materiałowych i kompozytowych, przyrostowych, teledetekcyjnych, energetycznych oraz wydobywczych. Sieć Badawczą Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa tworzy osiem centrów badawczych:

- **CENTRUM TECHNOLOGII LOTNICZYCH**
opracowuje technologie dedykowane do projektowania, realizacji badań aerodynamicznych i certyfikacji samolotów.
- **CENTRUM TECHNOLOGII KOSMICZNYCH**
prowadzi prace badawczo-rozwojowe w zakresie napędów kosmicznych, technologii raketowych, badań systemów satelitarnych i teledetekcji.
- **CENTRUM TECHNOLOGII BEZZAŁOGOWYCH**
prowadzi prace badawczo-rozwojowe w zakresie bezzałogowych statków powietrznych i systemów anty-dronowych.
- **CENTRUM BADAŃ MATERIAŁÓW I KONSTRUKCJI**
oferuje badania materiałowe oraz badania elementów konstrukcji w szerokim zakresie obciążeń i temperatur, a dzięki dużej liczbie certyfikowanych stanowisk badawczych, jest regionalnym liderem w dziedzinie badań zmęczeniowych i wytrzymałościowych.
- **CENTRUM TECHNOLOGII KOMPOZYTOWYCH**
dostarcza rozwiązania w zakresie technologii kompozytowych i testów materiałów kompozytowych dla przemysłu lotniczego i kosmicznego.
- **ENGINEERING DESIGN CENTER**
to wspólne przedsięwzięcie General Electric Company Polska Sp. z o. o. i Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytutu Lotnictwa. Centrum oferuje usługi projektowe oraz badawczo-rozwojowe w obszarze lotnictwa, energetyki gazowej oraz energii odnawialnej.
- **CENTRUM USŁUG INŻYNIERSKICH**
zapewnia wsparcie w zakresie inżynierii mechanicznej i cieplnej strategicznych projektów badawczo-rozwojowych.
- **CENTRUM TECHNOLOGII ENERGETYCZNYCH**
skupia się wokół obszarów inżynierskich: projektowania, produkowania, analizy i serwisowania części turbin gazowych dużej mocy oraz turbin wiatrowych. Jednym z głównym zadań tego centrum jest wdrożenie nowej ery energetyki, która będzie budować czystsza przyszłość.



OFERTA

Głównym obszarem działań Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytutu Lotnictwa w zakresie technologii kosmicznych jest świadczenie usług badawczo-rozwojowych oraz wspieranie rozwoju przemysłu. Światowej klasy infrastruktura, doświadczona kadra i młode talenty zapewniają jakość oraz pozwalają na dostarczanie przełomowych rozwiązań na rynku światowym. Certyfikowane laboratoria i wiedza w zakresie ECSS (ang. European Cooperation for Space Standardization) sprawiają, że Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa jest silnym partnerem w dziedzinie technologii kosmicznych.

W 2023 roku oddano do użytku nowoczesne Centrum Laboratoryjne Napędów Raketowych i Satelitarnych, które jest uzupełnieniem oferty badawczej Łukasiewicza – Instytutu Lotnictwa w zakresie technologii kosmicznych.

Nowa infrastruktura przeznaczona jest zarówno do realizacji badań kwalifikacyjnych, przemysłowych jak i prac rozwojowych, w tym:

- rozwoju nowych ekologicznych napędów kosmicznych – ich komponentów i kompletnych systemów,
- rozwoju nowych materiałów pędnych, ze szczególnym naciskiem na ekologiczne oraz paliwa hipergoliczne,
- realizacji usług laboratoryjnych dotyczących badań chemicznych,
- rozwoju systemów sterowania do zastosowań kosmicznych i raketowych.

Prace projektowe i testowe realizowane w ramach technologii kosmicznych, rozwijane są w szeregu laboratoriów, w tym m.in.

1. LABORATORIA BADAŃ NAPĘDÓW KOSMICZNYCH:

- Hamownia napędów raketowych – badania w warunkach atmosferycznych dla ciągów do 5 kN.
- Hamownia napędów satelitarnych – badania w warunkach atmosferycznych napędów dla ciągów do 20 N.
- Hamownia napędów kosmicznych - w warunkach próżni dla ciągów do 500 N.
- Hamownia napędów wirującej detonacji (RDE) – dla silników na gazowe oraz ciekłe materiały pędne.

2. LABORATORIA CHEMICZNE:

- Laboratorium Katalizatorów.
- Laboratorium Paliw Stałych.
- Laboratorium Syntezy.
- Laboratorium Paliw Ciekłych.
- Laboratorium Testów Ciepłych.
- Laboratorium Analityczne.

3. LABORATORIA TESTÓW PODSYSTEMÓW RAKIETOWYCH I KOSMICZNYCH:

- Laboratorium Układów Wykonawczych Sterowania.
- Laboratorium Awioniki Kosmicznej, Cleanroom ISO 8.
- Laboratorium Zaworów Elektromagnetycznych.







LABORATORIA CHEMICZNE

Rozbudowane w 2023 roku Laboratorium badań chemicznych dla zastosowań kosmicznych, umożliwia badania własności fizykochemicznych i kompatybilności chemicznej materiałów pędnych na skalę światową.

Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa jest wiodącą w Polsce i na świecie jednostką prowadzącą prace badawczo-rozwojowe w dziedzinie ekologicznych napędów raketowych. Głównym obszarem zainteresowań i specjalizacji są ekologiczne napędy ciekłe i hybrydowe, oparte na ponad 98% nadtlenu wodoru, jak również innowacyjne paliwa hipergoliczne.

Własne możliwości produkcji (w oparciu o opatentowaną metodę) nadtlenu wodoru o stężeniu przekraczającym 98% pozwalają na niezależność w przygotowaniach do testów silników i innych komponentów wykorzystujących HTP.

LABORATORIUM MATERIAŁÓW PĘDNYCH REALIZUJE NASTĘPUJĄCE ZADANIA

- Badania nad paliwami do nowych ciekłych, hybrydowych i żelowych układów napędowych.
- Badania paliw hipergolicznych z nadtlakiem wodoru (wytwarzanie, długotrwałe przechowywanie, pasywacja oraz badania kompatybilności).
- Badania trwałości chemicznej paliw, zawierających dodatki katalityczne i/lub energetyczne.
- Badania parametrów fizykochemicznych, użytecznych pod względem zastosowań napędowych.
- Opracowanie zaawansowanych małosmogowych stałych raketowych materiałów pędnych.
- Badania nad wysokowydajnymi ekologicznymi paliwami i utleniaczami nowej generacji.
- Rozwój katalizatorów do zastosowań z jednoskładnikowymi materiałami pędnymi.
- Badania kompatybilności chemicznej różnych materiałów konstrukcyjnych z cieczami roboczymi.
- Opracowania składów paliw, spontanicznie reagujących z nadtlakiem wodoru (hipergolicznych).

WYPOSAŻENIE LABORATORIÓW CHEMICZNYCH OBEJMUJE M.IN.

- Spektrometr Nicolet iS50 FT-IR z wbudowanym ATR.
- Mikroskop cyfrowy Vhx 7000.
- Laboratoryjny piec mufłowy typu FCF 22 SHM.
- Wibracyjną wytrząsarkę sitową AS Control.
- Młyn planetarno-kulowy PM 100.
- Stanowisko do odlewania stałych raketowych materiałów pędnych.

Otrzymane prototypy materiałów pędnych w procesie odlewania i po termicznym kondycjonowaniu muszą posiadać badania pod kątem spełnienia wymagań założonych parametrów – właściwości balistycznych, mechanicznych, termochemicznych, jak i bezpieczeństwa jego użytkowania. Dopiero mając gotowy i właściwie scharakteryzowany materiał pędny można przystąpić do testów kompletnych silników, które również wykonywane są w Instytucie na stanowiskach badawczych w próżni lub w atmosferze. Skupienie zaplecza badawczego w jednym miejscu, pozwala na kompleksowe prowadzenie badań rozwojowych w zakresie stałych materiałów pędnych, przy jednoczesnym zwiększeniu ich bezpieczeństwa.



CHEMICZNE NAPĘDY KOSMICZNE

Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa ma możliwość projektowania, wytwarzania i testowania komponentów oraz całych systemów napędów kosmicznych. Laboratoria Materiałów Pędnych, Katalizatorów i Napędów Kosmicznych są częścią istniejącej infrastruktury badawczej. Instytut ma bogate doświadczenie w opracowywaniu silników raketowych wykorzystujących zarówno jednoskładnikowe materiały pędne jak i również ciekłe oraz stałe, a także układów hybrydowych.

SILNIKI NA JEDNOSKŁADNIKOWY MATERIAŁ PĘDNY ORAZ KOMPLETNE SYSTEMY NAPĘDOWE

- Silniki dla platform kosmicznych o ciągu w zakresie 1 - 500 N.
- Systemy sterowania położeniem rakiety z wykorzystaniem nadtlenu wodoru jako materiału napędowego.
- Napędy do deorbitacji satelitów.
- Zaawansowane złoża katalityczne.
- Innowacyjne i wysokowydajne ekologiczne paliwa raketowe.
- W pełni ekologiczne systemy napędowe dla małych platform kosmicznych.

Główne produkty w fazie rozwoju:

- 1 N silnik na nadtlenek wodoru (finansowanie ESA).
- POLON – ekologiczny system napędowy dla małych platform satelitarnych (finansowanie NCBR).

SILNIKI NA DWUSKŁADNIKOWY CIEKŁY MATERIAŁ PĘDNY

- Rozwój silników na dwuskładnikowy materiał pędny do zastosowania w satelitach oraz do napędzania górnych stopni rakiet nośnych.
- Ekologiczne, o długim okresie przechowywania, systemy napędowe dla misji eksploracyjnych, w tym napędy o kontrolowanej wartości ciągu do lądowników.
- Redukcja kosztów dzięki wykorzystaniu addytywnych technologii wytwarzania.
- Rozwój systemów zasilania z pompami elektrycznymi/turbinami zasilanymi HTP.
- Możliwość projektowania i testowania silników o ciągu do 100 kN w ramach partnerstw/współpracy krajowej.
- Systemy zapłonowe do silników raketowych na paliwo ciekłe oparte na katalitycznym rozkładzie nadtlenu wodoru i zapalniki pirogeniczne oparte na przyjaznych dla środowiska kompozytowych materiałach pędnych.

Główne produkty w fazie rozwoju:

- Silnik na dwuskładnikowy materiał pędny o ciągu 10-20 N dla ekologicznych systemów napędowych (finansowanie ESA).
- Liquid Apogee Engine o ciągu 450 N o wyjątkowych osiągnięciach, wykorzystujący ekologiczne materiały pędne (finansowanie ESA).
- Ekologiczny napęd do górnych stopni rakiet nośnych (z możliwością wielokrotnego odpalania, ciąg 5-8 kN) (finansowanie NCBR)*.
- Silnik na ekologiczny materiał pędny o kontrolowanej wartości ciągu dla lądowników oraz stopni rakiet wielokrotnego użytku (finansowanie ESA).

* projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju na rzecz bezpieczeństwa i obronności państwa.

HYBRYDOWE SILNIKI RAKIETOWE

- Wysokowydajna technologia napędowa.
- Efektywność energetyczna dzięki zastosowaniu nadtlenu wodoru o stężeniu +98%.
- Doświadczenie w druku 3D skomplikowanych geometrii ziaren paliw raketowych.
- Opatentowana technologia paliwa do zastosowania w silnikach hybrydowych.

Główne produkty w fazie rozwoju:

- Hybrydowy silnik raketowy na ekologiczne materiały pędne z paliwem polietylenowym o ciągu 4 kN, z powodzeniem wykorzystywany podczas misji suborbitalnych, wysoce skalowalna technologia.

SILNIKI RAKIETOWE NA STAŁE MATERIAŁY PĘDNE

- Efektywne kosztowo silniki raketowe o strukturze kompozytowej, przetestowane w locie.
- Raketowe materiały pędne o wysokich osiąгах (zarówno kompozytowe, jak i dwubazowe).
- Silniki raketowe na stałe materiały pędne do mikroraket nośnych o wysokich współczynnikach masowej zawartości materiału pędnego.
- Rozwój małych silników: do separacji stopni, kontroli położenia itp.
- Gazogeneratory na bazie stałego materiału pędnego, wykorzystujące materiały pędne o niskiej temperaturze spalania, które nie generują stałych produktów spalania, mogące być wykorzystane do napędzania turbin gazowych.

Główne produkty w fazie rozwoju:

- Silnik raketowy na stały materiał pędny do deorbitacji, wykorzystujący materiał pędny o wysokich osiąгах bez dodatku aluminium (finansowanie ESA w 4 kolejnych projektach) – jedyny europejski silnik, spełniający wymagania inicjatywy „Clean Space” Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz ograniczenia przyspieszeń dla statków kosmicznych.
- Silnik pomocniczy na stały materiał pędny o ciągu 50 kN*.
- Silnik raketowy na stały materiał pędny o ciągu 6 kN wspomagający start bezałogowych statków powietrznych (BSP).

* projekt finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju na rzecz bezpieczeństwa i obronności państwa.

SYSTEMY NAPĘDOWE

- Komponenty do użytku z najnowocześniejszymi i ekologicznymi materiałami pędnymi:
 - zbiorniki na paliwo i utleniacz,
 - zawory,
 - instalacje ciśnieniowe,
 - struktury.
- Podsystemy.
- Integracja i testowanie.

Główne produkty w fazie rozwoju:

- Ekologiczne systemy napędowe na ciekły materiał pędny dla platformy HYPERSAT.
- Zawory z kontrolą przepływu.
- Zawory otwierające.
- Zawory pirotechniczne.
- Degradowalne zbiorniki na ciekłe materiały pędne.
- Demonstrator silnika raketowego o zmiennym ciągu (TLPD), wykorzystujący 98% HTP jako utleniacz i ekologiczne paliwo, ma na celu zapewnienie rozwiązania umożliwiającego ponowne użycie i zwiększoną elastyczność misji europejskich systemów transportu kosmicznego.





EKOLOGICZNE MATERIAŁY PĘDNE

Istotnym osiągnięciem Instytutu jest opracowanie i komercjalizacja metody otrzymywania nadtlenu wodoru, w szczególności nadtlenu wodoru klasy HTP, który jest wykorzystywany w wielu gałęziach przemysłu.

LABORATORIUM MATERIAŁÓW PĘDNYCH REALIZUJE NASTĘPUJĄCE ZADANIA:

- Badania nad paliwami do nowych ciekłych, hybrydowych i żelowych układów napędowych.
- Badania paliw hipergolicznych z nadtlakiem wodoru.
- Opracowanie zaawansowanych małosmugowych stałych rakietowych materiałów pędnych.
- Badania nad wysokowydajnymi ekologicznymi paliwami i utleniaczami nowej generacji.
- Rozwój katalizatorów do zastosowań z jednoskładnikowymi materiałami pędnymi.
- Badania kompatybilności chemicznej różnych materiałów konstrukcyjnych z cieczami roboczymi.

WYPOSAŻENIE LABORATORIÓW CHEMICZNYCH OBEJMUJE M.IN.:

- Spektrometr Nicolet iS50 FT-IR z wbudowanym ATR.
- Mikroskop cyfrowy Vhx 7000.
- Laboratoryjny piec muflowy typu FCF 22 SHM.
- Wibracyjną wytrząsarkę sitową AS Control.
- Młyn planetarno-kulowy PM 100.
- Stanowisko do odlewania stałych rakietowych materiałów pędnych.



NADTLENEK WODORU

Instytut ma ponad dziesięcioletnie doświadczenie w pracy z nadtlenkiem wodoru klasy HTP. W 2011 roku naukowcy i inżynierowie opracowali technologię wytwarzania nadtlenu wodoru o stężeniu powyżej 98%. Możliwe jest uzyskanie stężenia nawet do 99,99%. Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa posiada kilka patentów na tę technologię, zastrzegających rozwiązanie w ponad 20 krajach na całym świecie.

LABORATORIUM NADTLENU WODORU KONCENTRUJE SIĘ NA:

- Rozwoju i optymalizacji nowoczesnych metod otrzymywania HTP.
- Badaniach stabilności HTP.
- Badaniach analitycznych otrzymywanego nadtlenu (zgodność z normą MIL-PRF-16005F).
- Współpracy z przemysłem w celu wdrażania technologii HTP.

LABORATORIUM OFERUJE NASTĘPUJĄCE OZNACZENIA:

- Analizę śladowych ilości pierwiastków oraz oznaczenie śladowych zawartości jonów zgodnie z normą MIL-PRF-16005F: optyczny spektrometr emisyjny Avio 200 ICP.
- Suchej pozostałości po odparowaniu.
- Testy kompatybilności.
- Zawartości węgla organicznego i nieorganicznego: laboratoryjny analizator całkowitego węgla organicznego (TOC) Sievers InnovOx ES.
- Mikroskopową analizę membranową rozkładu wielkości cząstek.



ILR-33 BURSZTYN 2K

Rakieta ILR-33 BURSZTYN 2K jest lotną platformą suborbitalną Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytutu Lotnictwa. Zaprojektowana w pełni we własnym zakresie pozwala m.in. na rozwój większych systemów raketowych. ILR-33 BURSZTYN 2K jest oferowany jako autonomiczny produkt, a także jako platforma umożliwiająca realizację dedykowanych usług. Rakieta została wystrzelona trzykrotnie i pomyślnie odzyskana zarówno z morza, jak i lądu. Napędzana jest hybrydowym silnikiem raketowym, wspomaganym przez dwa silniki pomocnicze na stały materiał pędny, umożliwiające dostosowanie misji do konkretnych potrzeb wynoszonego ładunku.

Parametry techniczne rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K

Długość	4,6 m
Średnica członu głównego	230 mm
Pułap lotu	100 km
Maksymalna prędkość	1300 m/s
Masa ładunku użytecznego	10 kg
Maksymalne przeciążenie	14 g
Czas trwania mikrogravitacji ($10^{-3}g$, 5 kg)	150 s

Silniki pomocnicze

Typ	Stały materiał pędny
Ciąg maksymalny	2 x 16 000 N
Czas pracy	6 s
Komora spalania	Struktura kompozytowa

Silnik główny

Typ	Hybrydowy silnik raketowy
Utleniacz	Nadtlenek wodoru (H_2O_2), stężenie 98%+
Paliwo	Polietylen
Ciąg maksymalny	4 000 N
Czas pracy	40 s
Komora spalania	Struktura kompozytowa



TECHNOLOGIE SYSTEMÓW WYNOŚZENIA

Instytut posiada "know-how" umożliwiający rozwój rakiet suborbitalnych i wielu technologii rakiet nośnych. Rakieta ILR-33 BURSZTYN 2K jest wykorzystywana podczas lotu jako suborbitalna platforma testowa. Udokumentowane możliwości i sprawdzone systemy w dziedzinie takich rakiet mogą również zostać rozwinięte do wykorzystania w małych raketach nośnych.

Od 2007 roku w Instytucie trwają prace nad małymi raketami nośnymi. Ostatnie wysiłki mają na celu umożliwienie rozwoju systemów transportu kosmicznego do wystrzeliwania małych satelitów na niskie orbity okołozemskie i dostarczania ładunków na orbity synchronizowane słonecznie, przy wykorzystaniu międzynarodowej współpracy.

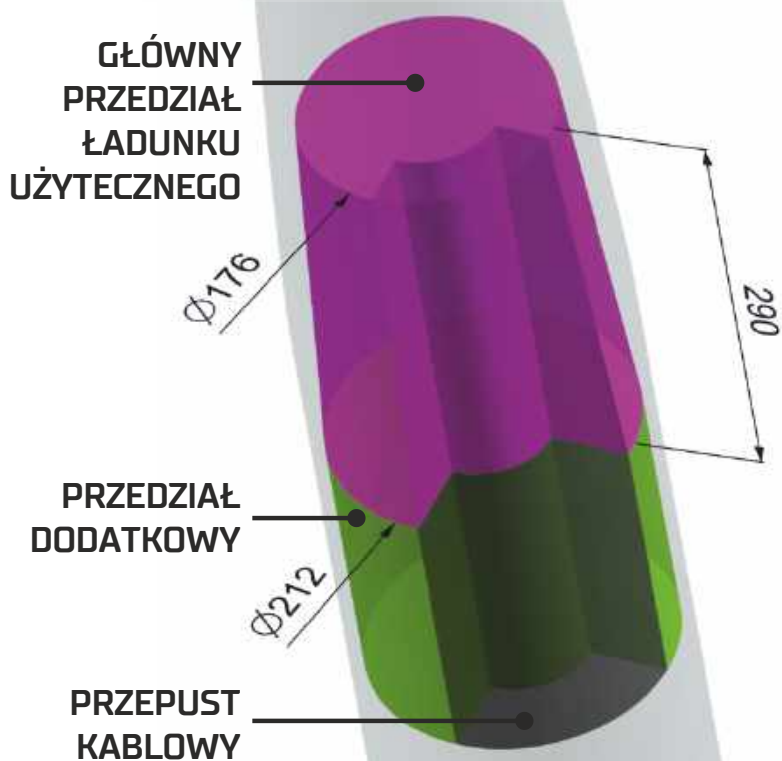
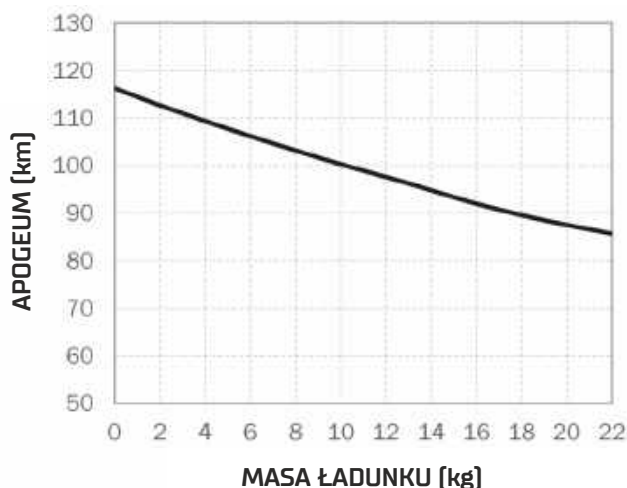
Ponadto Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa opracowuje również kilka silników rakietowych z kontrolowaną wartością ciągu, które umożliwią ponowne wykorzystanie pojazdów, ale mogą być również wykorzystywane do bardziej wymagających misji (m.in. w lądownikach księżycowych i planetarnych). Możliwości takich rozwiązań weryfikowane są w ramach różnych projektów przy użyciu lotnych platform testowych (m.in. w ramach projektu FROG realizowanego we współpracy z ESA i CNES).

