

Studium

„Domeny technologiczne Europejskiej Agencji Kosmicznej, a kierunki uczelniane 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 „Domeny technologiczne Europejskiej Agencji Kosmicznej, a kierunki uczelniane w Polsce” przygotowane zostało 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 5 rozdziałów, załącznika w postaci szczegółowego zestawienia domen technologicznych ESA. 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

1. Streszczenie	4
1.1. Rekomendacje	8
Spis Tabel	9
Spis Akronimów	10
2. Wprowadzenie	11
2.1. Cel Raportu	11
3. Charakterystyka I Zakres Domen Technologicznych ESA	12
4. Analiza	16
5. Powiązanie Kierunków Kształcenia Z Domenami Technologicznymi ESA	36
Bibliografia	40



1. Streszczenie

Wśród kierunków studiów oferowanych przez polskie uczelnie zidentyfikowano 23 kierunki odwołujące się do kosmosu lub astronomii. Kierunki takie prowadzone są na 24 wiodących uczelniach wyższych w największych miastach Polski: Warszawie, Krakowie, Gdańsku, Gdyni, Wrocławiu, Poznaniu, Łodzi, Olsztynie, Zielonej Górze, Rzeszowie, Toruniu, Gliwicach, Dęblinie i Opolu. Poza typowymi kierunkami kosmicznymi wymieniono i opisano też 6 innych popularnych kierunków kształcenia, które nie odnoszą się wprost do kosmosu, jednak w treściach nauczania odnaleźć można tematy dotyczące zagadnień kosmicznych.

Przeprowadzona analiza bazuje na ogólnodostępnych informacjach i programach studiów, które są opublikowane w Internecie przez poszczególne uczelnie. W dużej liczbie przypadków informacje na temat realizowanych zajęć są niedostępne dla szukającego (np. studenta czy potencjalnego kandydata), katalogi ECTS są nieuzupełnione, a strony internetowe niedostępne lub nie istniejące, zaś informacje o studiach można znaleźć tylko w ogólnych portalach informacyjnych.

Aktualnie (stan na początek 2022) kosmiczne kierunki studiów w Polsce należą do kilku dyscyplin naukowych i pokrywają wszystkie 26 domen technologicznych zidentyfikowanych przez ESA. Zauważono, że największe pokrycie mają tylko 3 domeny związane z mechanizmami, automatyką i robotyką oraz materiałami. Z drugiej strony kilka domen ma niewielkie pokrycie. Jawnie tematy związane z systemami radiowymi, antenami, inżynierią systemów, operowaniem misją i kosmicznymi śmieciami są nauczane na niewielu uczelniach w Polsce.

Stosunkowo słabe pokrycie mają domeny związane z szeroko pojętym „downstream”. Większość uczelni skupia się na projektowaniu urządzeń i systemów wysyłanych w przestrzeń kosmiczną. Dodać należy, że kierunki kosmiczne i specjalności często nie są uruchamiane ze względu na słabe bądź zerowe zainteresowanie studentów, przez co teoretycznie uczelnia zapewnia kształcenie pokrywające niektóre TD, jednakże w praktyce treści te nie są nauczane.

Kierunki kosmiczne pojawiły się w polskim systemie szkolnictwa całkiem niedawno, bo od 6 do 8 lat temu. Liczba studentów studiujących kierunki związane z kosmosem ciągle rośnie, choć kierunki te nie należą do najbardziej obleganych. Spowodowane to jest dużą niepewnością co do możliwej pracy po studiach. Jednak wciąż wzrastająca liczba przedsiębiorstw z sektora kosmicznego oraz coraz liczniejsze projekty kosmiczne powodują, że zapotrzebowanie na absolwentów jest duże. Nie ma żadnych oficjalnych danych o losach absolwentów kierunków kosmicznych, jednak doświadczenie autorów pokazuje, że wszyscy absolwenci tego typu studiów znajdują pracę, a większość w szeroko pojętej branży kosmicznej.

Ponieważ zagadnienia poruszane w niniejszym raporcie ulegają szybkim zmianom (otwierane są nowe kierunki studiów, zamykane lub modyfikowane są dotychczas istniejące) warto przyszłościowo, okresowo (np. co 3 do 5 lat) aktualizować podaną listę oraz monitorować pokrycie przez nie domen technologicznych. Jest bardzo prawdopodobne, że większość z podanych kierunków będzie ewoluować z czasem, poszerzając lub redukując zakres oferowanych kursów. Ponadto wraz z rozwojem branży kosmicznej w Polsce, kolejne uczelnie mogą otwierać nowe kierunki związane z tym sektorem.

Zauważonym trendem są konsorcja polskich uczelni z doświadczonymi już uczelniami zagranicznymi. Pierwsze takie kierunki to *Engineering and Management of Space Systems* [1], [2] prowadzony przez Politechnikę Gdańską wspólnie z Hochschule Bremen (studia o podwójnym dyplomowaniu) oraz Europejski Uniwersytet Kosmiczny dla Ziemi i Ludzkości, którego częścią jest Akademia Górniczo-Hutnicza. Konsorcja takie to szansa na wprowadzenie nauczania treści z obszarów technologicznych dotąd nieobecnych lub słabo reprezentowanych przez nasz system szkolnictwa.

Kolejną inicjatywą, która skutkować będzie poszerzeniem oferty polskich uczelni jest powstająca właśnie Sieć Uczelni Kosmicznych, której inicjatorem jest Akademia Górniczo-Hutnicza [3].

