

Studium

„Zestawienie przedmiotów rekomendowanych dla studiów odpowiadających na potrzeby sektora kosmicznego w Polsce”



Zamówienie jest wykonywane w ramach projektu „Sektorowa Rada Kompetencji przemysłu lotniczo-kosmicznego”, który jest realizowany w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, działanie 2.12-Zwiększenie wiedzy o potrzebach kwalifikacyjno-zawodowych ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego

Gdańsk, 30.03.2022

Studium „Zestawienie przedmiotów rekomendowanych dla studiów odpowiadających na potrzeby sektora kosmicznego w Polsce” przygotowano na zlecenie Thales Polska Sp. z o.o. w ramach projektu “Sektorowa Rada Kompetencji przemysłu lotniczo-kosmicznego”, który jest realizowany w ramach Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, działanie 2.12 Zwiększenie wiedzy o potrzebach kwalifikacyjno-zawodowych ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Studium składa się z 7 rozdziałów. Gdzie było to możliwe, autorzy postanowili dołączyć do bibliografii linki prowadzące do strony z daną publikacją czy innym typem informacji.

Studium zostało dostosowane do potrzeb osób z niepełnosprawnościami. Jakość czcionki została ujednolicona zgodnie z ustalonymi wzorami. Kontrast dokumentu został odpowiednio dobrany, przygotowano dokładne i zrozumiałe opisy elementów graficznych i szczegółowo opisano tabele.

Prace nad studium trwały od listopada 2021 do lutego 2022.

Autorzy:

Dr inż. Marek Chodnicki

Roksana Michałka

Jakub Michałka

Krzysztof Kanawka, PhD DIC

Maciej Mickiewicz

Adam Korybut-Kotulewski

Wojciech Drewczyński

Spis treści

Spis Treści	3
1. Streszczenie	4
Spis Tabel	6
Spis Rysunków	7
Tabela Akronimów	8
2. Wprowadzenie	9
2.1 Cel Raportu	11
2.2 Założenia Analizy	12
2.3 Metodologia	12
3. Identyfikacja Potrzeb Przedsiębiorstw Z Sektora Kosmicznego	13
4. Prezentacja Wyników Ankiety	16
5. Analiza Projektów ESA Oraz Innych Projektów W Sektorze Kosmicznym	22
5.1 Polska W ESA	23
5.2 Horyzont Europa	24
6. Przykładowe Zagraniczne Programy Nauczania	26
7. Propozycja Planów Kształcenia	36
Bibliografia	71

1. Streszczenie

Raport ma na celu utworzenie rekomendowanych zajęć dla studentów o specjalności mechanik/mechatronik, programista, elektronik. Rekomendowane zajęcia wynikają z przeprowadzonej analizy identyfikującej potrzeby przedsiębiorców z sektora kosmicznego w zakresie poszukiwania pracowników.

W tym celu przygotowano i rozesłano ankietę składającą się z 11 pytań. Wyniki przedstawiono w postaci wykresów. Z ankiety wynika, że obszarem działalności większości przedsiębiorstw jest segment Upstream. Nieliczne firmy zajmują się zagadnieniami związanymi z konsultingiem. Zdecydowana większość przedsiębiorców w najbliższym czasie będzie poszukiwała od 1 do 10 pracowników, których zamierza zatrudnić na umowę o pracę.

Rozwijane w firmach działy to przede wszystkim działy B+R, ale pracowników brakuje też w działach IT, zarządzania projektami, produkcji czy sprzedaży. Z tego wynika, że najbardziej poszukiwanymi są programiści, mechanicy i mechatronicy, elektronicy i specjaliści od rozwoju biznesu. Osoby te powinny znać się na tworzeniu oprogramowania, montażu systemów, optyce, zarządzaniu projektami i analizie danych przestrzennych. Najbardziej poszukiwani są pracownicy o średnim doświadczeniu, ale także Seniorzy i Juniorzy. Niektóre firmy poszukują stażystów lub dyrektorów. Z miękkich kompetencji poszukiwane są osoby komunikatywne i kreatywne, znające języki obce oraz potrafiące analizować dane. Firmy w większości w ramach poszukiwania przyszłych pracowników wyraziły chęć włączenia się w dydaktykę na uczelniach wyższych.

Oprócz analizy potrzeb przedsiębiorców przedstawiono także finansowane w przeszłości projekty ESA oraz nowe programy opcjonalne i programy w ramach Klastra 4 (dot. technologii cyfrowych, przemysłu, przestrzeni kosmicznej) z mechanizmu Horyzont Europa Komisji Europejskiej, w których partycypować mogą polskie podmioty (zarówno przedsiębiorcy jak i uczelnie). Zestawienie to pokazuje bardzo szerokie spektrum tematyczne z wielu dziedzin nauki. Na podstawie wcześniejszych projektów, w których brały udział polskie podmioty można wskazać nasze doświadczenie w: obserwacjach Ziemi, nawigacji, telekomunikacji i zintegrowanych aplikacjach, eksploracji, systemach informacji o sytuacji w przestrzeni kosmicznej, wsparcia technologii, budowie instrumentów naukowych ESA [1].

Na potrzeby realizacji studium zidentyfikowano 20 kosmicznych kierunków kształcenia oferowanych przez europejskie uczelnie wyższe. Sześć kierunków wybrano z Wielkiej Brytanii, po dwa z Włoch i Szwecji, po jednym z Danii, Finlandii, Belgii, Niemiec, Hiszpanii, Norwegii i Holandii. Pewnym jest, że kierunków studiów powiązanych z szeroko pojętymi naukami kosmicznymi jest znacznie więcej, wykaz w tym raporcie zawiera te najbardziej rozpoznawalne w Europie.

Thales Polska sp. z o.o.
ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa
tel.: +48 22 63 95 203
e: recepcja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com

Każdego roku powstają nowe kierunki na uczelniach w wielu krajach. Zdecydowana większość to kierunki techniczne, zwykle nazywane jako *Space Engineering*, *Space Technologies*, itp., często w powiązaniu z lotnictwem i kosmonautyką. Drugą grupę stanowią kierunki powiązane z fizyką i astronautyką. Pojawiają się też kierunki z inżynierii systemów. Uczelnie europejskie w tematyce kosmosu często tworzą konsorcja (czasami bardzo szerokie), uzupełniając się nawzajem w ofercie dydaktycznej.

Na podstawie wyżej opisanych analiz zaproponowano listę efektów uczenia się dla trzech planów kształcenia tj.: elektroników, programistów, mechaników/mechatroników. Dla mechaników/mechatroników zaproponowano 7 efektów z Wiedzy (K_W)¹ oraz 9 efektów z Umiejętności (K_U). Dla kształcenia programistów zaproponowano 13 efektów z Wiedzy oraz 11 efektów z Umiejętności. Dla kształcenia elektroników zaproponowano 7 efektów z Wiedzy i 9 efektów z Umiejętności. Dla wszystkich trzech planów zaproponowano 7 tożsamyh efektów uczenia się z Kompetencji społecznych (K_K).

Opracowano 14 zajęć w postaci modułów liczących po 6 jednostek ECTS każdy. Dla kształcenia mechaników/mechatroników zaproponowano 5 modułów, dla kształcenia programistów 4 moduły, zaś dla kształcenia elektroników 3 moduły. Dwa moduły zaproponowano jako zajęcia interdyscyplinarne pasujące do wszystkich trzech planów. Oprócz podstawowych informacji o liczbie godzin zajęć, konsultacji oraz pracy własnej każdy moduł wzbogacono o kwestie odwołania do efektów uczenia się, celu zajęć, treściach, wstępnych wymaganiach oraz oczekiwaniach co do kompetencji kadry dydaktycznej. Moduły mogą być częścią programów kształcenia tworzonych na poszczególnych uczelniach zgodnie z Krajowymi Ramami Kwalifikacji dla Szkolnictwa Wyższego dla studiów o profilu ogólnoakademickim, ustawą Prawo o Szkolnictwie Wyższym i Nauce z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2021 poz. 478) oraz odpowiednimi wewnętrznymi aktami poszczególnych uczelni [2].

¹Określenia K_W, K_U i K_K są powszechnie używane jako symbole określenia efektów uczenia się.
Thales Polska sp. z o.o.

Spis tabel

Tabela 1 Spis akronimów użytych w tym dokumencie	8
Tabela 2 Spis wymagań stawianych temu raportowi.....	11
Tabela 3 Zestawienie zagranicznych programów nauczania	27
Tabela 4 Efekty uczenia się przy kształceniu mechaników/mechatroników.	38
Tabela 5 Efekty uczenia się przy kształceniu programistów	40
Tabela 6 Efekty uczenia się przy kształceniu elektroników.....	43
Tabela 7 Zajęcia: Mechanizmy kosmiczne	47
Tabela 8 Zajęcia: Materiały i konstrukcje lotnicze i kosmiczne	48
Tabela 9 Zajęcia: Metoda elementów skończonych	50
Tabela 10 Zajęcia: Inżynieria systemów kosmicznych	52
Tabela 11 Zajęcia: Napędy kosmiczne.....	53
Tabela 12 Zajęcia: Kosmiczne zastosowania zaawansowanych technologii informatycznych	55
Tabela 13 Zajęcia: Projekt IT	56
Tabela 14 Zajęcia: Technika antenowe i programowanie aplikacji GNSS.....	58
Tabela 15 Zajęcia: Teledetekcja i przetwarzanie obrazów satelitarnych.....	59
Tabela 16 Zajęcia: Elektronika kosmiczna	61
Tabela 17 Zajęcia: Napędy elektryczne	62
Tabela 18 Zajęcia: Mikroprocesory i mikrokontrolery	65
Tabela 19 Zajęcia: Projekt Interdyscyplinarny - inżynieria systemów kosmicznych.....	66
Tabela 20 Zajęcia: Przedsiębiorczość kosmiczna i satelitarna	68
Tabela 21 Misje kosmiczne, zarządzanie współpracą oraz działania na rzecz rozwoju technologii kosmicznych	69



Spis rysunków

Rysunek 1 Zdjęcie zintegrowanego satelity PW-Sat2 / Zdjęcie Politechniki Warszawskiej	10
Rysunek 2 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie o obszar działalności przedsiębiorstwa	16
Rysunek 3 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Czy w ciągu najbliższych 6-12 miesięcy zamierzają Państwo poszukiwać pracowników?	17
Rysunek 4 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Ile osób planują Państwo zatrudnić w ciągu następnych 6-12 miesięcy?	17
Rysunek 5 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie o preferowaną formę współpracy.	18
Rysunek 6 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Do jakich działów planują Państwo poszukiwać pracowników?	18
Rysunek 7 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Jakich pracowników będą Państwo poszukiwać?	19
Rysunek 8 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Jakich kompetencji Państwo przede wszystkim poszukują?	19
Rysunek 9 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Jakiego doświadczenia wymagają Państwo na poszukiwanych stanowiskach?	20
Rysunek 10 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Czy rozważają Państwo opcję aktywnego włączenia się w dydaktykę na uczelni wyższej, np.: prowadząc wykłady czy udostępniając swoje laboratoria?	20
Rysunek 11 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Oprócz kompetencji technicznych jakich kompetencji „miękkich” oczekują Państwo od nowych pracowników?	21

Tabela akronimów

Tabela 1 Spis akronimów użytych w tym dokumencie

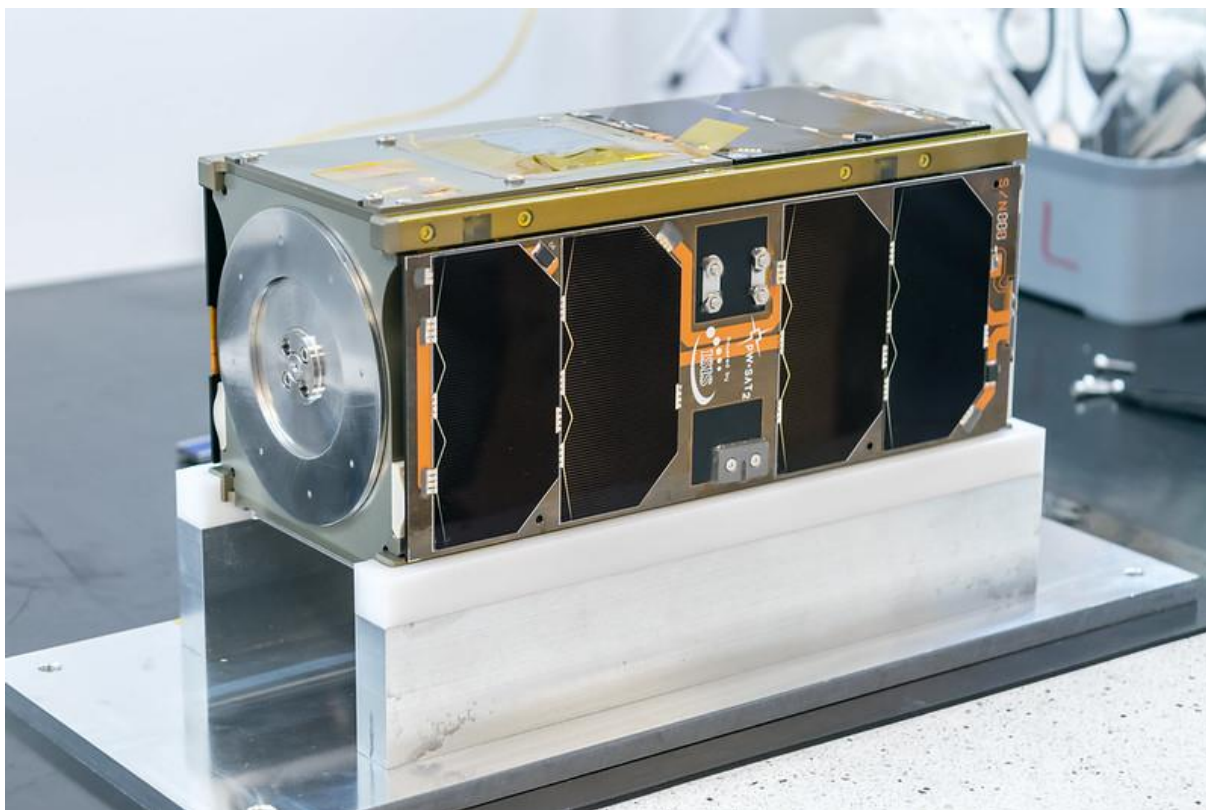
Akronim	Rozwinięcie
ASI	Agenzia Spziale Italiana (Włoska Agencja Kosmiczna)
CNES	Centre National d'Études Spatiales (Francuski Państwowy Ośrodek Badań Kosmicznych)
CNSA	China National Space Administration (Chińska Narodowa Agencja Kosmiczna)
DRL	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (Niemiecka Agencja Kosmiczna)
ECTS	European Credit Transfer System
ESA	Europejska Agencja Kosmiczna
GNSS	Global Navigation Satellite Systems (Globalny System Nawigacji Satelitarnej)
JAXA	Japan Aerospace Exploration Agency (Japońska Agencja Eksploracji Aerokosmicznej)
K_K	Kierunkowe efekty uczenia się w kategorii kompetencji społecznych
K_U	Kierunkowe efekty uczenia się w kategorii umiejętności
K_W	Kierunkowe efekty uczenia się w kategorii wiedzy
NASA	National Aeronautics and Space Administration (Narodowa Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej USA)
PRK	Polska Rama Kwalifikacji
POLSA	Polska Agencja Kosmiczna
ZPSK	Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego

2. Wprowadzenie

W związku z nabierającym dynamiki rozwojem sektora kosmicznego polskiej gospodarki w ostatnim okresie, związanym także z przystąpieniem Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w 2012 r. roku oraz powołaniem Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA) w 2015 r. z siedzibą w Gdańsku, możliwości zatrudnienia i rozwoju zawodowego absolwentów nowo tworzonych kierunków studiów kosmicznych stały się szersze [3], [4]. Wykwalifikowani absolwenci mogą być zatrudnieni na uczelniach, w jednostkach naukowych i innych podmiotach realizujących prace badawcze i badawczo-rozwojowe z zakresu technologii kosmicznych. Zatrudnienie można znaleźć również w przedsiębiorstwach prowadzących działalność w tej branży, w tym zarówno w korporacjach międzynarodowych z dużym doświadczeniem w branży kosmicznej na poziomie europejskim, coraz liczniej otwierających swoje oddziały w naszym kraju, jak i w mniejszych podmiotach. Firmy prowadzą działalność w zakresie m.in. projektowania konstrukcji kosmicznych, satelitarnych, zastosowań komunikacji, nawigacji i teledetekcji satelitarnej, w tym w branży geodezyjnej, kartograficznej, geoinformatycznej czy usług telekomunikacyjnych, a także w zakresie zastosowań zaawansowanych rozwiązań informatycznych, elektronicznych, mechanicznych i mechatronicznych.

W Polsce w ostatnich latach nastąpiło zwiększenie liczby podmiotów działających w branży kosmicznej (obecnie jest to 406 firm zarejestrowanych w bazie ESA-Star [5]), które potencjalnie mogą być zainteresowane absolwentami pochodzącymi z uruchomionych kierunków związanych z technologiami kosmicznymi. Ważnym aspektem w perspektywie współpracy z przedsiębiorstwami jest włączenie w program kształcenia zagadnień związanych z zarządzaniem projektami w sektorze kosmicznym oraz inżynierii systemów.

Kierunki rozwoju branży kosmicznej zostały wskazane w Polskiej Strategii Kosmicznej, która ma sprawić, że polski sektor kosmiczny będzie zdolny do skutecznego konkurowania na rynku europejskim [6]. Polskie instytucje tworzące system szkolnictwa wyższego i nauki mają już doświadczenie w działalności kosmicznej i posiadają osiągnięcia w tym obszarze, zwłaszcza w budowie instrumentów badawczych dla misji naukowych i edukacyjnych, elementów do satelitów oraz w przetwarzaniu uzyskiwanych przez satelity danych. Sektor naukowy prowadzi aktywną współpracę międzynarodową z ośrodkami w Europie i na świecie tworząc programy stażowe oraz wspólnie aplikując do programów ESA i innych. Ponadto niektóre z polskich uczelni mogą już poszczycić się swoimi projektami związanymi z branżą kosmiczną. Przykładem mogą być satelity PW-Sat, PW-Sat2 oraz PW-Sat3, wynik prac studentów Politechniki Warszawskiej [7].