A vertical rocket launch is shown against a sunset sky. The rocket is a thin, dark line at the top, with a bright orange and yellow plume of fire and smoke trailing down to the horizon. The plume is thick and textured, with many small, rounded shapes. The sky is a gradient of orange and yellow, with a dark blue at the top. At the bottom, there is a silhouette of a desert landscape with several rounded hills.

***NOWE
SYSTEMY
TRANSPORTU
KOSMICZNEGO***

LOTY SUBORBITALNE

Głównym celem projektu rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K jest walidacja kluczowych technologii opracowanych do zastosowania w nowoczesnych platformach suborbitalnych, satelitach i małych raketach nośnych. Bursztyn to także efektywna kosztowo, skalowalna i ekologiczna konstrukcja, umożliwiająca wydajne eksperymentowanie w mikrogravitacji i sondowanie atmosfery. Może zapewnić do 150 sekund warunków mikrogravitacji dla ładunku o masie 10 kg. Podstawowa wersja rakiety została pomyślnie sprawdzona w locie. Przedział ładunku użytecznego może zostać dostosowany do wymagań klienta, zapewniając możliwie jak najlepsze warunki badawcze.





TECHNOLOGIE RAKIETOWE – USŁUGI INŻYNIERSKIE

Portfolio Instytutu zawiera aparaturę satelitarną wykorzystaną na orbicie, jak również liczne rakiety suborbitalne – wojskowe i cywilne. Dążąc do doskonałości inżynierskiej i wspierając globalny zrównoważony rozwój, Sieć Badawcza Łukasiewicz - Instytut Lotnictwa jest zainteresowany współpracą krajową i międzynarodową. Dzięki szerokiej gamie usług poświęconych projektowaniu oraz optymalizacji rozwiązań dla lotnictwa i kosmonautyki, oferowane usługi dają unikalną możliwość rozwoju nowych technologii.

PROJEKTOWANIE POJAZDÓW I NAPĘDÓW

- Stałe, hybrydowe i ciekłe napędy raketowe.
- Mechanizmy, zawory, łożyska.
- Struktury kompozytowe.
- Systemy nawigacji i sterowania.
- Komputery pokładowe i inne systemy elektroniczne.
- Wytrzymałość konstrukcji (metoda elementów skończonych).
- Analizy przepływowe, modelowanie spalania (metoda elementów skończonych).
- Inżynieria systemowa.

OPROGRAMOWANIE

- Narzędzia obliczeniowe do symulacji zagadnień przepływowych.
- Narzędzia do realizacji obliczeń balistyki wewnętrznej silników na stałe i hybrydowe materiały pędne i ich sprzężenie z oprogramowaniem CAD.
- Symulacja lotu raket i statków kosmicznych (6 stopni swobody).
- Narzędzia inżynierskie wspierające inżynierię systemową i kosztową.

WALIDACJA I TESTOWANIE SYSTEMÓW

- Systemy napędowe satelitów i raket.
- Badania nieniszczące.
- Badania środowiskowe.
- Badania w tunelach aerodynamicznych.
- Badania materiałowe – wytrzymałościowe, zmęczeniowe, itp.
- Badania chemiczne.





Bei z
sofort N
Gefahr
Bedienung

TRUMPF



LABORATORIUM TESTÓW PODSYSTEMÓW RAKIETOWYCH I KOSMICZNYCH

Rozwój technologii i testy komponentów silników raketowych i satelitarnych na ciekłe, stałe, gazowe oraz żelowe materiały pędne o obniżonej toksyczności jest naturalnym uzupełnieniem oferty Instytutu. Wraz z opracowaniem rodziny silników raketowych planowane są prace nad pozostałymi składnikami systemów napędowych, wliczając w to: zbiorniki na materiały pędne, zawory, filtry, przewody, struktury, interfejsy, podsystemy zasilania ciśnieniowego gazem obojętnym i systemy sterowania. Oprócz własnych prac B+R, oferujemy testy i usługi projektowania i doradztwa inżynierskiego dla klientów zewnętrznych oraz w ramach konsorcjów projektowych.

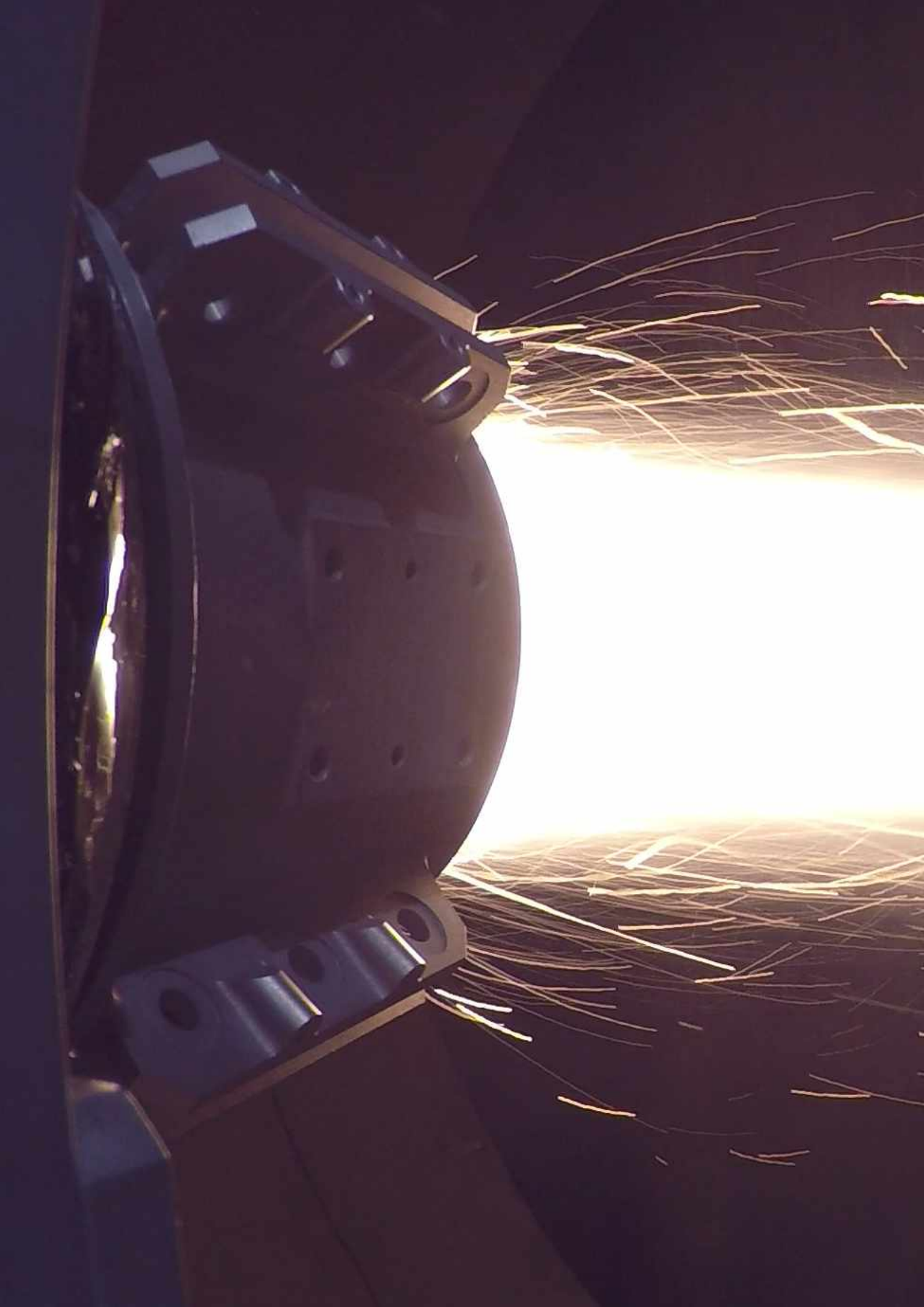
Prace w ramach projektowania i testów podsystemów kosmicznych odbywają się w:

- Laboratorium Układów Wykonawczych Sterowania.
- Laboratorium Awioniki Kosmicznej.
- Cleanroom klasy ISO 7.
- Laboratorium Zaworów Elektromagnetycznych.

Laboratorium zaworów elektromagnetycznych pozwala na prowadzenie kompleksowych badań tych komponentów zarówno podczas testów statycznych jak i przepływowych. Począwszy od prób szczelności, poprzez testy funkcjonalne, po wyznaczanie ciśnienia rozerwania. Laboratorium wyposażone jest m.in. w detektor helu umożliwiający precyzyjne ustalenie szczelności zaworu, a także stanowisko przepływowe, w linie którego wpinany jest obiekt testowy w celu oceny jego pracy w warunkach docelowych. Wyposażone w dwie linie hydrauliczne stanowisko umożliwia równoczesne badania pary zaworów, a także zaworów dwuprzepływowych, w których linia paliwa i utleniacza obsługiwana jest wspólnym siłownikiem.

LABORATORIUM POZWALA M.IN. NA:

- badania przepływowe zaworów z natężeniem przepływu od 0,2 do 50 g/s (dla wody) i ciśnieniem do 40 bar.sprawdzenie szczelności wewnętrznej/zewnętrznej a także ciśnienia rozszczelnienia przy przepływie wstecznym,
- wyznaczenie czasu reakcji (otwarcia/zamknięcia zaworu),
- wyznaczenie charakterystyki spadku ciśnienia,
- wyznaczenie czystości zaworu,
- ocenę odporności na udary wodne (ang. waterhammer),
- ocenę żywotności poprzez testy wysokocyklowe,
- wyznaczenie parametrów elektrycznych, tj. poboru mocy, oporów izolacji/cewki/połączeń wyrównawczych, napięcia otwarcia i zamknięcia.



HAMOWNIA NAPĘDÓW RAKIETOWYCH

BADANIA W WARUNKACH ATMOSFERYCZNYCH DO 5 KN

Zaawansowana infrastruktura laboratoryjna pozwala na prowadzenie testów w zakresie od 1 N do 5000 N, co czyni Instytut idealnym miejscem dla przemysłu kosmicznego. W laboratorium rozwijane i badane są napędy służące do:

- korekcji orbit,
- kontroli orientacji obiektu kosmicznego,
- dalekich misji kosmicznych,
- lądowania na innych planetach.

Testowanie napędów raketowych w warunkach atmosferycznych jest niezbędnym krokiem w rozwoju każdego napędu. Pozwala to na weryfikację działania silnika w warunkach bezpiecznych dla napędu oraz otoczenia przy dużym udziale instrumentacji.

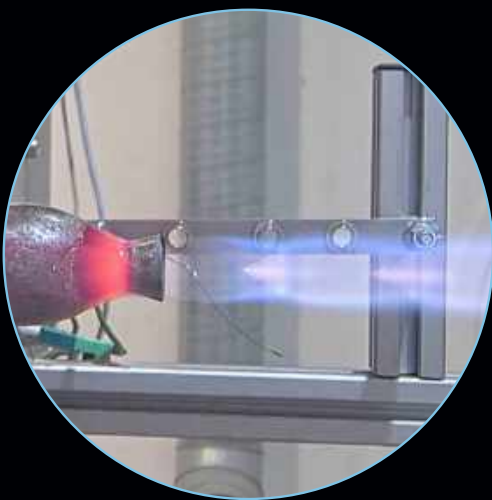
W Instytucie wykonywane są badania silników na ciekłe materiały pędne oraz silników hybrydowych. Dzięki doskonale wyposażonym stanowiskom testowym i doświadczeniu kadry inżynierskiej, dostarczamy dokładne i niezbędne dane do projektowania, rozwoju i optymalizacji silników raketowych. Hamownia przystosowana jest do badania eksperymentalnych napędów we wczesnej fazie rozwoju, jak i badań kwalifikacyjnych na ostatnich stopniach gotowości technologicznej.

1. ZAKRES CIĄGÓW: 1 N – 5 000 N

2. WYPOSAŻENIE:

- Dedykowany budynek –pomieszczenia laboratoryjne, sterownia, warsztat, w pełni zamkniętej hamowni pozwalającej na testy przez cały rok niezależnie od warunków atmosferycznych. Budynek posiada dodatkowo izolację akustyczną oraz tłumik hałasów o długości ok. 50 metrów. Specjalnie wzmocnione ściany i systemy bezpieczeństwa zabezpieczają personel testowy oraz przestrzeń otaczającą budynek sprawiając że codzienna praca na kampusie nie koliduje z prowadzonymi badaniami.
- Stanowisko testowe – stanowisko zbudowane z ramy testowej, wyposażonej w 2 ruchome pionowo płyty umożliwiające montaż obiektów testowych w konfiguracji pionowej oraz poziomej. Materiały stanowiska zostały dobrane w taki sposób aby zapewnić kompatybilność z nadtlenkiem wodoru oraz chemiczną odporność na paliwa oraz produkty spalania. Dzięki swojej budowie oferuje możliwość łatwego i szybkiego dopasowania mocowania obiektu testu do istniejącej infrastruktury poprzez standardowe interfejsy mechaniczne. Stanowisko jest zmechanizowane ułatwiając obsługę i przyspieszając operacje testowe.
- Instalacje zasilania – ośrodek testowy dysponuje trzema, różniącymi się wielkością, parami instalacji zasilania utleniacz-paliwo na 52, 20 lub 8 litrów materiałów pędnych. Mogą one być dostarczane pod różnymi ciśnieniami lub/i wydatkami - do 60 barA. Zasilanie pneumatyczne instalacji odbywa się poprzez wykorzystanie automatycznych, zdalnie sterowanych reduktorów ciśnienia z wykorzystaniem baterii wysokociśnieniowych azotu oraz helu. Ośrodek posiada bezpośrednie podłączenie do magazynu ciekłego azotu co sprawia że operacje wymagające nawet największych zasobów azotu nie są problemem.

- Deflektor gazów wylotowych – pozwala na testowanie silników raketowych w konfiguracji pionowej. Struga gazów wylotowych z silnika jest chłodzona przez system automatycznego wtrysku wody, po czym przekierowywana jest do orientacji poziomej i odprowadzana do tłumika.
- System chłodzenia wodą - placówka wyposażona jest również w system chłodzenia wodą. System zapewnia stały regulowany przepływ wody odbierającej ciepło z obiektu testu, zabezpieczając go przed przegrzaniem. Długość testu z wykorzystaniem systemu chłodzenia zależna jest od wymagań projektowej. Przy maksymalnej wydajności (2 l/s) długość testu wynosi około 450 s, zwiększając się wraz ze zmniejszającym się wymaganą intensywnością chłodzenia. System jest sterowany z głównego komputera kontroli testem.
- Warsztat integracyjny – Znajdujący się w ośrodku testowym warsztat pozwala na integrację obiektu testów oraz infrastruktury testowej. W skład warsztatu wchodzi podstawowe narzędzia, wyposażenie BHP do pracy z nadtlakiem wodoru oraz paliwami oraz urządzenia do kontroli jakości (boroskop, mikroskop, narzędzia metrologiczne) i szczelności obiektu testów przy użyciu helu. Warsztat wyposażony jest również w zapas normalii hydraulicznych i mechanicznych. Jego integralną częścią jest stanowisko elektroniczne z szeroką gamą urządzeń do integracji i diagnostyki urządzeń elektrycznych i elektronicznych (lutownica z odciągami, oscyloskop, zasilacze laboratoryjne, mikroskop warsztatowy itp.).
- System kontrolno-pomiarowy – infrastruktura kontrolno-pomiarowy opiera się na systemie czasu rzeczywistego zaimplementowanego na platformie PXI od National Instruments. Oprogramowanie rozwijane jest przez zespół wyspecjalizowanych inżynierów-programistów. Dzięki autorskiemu rozwojowi oprogramowanie istnieje możliwość szczegółowego dostosowania przebiegu testu do wymagań klientów oraz szybka integracja z dostarczonymi, niestandardowymi rozwiązaniami.



3. MOŻLIWOŚCI POMIAROWE:

- Pomiar podstawowych wielkości fizycznych – laboratorium jest w stanie wykonywać pomiary podstawowych wielkości fizycznych takich jak: ciśnienie, temperatura, wydatek przepływu, siła, wibracje. System wyposażony jest w karty pomiarowe, które pozwalają na zbieranie danych pomiarowych z blisko 200 niezależnych kanałów pomiarowych z częstotliwościami sięgającymi 2 MS/s.
- Sygnały sterujące - kontrola nad obiektem testu i innymi urządzeniami wykorzystywanymi podczas testu sprawowana jest również przez system czasu rzeczywistego. Możliwe jest sterowanie blisko 100 niezależnymi wyjściami cyfrowymi, które poprzez zastosowane przekaźniki mogą przełączać urządzenia wymagające różnych wartości sygnału: 5VDC, 24VDC, 28VDC, 230VAC. Dodatkowo możliwe jest wystawianie sygnałów analogowych z zakresu (-10, 10) VDC i 16-bitową rozdzielczością. Największa możliwa częstotliwość zmian linii sterujących podczas testu to 1 kHz.

- System wizyjny - pozwalający na nagrywanie przebiegu testu. Dostępne są standardowe kamery wizyjny nagrywające obraz Full HD z częstotliwościami do 60 Hz, kamery termowizyjne oraz kamery poklatkowe dla szybkozmiennych procesów (częstotliwość nagrywania w odpowiednich warunkach do 1 MHz).
- Magazyn urządzeń pomiarowych – brak własnych sensorów klienta, uzupełniane są władnymi. Do dyspozycji są urządzenia takich firm jak Kistler, Keller, ZEPWN, HBM, PCB, Czaki oraz wiele innych.

4. BEZPIECZEŃSTWO:

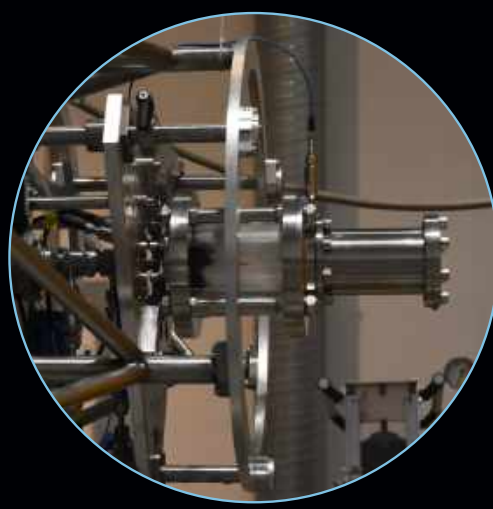
- Laboratorium i stanowiska testowe są zaprojektowane z myślą o minimalizowaniu ryzyka i negatywnego wpływu na środowisko. Materiały wykorzystane do budowy stanowisk pomiarowych zostały dobrane tak, aby zapewnić kompatybilność z najczęściej stosowanymi materiałami pędnymi.
- Oprogramowanie testowe, pracujące w oparciu o system czasu rzeczywistego, ma możliwość zdefiniowania limitów i analizowania ich na bieżąco w czasie testu. W przypadku wystąpienia nieprawidłowości, system jest w stanie zareagować w czasach nieosiągalnych dla personelu (1 ms) i autonomicznie wdrożyć zaprogramowane procedury bezpieczeństwa.
- Układ gaszenia, który może zostać uruchomiony z pomieszczenia kontrolnego, w razie wystąpienia anomalii testowych. W przypadku zagrożenia wykraczającego poza możliwości systemu gaszenia, pomieszczenie kontrolne wyposażone jest w system alarmowania wyspecjalizowanych jednostek.