Rysunek 1 Zdjęcie zintegrowanego satelity PW-Sat2 / Zdjęcie Politechniki Warszawskiej

2.1 Cel raportu

Cele opracowania przedstawiono w tabeli poniżej. Zaznaczono przyporządkowanie do rozdziałów w raporcie, gdzie znajdują się szczegółowe opisy.

Tabela 2 Spis wymagań stawianych temu raportowi

Wymaganie	Rozdziały raportu	Komentarz
Identyfikacja kompetencji potrzebnych w polskim sektorze kosmicznym do dalszego jego rozwoju w oparciu o realizację projektów Europejskiej Agencji Kosmicznej, innych projektów międzynarodowych, a także projektów krajowych.	6	
Identyfikacja przykładowych programów nauczania na zagranicznych uczelniach technicznych, których celem jest tworzenie i umacnianie krajowej kadry technicznej sektora kosmicznego.	7	
W oparciu o obydwa powyższe punkty zaproponowanie kilku (przynajmniej trzech) wzorcowych planów kształcenia przeznaczonych do wprowadzenia na polskich uczelniach wyższych obejmujących zestaw kompetencji potrzebnych do rozwoju polskiej kadry sektora kosmicznego. Wzorcowe plany powinny odpowiadać przynajmniej kształceniu: elektroników, programistów, mechaników/mechatroników dla sektora kosmicznego. Plany powinny przedstawiać możliwie szczegółowo zakres wiedzy i kompetencji pozyskiwanych przez studentów, a także wymiarować czas poświęcony na naukę (liczba godzin wykładu, ćwiczeń, pracowni, pracy własnej).	8	
W oparciu o zaproponowane plany powinna zostać opisana kadra dydaktyczna oraz jej kompetencje	8	Opisana w każdej tabelce (karcie przedmiotu) dla każdego proponowanego przedmiotu/modułu

2.2 Założenia analizy

Na potrzeby tego raportu założono, że:

Przedsiębiorstwo z sektora kosmicznego to przedsiębiorstwo, które:

- jest członkiem Polskiego Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego [8] , lub
- jest wspiera Stowarzyszenie Polskich Profesjonalistów Sektora Kosmicznego [9], lub
- jest zarejestrowane w Katalogu Podmiotów ESA [5], lub
- informuje, że prowadzi działalność w polskim sektorze kosmicznym.

Przy tworzeniu zestawienia “kosmicznych” kierunków studiów na zagranicznych uczelniach przyjęto, że dany kierunek studiów można uznać za kosmiczny jeżeli odwołuje się do kosmosu czy astronomii w nazwie studiów lub nazwie wybranych zajęć lub modułów.

2.3 metodologia

Przyjęta metodologia zakłada:

- 1) Przygotowanie ankiety o potrzebach przedsiębiorstwa i rozesłanie jej do jak największej liczby przedsiębiorców z sektora kosmicznego. Wykonanie analizy otrzymanych wyników.
- 2) Wykonanie zestawienia wraz z analizą przeszłych, obecnych i przyszłych projektów z sektora kosmicznego mających wpływ na kierunki uczelniane w Polsce.
- 3) Wykonanie zestawienia wraz z opisem i analizą, zagranicznych kierunków kierunków kształcenia.
- 4) Opracowanie listy efektów uczenia się dla kształcenia mechaników/ mechatroników, programistów i elektroników.
- 5) Zaproponowanie specjalistycznych zajęć w formie przedmiotów/modułów, które można będzie włączyć do planów kształcenia mechaników/ mechatroników, programistów i elektroników

Metodologia ograniczona jest ilością otrzymanych odpowiedzi na rozesłaną ankietę od przedsiębiorców. Nie dokonuje się analizy statystycznej. Informacje na temat projektów z sektora kosmicznego bazują na stronach internetowych ESA oraz Komisji Europejskiej.

Informacje na temat zagranicznych kierunków studiów ograniczone są do opisów na stronach internetowych, które podają same uczelnie. Nie ma jednego ustandaryzowanego opisu takich studiów.

Metodyka poszczególnych analiz została opisana w odpowiednich rozdziałach.

3. Identyfikacja potrzeb przedsiębiorstw z sektora kosmicznego

W celu identyfikacji potrzeb przedsiębiorstw z sektora kosmicznego w zakresie poszukiwania pracowników, utworzono ankietę składającą się z 11 pytań, które wypisano poniżej. Pytania dotyczą wprost zapotrzebowania przedsiębiorców na konkretnych pracowników, ale również możliwość aktywnego włączenia się w dydaktykę.

Pytania rozesłano drogą mailową do przedsiębiorstw zgodnie z założeniami raportu.

Pytanie 1:

Obszar działalności:

- Upstream
- Downstream
- Inne:

Pytanie 2:

Wielkość firmy:

Pytanie 3:

Czy w ciągu najbliższych 6-12 miesięcy zamierzają Państwo poszukiwać pracowników?

- Tak
- Nie
- Nie ale jeśli pojawi się "talent" to go zatrudnimy
- Nie, ale jak zdobędziemy projekt/kontrakt to będziemy poszukiwać specjalistów
- Inne:

Pytanie 4:

Ile osób planują Państwo zatrudnić w ciągu następnych 6-12 miesięcy?

- 0
- 1-10
- 11-50
- 51-150
- powyżej 150
- inne:

Pytanie 5:

Preferowana forma współpracy

- Kontrakt na dany okres czasu
- Umowa o pracę
- Umowa na zlecenie
- B2B
- Staż

Pytanie 6:

Do jakich działów planują Państwo poszukiwać pracowników? (wielokrotny wybór)

- IT
- Zarządzanie projektami
- Sprzedaż
- HR
- Finanse i prawo
- Administracja
- R&D (B+R)
- Produkcja
- Marketing
- Dział konstrukcyjny
- Inne:

Pytanie 7:

Jakich pracowników będą Państwo poszukiwać

- Programistów
- Mechaników/mechatroników
- Elektroników
- Elektromechaników
- Przetwarzanie danych
- Ludzi od business development
- Sprzedawców
- HR
- Grafików
- Inne:

Pytanie 8:

Jakich kompetencji Państwo przede wszystkim poszukują?

- Inżynieria optyczna
- Przetwarzanie danych (big data)
- Analiza danych satelitarnych

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajęcza 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: repcja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com

- Budowa systemów i układów w oparciu o dane satelitarne
- Umiejętność tworzenia oprogramowania
- Montaż systemów
- Budowa aplikacji
- IoT
- AI
- AR/VR
- Robotyka i automatyka
- Zarządzanie projektami
- Umiejętność rozliczania projektów i składania wniosków
- Inne:

Pytanie 9:

Jakiego doświadczenia wymagają Państwo na poszukiwanych stanowiskach?

- Stażysta
- Junior
- Mid
- Senior
- Director

Pytanie 10:

Czy rozważają Państwo opcję aktywnego włączenia się w dydaktykę na uczelni wyższej, np.: prowadząc wykłady czy udostępniając swoje laboratoria?

- Tak
- Nie
- Inne:

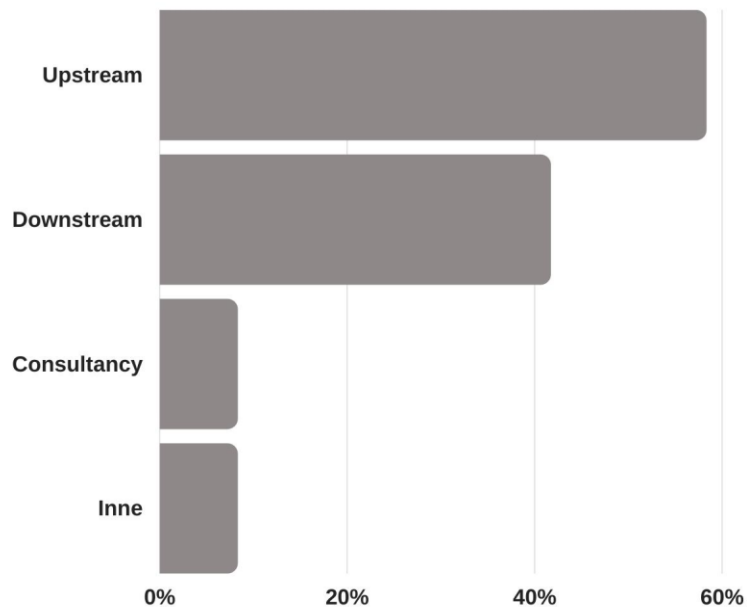
Pytanie 11:

Oprócz kompetencji technicznych jakich kompetencji „miękkich” oczekują Państwo od nowych pracowników?

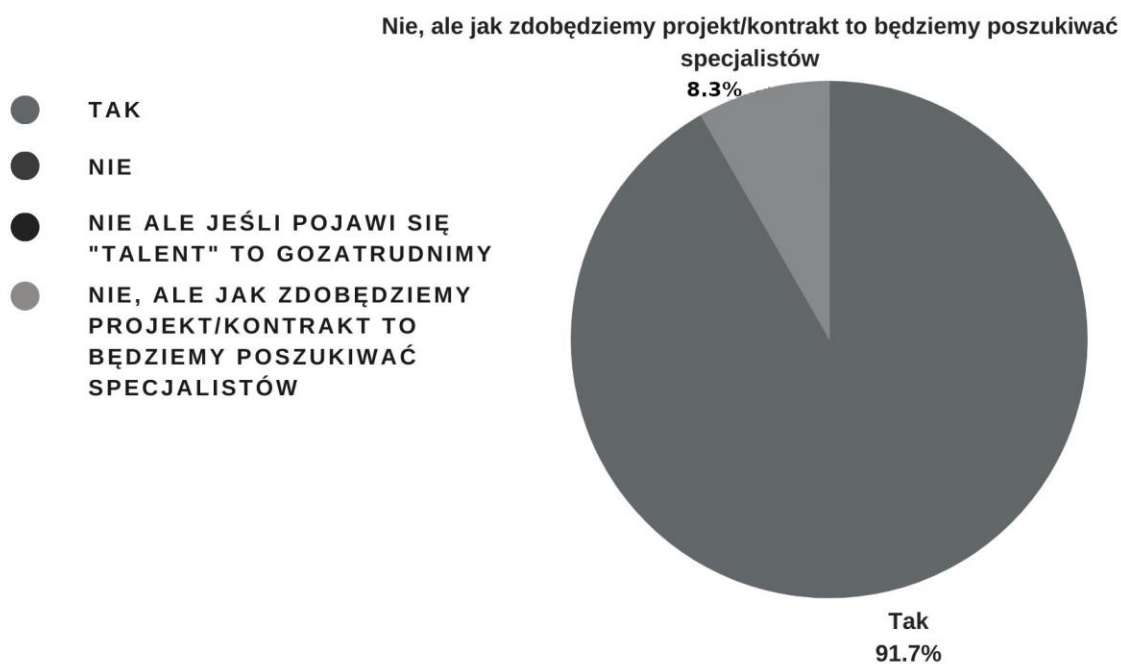
- Delegowanie zadań i skuteczne ich egzekwowanie
- Przedsiębiorczość
- Umiejętność analizowania
- Umiejętności językowe
- Komunikatywność i umiejętność pracy w grupie
- Umiejętność pracy pod presją czasu i odporność na stres
- Duża kreatywność i innowacyjność
- Inne:

4. Prezentacja wyników ankiety

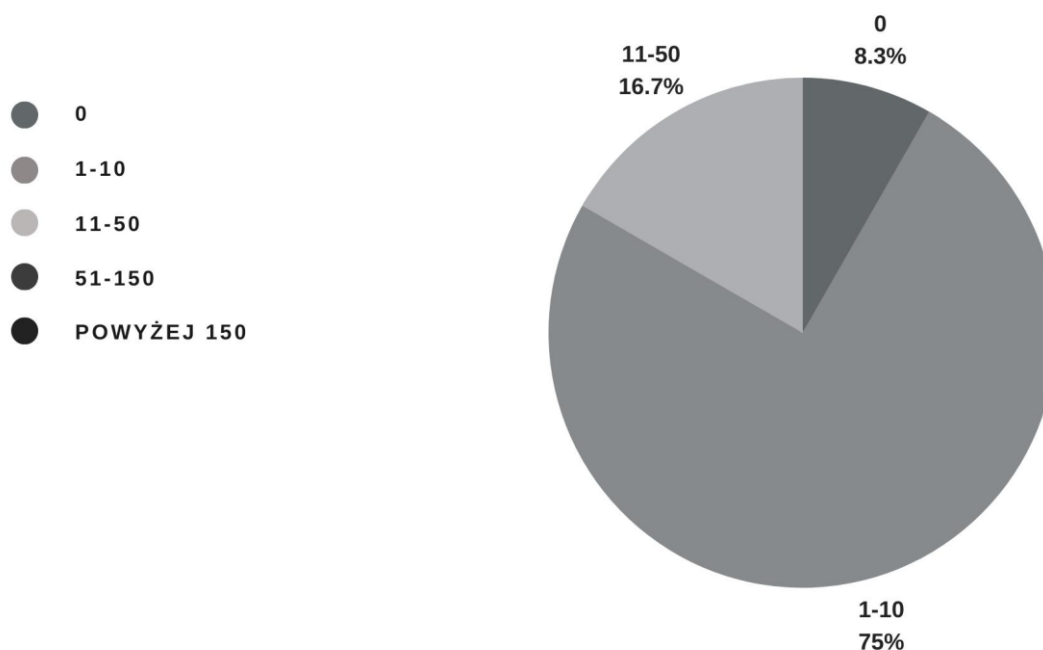
Zebrane odpowiedzi przedstawiono w formie wykresów pokazując procentowy udział poszczególnych odpowiedzi. W niektórych przypadkach suma wszystkich odpowiedzi nie musi być równa 100%, z uwagi na wielokrotność udzielonych odpowiedzi.



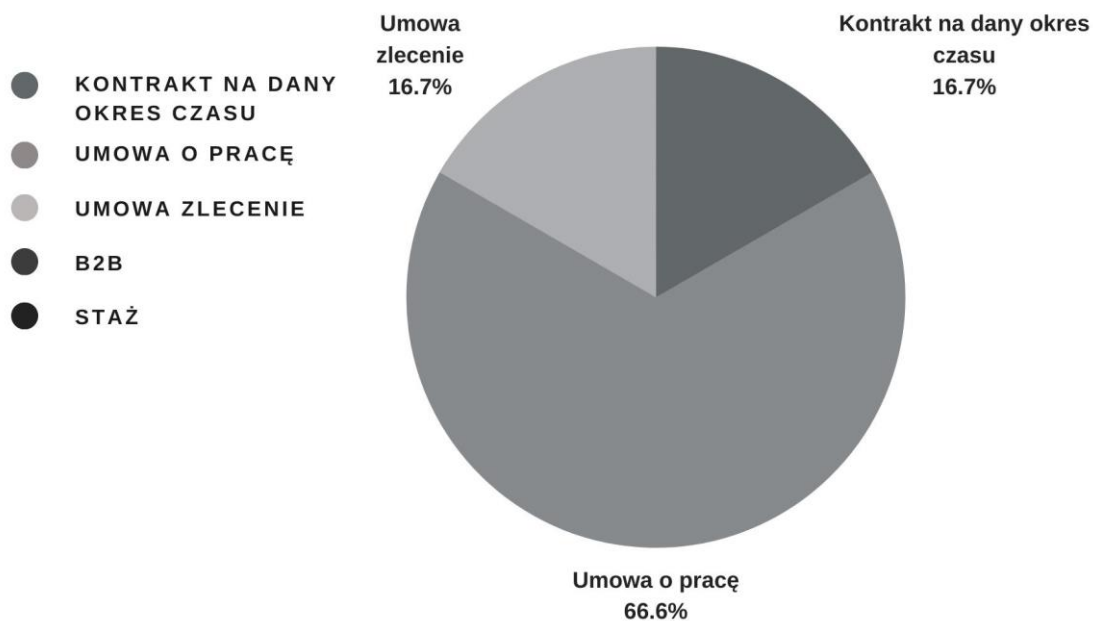
Rysunek 2 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie o obszar działalności przedsiębiorstwa.



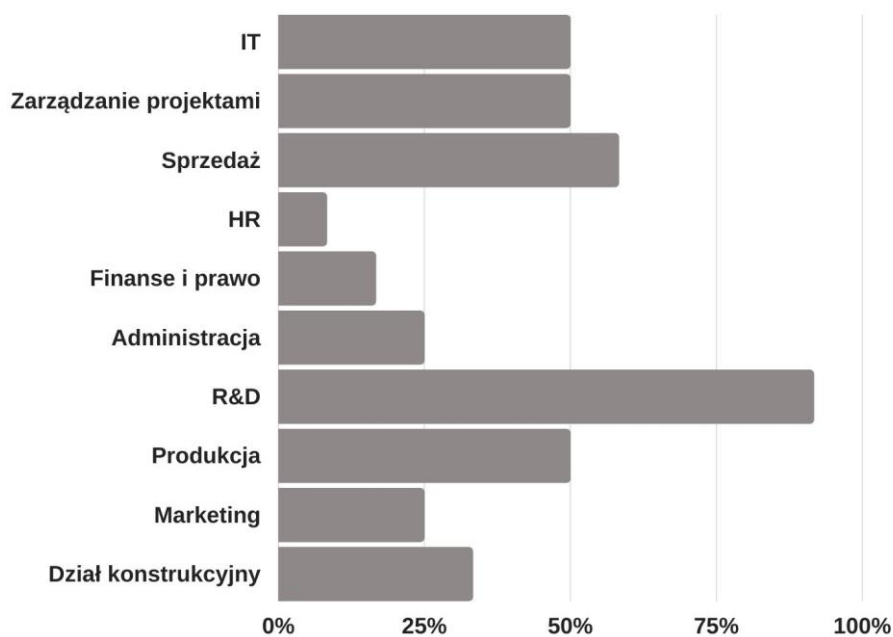
Rysunek 3 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Czy w ciągu najbliższych 6-12 miesięcy zamierzają Państwo poszukiwać pracowników?