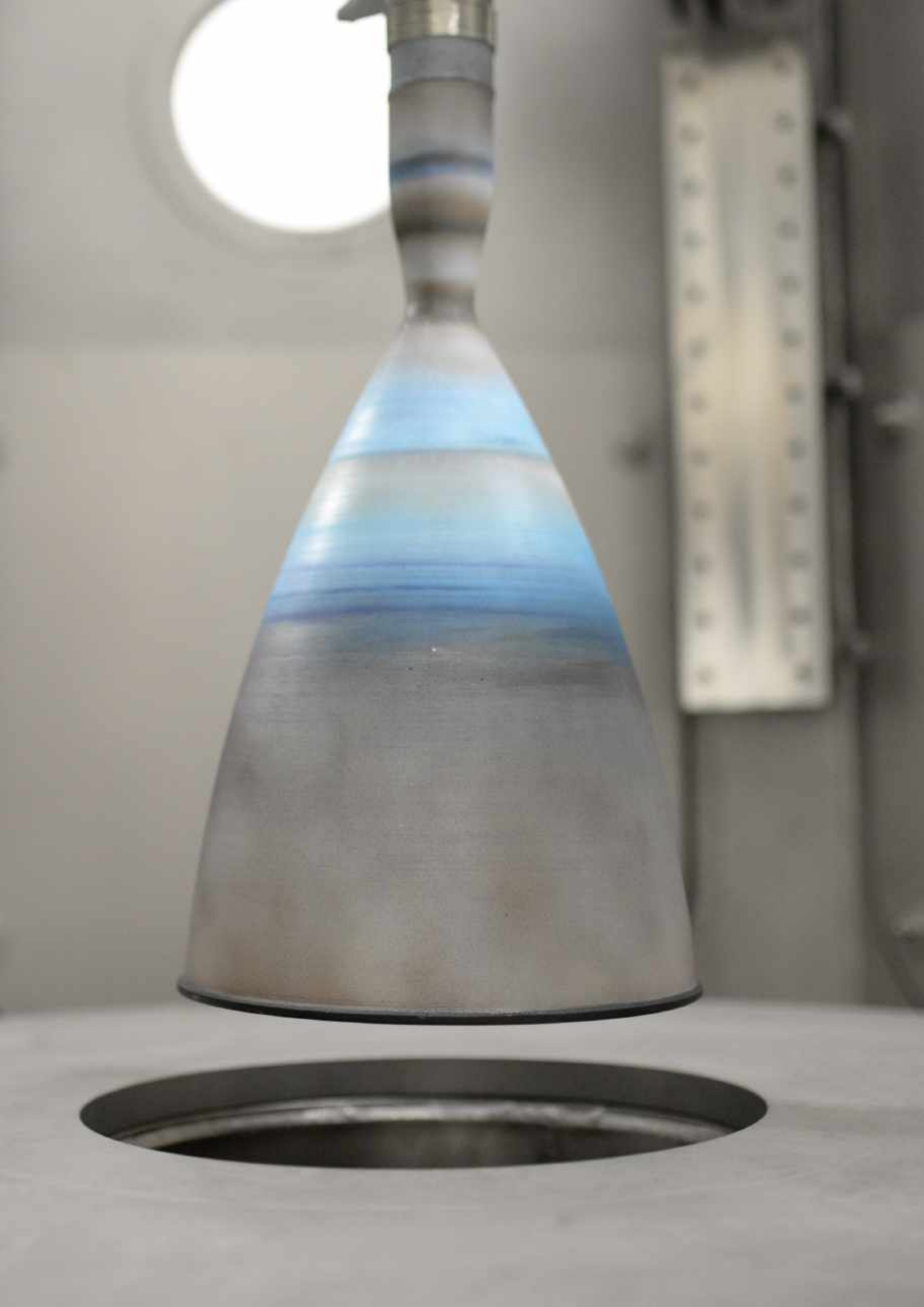
5. WSPARCIE INŻYNIERYJNE:

W ramach realizacji projektów oprócz przeprowadzania testów i przygotowywania raportów, świadczone są również usługi doradztwa inżynierskiego.

6. CELOWOŚĆ BADAŃ:

- Rozwój napędów raketowych oraz ich komponentów we wczesnej fazie projektowania.
- Rozwój eksperymentalnych konstrukcji oraz badanie wczesnych koncepcji.
- Weryfikacja pracy napędu w całym zakresie parametrów pracy.
- Kwalifikacja wybranych typów napędów.





HAMOWNIA NAPĘDÓW KOSMICZNYCH W WARUNKACH PRÓŻNIOWYCH

Najnowsze w Europie stanowisko do testów napędów raketowych w próżni zostało otwarte w 2023 roku. Pozwala na przeprowadzanie badań silników i komponentów w warunkach zbliżonych do tych panujących w kosmosie. Dokładne pomiary parametrów, takich jak ciąg, ciśnienie i czas pracy, są kluczowe dla optymalizacji, wytrzymałości i niezawodności napędu raketowego (satelity) co jest podstawowym warunkiem dla zapewnienia bezpieczeństwa i sukcesu misji kosmicznych.

1. ZAKRES BADAŃ:

- Badania kwalifikacyjne do lotu napędów kosmicznych o ciągu od 0,25 do 500 N, wykorzystujących nietoksyczne materiały pędne.
- Badania kwalifikacyjne kompletnych systemów napędowych o ciągu do 500 N.
- Badania rozwojowe na wyższym poziomie gotowości technologicznej (TRL 6-8).

2. WYPOSAŻENIE:

Stanowisko badawcze - opiera się na pionowym układzie komory próżniowej

- Komora próżniowa dla silników o maksymalnym ciągu 500 N – wyposażona w chłodzone stanowisko badawcze z systemem autokalibracji układu pomiarowego siły. Komora posiada szereg autorskich rozwiązań technologicznych pozwalających na dokładną weryfikację wszystkich parametrów pracy napędu lub całego systemu napędowego (z własnym układem zasilania w materiał pędny).
- Dyfuzor ze współczynnikiem odzysku ciśnienia 1:30, chłodzony zewnętrznym natryskiem wodnym pozwalającym na ciągłe utrzymanie warunków obniżonego ciśnienia i weryfikację pracy napędu w warunkach próżniowych.
- Chłodnica gazu o mocy 800 kW, temperatura na wlocie do 2250°C, temperatura na wylocie poniżej 50°C.
- Układ chłodzenia 1 500 kW, na bazie wody, obieg zamknięty, do 2200 l/min, 5 bar(g).
- W pełni wyposażony warsztat z pomieszczeniem typu Cleanroom ISO 8 oraz komorą laminarną.

System próżniowy

- Prędkość pompowania do 30 000 m³/h przy 30 mbar.
- Próżnia końcowa do 2 mbar.
- Certyfikat ATEX dla wszystkich zastosowanych komponentów oraz dopuszczalne wysokie stężenie czystego tlenu.
- W pełni zautomatyzowane sterowanie oraz systemy bezpieczeństwa.

System sterowania

- Autorski system sterowania testami, pomiarami oraz bezpieczeństwem.
- Główny system sterowania zintegrowany ze wszystkimi podsystemami.
- Szybkość akwizycji 500 kS/s/ch, 16 kanałów do 2 MS/s/ch.
- 3 x szybkie kamery CCTV.
- Zaawansowane system wyłączenia awaryjnego.
- 150 czujników różnego typu zbierających dane o temperaturach, ciśnieniach, wydatkach przepływów, poziomach płynów, wibracjach i siłach.

System zasilania utleniaczem

- Kompatybilność z > 98% nadtlakiem wodoru.
- Łączna pojemność - 800 l utleniacza.
- Ciśnienie robocze do 40 bar(g).
- Zaawansowany dwustopniowy system bezpieczeństwa.

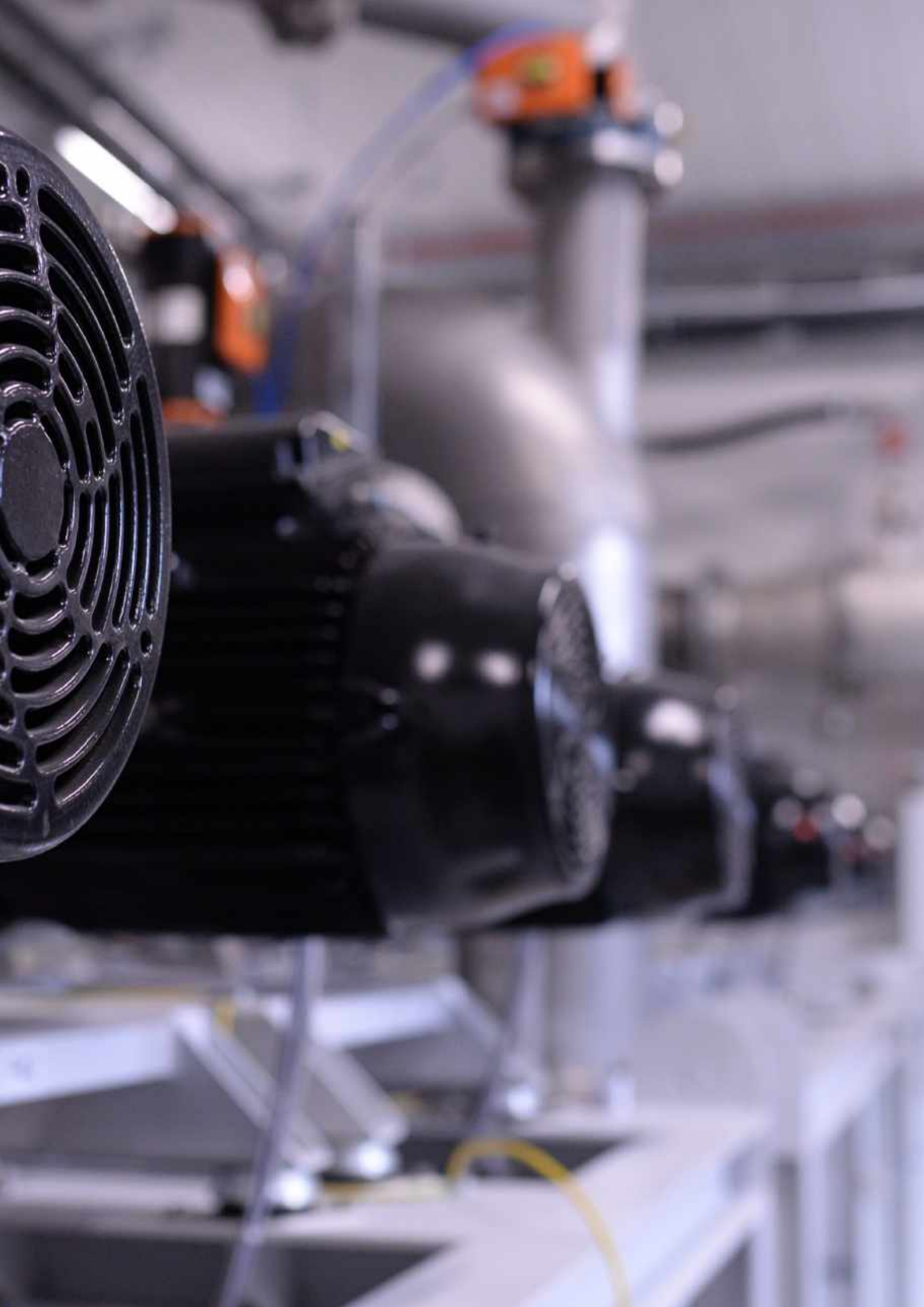
System zasilania paliwem

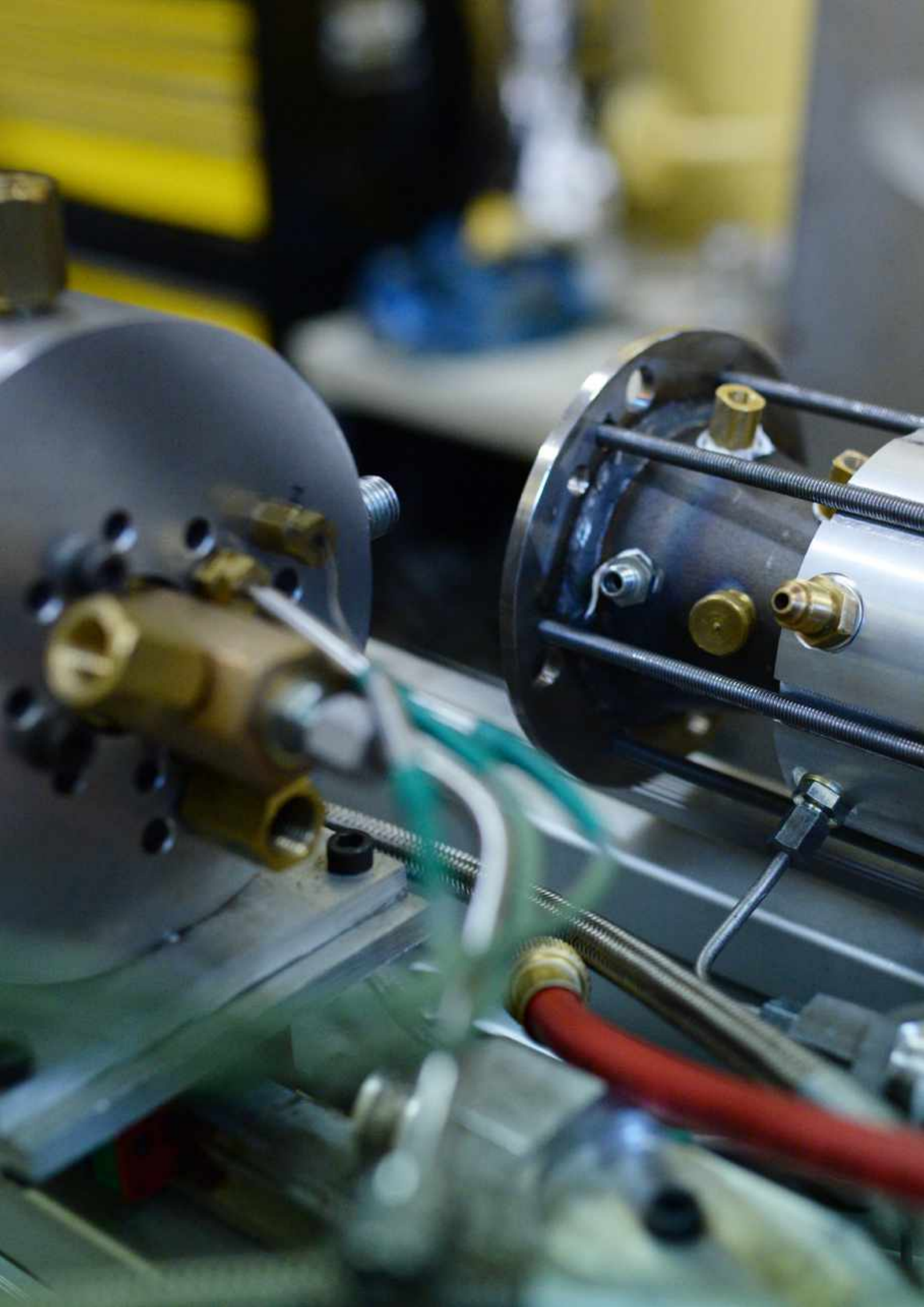
- Możliwość zastosowania różnych paliw.
- 2 zbiorniki po 200 l.
- Ciśnienie robocze do 40 bar(g).
- Zaawansowany dwustopniowy system bezpieczeństwa.
- Możliwość stosowania różnych rodzajów paliw.

3. CELOWOŚĆ BADAŃ:

- Weryfikacja osiągnięć napędów kosmicznych w realistycznym (próżniowym) środowisku ich działania.
- Testy wydajności i wytrzymałości.
- Kwalifikacja komponentów i systemów napędowych.







HAMOWNIA SILNIKÓW WYKORZYSTUJĄCYCH ZJAWISKO WIRUJĄCEJ DETONACJI (RDE)

Hamownia dysponuje stanowiskami badawczymi do pomiaru parametrów spalania detonacyjnego silników pracujących w układzie wirującej detonacji. Mierzone są wydatki masowe materiałów pędnych, ciśnienia szybkozmienne w komorze spalania, ciśnienia uśrednione w komorze spalania, ciąg silnika, temperatury na wylocie z komory spalania.

1. ZAKRES BADAŃ:

Silniki o ciągach 10 – 500 N dla hamowni silników raketowych oraz 4 kN dla hamowni silników przepływowych (zasilanych powietrzem).

2. WYPOSAŻENIE:

- Instalacje zasilania materiałami pędnymi: Tlen (gazowy), Metan (gazowy), Wodór (gazowy), Powietrze (gazowe), Podtlenek azotu (ciekły), Propan (ciekły), Etan (ciekły).
- Instalacja zasilania gorącym powietrzem o maksymalnym wydatku powietrza 1,6 kg/s i temperaturze 180°C pozwala odtworzyć warunki lotu z prędkością rzędu Ma 2.2.

3. MOŻLIWOŚCI POMIAROWE: SYSTEM POMIAROWY OPARTY NA OPROGRAMOWANIU LABVIEW POSIADA NIEZBĘDNE CZUJNIKI DO POMIARÓW STABILNOŚCI PROCESÓW DETONACJI:

- Piezokwarcowe czujniki ciśnienia KISTLER 603CAB o częstotliwości pomiarowej 1 MHz i zakresie 0-1000 bar.
- Czujniki ciśnienia uśrednionego w komorze spalania (zakresy: 1-9 bar ;0-10 bar, 0-16 bar, 0-25bar, 0-100 bar).
- Termopary: typ K, typ B.
- Przepływomierze Coriolisa 20 g/s- 2200 g/s.
- Układ grzewczy do materiałów pędnych (moc całkowita 3 kW).
- Elektrozawory, Manometry.

4. BEZPIECZEŃSTWO

Testy wykonywane są w specjalnie przystosowanych do tego pomieszczeniach. Pomieszczenie sterówki jest odseparowane od pomieszczenia testowego. Systemy zasilania paliwami i materiałami pędnymi wyposażone są w wyłącznik bezpieczeństwa, który natychmiast odcina dopływ. Pomieszczenia są monitorowane oraz wyposażone w alarm pożarowy i system detekcji pożaru.

5. CELOWOŚĆ BADAŃ:

- Badania eksperymentalne podstawowych parametrów detonacji.
- Badania eksperymentalne raketowych silników detonacyjnych RDE.
- Badania eksperymentalne przepływowych silników detonacyjnych RDE (air breathing RDE).

PODSYSTEMY I KOMPONENTY RAKIETOWE

Oprócz zaangażowania w napędy, Instytut opracował kluczowe podsystemy dla raket i satelitów. Zdobyta wiedza umożliwia projektowanie komponentów pod kątem nawet najbardziej wymagających założeń.

URZĄDZENIA PIROTECHNICZNE

- Noże pirotechniczne, liniowe ładunki kumulacyjne, pirozawory, zapalniki, siłowniki, popychacze, moździerze.

SYSTEMY ODZYSKU RAKIET

- Systemy spadochronowe, badania w tunelach aerodynamicznych, wykorzystanie zjawiska płaskiego korkociągu, testy zrzutowe, symulacje, system odzysku z powierzchni morza.

SYSTEMY STEROWANIA I SYSTEMY ELEKTRONICZNE DLA RAKIET

- Komputery pokładowe, systemy zarządzania startem, akwizycja danych, systemy sterowania.

MECHANIZMY SEPARACJI

- Systemy separacji silników pomocniczych, system separacji członu głównego rakiety.
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa z powodzeniem zademonstrował następujące metody separacji:
 - „Fire in the hole”,
 - separacja pirotechniczna,
 - separacja aerodynamiczna.



AWIONICZNE SYSTEMY STEROWANIA RAKIET

W Dziale Awioniki Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa prowadzone są prace nad wyposażeniem awionicznym rakiety w trzech obszarach.

POMIARY

Zespół posiada duże doświadczenie w integracji systemów pomiaru m.in. podstawowych parametrów lotu, takich jak prędkości: liniowe i kątowe oraz położenie przestrzenne rakiety. Opracowano autorskie algorytmy nawigacji inercyjnej umożliwiające krótkookresowe, autonomiczne obliczenia nawigacyjne. Wykorzystano je w komputerach pokładowych rakiety opracowanych w Instytucie.

STEROWANIE

Opracowano algorytmy sterowania lotem rakiety wykonanych w Instytucie. W rakiecie ILR-33 BURSZTYN 2K komputer pokładowy realizuje sterowanie lotem rakiety za pomocą skoordynowanego wychylenia powierzchni sterowych – czterech canardów umieszczonych symetrycznie w przedniej części rakiety. W innych raketach – za pomocą silniczków sterujących rozmieszczonych wokół kadłuba rakiety.

FUNKCJE SPECJALNE

Opracowano także algorytmy odpowiedzialne za realizację założonego planu lotu oraz elektryczną inicjację innych systemów rakiety takich, jak np.: system startu, system separacji, czy system odzyskiwania części lądującej. Zaprojektowany i wykonany komputer pokładowy rakiety jest przykładem takiego rozwiązania.

Opracowane algorytmy i metody sterowania realizowane są przez komputery pokładowe projektowane, wykonywane i badane w certyfikowanym laboratorium Działu Awioniki.

KOMPUTER POKŁADOWY DO RAKIETY ILR-33 BURSZTYN 2K

W ramach projektów programu ILR-33 BURSZTYN 2K, inżynierowie Instytutu opracowali komputer sterujący misją o następujących funkcjonalnościach:

- Wykonywanie obliczeń nawigacyjnych według autorskich algorytmów nawigacji inercyjnej (INS).
- Sterowanie lotem rakiety.
- Zapewnienie łączności telemetrycznej oraz wizyjnej pomiędzy raketą a naziemnym stanowiskiem sterowania na odległość do 100 km.
- Uruchomienie inicjatorów pirotechnicznych rakiety.





SECURE
THE FUTURE
IMV

RT

750

ENTROTECNICA

BADANIA ŚRODOWISKOWE KONSTRUKCJI KOSMICZNYCH

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa prowadzi badania w zakresie odporności i wytrzymałości na narażenia mechaniczne oraz klimatyczne, a także badania funkcjonalne wyrobów. Ze względu na znaczący rozwój sektora kosmicznego w Polsce, a także projekty realizowane w Sieci Badawczej Łukasiewicz - Instytucie Lotnictwa, poszerzono zakres oferty o badania termiczno-próżniowe wyrobów i rozwiązań stosowanych w konstrukcjach kosmicznych – sztucznych oraz satelitach czy rakietach.