Rysunek 4 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Ile osób planują Państwo zatrudnić w ciągu następnych 6-12 miesięcy?



Rysunek 5 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie o preferowaną formę współpracy.



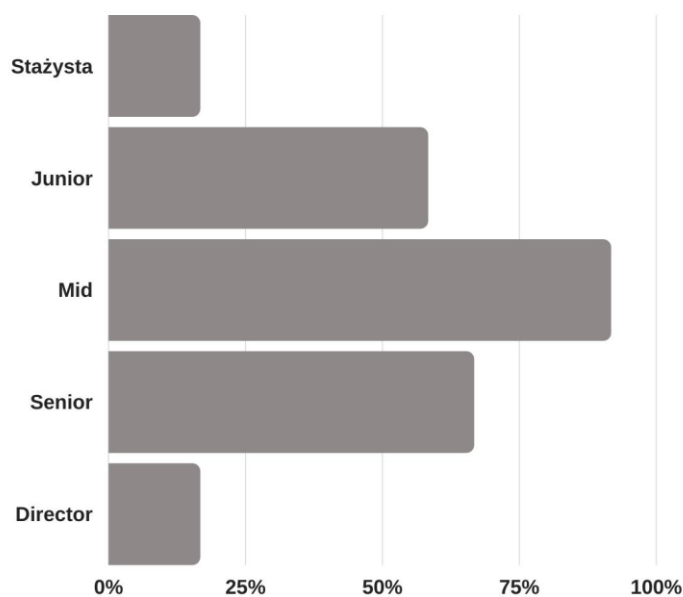
Rysunek 6 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Do jakich działów planują Państwo poszukiwać pracowników?



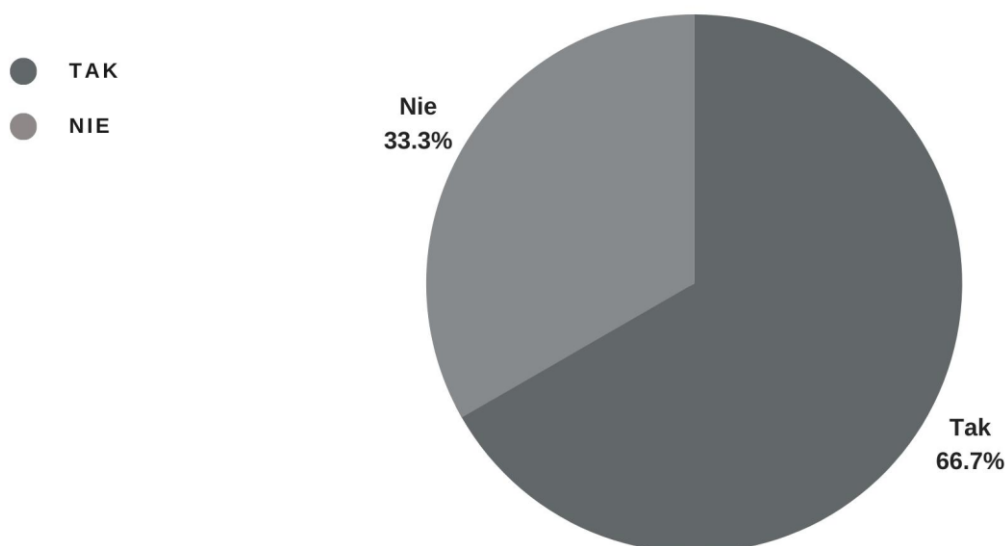
Rysunek 7 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Jakich pracowników będą Państwo poszukiwać?



Rysunek 8 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Jakich kompetencji Państwo przede wszystkim poszukują?



Rysunek 9 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Jakiego doświadczenia wymagają Państwo na poszukiwanych stanowiskach?



Rysunek 10 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Czy rozważają Państwo opcję aktywnego włączenia się w dydaktykę na uczelni wyższej, np.: prowadząc wykłady czy udostępniając swoje laboratoria?



Rysunek 11 Procentowa prezentacja wyników odpowiedzi na pytanie: Oprócz kompetencji technicznych jakich kompetencji „miękkich” oczekują Państwo od nowych pracowników?

Z ankiety wynika, że obszarem działalności większości przedsiębiorstw jest segment upstream. Jednak nie jest to zdecydowana większość. Sporo (około 40%) firm deklaruje swój obszar działalności w sektorze downstream. Nieliczne firmy zajmują się zagadnieniami związanymi z konsultingiem. Zdecydowana większość przedsiębiorców w najbliższym czasie będzie poszukiwała od 1 do 10 pracowników, których zamierza zatrudnić na umowę o pracę. Rozwijane w firmach działy to przede wszystkim B+R, ale pracowników brakuje też w działach IT, zarządzania projektami, produkcji czy sprzedaży. Z tego wynika, że najbardziej poszukiwanymi są programiści, mechanicy i mechatronicy, elektrycy i osoby od rozwoju biznesu. Osoby te powinny znać się na tworzeniu oprogramowania, montażu systemów, optyce, zarządzaniu projektami i analizie danych przestrzennych. Najbardziej poszukiwani są pracownicy o średnim doświadczeniu, ale także Seniorzy i Juniorzy. Niektóre firmy poszukują stażystów lub dyrektorów. Z miękkich kompetencji poszukiwane są osoby komunikatywne i kreatywne, znające języki obce oraz potrafiące analizować dane. Firmy w większości w ramach poszukiwania przyszłych pracowników wyraziły chęć włączenia się w dydaktykę na uczelniach wyższych.

Uzyskane odpowiedzi i ich analiza pokazują kierunek rozwoju polskiego sektora kosmicznego. Zapotrzebowanie na wykwalifikowanych pracowników w najbliższym czasie spowodowane jest zadeklarowanym udziałem przedsiębiorstw w projektach ogłoszonych przez ESA lub Komisję Europejską (Program Horyzont Europa).

5. Analiza projektów ESA oraz innych projektów w sektorze kosmicznym

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) prowadzi szereg misji, zarówno operacyjnych, jak i naukowych, w tym współpracuje z innymi krajowymi agencjami kosmicznymi, takimi jak Japońska Agencja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (JAXA), francuska organizacja rządowa odpowiedzialna za rozwój badań kosmicznych (CNES), Włoska Agencja Kosmiczna (ASI), Niemieckie Centrum Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (DLR), Narodowa Administracja Aeronautyki i Przestrzeni Kosmicznej (NASA) oraz Chińska Narodowa Administracja Kosmiczna (CNSA). W portfolio misji ESA znajduje się również wiele misji realizowanych w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego, w tym wiele z udziałem europejskich operatorów satelitarnych EUMETSAT, Eutelsat i Inmarsat.

Podstawowym elementem Doktryny Naukowej ESA jest program Cosmic Vision, seria misji kosmicznych wybranych przez ESA do uruchomienia w drodze konkursów, podobnych do programów NASA Discovery i New Frontiers [10], [11]. Jest on następcą programów Horyzont 2000 i Horyzont 2000+, w ramach których wystartowały tak znaczące misje jak Huygens, Rosetta i Gaia. Każda misja kosmiczna podzielona jest na dwie kategorie: "Słońce i Układ Słoneczny", misje badające Układ Słoneczny, oraz "Astrofizyka", misje realizujące badania z zakresu astronomii międzygwiazdnej. Podobnie prowadzony program skoncentrowany na obserwacji Ziemi, znany jako Living Planet Programme, uruchomił różne "Earth Explorers", takie jak GOCE i Swarm, które służą wielu formom Geoscience indywidualnie. Wiele misji ESA również wystartowało i działało poza kanonicznym programem, tak jak w przypadku misji takich jak Giotto, Ulysses i Mars Express [12].

Projekty ESA (Enabling & Support) - finansowane w przeszłości to w sumie 66 projektów przypisanych do 18 kategorii (przy czym projekt może być przypisany do kilku różnych kategorii) [13]. Projekty z tej grupy miały wpływ na kwestie edukacyjne, m.in. poprzez poszukiwanie przez przedsiębiorców oraz przez jednostki naukowe wykwalifikowanych pracowników, rozwijające przy tym swoje laboratoria.

Kategorie te to:

- Zdrowie, medycyna i farmacja - 12 projektów
- Produkcja przemysłowa i robotyka - 8 projektów
- Transport i logistyka - 7 projektów
- Inżynieria mechaniczna i inżynieria produkcji - 5 projektów
- Budownictwo i inżynieria lądowa - 4 projekty
- Aeronautyka, motoryzacja i inżynieria morska - 11 projektów
- Inżynieria chemiczna - 4 projekty
- Usługi, projektowanie systemów i metody weryfikacji - 3 projekty
- Energia i środowisko - 13 projektów
- Finanse - 4 projekty

Thales Polska sp. z o.o.
ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa
tel.: +48 22 63 95 203
e: recepcja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com

- Materiały, tekstylia i procesy - 16 projektów
- Nawigacja i technologie komunikacyjne - 8 projektów
- Inżynieria elektryczna i elektroniczna - 6 projektów
- Przetwarzanie danych, oprogramowanie i sztuczna inteligencja - 8 projektów
- Rolnictwo, żywność i biotechnologia - 9 projektów
- Bezpieczeństwo i ochrona - 14 projektów
- Systemy do częstotliwości radiowej i systemy optyczne - 6 projektów
- Rekreacja, rozrywka i sport - 3 projekty.

Spis ten pokazuje bardzo szerokie spektrum zagadnień będących w zainteresowaniu Europejskiej Agencji Kosmicznej.

5.1 Polska w ESA

W listopadzie 2012 roku Polska stała się dwudziestym państwem członkowskim Europejskiej Agencji Kosmicznej, wpłacającym składkę o wartości około 30-40 milionów euro rocznie. Dla polskich firm i ośrodków badawczych otworzyło to drogę do szybszego rozwoju technologii kosmicznych i technik satelitarnych poprzez możliwość pełnoprawnego uczestnictwa w większości programów Agencji [1] .

Podczas Rady Ministerialnej ESA w Sewilli (Space19+) w listopadzie 2019 r. Polska zadeklarowała uczestnictwo w 7 programach opcjonalnych. Zgodnie z zasadami realizacji niektórych programów opcjonalnych ESA (GSTP, ARTES 4.0, NAVISP, PRODEX) delegacja państwa zobowiązała się do pokrycia określonych kosztów projektu w wypadku, gdy pochodzący z tego państwa wykonawca wygra przetarg ESA [14] .

Programy te to [15] :

GSTP - Program General Support Technology Programme - istotę tego narzędzia stanowią działania wspierające przekształcenie obiecujących koncepcji technologicznych w szerokie spektrum dojrzałych produktów – od pojedynczych komponentów po podsystemy i kompletne satelity do etapu lotu kosmicznego.

ARTES.4.0 - Program Advanced Research in Telecommunications Systems – umożliwia opracowywanie innowacyjnych produktów, usług, aplikacji (w szczególności integrujących różne rodzaje danych satelitarnych), jak również kompleksowych systemów satelitarnych, co ma zapewnić przewagę konkurencyjną przedsiębiorstwa na dynamicznie rozwijającym się rynku światowym.

NAVISP - Program Navigation, Innovation and Support Programme - powstał w odpowiedzi na wyzwania stojące przed branżą GNSS, w związku z dynamicznym rozwojem innowacyjnych rozwiązań w różnych sektorach gospodarki, wymagających ciągłości usług oraz niezawodności systemów.

W ramach tego narzędzia szczególnie istotne jest opracowywanie rozwiązań związanych z europejskimi systemami GNSS, takich jak: Galileo oraz EGNOS. Możliwe jest również rozwijanie aplikacji związanych z wykorzystaniem w szczególności europejskich systemów GNSS.

PRODEX - Program rozwoju eksperymentów naukowych dla misji kosmicznych - program pozwala na prowadzenie polityki naukowej państwa w zakresie badań kosmicznych.

Space Safety Programme – S2P - W ramach tego programu Europa uzyskuje niezależną zdolność do obserwacji obiektów i zjawisk naturalnych, które mogłyby zaszkodzić satelitom na orbicie lub infrastrukturze naziemnej, takiej jak sieci energetyczne.

Future-EO oraz Copernicus Space Component – 4 – EO - Copernicus to najambitniejszy z dotychczasowych programów obserwacji Ziemi. Dostarcza on dokładnych, aktualnych i łatwo dostępnych informacji w celu poprawy zarządzania środowiskiem, zrozumienia i złagodzenia skutków zmiany klimatu oraz zapewnienia bezpieczeństwa cywilnego.

European Exploration Envelope Programme period 2 – E3P 2 period 2 – E3P2 - celem programu jest zabezpieczenie centralnej roli Europy w globalnej eksploracji kosmosu, dostarczenie nowych wyników zarówno w naukach podstawowych jak i stosowanych oraz przedstawienie fascynującej wizji globalnych przedsięwzięć, wzbogacających społeczeństwo i inspirujących kolejne pokolenia.

Polskie uczelnie powinny być świadome, że to ESA kreuje kierunki rozwoju całego sektora w Europie. Uczestnictwo wraz z przedsiębiorcami w ogłoszonych programach kształtuje zapotrzebowanie na specjalistów, a tym samym sugeruje kierunki modyfikacji programów kształcenia.

5.2 Horyzont Europa

Komisja Europejska realizuje programy B+R związane z branżą kosmiczną. Następcą programu Horyzont 2020 jest program Horyzont Europa. Technologie związane z przestrzenią kosmiczną będą wspierane także w ramach programu Horyzont Europa - Klaster 4: Technologie cyfrowe, przemysł i przestrzeń kosmiczna [16]. W ramach tych konkursów finansowane są badania w obszarze: Strategiczna autonomia w opracowaniu, wdrażaniu i wykorzystaniu z globalnej infrastruktury kosmicznej, usług, aplikacji i danych. Szczegółowe projekty na najbliższe konkursy można znaleźć w planie pracy [17] :

- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-11: End-to-end satellite communication systems and associated services
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-12: Future space ecosystems: on-orbit operations, new system concepts
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-21: Reusability for European strategic space launchers - technologies and operation maturation including flight test demonstration
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-22: Low cost high thrust propulsion for European strategic space launchers - technologies maturation including ground tests

Thales Polska sp. z o.o.
ul. gen. Józefa Zajęcza 9, 01-518 Warszawa
tel.: +48 22 63 95 203
e: recepcja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com

- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-23: New space transportation solutions and services
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-41: Copernicus Climate Change Service evolution
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-42: Copernicus Atmosphere Monitoring Service evolution
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-43: Copernicus Security and Emergency Services evolution
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-44: Copernicus evolution for cross-services thematic domains
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-62: Quantum technologies for space gravimetry
- HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-81: Space technologies for European non-dependence and competitiveness
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-11: Future space ecosystems: on-orbit operations, preparation of orbital demonstration mission
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-12: Technologies and generic building blocks for Electrical Propulsion
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-13: End-to-end Earth observation systems and associated services
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-21: Multi sites flexible industrial platform and standardised technology for improving interoperability of European access to space ground facilities
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-41: Copernicus Marine Environment Monitoring Service evolution
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-42: Copernicus Anthropogenic CO₂ Emissions Monitoring & Verification Support (MVS) capacity
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-43: Copernicus Land Monitoring Service evolution
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-62: Space Weather
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-72: Education and skills for the EU space sector
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-81: Space technologies for European non-dependence and competitiveness
- HORIZON-CL4-2022-SPACE-01-82: Space science and exploration technologies.

W projektach programu Horyzont Europa mogą uczestniczyć zarówno jednostki akademickie, jak i podmioty komercyjne. Dla polskich uczelni oznacza to możliwość przetestowania innowacyjnych rozwiązań, które nie są jeszcze dostępne na rynku. Ponadto włączenie się w prace konsorcjum zagranicznych uczelni otwiera przestrzeń do wymiany wiedzy, doświadczeń oraz wspólnego rozwiązywania problemów. Efektem takiej współpracy mogą być nowe kierunki kształcenia lub modyfikacja istniejących.

6. Przykładowe zagraniczne programy nauczania

Przegląd oparto o zestawienia kierunków studiów prezentowane przez Keystone Education Group, a także portal educations.com [18], [19]. Wybrane kierunki studiów przedstawiono w tabeli poniżej. Dodano krótki opis studiów na podstawie informacji ze stron internetowych i informatorów poszczególnych uczelni.

Z analizy wynika, że zdecydowanie większa liczba kierunków studiów skupia się na projektowaniu i kontroli misji. Jest to odmienne podejście niż w Polsce, gdzie nacisk kładzie się bardziej na projektowanie konstrukcji/elektroniki wynoszonej w przestrzeń kosmiczną. Jednak podobnie jak w Polsce, w ramach kierunków kosmicznych jest dużo zagadnień związanych z upstreamem, natomiast zazwyczaj tylko 1-2 przedmioty/moduły związane są z analizą danych i downstreamem.

Większość kursów ma budowę modułową. Oznacza to, że student realizuje obligatoryjnie albo wybiera określone moduły o określonej tematyce. Moduły takie posiadają dużą ilość punktów ECTS, a co za tym idzie dużą liczbę godzin i zawierają zarówno wykłady, jak i laboratoria oraz projekty. Takie elastyczne podejście pozwala wybrać studentowi interesujące go zagadnienia w ramach szeroko ujętego programu studiów.

Na uczelniach zagranicznych powszechne są też wymiany międzynarodowe z innymi ośrodkami. Edukacja jest też wspierana przez przedsiębiorców z sektora kosmicznego, poprzez bezpośrednie włączanie się przedsiębiorców w dydaktykę, praktyki i prace dyplomowe.

Tabela 3 Zestawienie zagranicznych programów nauczania

Uczelnia	Kierunek	Opis
Technical University of Denmark, Lyngby, Dania	Earth and Space Physics and Engineering	<p>Kierunek studiów Master of Science kształcący w zakresie badań i rozwoju satelitarnych, kosmicznych, lotniczych i naziemnych metod pomiarowych, a także modeli matematycznych i fizycznych do monitorowania, mapowania i badania wielkoskalowych struktur i procesów fizycznych na Ziemi i we Wszechświecie [33]. Jak podkreśla jednostka prowadząca, kierunek nie skupia się tylko na inżynierii lotniczej. Możliwy jest wybór jednej z 5 specjalizacji:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Solid Earth Physics – Fizyka Ziemi; • Earth Observation – Obserwacja Ziemi; • Mapping and Navigation – Mapowanie i nawigacja; • Space Research – Badanie przestrzeni kosmicznej; • Space Systems Engineering – Inżynieria systemów kosmicznych. <p>Absolwenci będą posiadali umiejętności niezbędne do opracowywania zrównoważonych, zaawansowanych technologicznie rozwiązań - takich jak oprzyrządowanie, modelowanie i metody przetwarzania danych do ich zastosowania np. w monitorowaniu klimatu i środowiska, poszukiwaniu nowych zasobów, eksploracji przestrzeni kosmicznej lub mapowania i nawigacji na Ziemi.</p>
University of Turku, Turku, Finlandia	Physical and Chemical Sciences: Astronomy and Space Physics	<p>Specjalizacja na kierunku studiów Master of Science kształcący z zakresu fizyki Słońca i Układu Słonecznego, astrofizyki czarnych dziur i gwiazd neutronowych różnych astrofizycznych stanów nieustalonych, a także zagadnień dotyczących struktury galaktycznej, ewolucji i kosmologii [37]. Kierunek oprócz wiedzy o procesach zachodzących w przestrzeni kosmicznej porusza aspekty tzw. „downstreamu”, czyli analizy danych pochodzących z Kosmosu. Absolwenci zdobywają wiedzę i praktyczne doświadczenie w zakresie technik obserwacyjnych, oprzyrządowania kosmicznego, metod numerycznych i analizy dużych zbiorów danych.</p>

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: recepca@thalesgroup.com, www.thalesgroup.com



KTH Royal Institute of Technology, Sztokholm, Szwecja	Electromagnetic s, Fusion and Space Engineering	<p>Studia Master of Science kształcące z zakresu elektrotechniki, pól elektromagnetycznych, ich interakcji z materią i sposobów ich wykorzystania w różnych technologiach [38]. Absolwenci specjalizują się w inżynierii mikrofalowej, fotonice, technologiach plazmowych lub inżynierii kosmicznej. Program studiów obejmuje zarówno teoretyczne, jak i praktyczne aspekty tych dziedzin, przez co absolwenci mogą rozwijać karierę zarówno w przemyśle, jak i w jednostkach prowadzących prace naukowo-badawcze. Studia realizowane są na 4 ścieżkach rozwoju (specjalizacjach):</p> <ul style="list-style-type: none"> • Microwave engineering (Inżynieria mikrofalowa); • Photonics (Fotonika); • Plasma (Plazma); • Space (Kosmos).
	Aerospace Engineering	<p>Studia Master of Science kształcące z zakresu wiedzy koniecznej do pracy w sektorze lotniczym i dziedzinach pokrewnych. Program oferuje 4 specjalizacje [39] :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Aeronautics (Lotnictwo); • Space (Kosmos); • Lightweight Structures (Konstrukcje lekkie); • Systems Engineering (Inżynieria systemów). <p>Wszystkie ze specjalizacji pozwalają na kształcenie kadr sektora kosmicznego, a w szczególności specjalności Space i Systems Engineering. Absolwenci mogą znaleźć zatrudnienie m.in. przy opracowywaniu, testowaniu i eksploatacji satelitów, wyrzutni, rakiet lub innych elementów wynoszonych w przestrzeń kosmiczną czy też przy projektowaniu misji kosmicznych [36].</p>
KU Leuven, Leuven, Belgia	Space Studies	<p>Studia Master of Science kształcące z zakresu interdyscyplinarnej specjalistycznej wiedzy na temat technologii kosmicznej, biomedycznej, prawa kosmicznego, polityki i zarządzania w sektorze kosmicznym [40].</p>

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: recepca@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com



		Absolwenci będą mogli rozwijać karierę m.in. w przemyśle kosmicznym (inżynierowie, pracownicy handlowi), instytucjach badawczych działających w sektorze kosmicznym, administracji odpowiedzialnej za programy badawczo-rozwojowe związane z Kosmosem (kierownictwo projektów i kadra zarządzająca), decydentów na szczeblu krajowym, europejskim i międzynarodowym oraz w wielu firmach i organizacjach, które są powiązane z sektorem kosmicznym.
Technische Universität Berlin, Berlin, Niemcy	Space Engineering	Studia Master of Science kształcące z zakresu technologii kosmicznych połączonej z zarządzaniem projektami. Absolwenci kierunku są przygotowani do pracy jako inżynierowie systemów w branży kosmicznej [41]. Według jednostki prowadzącej, szczególny nacisk jest kładziony na nauczanie i badania na temat technologii małych satelitów. Kierunek pokrywa większość domen technologicznych oraz kształci w obszarze zarówno wynoszenia elementów w przestrzeń kosmiczną, ochrony i kontroli życia ludzkiego w kosmosie (upstream) a także analizy danych satelitarnych (downstream).
University of Surrey, Guildford, Wielka Brytania	Space Engineering	Studia Master of Science kształcące w zakresie multidyscyplinarnej wiedzy i umiejętności wymaganych w pracy w sektorze kosmicznym, w tym projektowania i dostarczania statków kosmicznych i ich ładunków [42]. Absolwenci są przygotowani do wszelkich zadań związanych z projektowaniem misji kosmicznych z wykorzystaniem satelitów. Studenci podczas studiów mogą współpracować z lokalną firmą Surrey Satellite Technology Ltd, zajmującą się produkcją i eksploatacją małych satelitów. Program skupiony jest w większości na aspektach dotyczących wynoszenia satelitów w przestrzeń kosmiczną oraz komunikacji z nimi.
Sapienza University of Rome, Rzym, Włochy	Space and Astronautical Engineering	Studia Master of Science kształcące z zakresu zaawansowanych narzędzi badawczych i projektowych oraz innowacji w przemyśle kosmicznym [43]. Absolwenci są przygotowani do pracy nad zagadnieniami związanymi z dostępem do przestrzeni kosmicznej, wykorzystaniem orbit ziemskich i eksploracją kosmosu, a także projektowaniem wyrzutni, satelitów, platform orbitalnych, misji załogowych lotów kosmicznych, telekomunikacji w kosmosie i systemów teledetekcji kosmicznej.

		Kierunek pokrywa głównie domeny związane z wysyłaniem konstrukcji/ładunków w przestrzeń kosmiczną, jednakże pojawiają się przedmioty związane z analizą obrazów z satelitów/radarów oraz geodezją i obserwacją Ziemi.
Luleå University of Technology, Kiruna, Szwecja	Spacecraft Design	Studia Master of Science oferujące wiedzę z zakresu projektowania statków kosmicznych. Program studiów jest skoncentrowany na projektowaniu mniejszych statków kosmicznych, które można wyprodukować w krótkim czasie [20] . Program skupia się na zapoznaniu studentów z podsystemami, które tworzą statek kosmiczny, elektroniką kosmiczną i systemami pokładowymi, materiałami wykorzystywanymi do budowy statków kosmicznych, rodzajami napędów, a także ze sposobami kontroli poszczególnych elementów, co jest niezbędne do udanej misji. Kierunek nie oferuje przedmiotów dotyczących analizy danych satelitarnych pochodzących z przestrzeni kosmicznej (downstream).
	Space Science and Technology	Kierunek BSc i MSc, oferuje interdyscyplinarną edukację zorientowaną na badania z bezpośrednim i praktycznym doświadczeniem w dziedzinie nauki o kosmosie, technologii i inżynierii. Program ma wspólny pierwszy rok w Kirunie w Szwecji. Na drugim roku studenci kształcą się na jednym z europejskich uniwersytetów partnerskich, oferujących różnorodne doświadczenie w zakresie inżynierii kosmicznej. Program nauczania prowadzi do dwóch oficjalnie uznanych tytułów magisterskich: dyplomu LTU oraz, pod warunkiem spędzenia drugiego roku na uczelni partnerskiej, dyplomu tej uczelni [21] . Kierunek oferuje dwie specjalizacje: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Atmospheric and Space Science</i>, zorientowany na projekty naukowe. • <i>Space Technology and Instrumentation</i>, zorientowany na projekty inżynierskie. Podstawowe przedmioty dla obu specjalizacji są takie same i obejmują zarówno zagadnienia inżynierskie jak i naukowe (<i>The Solar System, Space Physics, Space Communication, Spacecraft Systems</i>). Przedmioty oferowane w ramach specjalizacji <i>Atmospheric and Space Science</i> skupiają się na naukach przyrodniczych (m. in. <i>Physics and astrophysics, Planetary surfaces and global cycles, Evolution of Telluric planets, Spectroscopy for planetary exploration, Image Processing with Space Applications, Microwave Earth Observation Instrumentation, Stochastics and Estimation</i>).

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: recepca@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com



		Przedmioty oferowane w ramach specjalizacji <i>Space Technology and Instrumentation</i> skupiają się na zagadnieniach inżynierskich i projektowych podsystemów pojazdów kosmicznych (m.in. <i>Space Propulsion, Finite Element Analysis, Multivariable Control Systems for Aerospace Applications, Embedded Real-Time Systems, Autonomous Mobile Robots, Mechatronics Basics</i>) [22].
Politecnico di Milano, Mediolan, Włochy	Space Engineering	Studia Master of Science kształcące z wiedzy z zakresu opracowywania i zarządzania działaniami technicznymi związanymi z badaniami i projektowaniem w sektorze kosmicznym [23]. Absolwenci są przygotowani do projektowania, analizy technicznej i weryfikacji misji kosmicznych, projektowania konstrukcji kosmicznych, układów napędu i wytwarzania energii, systemów kontroli orbity i orientacji w przestrzeni kosmicznej, a także do integracji i testowania systemów kosmicznych. Kierunek nie oferuje przedmiotów dotyczących analizy danych satelitarnych pochodzących z przestrzeni kosmicznej (downstream).
University of Leicester, Leicester, Wielka Brytania	Space Exploration Systems	Studia Master of Science kształcące w dziedzinie eksploracji kosmosu przez ludzi i roboty. Absolwenci zdobędą wiedzę z na temat inżynierii systemów kosmicznych, oprzyrządowania kosmicznego, środowiska kosmicznego, systemów zasilania kosmicznego (w tym systemów zasilania jądrowego) oraz projektowania misji kosmicznych [24]. Kierunek ma za zadanie łączyć inżynierię systemów z fizyką oraz planetologią.
University of Hertfordshire, Hatfield, Wielka Brytania	Aerospace Engineering with Space Technology	Kierunek studiów BSc i MSc z inżynierii lotniczej z technologią kosmiczną. Specjalizuje się w projektowaniu pojazdów kosmicznych ze szczególnym naciskiem na napęd raketowy, kontrolę lotów kosmicznych i systemy komunikacji satelitarnej [26]. Studia skupiają się na zapoznaniu z oprogramowaniem używanym w przemyśle lotniczym i kosmicznym oraz zasadami działania pojazdów latających, w ramach projektów indywidualnych i grupowych kształcą w dziedzinie projektowania obiektów latających oraz w dziedzinie aerodynamiki (m.in. przy wykorzystaniu tunelu aerodynamicznego). Studia są finalizowane przez grupowy projekt kompletnego pojazdu latającego lub indywidualny projekt związany z konkretnym aspektem pojazdu latającego; projekt jest rozwijany w ramach Uniwersytetu lub współpracy z przemysłem, co często prowadzi do zatrudnienia studentów.

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: recepca@thalesgroup.com, www.thalesgroup.com



		<p>Uniwersytet współpracuje z lokalną szkołą lotniczą w zakresie lekcji latania [25]. Główny nacisk w zakresie przedmiotów/modułów kładziony jest na projektowanie (<i>Introduction to Design, Materials and Electrical Science, Engineering Applications of Mathematics, Aerospace Design, Computer Aided Engineering, Aerospace Performance, Propulsion and Design</i>) oraz przedmioty powiązane z projektowaniem, prowadzące do lepszego zrozumienia wymagań projektowych (<i>Materials and Electrical Science, Fluid Mechanics & Thermodynamics, Avionics Systems, Rocket Performance and Propulsion, Space Dynamics</i>).</p>
<p>Kingston University, Londyn, Wielka Brytania</p>	<p>Aerospace Engineering, Astronautics & Space Technology</p>	<p>Kierunek studiów BSc i MSc, skupiający się na aspektach projektowych pojazdów lotniczych i kosmicznych. Studia obejmują ogólny wstęp do nauk inżynierskich oraz projektowania, konkretne dziedziny pozwalające lepiej zrozumieć wymagania stawiane konstrukcjom lotniczym i kosmicznym (aerodynamika, dobór materiałów, zarządzanie projektami) oraz (w trakcie finalnych lat) - przedmioty bezpośrednio skupiające się na projektowaniu pojazdów lotniczych lub kosmicznych i ich podsystemów. Kierunek obejmuje również aspekty związane z projektowaniem i planowaniem misji [27] . Konkretne przedmioty ujęte w kursie tworzą wyraźną ścieżkę od zagadnień podstawowych (<i>Introduction to Engineering Design and Manufacture, Engineering Mathematics and Computing Applications</i>), przez specjalizację dziedzin powiązanych (<i>Aerodynamics, Propulsion and Analytical Methods, Aerospace Structures, Materials and Dynamics</i>), aż do przedmiotów ściśle powiązanych z projektowaniem, na bazie wcześniejszych modułów służących do lepszego zrozumienia wymagań i aspektów projektowych (<i>Further Aerodynamics and Propulsion and Computational Techniques, Space Vehicle Design, Further Aerospace Structures, Materials and Dynamics, Aerospace Stress Analysis and Advanced Materials, Computational Fluid Dynamics for Aerospace Applications, Space Mission Analysis and Design, Integrated Design Project</i>). W kontekście innych studiów (np. <i>Aerospace Engineering with Space Technology</i> na Uniwersytecie Hertfordshire), powyższy kierunek szerzej obejmuje dziedziny wstępne do projektowania, dając absolwentom bardziej ogólne przygotowanie do pracy w przemyśle (nie tylko lotniczym/kosmicznym).</p>

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: repcja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com



<p>Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, Hiszpania</p>	<p>Aerospace Science and Technology</p>	<p>Kierunek MSc, zapewnia zaawansowane studia w zakresie nauk i technologii, które są obecnie najszerzej stosowane dziedzinie aeronautyki i eksploracji kosmosu. Absolwenci kierunku kształcą się w interdyscyplinarnej dziedzinie wiedzy, która obejmuje badanie teoretycznych i praktycznych podstaw, technik, metod i procesów, a także będą zaznajomieni z zarządzaniem, definiowaniem i pracą nad innowacyjnymi projektami badawczymi [28] . Zakres przedmiotów na kierunku obejmuje ogólne zagadnienia związane z projektowanie misji i pojazdów, kontrolą misji oraz fizyką lotów kosmicznych (<i>Space Systems Engineering, Aerospace Materials, Computational Engineering, Test and Instrumentation Systems in Aerospace Applications, Aircraft Trajectory Management, Atmospheric Physics, Modern Control Systems, Astrodynamics</i>). Obejmuje również zagadnienia związane z wykorzystaniem danych GNSS (<i>Global Navigation Satellite System (GNSS) Data Processing</i>) [29] .</p>
<p>University of Southampton Southampton Wielka Brytania</p>	<p>Physics with Space Science</p>	<p>Studia MSc obejmujące zakres tematów od podstaw astronomii po projektowanie satelitów i pogodę kosmiczną. Kierunek obejmuje studia nad zjawiskami monitorowanymi z kosmosu, takimi jak burze geomagnetyczne i wiatr słoneczny, oraz stawia na łączenie wiedzy z zakresu fizyki z zasadami inżynierii kosmicznej, aby kształcić na polu projektowania pojazdów kosmicznych. W ramach studiów jako członkowie międzynarodowego zespołu, studenci opracowują projekt teleskopu kosmicznego, wraz z jego oprzyrządowaniem i planowaniem misji [30] . Kierunek obejmuje zagadnienia fizyczne, rozwijając je w kierunku i skupiając się na tych powiązanych z przestrzenią kosmiczną (<i>Energy and Matter, Introduction to Astronomy and Space Science, Motion and Relativity, Waves, Light and Quanta, Classical Mechanics, Quantum Physics, Atomic Physics, Nuclei and Particles, Space Plasma Physics, Applied Nuclear Physics, Physics of the Early Universe</i>) i nie skupia się wprost na zagadnieniach inżynierskich, będąc naturalnym wyborem dla studentów planujących karierę naukową lub dalszą edukację na studiach doktoranckich.</p>

	Aeronautics and Astronautics	Studia BSc skupiające się zaawansowanej inżynierii lotniczej. Obejmują projektowanie samolotów, samochodów wyścigowych, satelitów i rakiet. Struktura przedmiotów obejmuje zarówno zagadnienia teoretyczne (<i>Introduction to Aeronautics and Astronautics, Mathematics for Engineering and the Environment, Aerodynamics, Mechanics of Flight, Aerothermodynamics</i>) oraz inżynierskie, powiązane ściśle z projektowaniem (<i>Design and Computing, Electrical and Electronics Systems, Mechanics, Structures and Materials, Mechanics, Structures and Materials, Aircraft Structural Design, Introduction to Aircraft Design</i>). Obejmuje również przedmioty skupiające się na zagadnieniach związanych z zarządzaniem projektami i otoczeniem prawnych projektów kosmicznych (<i>Accounting and Finance for Engineers, Engineering Management and Law, Management Science for Engineers</i>) [31].
Narvik University College, Narvik, Norwegia	Aerospace Control Engineering	Kierunek MSc, jest rozwinięciem inżynierii lotniczej w inżynierię lotniczo-kosmiczną. Oferuje wiedzę na temat technologii niezbędnych do projektowania, budowy i wykorzystania systemów sterowania w zastosowaniach lotniczych i kosmicznych [32]. W ramach dwuletniego programu uwzględniono wstępne zagadnienia teoretyczne (<i>Classical Mechanics, Numerical Methods, Linear Algebra</i>), a także bardziej specjalistyczne przedmioty, leżące na styku podstaw teoretycznych i inżynierii lotniczej (<i>Applied Guidance, Navigation and Control, Artificial Intelligence and Machine Learning, Digital Signal Processing and Control</i>) oraz tematy ściśle związane z pracami projektowo-inżynierskimi w przemyśle lotniczym i kosmicznym (<i>Embedded Systems, Spacecraft Control</i>). Kierunek obejmuje również zagadnienia związane z zarządzaniem i ekonomią (<i>Innovation and Economy, Innovation and Management</i>).
Cranfield University, Cranfield, Wielka Brytania	Astronautics and Space Engineering	Studia MSc, skupiające się na projektowaniu pojazdów lotniczych i kosmicznych. Kierunek kładzie nacisk na przedmioty inżynierskie i projektowe, co wynika z faktu, że kandydaci zdobywają podstawy teoretyczne na studiach BSc. Wśród oferowanych przedmiotów znajdują się z astrofizyką i analizą orbitalną (<i>Astrodynamics and Mission Analysis, Advanced Topics in Astrodynamics and Trajectory Design</i>), skupiające się na ogólnych aspektach pojazdów kosmicznych i lotniczych (<i>Space Systems Engineering, Space Propulsion, Space Communications</i>), obejmujące zagadnienia ściśle projektowe (<i>Finite Element Analysis, Design and Analysis of Composite Structures</i>).