LABORATORIUM BADAŃ ŚRODOWISKOWYCH

Posiadane w tej chwili wyposażenie umożliwia wykonywanie różnych testów zgodnych z normami kosmicznymi bądź programami badań producentów, dotyczących m.in. wibracji o wysokich przyspieszeniach, zmian temperatury oraz niskiego ciśnienia. Istnieje również możliwość korzystania podczas badań z tzw. przenośnej strefy czystej (clean room).

Od 1997 roku laboratorium posiada certyfikat wydany przez Polskie Centrum Akredytacji Nr AB 132. W ramach akredytacji na zgodność z wymaganiami normy PN-EN ISO/IEC 17025:2005 prowadzi badania w zakresie: odporności oraz wytrzymałości na narażenia mechaniczne i klimatyczne, a także badania funkcjonalne wyrobów.

KOMORA TVC

Jednym z najważniejszych aspektów przy badaniach środowiskowych jest próżnia, którą można osiągnąć w specjalistycznych komorach.

Laboratorium Badań Środowiskowych w tym celu prowadzi badania w komorze próżniowej TVC (Thermal Vacuum Chamber). Najniższe osiągalne ciśnienie w komorze wynosi 10^{-6} mbar. Temperatury zmieniać można w zakresie od -180°C do $+165^{\circ}\text{C}$, a pojemność użytkowa wynosi $4,5\text{ m}^3$. Jest to pierwsze tej wielkości urządzenie wykorzystywane w Polsce.





Laboratorium Badań Środowiskowych na dzień dzisiejszy dla sektora kosmicznego promuje badania umożliwiające m.in.:

- weryfikację projektu i jego mechanicznego wykonania,
- potwierdzenie prawidłowego działania w locie:
 - wykazanie solidności konstrukcji,
 - weryfikacja działania zgodnie ze specyfikacją w charakterystycznym środowisku,
 - pomiar krytycznych parametrów pracy (rozpraszanie mocy);
- weryfikację osiągow (w zakresie specyfikacji) w środowisku docelowym,
- pomiar krytycznych parametrów wydajności (rozpraszanie energii cieplnej),
- potwierdzenie założeń modelu termicznego,
- przeprowadzenie bake-out-u i weryfikację rodzaju odgazowanych cząstek.

Rodzaje prowadzonych testów to:

- środowiskowe testy obciążeniowe,
- weryfikacja wydajności,
- termiczna weryfikacja sprzętu (temperatura, z wyłączeniem lampy IR),
- badanie odgazowania z wyłączeniem dynamicznym ubytkiem masy,
- wypiekanie (bake-out 80°C, 10⁻⁶ mbar).

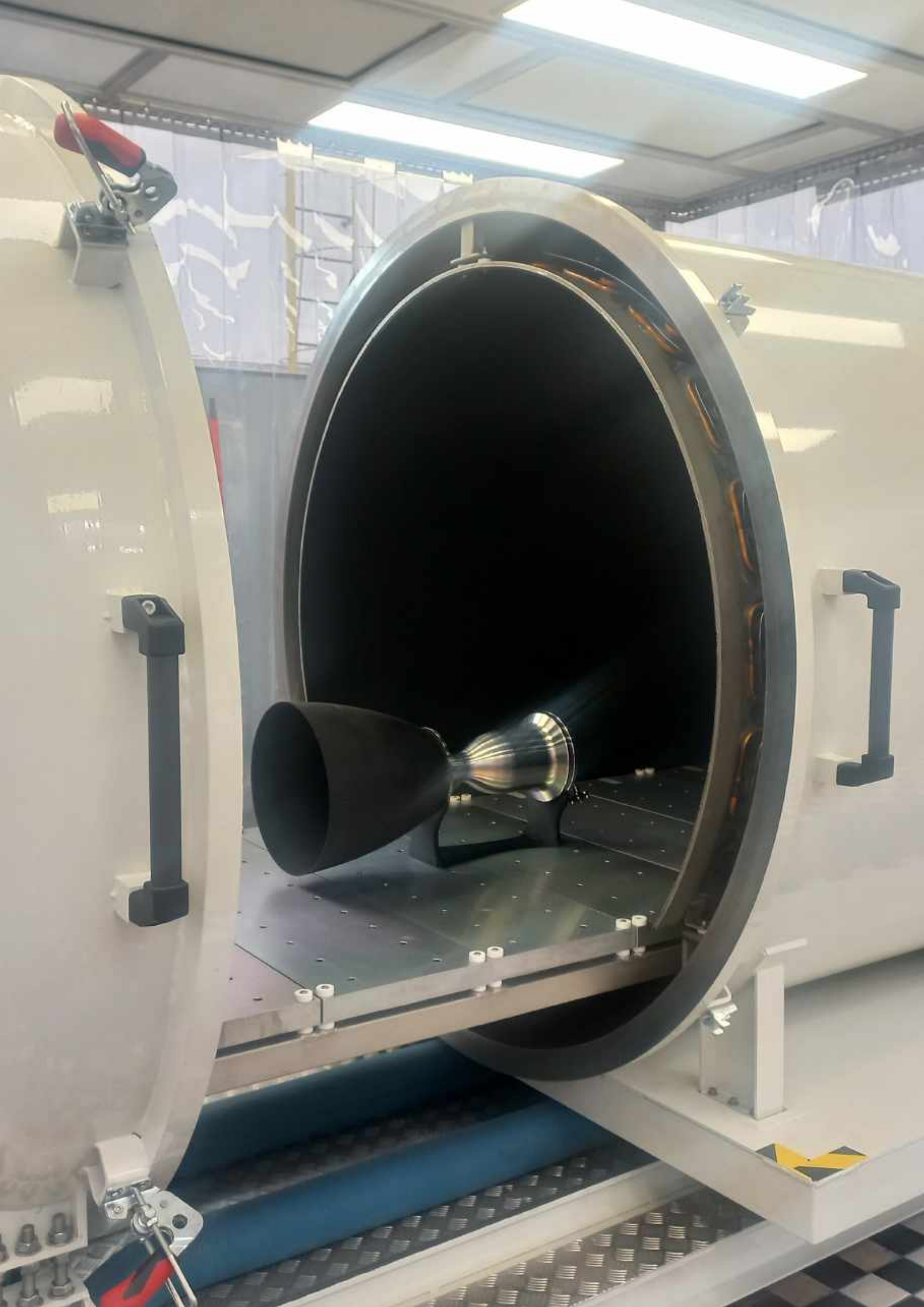
Na wyposażeniu Laboratorium znajdują się m. in.:

WSTRZAŚARKA IMV I250/SA4M-CE ZE STEROWNIKIEM MEDALLION II

- Częstotliwość drgań: 5 - 2500 Hz.
- Maksymalna amplituda przemieszczenia: 50 mm.
- Maksymalna siła: 40 kN.
- Maksymalne przyśpieszenie:
 - dla drgań sinusoidalnych: 500 m/s²,
 - dla drgań losowych/random (rms): 140 m/s²,
 - dla uderów: 800 m/s².
- Dodatkowe wyposażenie:
 - stół ślizgowy o wymiarach: 750 x 750 mm,
 - head-expander o wymiarach: 700 x 700 mm,
 - head-expander o średnicy: 610 mm.

KOMORA TERMICZNO-PRÓŻNIOWA WEISS 4500L

- Zakres temperatur: -180°C ÷ +165°C.
- Zakres podciśnienia: AP ÷ 10⁻⁶ mbar.
- Szybkość schładzania: 2°C/min. (-150°C ÷ +150°C).
- Szybkość nagrzewania: 2°C/min. (-150°C ÷ +150°C).
- Stabilność temperaturowa: ±1°C.
- Jednorodność płytach termicznych: ±3°C.
- Jednorodność na osłonach: ±4°C.
- Zakres podciśnienia: AP ÷ 10⁻⁶ mbar.
- Wymiary płyt termicznych:
 - Szerokość: 1000 mm.
 - Długość: 2100 mm.



TELEDETEKCJA SATELITARNA

Ważnym obszarem działalności Instytutu jest szeroko rozumiana teledetekcja, w tym pozyskiwanie i analiza danych obserwacyjnych Ziemi. Nowoczesne zaplecze techniczne oraz doświadczenie zatrudnionych specjalistów umożliwiają realizację interdyscyplinarnych przedsięwzięć. Integrujemy i przetwarzamy dane pozyskane z wielu źródeł w celu tworzenia operacyjnych, konkurencyjnych narzędzi dla nowoczesnego przemysłu, administracji i ochrony zasobów naturalnych.

ANALIZA ZDJĘĆ SATELITARNYCH

- Analizy wskazanego obszaru ze względu na zadane kryteria, analiza optymalnej lokalizacji inwestycji.
- Integracja i opracowanie dużych zbiorów danych ze szczególnym uwzględnieniem zdjęć lotniczych i satelitarnych.
- Klasyfikacja pokrycia terenu, tworzenie algorytmów detekcji i identyfikacji obiektów.
- Tworzenie map rastrowych oraz map wektorowych.
- Analizy na potrzeby nowoczesnego rolnictwa i leśnictwa, prognozy plonów, tworzenie planów nawożenia oraz ocena ilości biomasy.
- Analiza kondycji roślinności oraz wielokryterialna ocena zbiorowisk roślinnych.

*Instytut dysponuje unikalnym w skali kraju **Centrum Operacyjnym Misji Obserwacyjnych Ziemi (COMOZ)**, które umożliwia jednoczesne pozyskiwanie, przetwarzanie, udostępnianie i wizualizowanie danych.*

*Wśród istotnych, dużych projektów, które bazują na danych lotniczych i satelitarnych jest **projekt FITOEXPORT** zaplanowany do realizacji w latach 2019-2021. Jednym z podstawowych celów projektu zdefiniowanych dla Instytutu jest promocja nowoczesnych metod teledetekcji oraz wsparcie działań Państwowej Inspekcji w polowej kontroli upraw.*

WYKORZYSTANIE GNSS

- Precyzyjne wyznaczanie pozycji oraz nawigowanie z wykorzystaniem GNSS oraz INS.
- Tworzenie map wektorowych oraz wsparcie procesu inwestycyjnego z wykorzystaniem danych satelitarnych.

SONDOWANIE ATMOSFERY

Sondowanie atmosfery za pomocą balonów meteorologicznych i statków powietrznych

- Pomiar prowadzony od powierzchni Ziemi do wysokości 35 km.
- Sondowanie atmosfery w celu wyznaczenia pionowych profili kierunku i prędkości wiatru oraz rozkładu ciśnienia i temperatury.
- Detekcja gazów i określenie składu atmosfery w profilu pionowym.
- Pomiar bezpośredni za pomocą radiosondy i balonu meteorologicznego.
- Prezentacja danych w formie tabelarycznej oraz graficznej.
- Transmisja danych w czasie rzeczywistym.

Sondowanie atmosfery na niskim pułapie z wykorzystaniem bezzałogowego statku powietrznego pionowego startu i lądowania ze zintegrowanym elektronicznym wiatromierzem

- Pomiar prędkości i kierunku wiatru metodą ultradźwiękową prowadzony od powierzchni Ziemi do wysokości 2 km
- Możliwość ciągłego pomiaru prędkości i kierunku wiatru do 30 minut w zależności od wysokości sondowania
- Detekcja gazów i określenie składu atmosfery w profilu pionowym
- Prezentacja danych w formie tabelarycznej oraz graficznej
- Transmisja danych w czasie rzeczywistym.