		Skupiające się również na kontroli i analizie trajektorii, na co kierunek kładzie największy nacisk (<i>Aerospace Navigation and Sensors, Multivariable Control Systems for Aerospace Applications, Spacecraft Attitude Dynamics and Control, Control Systems</i>) [34]. Studia nastawione są na współpracę z przemysłem i na kształcenie absolwentów gotowych do podjęcia pracy w sektorze kosmicznych na stanowiskach inżynierskich i zarządczych. W mniejszym stopniu są nastawione na karierę naukową i kontynuowanie nauki na poziomie PhD.
Technische Universiteit Delft, Delft, Holandia	Aerospace Engineering	Program obejmuje podstawowe nauki inżynierskie, takie jak mechanika i rachunek różniczkowy, jednak koncentruje się na tym, jak jak najszybciej zastosować te dyscypliny inżynierskie do problemów projektowych w lotnictwie. W pierwszym roku dzieje się tak głównie w projektach lotniczych [36] . Na drugim roku nauka skupia się na projektowaniu systemów i przetwarzaniu danych pomiarowych. Tematy, które zostały pokrótce omówione na pierwszym roku, są teraz dogłębnie zbadane, zapewniając solidne podstawy teoretyczne z takich przedmiotów, jak aerodynamika i mechanika orbitalna. Kursy aerodynamiki uzupełniają zajęcia praktyczne w tunelu aerodynamicznym. Pierwszy semestr trzeciego roku pozwala na poszerzenie zakresu kształcenia o program kierunkowy. Ostatni semestr składa się z ostatnich kursów BSc, a także lotu praktycznego i wykonywania pomiarów w locie. Trzeci rok kończy DSE - praca z zespołem studentów nad oryginalnym i odpowiednim zadaniem projektowym, w wielu przypadkach zleconym przez firmy lotnicze lub organizacje badawcze [35].

7. Propozycja planów kształcenia

Niniejszy rozdział zawiera propozycję planów kształcenia związanego z sektorem kosmicznym do realizacji w polskich warunkach szkolnictwa wyższego. Autorzy raportu zaproponowali efekty uczenia się oraz przykładowe przedmioty/moduły dla kształcenia mechaników/mechatroników, programistów i elektroników.

Według sprawozdania Komisji Europejskiej na temat przedsiębiorczości w szkolnictwie wyższym "Zaangażowanie prawdziwych przedsiębiorców w nauczanie może zrekompenzować obecny brak doświadczenia praktycznego wśród nauczycieli akademickich [44]. Chociaż przedsiębiorcy i ludzie biznesu są ogólnie zaangażowani w nauczanie, niewiele jest przykładów przedsiębiorców-praktyków zajmujących się nauczaniem w pełnym wymiarze. Przychodzą oni najczęściej celem przedstawienia studentom krótkich prezentacji (np. jako „żywy przykład” lub występujący gościnnie prelegent) lub wystąpienia w roli jurorów konkursów. Europejskie instytucje szkolnictwa wyższego nie są wystarczająco zaangażowane i skuteczne w pracy z absolwentami, którzy odnoszą sukcesy w przedsięwzięciach gospodarczych i którzy mogliby przynieść wiedzę i fundusze”.

Zasady tworzenia programów studiów określa w Polsce ustawa z dnia 20 lipca 2018 roku [2]. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, z późniejszymi zmianami. Uczelnia prowadzi kształcenie na kierunkach w dziedzinach i dyscyplinach. Przyporządkowuje kierunek do co najmniej jednej dyscypliny, a w przypadku ich większej liczby wskazuje dyscyplinę, która obejmuje ponad połowę efektów uczenia się (dyscyplina wiodąca). Ustalanie programów studiów należy do zadań rektora i senatu uczelni. Sprawia to, że kierunki studiów powiązane są ze specyfiką uczelni i jej kategorią naukową w danej dyscyplinie. Nie ma dedykowanej dyscypliny związanej z technologiami kosmicznymi, a kompetencje potrzebne w sektorze kosmicznym nauczane są na wielu kierunkach studiów w różnych dziedzinach i dyscyplinach naukowych.

Zgodnie z ustawą oraz wewnętrznymi regulacjami uczelni właściwy dobór nauczycieli akademickich i innych osób prowadzących zajęcia jest jednym z elementów kluczowych dla zapewnienia odpowiedniej jakości kształcenia studentów. Prowadzący zajęcia muszą posiadać kompetencje i doświadczenie pozwalające na prawidłową realizację zajęć. Podstawy do prowadzenia zajęć związanych z określoną dyscypliną nie musi stanowić wyłącznie posiadany dorobek w zakresie tej dyscypliny. To władze uczelni, zatrudniając daną osobę, muszą ocenić posiadane przez nią kompetencje i doświadczenie pod kątem adekwatności do programu studiów i realizowanych zajęć.

Celem kształcenia jest przekazanie podbudowanej teoretycznie, poszerzonej wiedzy z zagadnień specjalistycznych powiązanych z technologiami wykorzystywanymi w branży kosmicznej. Student powinien być przygotowany do samodzielnego formułowania i rozwiązywania problemów naukowych poprzez prowadzenie badań, wraz z doborem i wykorzystywaniem źródeł wiedzy oraz komunikowaniem z innymi. Student powinien posiadać umiejętność efektywnej (samodzielnej i w grupie) realizacji różnych zadań inżynierskich.

Celem kształcenia na kierunkach kosmicznych kształcących programistów i elektroników jest przekazanie specjalistycznej wiedzy i umiejętności z zakresu zastosowań zaawansowanych technologii elektronicznych, informatycznych i telekomunikacyjnych w nawigacji, teledetekcji i komunikacji satelitarnej i w innych dziedzinach branży kosmicznej, w tym implementacji dedykowanego oprogramowania oraz projektowania elektronicznych systemów satelitarnych i telekomunikacyjnych.

Celem kształcenia na kierunkach kosmicznych kształcących mechaników i mechatroników jest przekazanie studentom specjalistycznej wiedzy i umiejętności o zastosowaniach technologii mechanicznej i mechatroniki w inżynierii kosmicznej, w tym budowy autonomicznych robotów mobilnych oraz budowy, projektowania i eksploatacji konstrukcji i urządzeń kosmicznych.

W związku z dynamizującym się rozwojem kosmicznego sektora polskiej gospodarki w ostatnim okresie, możliwości zatrudnienia i rozwoju zawodowego absolwentów kierunku studiów kosmicznych są szerokie. Mogą oni być zatrudnieni na uczelniach, w jednostkach naukowych i innych podmiotach realizujących prace badawcze i badawczo-rozwojowe z zakresu technologii kosmicznych i satelitarnych, jak również w przedsiębiorstwach prowadzących działalność w tej branży, w tym zarówno w korporacjach międzynarodowych z dużym doświadczeniem w branży kosmicznej na poziomie europejskim, coraz liczniej otwierających swoje oddziały w naszym kraju, jak i w mniejszych podmiotach prowadzących działalność w zakresie m.in. projektowania konstrukcji kosmicznych i satelitarnych, zastosowań komunikacji, nawigacji i teledetekcji satelitarnej, w tym w branży geodezyjnej, kartograficznej, geoinformatycznej czy usług telekomunikacyjnych, a także w zakresie zastosowań zaawansowanych rozwiązań informatycznych, mechanicznych i mechatronicznych.

Zaproponowane poniżej zajęcia (przedmioty bądź moduły) są próbą wyjścia naprzeciw zwiększającym się potrzebom polskiej gospodarki w zakresie specjalistów z branży kosmicznej.

Efekty uczenia się zostały dobrane w związku z tym z uwzględnieniem bieżących potrzeb rynku pracy w tym zakresie, zarówno pod względem wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych oczekiwanych przez pracodawców w branżach i przedsiębiorstwach z szeroko pojętego sektora kosmicznego. Opracowane efekty uczenia się są także odpowiedzią na raport Sektorowej Rady ds. kompetencji Sektora lotniczo-kosmicznego [45]. Wyniki przeprowadzonych badań oraz analiz pokazały obszary deficytów w zakresie kwalifikacji osób zaangażowanych w procesy istotne dla tego sektora. Dotyczą one zarówno wiedzy branżowej, jak i umiejętności oraz kompetencji społecznych.

Poniżej zaproponowano listę efektów uczenia dla programistów, elektroników i mechaników/mechatroników. W zestawieniu pominięto efekty ogólne inżynierskie odnoszące się do ogólnych przedmiotów inżynierskich powtarzających się na większości kierunków studiów technicznych. Skupiono się na efektach wynikających ze studiowania specjalizacji kosmicznej.

Efekty nie odnoszą się konkretnie do szóstego lub siódmego poziomu PRK (Polska Rama Kwalifikacji) [46], czyli studiów inżynierskich i magisterskich. Uznać można, że student studiów inżynierskich zdobywa wiedzę, umiejętności i kompetencje społeczne na poziomie podstawowym, natomiast absolwent studiów magisterskich będzie je posiadał na poziomie zaawansowanym.

Tabela 4 Efekty uczenia się przy kształceniu mechaników/mechatroników.

SYMBOL	WIEDZA
K_W01m	Posiada uporządkowaną, podbudowaną teoretycznie wiedzę z zakresu mechatroniki w zastosowaniach kosmicznych, a także z technologii mechanicznych i projektowania mechanizmów i konstrukcji kosmicznych.
K_W02m	Zna czynniki środowiskowe (temperatura, radiacja, próżnia) mające wpływ na urządzenia mechatroniczne i mechanizmy kosmiczne.
K_W03m	Ma ugruntowaną wiedzę na temat utrzymania i cyklu życia urządzeń i obiektów kosmicznych.
K_W04m	Ma podbudowaną teoretycznie podstawową wiedzę z zakresu planowania i projektowania misji kosmicznych. W tym używanych urządzeń mechatronicznych i mechanizmów.
K_W05m	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu technologii kosmicznych.

K_W06m	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej w technologii kosmicznej. Ma również wiedzę na temat podstaw prawnych działalności w kosmosie.
K_W07m	Zna zasady tworzenia i podstawy prawne dotyczące rozwoju i funkcjonowania przedsiębiorczości wykorzystującej wiedzę z zakresu technologii kosmicznych.
	UMIEJĘTNOŚCI
K_U01m	Potrafi dobrać strukturę kinematyczną i zaprojektować dla niej konstrukcję mechaniczną czy system mechatroniczny do realizacji określonych zadań oraz potrafi dobrać oraz weryfikuje prawidłowość doboru podstawowych materiałów do rozwiązań w inżynierii kosmicznej.
K_U02m	Uwzględnia wpływ zagadnień termicznych na projektowany mechanizm.
K_U03m	Projektuje mechanizmy z uwzględnieniem ich użycia w warunkach próżni kosmicznej.
K_U04m	Uwzględnia przy projektowaniu współdziałanie systemów mechanicznych z systemami elektronicznymi w tym przebieg wiązek kablowych.
K_U05m	Obsługuje narzędzia do symulacji komputerowej.
K_U06m	Planuje testy, analizy oraz inspekcje mające na celu weryfikację poprawności projektowanych urządzeń mechatronicznych i mechanizmów.
K_U07m	Potrafi oszacować koszty projektowania i realizacji podejmowanych działań inżynierskich. Potrafi zaproponować ulepszenia/usprawnienia istniejących rozwiązań inżynierskich w zakresie technologii kosmicznej.
K_U08m	Uwzględnia aspekty bezpieczeństwa w ramach rozwiązywania konkretnego problemu inżynierskiego w zakresie technologii kosmicznych.
K_U09m	Tworzy dokumentację techniczną i użytkownika.
	KOMPETENCJE SPOŁECZNE
K_K01	Ma świadomość stałej potrzeby uzupełniania i poszerzania swej wiedzy z zakresu technologii kosmicznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia siebie i innych.

K_K02	Rozumie pozatechniczne aspekty działalności w zakresie technologii kosmicznych, między innymi jej konsekwencje społeczne oraz wpływ na środowisko. Wyraża opinie dotyczące rozwoju techniki i związanych z tym zagrożeń.
K_K03	Umie analizować i realizować przydzielone zadania zachowując wysokie standardy techniczne. Potrafi pracować i współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role. Przestrzega zasad etyki zawodowej oraz szanuje różnorodność poglądów i kultur.
K_K04	Potrafi wykazywać się przedsiębiorczością w sektorze kosmicznym i pomysłowością w działaniu związanym z realizacją zadań zawodowych.
K_K05	Ma świadomość znaczenia zarządzania przestrzenią kosmiczną w nowej gospodarce.
K_K06	Rozumie potrzebę i dba o zapewnienie jakości w projektach kosmicznych.
K_K07	Organizuje i zarządza małymi zespołami w projektach kosmicznych.

Tabela 5 Efekty uczenia się przy kształceniu programistów

SYMBOL	WIEDZA
K_W01p	Ma uporządkowaną i poszerzoną wiedzę z zakresu możliwości, metodologii i obszarów wykorzystania teledetekcji satelitarnej i obserwacji Ziemi.
K_W02p	Ma ugruntowaną wiedzę na temat utrzymania i cyklu życia kosmicznych systemów, w tym systemów oprogramowania.
K_W03p	Ma wiedzę w zakresie standardów i norm technicznych w sektorze kosmicznym. Zna aplikacje kosmiczne w systemach bezpieczeństwa.
K_W04p	Ma wiedzę z zakresu technologii informacyjnych i telekomunikacyjnych w inżynierii kosmicznej.
K_W05p	Posiada wiedzę na temat budowy poszczególnych segmentów, zasad działania oraz zastosowań systemów nawigacji satelitarnej, także na temat projektowania poszczególnych jego elementów.
K_W06p	Zna i rozróżnia czynniki środowiskowe (temperatura, radiacja, próżnia) mające wpływ na systemy kosmiczne.

K_W07p	Charakteryzuje standardowe indeksy i algorytmy przetwarzania danych.
K_W08p	Definiuje cechy dostępnych formatów danych i sposoby ich konwersji.
K_W09p	Omawia podstawy przekazywania, korekcji i wstępnych przetworzeń danych z satelitów.
K_W10p	Ma podbudowaną teoretycznie podstawową wiedzę z zakresu planowania i projektowania misji kosmicznych i potrzebnych systemów elektronicznych.
K_W11p	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu technologii kosmicznych.
K_W12p	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej w technologii kosmicznej i satelitarnej. Ma również wiedzę na temat podstaw prawnych działalności w kosmosie.
K_W13p	Zna zasady tworzenia i podstawy prawne dotyczące rozwoju i funkcjonowania przedsiębiorczości wykorzystującej wiedzę z zakresu technologii kosmicznych.
UMIEJĘTNOŚCI	
K_U01p	Dostrzega, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, ich aspekty systemowe i pozatechniczne, potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, krytycznie interpretuje uzyskane wyniki i wyciąga wnioski.
K_U02p	Potrafi dobrać i właściwie użyć odpowiedniego, również zaawansowanego rozwiązania informatycznego dla określonego problemu z zakresu technologii kosmicznych. Potrafi, w podstawowym zakresie, samodzielnie zaprojektować urządzenie i system telekomunikacyjny.
K_U03p	Buduje samodzielnie łańcuch przetwarzania danych pochodzących z wielu źródeł w celu przeprowadzenia analizy lub budowy usług – z wykorzystaniem wybranych narzędzi lub języków programowania
K_U04p	Konfiguruje i wykorzystuje środowiska informatyczne (serwery, storage, systemy operacyjne, bezpieczeństwo).
K_U05p	Obsługuje podstawowe narzędzia (OpenSource i komercyjne) wykorzystywane do przetwarzania danych geoprzestrzennych, w tym podstawy wykorzystania systemów GIS.