Opracowanie wykonane przez zakład teledetekcji na podstawie zobrazowań Sentinel-2.





ASTROBIOLOGIA

W Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Lotnictwa prowadzone są badania nad integracją danych pochodzących z sensorów optoelektronicznych, chromatografów i spektrometrów wyselekcjonowanych w projektowanych misjach kosmicznych do światów oceanicznych zewnętrznego Układu Słonecznego (księżyce: Europa, Ganimedes, Callisto, Enceladus i Tytan). Celem prac jest opracowanie rozwiązań do zdalnej detekcji potencjalnej obecności archeonów i bakterii na ich lodowych powierzchniach, w pióropuszcach gejzerów oraz pierścieniach planetarnych. Badania nad sposobem detekcji są również podstawą do opracowywanego w dziale zautomatyzowanego zasobnika do badań mikrobiologicznych na raketach suborbitalnych.

PRZYKŁADY REALIZOWANYCH PRAC I PROJEKTÓW BADAWCZYCH

- Zdalna detekcja bakterii metanogennych (archeonów metanogennych) w pióropuszcach wodnych Enceladusa, księżycy Saturna na podstawie modeli kinetycznych.
- Modelowanie transportu potencjalnego komponentu biologicznego w gejzerach Enceladusa na podstawie danych z sondy Cassini.
- Szacowanie wpływu fizykochemicznych właściwości komórek mikroorganizmów (współpraca z IBB PAN) na ich przemieszczanie się w warunkach analogu oceanu Enceladusa do próżni oraz na występowanie efektu „bubble scrubbing”.
- Prowadzenie testów w komorze próżniowej jako analog warunków kosmicznych.
- Charakterystyka spektralna mikroorganizmów, zjawiska typu „bubble scrubbing” oraz analiza instrumentarium (kamery wielospektralne, spektrometry masowe) w proponowanych misjach do zewnętrznego Układu Słonecznego Enceladus Orbiter (NASA), Enceladus Life Finder (NASA), The Explorer of Enceladus and Titan (ESA, NASA) i THEO mission (JPL, MissionX).



ROZWIĄZANIA INFORMATYCZNE

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa tworzy i dostarcza autorskie rozwiązania informatyczne. Jednym z obszarów specjalizacji jest tworzenie kompletnych rozwiązań informatycznych, ze szczególnym uwzględnieniem tworzenia aplikacji. Wspierają one nowoczesne zarządzanie, automatyzację i optymalizację procesów w różnorodnych gałęziach gospodarki. Działania prowadzone w obszarze nowych technologii z sektora IT budują potencjał przedsiębiorstw i bezpośrednio wpływają na poziom rozwoju kraju.

OBSZARY SPECJALIZACJI:

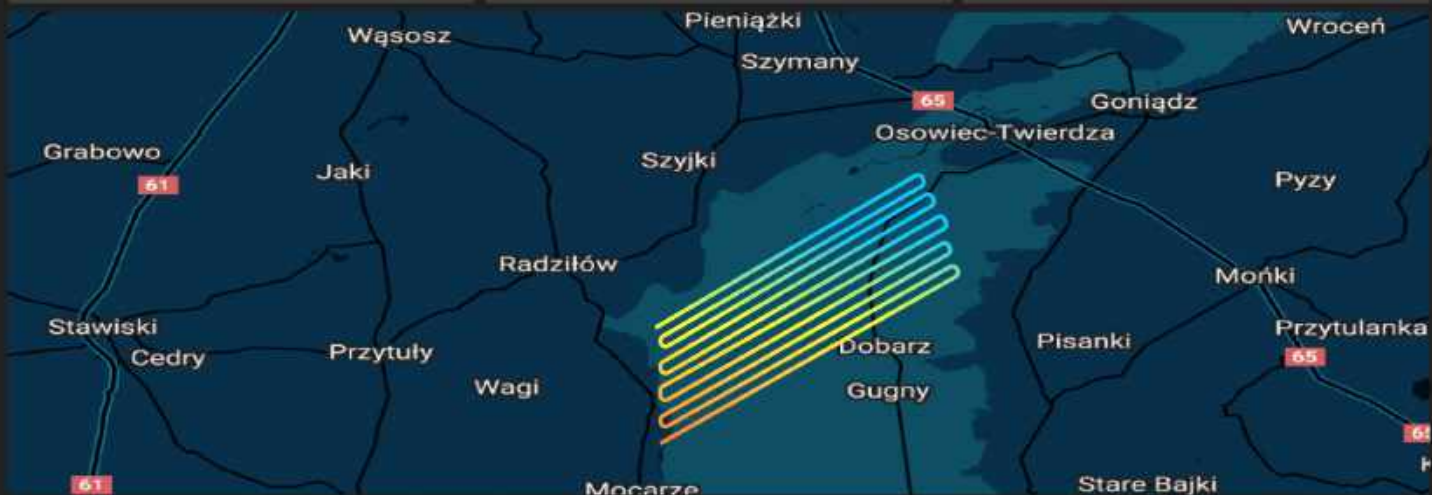
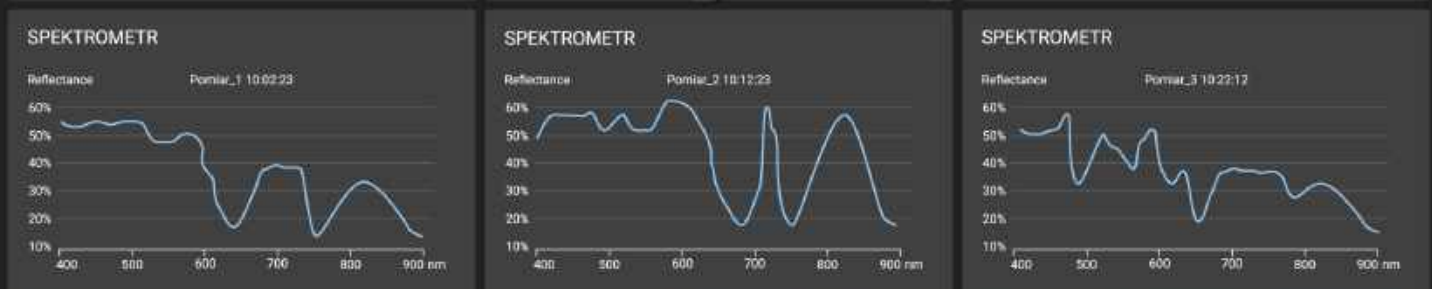
- Tworzenie Systemów Informacji Przestrzennej (SIP) oraz tworzenie autorskiego oprogramowania na potrzeby nowoczesnego zarządzania oraz optymalizacji procesów przemysłowych.
- Tworzenie, integracja i kalibracja nowoczesnych systemów akwizycji obrazu z uwzględnieniem technik wielospektralnych oraz Internetu Rzeczy (ang. IoT).
- Zaawansowana algorytmika, integracja i automatyczne opracowanie dużych zbiorów danych ze szczególnym uwzględnieniem zdjęć lotniczych i satelitarnych:
 - Tworzenie produktów fotogrametrycznych,
 - Klasyfikacja pokrycia terenu,
 - Detekcja i identyfikacja obiektów.
- Pomiar i udostępnianie sygnatur spektralnych obiektów, analiza krzywych spektralnych, ekstrakcja informacji o parametrach biofizycznych obiektów na podstawie danych spektralnych.
- Zaawansowana wizualizacja geodanych ze szczególnym uwzględnieniem modelowania 3D oraz integracji danych wektorowych, rastrowych i opisowych.

*Uzyskana w 2017 roku przez naukowców Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa **nagroda Copernicus Masters w kategorii Sustainable Development Challenge** jest wciąż jedynym tego typu osiągnięciem uzyskanym przez naukowców z Polski. Nagroda została przyznana za stworzenie innowacyjnej aplikacji webowej i mobilnej dla precyzyjnego rolnictwa.*

Home > Misja_1

Misja_1

LOKALIZACJA	DATA MISJI	GDZINA ROZPOCZĘCIA	GDZINA ZAKOŃCZENIA	ŁĄCZNIK	ROBOT	WIDOCZNOŚĆ MISJI
Puławy 51.418006, 21.969516	18.03.2020	10:00	10:25	00.25.11	Maly.Robot	Prywatna



Home

Lista Misji

Misja_1	Puławy	18.03.2020	Robot_1	Prywatna
Misja_2	Wrocław	16.03.2020	Robot	Prywatna
Misja_3	Kielce	16.03.2020	Robot	Prywatna
Misja_4	Karczma Borowa	23.05.2019	HESOFF	Publiczna
Misja_5	Krotoszyn	23.05.2019	HESOFF	Publiczna
Misja_6	Krotoszyn	5.04.2019	HESOFF	Publiczna

WSPÓŁPRACA

Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa realizuje projekty dla Europejskiej Agencji Kosmicznej, Komisji Europejskiej, Europejskiej Agencji Obrony, Polskiej Agencji Kosmicznej oraz Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. Naukowcy Instytutu zaistnieli w wielu kluczowych europejskich grupach eksperckich skupiających naukowców i przedsiębiorców, takich jak COST czy EIP-AGRI. Nasi pracownicy aktywnie działają na rzecz rozwoju programów EUMETSAT oraz Copernicus (Europejski Program Obserwacji Ziemi). Prowadzona jest także intensywne współpraca z przemysłem kosmicznym i realizowane są prace komercyjne dla wiodących europejskich podmiotów zajmujących się technologiami raketowymi i satelitarnymi.

KOMISJA EUROPEJSKA	EUROPEJSKA AGENCJA KOSMICZNA
EUROPEJSKA AGENCJA OBRONY	POLSKA AGENCJA KOSMICZNA
NARODOWE CENTRUM BADAŃ I ROZWOJU	NIEMIECKA AGENCJA KOSMICZNA (DLR)
FRANCUSKIE NARODOWE CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH (CNES)	FRANCUSKIE CENTRUM BADAŃ LOTNICZYCH (ONERA)
SZWEDZKA KORPORACJA KOSMICZNA (SSC)	AIRBUS SPACE & DEFENCE
THALES ALENIA SPACE	ARIANE GROUP
OHB SYSTEM AG	NAMMO
AVIO	JAXA
GMV	



KONTAKT

SIEĆ BADAWCZA ŁUKASIEWICZ - INSTYTUT LOTNICTWA

AL. KRAKOWSKA 110/114, 02-256 WARSZAWA

E-MAIL: INFO@ILOT.LUKASIEWICZ.GOV.PL

TEL.: (+48) 22 846 00 11 | WWW.ILOT.LUKASIEWICZ.GOV.PL





Łukasiewicz

Institut
Lotnictwa