Thales Polska sp. z o.o.

ul. gen. Józefa Zajączka 9, 01-518 Warszawa

tel.: +48 22 63 95 203

e: recepcja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com

K_U06p	Projektuje algorytmy dla obsługi segmentu kosmicznego i naziemnego. Implementuje zaprojektowane algorytmy z uwzględnieniem zagadnień redundancji oraz modeli pracy awaryjnej.
K_U07p	Uwzględnia przy budowie oprogramowania konieczność współdziałania różnych podsystemów kosmicznych. Uwzględnia zagadnienia związane z dostępnymi budżetami, w tym z budżetem mocy oraz budżetem linku radiowego.
K_U08p	Projektuje oprogramowanie z uwzględnieniem jego użycia w warunkach kosmicznych, w szczególności odporność na skutki promieniowania
K_U09p	Potrafi oszacować koszty projektowania i realizacji podejmowanych działań inżynierskich. Potrafi zaproponować ulepszenia/usprawnienia istniejących rozwiązań inżynierskich w zakresie technologii kosmicznej.
K_U10p	Uwzględnia aspekty bezpieczeństwa w ramach rozwiązywania konkretnego problemu inżynierskiego w zakresie technologii kosmicznych.
K_U11p	Tworzy dokumentację techniczną i użytkownika.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE	
K_K01	Ma świadomość stałej potrzeby uzupełniania i poszerzania swej wiedzy z zakresu technologii kosmicznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia siebie i innych.
K_K02	Rozumie pozatechniczne aspekty działalności w zakresie technologii kosmicznych, między innymi jej konsekwencje społeczne oraz wpływ na stan środowisko. Wyraża opinie dotyczące rozwoju techniki i związanych z tym zagrożeń.
K_K03	Umie analizować i realizować przydzielone zadania zachowując wysokie standardy techniczne. Potrafi pracować i współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role. Przestrzega zasad etyki zawodowej oraz szanuje różnorodność poglądów i kultur.
K_K04	Potrafi wykazywać się przedsiębiorczością w sektorze kosmicznym i pomysłowością w działaniu związanym z realizacją zadań zawodowych.
K_K05	Ma świadomość znaczenia zarządzania przestrzenią kosmiczną w nowej gospodarce.

K_K06	Rozumie potrzebę i dba o zapewnienie jakości w projektach kosmicznych.
K_K07	Organizuje i zarządza małymi zespołami w projektach kosmicznych.

Tabela 6 Efekty uczenia się przy kształceniu elektroników

Symbol	WIEDZA
K_W01e	Ma ugruntowaną wiedzę na temat utrzymania i cyklu życia urządzeń i kosmicznych systemów elektronicznych.
K_W02e	Rozpoznaje komponenty elektroniczne w dokumentacji produkcyjnej systemów o podwyższonych parametrach jakościowych z sektora kosmicznego.
K_W03e	Rozróżnia technologie półprzewodnikowe i ich wpływ na elektronikę kosmiczną.
K_W04e	Ma podbudowaną teoretycznie podstawową wiedzę z zakresu planowania i projektowania misji kosmicznych.
K_W05e	Ma wiedzę o trendach rozwojowych i najistotniejszych nowych osiągnięciach z zakresu technologii kosmicznych.
K_W06e	Ma wiedzę niezbędną do rozumienia społecznych, ekonomicznych i innych pozatechnicznych uwarunkowań działalności inżynierskiej w technologii kosmicznej i satelitarnej. Ma również wiedzę na temat podstaw prawnych działalności w kosmosie.
K_W07e	Zna zasady tworzenia i podstawy prawne dotyczące rozwoju i funkcjonowania przedsiębiorczości wykorzystującej wiedzę z zakresu technologii kosmicznych.
	UMIEJĘTNOŚCI
K_U01e	Dostrzega, przy formułowaniu i rozwiązywaniu zadań inżynierskich, ich aspekty systemowe i pozatechniczne, potrafi planować i przeprowadzać eksperymenty, w tym pomiary i symulacje komputerowe, krytycznie interpretuje uzyskane wyniki i wyciąga wnioski.
K_U02e	Montuje komponenty elektroniczne w systemach o podwyższonych parametrach jakościowych w sektorze kosmicznym.

K_U03e	Projektuje elektronikę dla systemów kosmicznych.
K_U04e	Planuje testy, analizy oraz inspekcje mające na celu weryfikację poprawności projektowanych systemów kosmicznych.
K_U05e	Uruchamia projektowaną elektronikę w systemach kosmicznych oraz rozwiązuje napotkane problemy.
K_U06e	Uwzględnia przy projektowaniu współdziałanie systemów elektronicznych z systemami mechanicznymi.
K_U07e	Potrafi oszacować koszty projektowania i realizacji podejmowanych działań inżynierskich. Potrafi zaproponować ulepszenia/usprawnienia istniejących rozwiązań inżynierskich w zakresie technologii kosmicznej.
K_U08e	Uwzględnia aspekty bezpieczeństwa w ramach rozwiązywania konkretnego problemu inżynierskiego w zakresie technologii kosmicznych.
K_U09e	Tworzy dokumentację techniczną i użytkownika.
KOMPETENCJE SPOŁECZNE	
K_K01	Ma świadomość stałej potrzeby uzupełniania i poszerzania swej wiedzy z zakresu technologii kosmicznych, potrafi inspirować i organizować proces uczenia siebie i innych.
K_K02	Rozumie pozatechniczne aspekty działalności w zakresie technologii kosmicznych, między innymi jej konsekwencje społeczne oraz wpływ na stan środowisko. Wyraża opinie dotyczące rozwoju techniki i związanych z tym zagrożeń.
K_K03	Umie analizować i realizować przydzielone zadania zachowując wysokie standardy techniczne. Potrafi pracować i współdziałać w grupie, przyjmując w niej różne role. Przestrzega zasad etyki zawodowej oraz szanuje różnorodność poglądów i kultur.
K_K04	Potrafi wykazywać się przedsiębiorczością w sektorze kosmicznym i pomysłowością w działaniu związanym z realizacją zadań zawodowych.
K_K05	Ma świadomość znaczenia zarządzania przestrzenią kosmiczną w nowej gospodarce.
K_K06	Rozumie potrzebę i dba o zapewnienie jakości w projektach kosmicznych.

K_K07	Organizuje i zarządza małymi zespołami w projektach kosmicznych.
-------	--



Na podstawie opracowanych kompetencji (efektów uczenia się) zaproponowano poniżej zajęcia, które mogą być włączone do programów studiów I lub II stopnia już prowadzonych bądź użyte do tworzenia nowych kierunków na różnego rodzaju uczelniach wyższych o profilu technicznym.

Każde zajęcia przypisano do jednego z trzech planów kształcenia tj.: elektroników, programistów, mechaników/mechatroników, przypisując im odpowiednie efekty uczenia się.

Liczbę punktów ECTS każdego z zajęć określono na 6, co oznacza obciążenie pracą studenta wynoszącą 150-180 godzin na przedmiot/moduł. Takie bloki zajęć można łatwo komponować i zestawiać z innymi zajęciami w całe semestry.

Propozycja zajęć nie obejmuje przedmiotów podstawowych na studiach inżynierskich o różnych profilach, takich jak: matematyka, fizyka, mechanika, wytrzymałość materiałów, materiałoznawstwo, automatyka, elektrotechnika, elektronika, termodynamika, podstawy konstrukcji maszyn, itp.

Poniżej propozycja zajęć, które można wykorzystać do tworzenia całych programów kształcenia mechaników/mechatroników, programistów, elektroników. Szczegółowy opis zajęć przedstawiono w tabelach (w formie kart przedmiotu) poniżej. Tabele oprócz podstawowych informacji zawierają odniesienia do efektów uczenia się, celu i treści zajęć, wymagań wstępnych i wymagań co do kompetencji kadry dydaktycznej.

Na potrzeby tego raportu zaproponowano minimum 5 letnie doświadczenie w danych obszarach. Pięcioletnie doświadczenie pozwala założyć, że nauczyciel uczestniczył minimum w dwóch projektach w branży kosmicznej.

Propozycja zajęć w kształceniu mechaników/mechatroników:

- Mechanizmy kosmiczne
- Materiały i konstrukcje lotnicze i kosmiczne
- Metoda elementów skończonych
- Inżynieria systemów kosmicznych
- Napędy kosmiczne

Propozycja zajęć w kształceniu programistów:

- Kosmiczne zastosowania zaawansowanych technologii informatycznych
- Projekt IT
- Technika antenowa i programowanie aplikacji GNSS
- Teledetekcja i przetwarzanie obrazów satelitarnych

Propozycja zajęć w kształceniu elektroników:

- Elektronika kosmiczna
- Napędy elektryczne
- Mikroprocesory i mikrokontrolery

Propozycja zajęć interdyscyplinarnych:

- Projekt Interdyscyplinarny - inżynieria systemów kosmicznych
- Przedsiębiorczość kosmiczna i satelitarna

Tabela 7 Zajęcia: Mechanizmy kosmiczne

Nazwa zajęć: Mechanizmy kosmiczne			
Kształcenie:	Mechaników/mechatroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Ćwiczenia: 30h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W01m, K_W02m, K_W04m			
Umiejętności: K_U01m, K_U02m, K_U03m, K_U06m, K_U07m, K_U09m			
Kompetencje społeczne: K_K02, K_K03, K_K06			

Cel przedmiotu:

Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z zagadnieniami z teorii maszyn i mechanizmów w konstrukcjach kosmicznych. Student ma poznać metody wektorowe i macierzowe do opisu geometrii mechanizmów oraz metody analizy kinematycznej mechanizmów płaskich i notację Denavita-Hartenberga.

Treści:

Zapoznanie studentów z wektorowymi i macierzowymi metodami opisu kinematyki mechanizmów w konstrukcjach kosmicznych, w tym: współrzędne członów, układy współrzędnych, zapis macierzowy. Omówienie metod analitycznych w kinematyce mechanizmów płaskich, z uwzględnieniem notacji Denavita-Hartenberga. Zapoznanie studentów z metodami numerycznymi wyznaczania prędkości i przyspieszeń wybranych punktów mechanizmów płaskich i przestrzennych stosowanych w konstrukcjach kosmicznych. Przedstawienie metod numerycznych do rozwiązywania prostego i odwrotnego zadania kinematyki. Zapoznanie studentów z metodami numerycznymi stosowanymi w dynamice manipulatorów, tak dla zadania prostego i odwrotnego. Omówienie bilansu energetycznego maszyny, zapoznanie studentów z obliczaniem sprawności mechanicznej maszyn i samohamowności. Omówienie zagadnienia wyrównoważenia mechanizmów złożonych z członów sztywnych.

Wymagania wstępne i dodatkowe	Mechanika, Podstawy Konstrukcji Maszyn
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w projektowaniu mechanizmów w tym mechanizmów kosmicznych.

Tabela 8 Zajęcia: Materiały i konstrukcje lotnicze i kosmiczne

Nazwa zajęć: Materiały i konstrukcje lotnicze i kosmiczne			
Kształcenie:	Mechaników/mechatroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h

Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 4-6 sem I st. i/lub 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Laboratorium: 30h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W01m, K_W03m			
Umiejętności: K_U01m, K_U05m, K_U07m, K_U09m			
Kompetencje społeczne: K_K01, K_K03			
Cel przedmiotu:			
Celem jest zapoznanie studentów z podstawami materiałoznawstwa i mechaniki materiałowej.			
Mechanika Materiałów Lotniczych jest częścią fundamentu mechaniki, na którym opiera się większość inżynierii lotniczej.			
Treści:			
Kurs dotyczy zrozumienia właściwości materiałów oraz ich wpływu na podstawowe zachowanie konstrukcji. Obejmuje to naukę o przyczynach niektórych właściwości materiałów oraz o tym, jak zmienić niektóre z nich. Ponadto studenci poznają pojęcia takie jak naprężenia i odkształcenia przy rozciąganiu, ścinaniu i zginaniu oraz sposoby ich zastosowania w podstawowych elementach konstrukcyjnych. Omówione zostaną również właściwości termiczne i ich pochodzenie. Ponieważ trwałość konstrukcji lotniczych i kosmicznych ma kluczowe znaczenie, omówiona zostanie również odporność na korozję i inne aspekty degradacji. Wreszcie, zostanie omówiony związek pomiędzy właściwościami materiałów i ich doбором do projektu z uwzględnieniem wpływu produkcji i stosowania materiałów na środowisko.			
Kurs obejmuje następujące aspekty w kontekście materiałów lotniczych i kosmicznych:			
<ul style="list-style-type: none"> ● Pojęcia związane z materiałami, takie jak moduł sprężystości, sztywność, plastyczność, plastyczność, ciągliwość, wytrzymałość, ciągliwość, hartowanie, T_g, T_m, termoutwardzalność, termoplastyczność, elastomer, potencjał elektrochemiczny, przewodnictwo elektryczne/termiczne. ● Właściwości zależne od mikrostruktury i niezależne od mikrostruktury 			

<ul style="list-style-type: none"> ● Właściwości materiału i ich związek ze składem materiału i mikrostrukturą ● Opracowanie i wykorzystanie wskaźników materiałowych do doboru materiału w danym projekcie ● projektowanie z ograniczeniem sztywności, wytrzymałości, pęknięć i zmęczeniowym ● Zachowanie się materiałów w wysokich temperaturach ● Degradacja materiałów (korozja, utlenianie) ● Rozważania środowiskowe dotyczące wpływu wyboru i stosowania materiałów (gospodarka obiegowa) ● Strategiczne myślenie w celu wyboru materiałów dla projektu docelowego. ● Umiejętności rozwiązywania statycznie niewyznaczalnych problemów konstrukcyjnych 	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza z mechaniki i wytrzymałości materiałów
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie projektowaniu konstrukcji kosmicznych lub lotniczych.

Tabela 9 Zajęcia: Metoda elementów skończonych

Nazwa zajęć: Metoda elementów skończonych			
Kształcenie:	mechaników/mechatroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 4-6 semestr I st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 15h Ćwiczenia: 15h Projekt: 30h	Praca własna (h):	110h

Efekty uczenia się:

Wiedza: K_W02m, K_W05m

Umiejętności: K_U02m, K_U05m, K_U06m

Kompetencje społeczne: K_K05

Cel przedmiotu:

Zapoznanie studentów tematyką wymiany danych pomiędzy programami CAD a programami obliczeniowymi MES. Rozszerzenie wiadomości na temat analiz wytrzymałościowych, w tym kontaktowych. Zapoznanie z programowymi i internetowymi generatorami części oraz katalogami.

Treści:

Transfer geometrii 3D z oprogramowania CAD do oprogramowania MES. Omówienie podstaw MES. Wprowadzenie do programów obliczeniowych na przykładach zagadnień wytrzymałościowych. Podział modelu geometrycznego na elementy skończone.

Porównanie różnych typów siatek elementów. Proste przykłady zagadnień wytrzymałościowych. Modelowanie powłokowe. Analiza modalna, obliczenia wielokrokowe, analiza stanów przejściowych. Zagadnienia kontaktowe. Wykorzystanie internetowych generatorów części maszyn w programach CAD.

Projekt: Wykonanie projektów odpowiadających tematom inżynierii kosmicznej. Obliczenia numeryczne wykonywane na modelach 3D wykonanych w programach CAD.

Wymagania wstępne i dodatkowe

Podstawowa wiedza z konstrukcji maszyn i wytrzymałości materiałów.

Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej

Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w wykorzystaniu komputerowych technik obliczeniowych w tym MES.

Tabela 10 Zajęcia: Inżynieria systemów kosmicznych

Nazwa zajęć: Inżynieria systemów kosmicznych			
Kształcenie:	mechaników/mechatroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Projekt: 30h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W03, K_W04m, K_W06m			
Umiejętności: K_U04m, K_U06m, K_U07m, KU08m			
Kompetencje społeczne: K_K02, K_K06			
Cel przedmiotu:			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studenta z zagadnieniami związanymi z formułowaniem, rozwojem koncepcji, projektowania, integracji, testowania misji i operacji systemów kosmicznych.			
Treści:			
Każdy temat jest zilustrowany i odniesiony do przykładowego projektu z dziedziny zastosowań kosmicznych.			
<ul style="list-style-type: none"> ● Podstawy i zasady inżynierii systemów ● Definicje pojęć (system, typy systemów, poziomy abstrakcji systemu, elementy systemu, podsystemy, komponenty i interfejsy, cykl życia systemu). Widok systemu na statek kosmiczny. Środowisko/urządzenia statku kosmicznego ● Metody i procesy inżynierii systemów 			

<ul style="list-style-type: none"> ● Kompetencje i role w zakresie inżynierii systemów ● Odpowiednie normy i standardy, w szczególności standardy ECSS Space. ● Podejścia/modele procesów klasyczne vs. zwinne (model wodospadowy, V-Model, model spiralny, metody zwinne, lean SE) ● Inżynieria wymagań (wymagania misji, diagram kontekstowy, klasyczne i zwinne metody elicytacji wymagań, dokumentacja, weryfikacja, identyfikowalność i zarządzanie). Analiza misji (mechanika orbitalna, rakiety nośne). CONOPS (koncepcja operacji). Analiza funkcjonalna. Specyfikacja systemu ● Procesy realizacji technicznej (projektowanie architektury systemu, definicja interfejsów, analiza funkcjonalna, strategie implementacji i realizacji, przeglądy, weryfikacja i walidacja systemu). Budżety główne i analizy. Projekt szyny i modułu ładunku użytecznego. System obsługi danych pokładowych. System zasilania elektrycznego. System określania i kontroli wysokości. Telekomunikacja. Projektowanie termiczne. Systemy napędowe i systemy lądowania na orbicie. Systemy i mechanizmy rozmieszczania ● Aspekty operacyjne (strategia eksploatacji i utrzymania, ciągłe doskonalenie, zarządzanie jakością, strategie ponownego użycia i utylizacji). Segment naziemny (obiekty testowe i symulacyjne, centrum kontroli misji). Operacje na statku kosmicznym na orbicie. ● Inżynieria systemów a inżynieria oprogramowania ● Interfejsy zarządzania projektami. Produkt vs. projekt vs. proces. Przygotowanie i planowanie projektu. Organizacja pracy, budowanie zespołu i umiejętności społeczne. Realizacja, monitorowanie i ocena projektu. Zarządzanie konfiguracją projektu a zarządzanie systemem, zarządzanie zmianą, zarządzanie interfejsami 	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza z misji kosmicznych i zarządzania projektami.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w inżynierii systemów kosmicznych.

Tabela 11 Zajęcia: Napędy kosmiczne

Nazwa zajęć: Napędy kosmiczne	
Kształcenie:	mechaników/mechatroników

Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Laboratorium: 15h Projekt: 15h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się: Wiedza: K_W01m, K_W02m Umiejętności: K_U01m, K_U02m, K_U03m, K_U05m Kompetencje społeczne: K_K03, K_K06			
Cel przedmiotu: Kurs obejmuje podstawy napędu raketowego i omawia zaawansowane koncepcje napędu kosmicznego od pędników chemicznych do pędników elektrycznych.			
Treści: Tematy obejmują zaawansowaną analizę misji, fizykę i inżynierię mikrosilników, raket na stały materiał pędny, elektrotermiczne, elektrostatyczne i elektromagnetyczne schematy przyspieszania materiału pędnego. Dodatkowo, omawiane są systemy zasilania satelitów i ich związek z systemami napędowymi. W ramach przedmiotu prowadzone są zajęcia laboratoryjne z projektowania i charakteryzacji elektrycznych silników napędowych.			
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawy kinematyki i dynamiki. Podstawy energetyki i mechaniki płynów.		
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie projektowaniu i budowie napędów raket czy pojazdów kosmicznych.		

Tabela 12 Zajęcia: Kosmiczne zastosowania zaawansowanych technologii informatycznych

Nazwa zajęć: Kosmiczne zastosowania zaawansowanych technologii informatycznych			
Kształcenie:	programistów		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	75h + 15h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 15h Ćwiczenia: 30h Projekt: 30h	Praca własna (h):	90h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W02p, K_W03p, K_W11p			
Umiejętności: K_U02p, K_U06p, K_U10p			
Kompetencje społeczne: K_K01			
Cel przedmiotu:			
Nabycie przez studentów wiedzy oraz umiejętności praktycznych z zakresu zaawansowanych technologii informatycznych ze szczególnym uwzględnieniem wykorzystania systemów dużej mocy obliczeniowej.			
Treści:			
Przedstawienie nowoczesnych technologii wykorzystania systemów dużej mocy obliczeniowej: superkomputerów o architekturze klastrowej na przykładzie środowisk związanych z masowym przetwarzaniem danych (Big Data), obliczeniami w chmurze (Cloud Computing) oraz klasycznym podejściem wymiany wiadomości (MPI: Message Passing Interface) dla przetwarzania wsadowego.			
Projekt obejmuje wykorzystanie jednej z zaprezentowanych technologii do przetwarzania danych w kontekście zastosowań kosmicznych.			

Wymagania wstępne i dodatkowe	Umiejętność programowania w języku C lub podobnym.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący wykłady musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w wykorzystaniu zaawansowanych rozwiązań informatycznych w technologii kosmicznej i satelitarnej

Tabela 13 Zajęcia: Projekt IT

Nazwa zajęć: Projekt IT			
Kształcenie:	programistów		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 5-6 semestr I st i/lub 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	75h + 15h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykład: 15h Projekt: 60h	Praca własna (h):	90h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W03p, K_W06p, K_W07p			
Umiejętności: K_U01p, K_U02p, K_U03p, K_U07p, K_U11p			
Kompetencje społeczne: K_K03, K_K07			
Cel przedmiotu:			
Celem przedmiotu jest nauczenie studentów standardów wytwarzania oprogramowania obowiązujące w europejskim przemyśle kosmicznym oraz metody i techniki ich wdrażania.			

Treści:

- Realizacja i zarządzanie projektami IT: cykl życia projektu, metody i ramy organizacji projektu (zdyscyplinowane, zwinne, hybrydowe); zarządzanie inżynierią systemów (zarządzanie ryzykiem, zarządzanie konfiguracją, zarządzanie zmianami), zarządzanie projektami i zarządzanie operacyjne
- Testowanie i zapewnianie jakości oprogramowania systemów krytycznych: Modele środowiska, programu i błędów; Strategie testowania funkcjonalnego; Strategie testowania strukturalnego; Testowanie oprogramowania systemów równoległych i rozproszonych; Organizacja i planowanie procesu testowania; Cykl życia produktu a cykl testowania; Walidacja, weryfikacja i testowanie oprogramowania; Techniki analizy statycznej; Standardy dokumentacji (IEEE, ESA); Zapewnienie jakości a zapewnienie produktu.
- Architektura systemów wbudowanych: Budowa systemu wbudowanego; Podstawowe pojęcia związane z budową systemów wbudowanych (architektura, interfejsy, moduły obliczeniowe); Model systemu wbudowanego (warstwy: sprzętowa, systemowa, aplikacyjna); Platformy sprzętowe w systemach wbudowanych, mikrokontrolery w systemach wbudowanych; Procesory sygnałowe w systemach wbudowanych; Komputery klasy PC w systemach wbudowanych; Standardy przemysłowe komputerów PC; Przetworniki DAC i ADC; Układy z wyjściem PWM, przetworniki napięcia i częstotliwości; Prototypowanie: komputery jednopłytkowe, Architektura systemów wieloprocessorowych; Szyny systemów wieloprocessorowych; Konsekwencje istnienia zasobów współdzielonych; Systemy operacyjne dla systemów wbudowanych; Standard POSIX; System operacyjny Linux; Systemy operacyjne czasu rzeczywistego; Jądro i jego środowisko w systemach operacyjnych RT / systemach wbudowanych; Menedżer procesów, zarządzanie przestrzenią nazw, zarządzanie pamięcią; Wątki i procesy, algorytmy szeregowania wątków, metody synchronizacji wątków, komunikacja międzyprocesowa; Koncepcje obsługi przerwań sprzętowych; Systemy plików; Bootloadery; GNU Toolchain; Programowanie sterowników; Techniki efektywnego wykorzystania zasobów sprzętowych; Standard programowania MISRA C.

Wymagania wstępne i dodatkowe	Umiejętność programowania.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący wykłady i projekt muszą posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w prowadzeniu projektów IT z sektora kosmicznego.

Tabela 14 Zajęcia: Technika antenowe i programowanie aplikacji GNSS

Nazwa zajęć: Technika antenowe i programowanie aplikacji GNSS			
Kształcenie:	programistów		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 5-6 semestr I st i/lub 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	90h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Ćwiczenia: 30h Laboratorium: 30h	Praca własna (h):	80h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W01p, K_W04p, K_W05p, K_W08p			
Umiejętności: K_U02p, K_U07p, K_U08p			
Kompetencje społeczne: K_K02, K_K05			
Cel przedmiotu:			
Celem przedmiotu jest zapoznanie studentów z systemami satelitarnymi GNSS oraz projektowaniem, implementowaniem oraz testowaniem związanych z nimi aplikacji mobilnych oraz zapoznanie studentów z narzędziami analizy anten, własnościami i parametrami typowych anten oraz metodami pomiaru ich parametrów.			
Treści:			
Technika antenowa w zastosowaniach kosmicznych: pasma częstotliwości elektromagnetycznych, podstawy teorii promieniowania i przewodnictwa fal elektromagnetycznych, ilościowy opis zjawisk polowych; Parametry anteny: charakterystyka promieniowania, zysk, efektywna apertura anteny, równanie transmisji Frissa, parametry polaryzacyjne, parametry szumowe.			

Teoria matrycy antenowej, pojęcie współczynnika matrycy, matryce liniowe jednorodne i niejednorodne, matryca planarna, układy formowania wiązki; Przegląd wybranych typów anten: dipole i ich układy zasilające, anteny dwustożkowe, helikalne, spiralne, tuby, anteny mikropaskowe, anteny szczelinowe, anteny reflektorowe. Przestrzeń ziemską i kosmos jako specyficzne środowiska pracy systemów i anten telekomunikacyjnych - czynniki determinujące dobór materiałów oraz procesy projektowania i konstruowania anten; Pomiar anten: pomiary środowiskowe, pomiary parametrów anten: charakterystyka promieniowania, zysk, eliptyczność, odbicie.

Programowanie aplikacji GNSS: Algorytmy pozycjonowania i nawigacji; Odbiorniki nawigacji satelitarnej; Struktura i formaty danych GNSS (na różnych poziomach przetwarzania); Metody i algorytmy przetwarzania danych GNSS; Systemy i platformy mobilne; Wybrane platformy ewaluacyjne i ich programowanie; Wybrane algorytmy grafowe związane z nawigacją; Biblioteki numeryczne do rozwiązywania równań nawigacyjnych; Algorytmy przetwarzania sygnałów GNSS.

Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza na temat systemów satelitarnych GNSS. Podstawowe umiejętności programistyczne.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w programowaniu aplikacji GNSS.

Tabela 15 Zajęcia: Teledetekcja i przetwarzanie obrazów satelitarnych

Nazwa zajęć: Teledetekcja i przetwarzanie obrazów satelitarnych			
Kształcenie:	programistów		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h

Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Laboratorium: 30h	Praca własna (h):	110h
<p>Efekty uczenia się:</p> <p>Wiedza: K_W01p, K_W07p, K_W08p, K_W09p</p> <p>Umiejętności: K_U04p, K_U05p,</p> <p>Kompetencje społeczne: K_K02, K_K05</p>			
<p>Cel przedmiotu:</p> <p>Nabycie przez studentów wiedzy oraz umiejętności praktycznych z zakresu wykorzystania teledetekcji satelitarnej w obserwacji i badaniu środowiska Ziemi: lądu, morza i atmosfery w różnorodnych zastosowaniach: monitoring topografii terenu, monitoring roślinności, monitoring i badanie fizycznych cech środowiska Ziemi, monitoring zagrożeń.</p> <p>Treści:</p> <p>Wprowadzenie do technologii satelitarnych. Rodzaje i klasyfikacja orbit sztucznych satelitów Ziemi, w tym satelitów teledetekcyjnych. Komponenty aparatury satelity. Fale elektromagnetyczne i ich wykorzystanie w obrazowaniu satelitarnym. Pasma wykorzystywane w teledetekcji satelitarnej: zakres widzialny, podczerwień, zakres radarowy. Powstawanie obrazu satelitarnego. Parametry techniczne systemu satelitarnej obserwacji Ziemi. Przegląd współczesnych satelitarnych systemów i programów obserwacji Ziemi, przykładowo: Landsat, SPOT, NOAA/MetOp, Sentinel. Przykłady zastosowań teledetekcji satelitarnej w obserwacji i badaniu środowiska Ziemi: lądu, morza i atmosfery. Satelitarny monitoring zagrożeń. Przegląd otwartego i komercyjnego oprogramowania do przetwarzania danych z teledetekcji satelitarnej. Dostępne źródła danych oraz serwisy udostępniające dane z obrazowania satelitarnego i wyniki ich przetwarzania. Etapy przetwarzania obrazu satelitarnego. Wstępne przetwarzanie obrazu satelitarnego korekcja radiometryczna i geometryczna, georeferencjonowanie obrazu. Przetwarzanie i wizualizacja obrazu: tryby i tablice kolorowania, obraz w rzeczywistych i fałszywych kolorach, przetwarzanie histogramu obrazu, algebra obrazu i wskaźniki, przykładowo: NDVI, filtracja przestrzenna obrazu, klasyfikacja obrazu, interpolacja obrazu.</p>			
Wymagania wstępne i dodatkowe	Algebra liniowa, transformata Fouriera, programowanie, podstawy optyki.		

Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w teledetekcji i przetwarzaniu obrazów
--	--

Tabela 16 Zajęcia: Elektronika kosmiczna

Nazwa zajęć: Elektronika kosmiczna			
Kształcenie:	elektroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Laboratorium: 30h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się: Wiedza: K_W02e, K_W03e Umiejętności: K_U02e, K_U03e, K_U05e Kompetencje społeczne: K_K01, K_K05, K_K06			
Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest rozwinięcie wiedzy studenta o urządzeniach i obwodach elektronicznych oraz wpływie na nie przestrzeni kosmicznej do poziomu wymaganego dla zastosowań kosmicznych.			
Treści: Przedmiot obejmuje: <ul style="list-style-type: none"> ● Wymagania układów elektronicznych szeregu przyrządów kosmicznych; 			

<ul style="list-style-type: none"> ● Przykładowe układy takie jak wzmacniacze różnicowe do wysokich napięć, wzmacniacze ładunkowe i kształtujące impulsy, wzmacniacze prądowo-napięciowe, wzmacniacze rozruchowe i strażnicze, zasilacze wysokonapięciowe i impulsowe; ● Budowa, działanie i właściwości przyrządów półprzewodnikowych, takich jak tranzystory bipolarne i polowe, przyrządy CMOS, matryce CCD i CMOS oraz zastosowanie technologii "krzem na izolatorze"; ● Wpływ promieniowania kosmicznego na materiały i urządzenia półprzewodnikowe oraz wynikające z tego zmiany właściwości i uszkodzenia, w tym pojedyncze przypadki, skutki dawki całkowitej i uszkodzenia części składowych; ● Konieczność odpowiedniego ekranowania, uziemienia i kompatybilności elektromagnetycznej w systemie kosmicznym. 	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza z zakresu elektroniki i teorii obwodów elektrycznych.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w projektowaniu i budowie systemów elektronicznych w tym zastosowaniu elektroniki w aplikacjach kosmicznej

Tabela 17 Zajęcia: Napędy elektryczne

Nazwa zajęć: Napędy elektryczne			
Kształcenie:	elektroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 4-6 semestr I st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Ćwiczenia: 30h	Praca własna (h):	110h

Efekty uczenia się:

Wiedza: K_W01e, K_W05e

Umiejętności: K_u03e, K_U06e, K_U08e

Kompetencje społeczne: K_K03

Cel przedmiotu:

Przedstawienie podstawowej wiedzy oraz elementarnych umiejętności z zakresu napędów elektrycznych oraz ich zastosowania w technologiach kosmicznych.

Treści:

Podstawy teoretyczne elektromechanicznych przemian energii. Ogólna postać równania ruchu napędu. Sprowadzanie momentów do prędkości wału silnika. Charakterystyki mechaniczne silników elektrycznych i maszyn roboczych. Napędy z maszynami prądu stałego: właściwości, formowanie charakterystyk mechanicznych, przekształtniki energoelektroniczne - przerywacze, prostowniki, układy regulacji, napęd dwustrefowy, dobór regulatorów. Klasyfikacja przekształtników energoelektronicznych do zasilania silników elektrycznych prądu zmiennego: sterowniki prądu przemiennego, przemienniki częstotliwości. Napędy z silnikami indukcyjnymi: właściwości, rozruch, regulacja prędkości i hamowanie, charakterystyki mechaniczne przy zasilaniu z falowników napięcia i prądu. Zjawiska związane z zasilaniem przekształtnikowym silników, dU/dt , prądy żożyskowe, filtry silnikowe. Metody sterowania silnikami indukcyjnymi: sterowanie $U/f=const.$ (skalarne), polowo zorientowane (wektorowe), sterowanie z bezpośrednią regulacją momentu (DTC), sterowanie nieliniowe (multiskalarne). Sterowanie bezczujnikowe silników indukcyjnych. Napędy z silnikami asynchronicznymi pierścieniowymi: układy kaskadowe, maszyna dwustronnie zasilana, układy generatorów w elektrowniach wodnych i wiatrowych. Napędy z silnikami synchronicznymi: właściwości, rozruch, hamowanie, regulacja prędkości, silnik przekształtnikowy. Układy napędowe z silnikami synchronicznymi z magnesami trwałymi (PMSM). Układy napędowe z silnikami bezszczotkowymi prądu stałego (BLDCM). Właściwości napędowe i sterowanie silników reluktancyjnych przełączalnych. Właściwości napędowe i układy sterowania silników krokowych. Analiza stanów przejściowych: rozruch, zmiany prędkości i obciążenia, regulacja strumienia. Współbieżność silników elektrycznych. Czujniki prędkości i położenia wału. Sprzęgła i przekładnie, motoreduktory. Rodzaje pracy silników elektrycznych. Dobór silników elektrycznych do układów napędowych: nagrzewanie, dobór mocy, przewodów zasilających i zabezpieczeń. Chłodzenie maszyn elektrycznych. Dobór i konfiguracja przetwornic częstotliwości.

Przemysłowe układy napędowe: napędy pomp, wentylatorów, wirówek, sprężarek, dźwigów. Napędy elektryczne pojazdów. Podstawy symulacji komputerowej układów napędowych	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Wiedza z zakresu podstaw elektrotechniki oraz z automatyki.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w projektowaniu, doborze i integracji napędów elektrycznych do zastosowań kosmicznych.

Tabela 18 Zajęcia: Mikroprocesory i mikrokontrolery

Nazwa zajęć: Mikroprocesory i mikrokontrolery			
Kształcenie:	elektroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 4-6 semestr I st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Laboratorium: 15h Projekt: 15h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_w02e, K_W03e			
Umiejętności: K_U02e, K_U05e, K_U07e			
Kompetencje społeczne: K_K01e			
Cel przedmiotu:			
Zapoznanie studentów z mikrokontrolerami, które są kluczowym komponentem dla programowej akwizycji danych i prostych aplikacji kontrolnych dających większą elastyczność i autonomiczne możliwości w porównaniu do rozwiązań czysto sprzętowych. Są one szeroko stosowane w wielu podsystemach i aplikacjach statków kosmicznych.			
Treści:			
1. Mikroprocesor. Historia i rozwój mikroprocesorów. Podstawowe bloki funkcjonalne mikroprocesora. 2. Modele programowe mikroprocesora. Architektury Von Neumanna i harwardzka. 3. Ewolucja mikroprocesorów rodziny x86. Mikroprocesory 8,16,32, 64 bitowe. Rozszerzenia architektury CISC i listy instrukcji 4. Mikroprocesory RISC. Architektura load-store			

5. Techniki zwiększania wydajności: przetwarzanie potokowe, pamięć podręczna, wielowątkowość, wielordzeniowość, równoległe przetwarzanie instrukcji i danych. 6. Porównanie zaawansowanych konstrukcji mikroprocesorów (ARM, PowerPC, MIPS, Itanium, SPARC). 7. Współpraca mikroprocesora z pamięciami i urządzeniami peryferyjnymi. Uniwersalne i specjalizowane układy wejścia-wyjścia. System przerwań mikroprocesora. Przerwania wewnętrzne i zewnętrzne. Maskowanie przerwań. Obsługa przerwań. Bezpośredni dostęp do pamięci układy DMA. 8. Mikrokontrolery. Budowa i zastosowania. Struktura warstwowa mikrokontrolera. Rodziny mikrokontrolerów. 9. Specyfika mikrokontrolerów: porty uniwersalne; układ resetu mikrokontrolera oraz bloki nadzorujące jego pracę (BOR, LVD, watchdog); układ oscylatora i układy dystrybucji sygnałów zegarowych; techniki redukcji mocy i tryby specjalne mikrokontrolera. 10. Układy peryferyjne mikrokontrolerów. Układy czasowo-licznikowe. 11. Komunikacyjne porty szeregowo: UART, SPI, I2C, USB. 12. Przykłady rodzin mikrokontrolerów (PIC, AVR, ARM). 13. Charakterystyka i budowa przykładowego mikrokontrolera. 14. Specyfika programowania mikrokontrolerów. 15. Narzędzia wspomagające tworzenie i uruchamianie oprogramowania systemów mikrokontrolerowych.

Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawy elektroniki i programowania.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w technice mikroprocesorowej.

Tabela 19 Zajęcia: Projekt Interdyscyplinarny - inżynieria systemów kosmicznych

Nazwa zajęć: Projekt Interdyscyplinarny - inżynieria systemów kosmicznych			
Kształcenie:	mechaników/mechatroników, programistów, elektroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h

Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Projekt: 60h	Praca własna (h):	110h
Efekty uczenia się: Wiedza: K_W04m, K_W10p, K_W11p, K_W04e, K_W05e, Umiejętności: K_U04m, K_U07m, K_U09m K_U11p, K_U01e, K_U04e, K_U09e Kompetencje społeczne: K_K03, K_K06, K_K07			
Cel przedmiotu: Przedstawienie realistycznych systemów w dziedzinie przestrzeni kosmicznej w kontekście pracy zespołowej i wymagań klientów w oparciu o działalność badawczą instytucji naukowych lub partnerów biznesowych.			
Treści: <ul style="list-style-type: none"> ● Wykorzystanie metod i zasad inżynierii systemów kosmicznych ● Praca zgodnie z procesami inżynierii systemów ● Definiowanie ról w inżynierii systemów ● Wykorzystanie odpowiednich norm i standardów (w szczególności standardów ECSS Space) ● Przeprowadzenie wszystkich niezbędnych faz (inżynieria wymagań, architektura systemu i projektowanie komponentów, rozwój, weryfikacja i walidacja) z wykorzystaniem metod klasycznych i/lub zwinnych ● Zdefiniowanie niezbędnych koncepcji operacyjnych (eksploatacja, utrzymanie, ewolucja, zarządzanie jakością, ponowne użycie, utylizacja) ● Zastosowanie metod i narzędzi zarządzania projektami (zarówno klasyczne, jak i zwinne, w zależności od kontekstu) 			
Wymagania wstępne i dodatkowe	Znajomość poszczególnych podsystemów technicznych.		
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie w prowadzeniu projektów z wykorzystaniem metod inżynierii systemów.		

Tabela 20 Zajęcia: Przedsiębiorczość kosmiczna i satelitarna

Nazwa zajęć: Przedsiębiorczość kosmiczna i satelitarna			
Kształcenie:	mechaników/mechatroników, programistów, elektroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	75h + 10h
Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 15h Projekt: 60h	Praca własna (h):	95h
Efekty uczenia się:			
Wiedza: K_W06m, K_W07m, K_W12p, K_W13p, K_W06e, K_W07e			
Umiejętności: K_U09m, K_U09p, K_U10p, K_U01e			
Kompetencje społeczne: K_K02, K_K04, K_K05			
Cel przedmiotu:			
Pozyskanie teoretycznych i praktycznych kompetencji pozwalających na założenie i zarządzanie przedsięwzięciem w sektorze kosmicznym wraz z nawiązaniem relacji z polskimi i zagranicznymi partnerami			
Treści:			
Podstawy zarządzania projektami, Koszt/Czas/Jakość, Inżynieria wymagań, Myślenie projektowe. Organizacja przedsiębiorstw. Przygotowanie projektu (cele, analiza interesariuszy, schemat projektu, kontrakt, kick-off, ryzyka i szanse, kamienie milowe, deliverables).			

<p>Organizacja projektu (role i obowiązki zespołu, RACI, spotkania). Planowanie projektu (Struktura Podziału Pracy (WBS), Struktura Podziału Organizacyjnego (OBS), Struktura Podziału Kosztów (CBS), Pakiety Pracy). Biznes plan. Realizacja projektu. Monitorowanie i kontrola projektu. Finalizacja projektu. Ocena projektu. Zwinne zarządzanie projektami. Zarządzanie projektami w obszarze zastosowań kosmicznych</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Metody i standardy (w szczególności Standard Zarządzania Projektami Kosmicznymi ECSS) ● Propozycja fon przykładowego projektu zgodnie z procesem ESA - Invitation to tender (ITT) <p>Narzędzia zarządzania projektami. Budowanie zespołu. Komunikacja i zarządzanie konfliktami. Zarządzanie kulturą pracy, kwestie równości. Umiejętności przywódcze i budowanie pewności siebie.</p>	
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawy zarządzania.
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Minimum 5 letnie doświadczenie w zarządzaniu projektami w tym projektami kosmicznymi.

Tabela 21 Misje kosmiczne, zarządzanie współpracą oraz działania na rzecz rozwoju technologii kosmicznych

Nazwa zajęć: Misje kosmiczne, zarządzanie współpracą oraz działania na rzecz rozwoju technologii kosmicznych			
Kształcenie:	Mechaników/mechatroników		
Punkty ECTS:	6 ECTS	Liczba godzin obciążenie pracy studenta (h):	180h
Typ zajęć i miejsce w programie kształcenia:	Obowiązkowy 4-6 sem I st. i/lub 1-2 semestr II st. studiów	Contact hours (godziny zajęć + konsultacje) (h):	60h + 10h

Forma zajęć i liczba godzin w semestrze	Wykłady: 30h Ćwiczenia/Projekt: 30h	Praca własna (h):	110h
<p>Efekty uczenia się:</p> <p>Wiedza: K_W01m, K_W03m</p> <p>Umiejętności: K_U01m, K_U05m, K_U07m, K_U09m</p> <p>Kompetencje społeczne: K_K01, K_K03</p>			
<p>Cel przedmiotu: Celem przedmiotu jest przedstawienie studentom procesu planowania i wykonania misji kosmicznej oraz roli agencji kosmicznych (ESA, POLSA) w ich przygotowaniu oraz rozwoju technologii kosmicznych.</p> <p>Treści: Przegląd głównych rodzajów misji kosmicznych (badawcze astrofizyczne i planetologiczne, aplikacyjne meteorologiczne, obserwacji Ziemi, nawigacji i telekomunikacji, wojskowe, załogowe). Przykłady misji. Podstawowe elementy misji kosmicznych. Organizacje zajmujące się budową i wysyłaniem misji kosmicznych. Proces analizy misji i projektowania jej elementów. Wyznaczanie orbity misji z punktu widzenia obserwacji, łączności z Ziemią, zasilania, itp. Analiza instrumentów optycznych, pasywnych i aktywnych. Analiza instrumentów mikrofalowych i innych. Środowisko kosmiczne. Struktura i system termiczny platformy satelitarnej. System zasilania misji. Systemy łączności. Komputer pokładowy. System orientacji i stabilizacji platformy. Systemy wynoszenia i korekcji orbity. Segment naziemny, system kontroli lotu, przetwarzanie danych. Szacowanie kosztów misji. Analiza ryzyka misji. Testowanie, integracja i weryfikacja misji kosmicznych. Zagadnienia organizacyjne i prawne misji kosmicznych. Współpraca międzynarodowa w dziedzinie kosmicznej. Programy eksploracji i eksploatacji przestrzeni kosmicznej. Obecna pozycja Polski w porównaniu z innymi państwami w tematyce tworzenia i korzystania z efektów prac B+R. Porównanie różnych typów jednostek aktywnych w B+R branży kosmicznej. Typy projektów B+R tej branży i ich specyfikę oraz aktualne informacje dotyczące ilości projektów międzynarodowych realizowanych w Europie.</p>			
Wymagania wstępne i dodatkowe	Podstawowa wiedza technologii kosmicznych		
Oczekiwane kompetencje kadry dydaktycznej	Prowadzący zajęcia musi posiadać co najmniej tytuł doktora inżyniera oraz posiadać minimum 5 letnie doświadczenie projektowaniu lub analizie misji kosmicznych.		

Bibliografia

- [1] "ESA - Polska w kosmosie."
https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Poland/Polaska_w_kosmosie (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [2] "Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 1 marca 2021 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce." <https://isap.sejm.gov.pl/isap.nsf/DocDetails.xsp?id=WDU20210000478> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [3] "2012-2022, czyli 10 lat obecności Polski w Europejskiej Agencji Kosmicznej - POLSA." <https://polsa.gov.pl/2012-2022-czyli-10-lat-obecnosci-polski-w-europejskiej-agencji-kosmicznej/> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [4] "Struktura organizacyjna - POLSA." <https://polsa.gov.pl/o-nas/struktura-organizacyjna/> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [5] "ESA Entities Directory - esa-star Registration System." <https://esastar-emr.sso.esa.int/PublicEntityDir/PublicEntityDir> (Dostęp: Grudzień 20, 2020).
- [6] "Polityka kosmiczna - Ministerstwo Rozwoju i Technologii - Portal Gov.pl." <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/polityka-kosmiczna> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [7] "Strona główna - PW-Sat3." <https://pw-sat.pl/> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [8] "Space - Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego." [Online]. Link: <https://space.biz.pl/>.
- [9] "Stowarzyszenie Polskich Profesjonalistów Sektora Kosmicznego - Polish Space Professionals Association - Odpowiedź na pismo Dyrektora Departamentu Innowacji w Ministerstwie Rozwoju." <https://www.pspa.pl/index.php/pl/projekty/krajowy-program-kosmiczny/odpowiedz-na-pismo-dyrektora-departamentu-innowacji-w-ministerstwie-rozwoju> (Dostęp: Styczeń 05, 2021).
- [10] "ESA Science & Technology - Cosmic Vision." <https://sci.esa.int/web/cosmic-vision/-/46510-cosmic-vision> (Dostęp: Grudzień 20, 2020).
- [11] "12 propozycji na misję New Frontiers." <https://kosmonauta.net/2017/05/12-propozycji-na-misje-new-frontiers/> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [12] "ESA Science & Technology - Missions." <https://sci.esa.int/web/home/-/51459-missions> (Dostęp: Luty 20, 2022).



- [13] "ESA - Past Funded Projects." [Online]. Link:
https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Engineering_Technology/Past_Funded_Projects.
- [14] "Wsparcie dla polskich firm - Ministerstwo Rozwoju i Technologii - Portal Gov.pl." [Online]. Link: <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/wsparcie-dla-polskich-firm>.
- [15] "Prekonsultacje Krajowego Programu Kosmicznego na lata 2021- 2026 (KPK) - Ministerstwo Rozwoju i Technologii - Portal Gov.pl." <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologia/prekonsultacje-krajowego-programu-kosmicznego-na-lata-2021--2026-kpk> (Dostęp: Luty 20, 2022).
- [16] "Klaster 4 | Konkursy - Krajowy Punkt Kontaktowy." <https://www.kpk.gov.pl/horyzont-europa/klastry/digital-industry-space/klaster-4-konkursy> (Dostęp: Luty 17, 2022).
- [17] "Horizon Europe-Work Programme 2021-2022 Digital, Industry and Space."
- [18] "Best Masters Degrees & Masters Programs 2022." [Online]. Link: <https://www.masterstudies.com/>.
- [19] "Education Abroad: University & College Study Abroad Programs." [Online]. Link: <https://www.educations.com/>.
- [20] "Master Programme in Spacecraft Design, Program, Space SpaceTechnology Satellite SatelliteTechnology SpaceScience Spacecraft SpaceFlight SpacecraftInstrument ControlTheory Astronaut AttitudeDynamic OrbitalDynamics SpaceElectronics Project Electronics - Lul." [Online]. Link: <https://www.ltu.se/edu/program/TMRDA/TMRDA-Rymdfarkostdesign-master-1.83579?l=en>.
- [21] "Master Programme in Space Science and Technology, Program, space science technology electronics robotics automation control physics atmosphere planetology astrophysics astronomy remote sensing satellite - Luleå University of Technology." [Online]. Link: <https://www.ltu.se/edu/program/TMRRR/TMRRR-Rymdvetenskap-och-rymdteknik-master-1.76948?l=en>.
- [22] "Programme syllabus - Luleå University of Technology." [Online]. Link: <https://www.ltu.se/edu/program/TMRRR/programme-syllabus?l=en&termin=ht22>.
- [23] "Politecnico di Milano: Space Engineering." [Online]. Link: https://www.polimi.it/?id=8986&L=1&utm_source=Keystone&utm_campaign=Keystone&utm_medium=ReadMoreSchoolWebsiteCTA.

- [24] "Space Exploration Systems MSc, PGDip | University of Leicester." [Online]. Link: <https://le.ac.uk/courses/space-exploration-systems-msc/2022>.
- [25] "BEng (Hons) Aerospace Engineering with Space Technology | Courses | Uni of Herts." [Online]. Link: <https://www.herts.ac.uk/courses/undergraduate/aerospace-engineering-with-space-technology2>.
- [26] "Study Aerospace Engineering with Space Technology at University of Hertfordshire - The Uni Guide." [Online]. Link: <https://www.theuniguide.co.uk/university-of-hertfordshire-h36/courses/aerospace-engineering-with-space-technology-beng-hon-2022-3b303bf5f27d>.
- [27] "Aerospace Engineering MEng/BEng (Hons) degree course - London undergraduate courses - Kingston University London." [Online]. Link: <https://www.kingston.ac.uk/undergraduate/courses/aerospace-engineering/>.
- [28] "Aerospace Science and Technology (MAST) - UPC Universitat Politècnica de Catalunya." [Online]. Link: <https://www.upc.edu/en/masters/aerospace-science-and-technology-mast>.
- [29] "Program — Master's degree in Aerospace Science and Technology. MAST — UPC. Universitat Politècnica de Catalunya." [Online]. Link: <https://mast.masters.upc.edu/en/program>.
- [30] "Physics with Space Science | MPhys | University of Southampton." [Online]. Link: <https://www.southampton.ac.uk/courses/physics-with-space-science-degree-mphys>.
- [31] "Aeronautics and Astronautics | BEng | University of Southampton." [Online]. Link: <https://www.southampton.ac.uk/courses/aeronautics-astronautics-degree-beng#modules>.
- [32] "Aerospace Control Engineering - Master | Satelitteknologi, sivilingeniør - master | UiT." [Online]. Link: https://en.uit.no/education/program/446265/aerospace_control_engineering_-_master.
- [33] "Earth and Space Physics and Engineering (MSc) | Read your MSc at Technical University of Denmark - DTU." [Online]. Link: https://www.dtu.dk/english/education/msc/programmes/earth_and_space_physics_and_engineering#study-programme__curriculum.
- [34] "Astronautics and Space Engineering MSc." [Online]. Link: <https://www.cranfield.ac.uk/courses/taught/astronautics-and-space-engineering>.

- [35] "Course browser searcher." [Online]. Link:
https://studiegids.tudelft.nl/a101_displayProgram.do?program_tree_id=26763.
- [36] "BSc Aerospace Engineering." [Online]. Link:
<https://www.tudelft.nl/en/onderwijs/opleidingen/bachelors/aerospace-engineering/bsc-aerospace-engineering>.
- [37] "Master's Degree Programme in Physical and Chemical Sciences: Astronomy and Space Physics | University of Turku." [Online]. Link: <https://www.utu.fi/en/study-at-utu/masters-degree-programme-in-physical-and-chemical-sciences-astronomy-and-space-physics>.
- [38] "MSc Electromagnetics, Fusion and Space Engineering | KTH | Sweden." [Online]. Link: https://www.kth.se/en/studies/master/electromagnetics-fusion-and-space-engineering?utm_source=Keystone&utm_campaign=Keystone&utm_medium=ReadMoreSchoolWebsiteCTA.
- [39] "MSc Aerospace Engineering | KTH | Sweden." [Online]. Link:
https://www.kth.se/en/studies/master/aerospace-engineering?utm_source=Keystone&utm_campaign=Keystone&utm_medium=ReadMoreSchoolWebsiteCTA.
- [40] "Master of Space Studies (Leuven et al) - KU Leuven." [Online]. Link:
https://onderwijsaanbod.kuleuven.be/2020/opleidingen/e/CQ_50536938.htm#active-tab=diploma_omschrijving&utm_medium=affiliate&utm_campaign=internationalstudents.
- [41] "What is MSE? | MSE - Master of Space Engineering TU Berlin |." [Online]. Link:
<https://www.mse.tu-berlin.de/masters-programme/what-is-mse/>.
- [42] "Space Engineering MSc masters course | University of Surrey." [Online]. Link:
<https://www.surrey.ac.uk/postgraduate/space-engineering-msc>.
- [43] "Degree Programme | Catalogo dei Corsi di studio." [Online]. Link:
<https://corsidilaurea.uniroma1.it/en/corso/2020/29396/il-corso>.
- [44] "Przedsiębiorczość w szkolnictwie wyższym, szczególnie na studiach nieekonomicznych Streszczenie Sprawozdania końcowego grupy ekspertów," 2008.
- [45] "Rekomendacje | Sektorowa Rada ds. Kompetencji Przemysłu Lotniczo-Kosmicznego." [Online]. Link: <http://rada-przemyslu-lot-kos.pl/rekomendacje>.
- [46] "ZSK - Polska Rama Kwalifikacji." <https://kwalifikacje.gov.pl/o-zsk/polska-rama-kwalifikacji> (Dostęp: Luty 20, 2022).