Poniższa tabela to analiza SWOT, w której zebrano wszystkie najważniejsze czynniki charakteryzujące kosmiczne kierunki uczelnie w Polsce. Czynniki wewnętrzne to cechy uczelni wyższych prowadzących kierunki studiów. Czynniki zewnętrzne to cechy otoczenia społeczno-gospodarczego (m.in. przedsiębiorców z sektora kosmicznego), w którym działają uczelnie i na którego zapotrzebowanie odpowiadają studia.

Tabela 1 Analiza SWOT z wnioskami płynącymi z tego studium

	Czynniki pozytywne	Czynniki negatywne
Czynniki wewnętrzne	<p style="text-align: center;">MOCNE STRONY</p> <ul style="list-style-type: none"> Najbardziej wszechstronnymi kierunkami w Polsce kształcącymi w zakresie większości TD są: <i>Technologie kosmiczne i satelitarne</i> realizowane przez trójmiejskie uczelnie oraz <i>Inżynieria kosmiczna i satelitarna</i> realizowana przez Wojskową Akademię Techniczną w Warszawie. Kierunki te pokrywają zarówno większość domen związanych z projektowaniem inżynierskim, ale także część domen związanych z projektowaniem i kontrolą misji i ochroną życia ludzkiego w kosmosie – podchodzą do tematu komplementarnie. Każda domena technologiczna teoretycznie ESA znajduje pokrycie przynajmniej w jednym kierunku realizowanym na polskich uczelniach. 	<p style="text-align: center;">SŁABE STRONY</p> <ul style="list-style-type: none"> Większość informacji na temat programów kształcenia jest niedostępna dla potencjalnego kandydata (uszkodzone linki, niedziałające puste strony), katalogi ECTS są niezupełnione, strony niedostępne/nieistniejące – nie zachęca to do aplikowania i wymaga to pilnej aktualizacji (ok. 60% stron kursów zawierało niekompletne informacje). Mniej niż 20% kierunków w Polsce pokrywa domeny związane z: ładunkami i systemami RF - TD6, technologiami elektromagnetycznymi - TD7, inżynierią systemów - TD8, projektowaniem i kontrolą misji - TD9, optyką - TD16, jakością i bezpieczeństwem - TD25, a także stworzeniem i kontrolą warunków życia ludzi w przestrzeni kosmicznej - TD22. Pojedyncze kierunki (mniej niż 10%) mają w swoim programie kształcenia zajęcia, które związane są ściśle z odpadami kosmicznymi – TD11. Większość kierunków to kierunki stosunkowo “młode” – uruchomione w 2016-2018 roku.

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

	<ul style="list-style-type: none"> Zdecydowana większość kierunków studiów prowadzona jest przez uczelnie techniczne i obejmuje tematykę związaną z projektowaniem mechanicznym i mechatronicznym, materiałoznawstwem, elektroniką, automatyką, robotyką oraz systemami informatycznymi, co odpowiada domenom TD13, TD15 i TD24. 	<ul style="list-style-type: none"> Zdarza się, że kierunki kosmiczne w Polsce nie są uruchamiane ze względu na niewielkie zainteresowanie kandydatów. Powyższe powoduje, że teoretycznie kierunek zapewnia kształcenie pokrywające niektóre TD, jednakże w praktyce to pokrycie nie istnieje, ze względu na uruchomienie danego kierunku czy specjalizacji.
Czynniki zewnętrzne	<p style="text-align: center;">SZANSE</p> <ul style="list-style-type: none"> Dobre pokrycie domen technologicznych TD13, TD15 i TD24 umożliwia rozwój w Polsce zaplecza inżynierskiego dla firm zajmujących się upstreamem. Włączanie się przedsiębiorców w dydaktykę poprzez organizowanie praktyk i staży, a także współprowadzenie niektórych zajęć. 	<p style="text-align: center;">ZAGROŻENIA</p> <ul style="list-style-type: none"> Niewiele jest przedmiotów/modułów podejmujących tematykę ściśle związaną z szeroko pojętym downstreamem np. dotyczących analizy obrazów satelitarnych. Brak krajowej spójnej wizji dla kierunków kosmicznych, co przekłada się na odmienne programy oraz różne rozumienie zawartości tych samych przedmiotów. Skutkuje to nierównymi umiejętnościami i wiedzą absolwentów podobnych studiów prowadzonych na różnych uczelniach. Brak katalogu wiążącego kierunki studiów z domenami technologicznymi ESA.

1.1. Rekomendacje

Poniższa lista to rekomendacje, które sugerują autorzy tego studium.

- Ustalenie kryterium przynależności kierunku studiów do kierunków kosmicznych i utworzenie oficjalnej bazy takich kierunków z odnośnikami do katalogów ECTS i innych informacji.
- Baza kierunków studiów powinna być publiczna i ogólnodostępna, np. w formie katalogu.
- Wyraźne powiązanie kierunków studiów z ww. bazy z Domenami Technologicznymi ESA.
- Baza studiów powinna być aktualizowana co semestr z informacją o uruchomieniu danego kierunku bądź specjalności.
- Informację do ww. bazy powinny dostarczać same uczelnie. Informacje powinny być weryfikowane przez powołaną do tego komisję.
- Promowanie kierunków studiów związanych z downstreamem.
- Zachęcanie przedsiębiorców jeszcze większego włączania się w edukację.
- Promocja inicjatyw takich jak Sieć Uczelni Kosmicznych.

Spis tabel

Tabela 1 Analiza SWOT z wnioskami płynącymi z tego studium.....	6
Tabela 2 Spis akronimów użytych w tym studium	10
Tabela 3 Spis wymagań stawianych temu raportowi.....	12
Tabela 4 Kosmiczne kierunki kształcenia w Polsce	17
Tabela 5 Inne kierunki kształcenia zawierające zajęcia, w których treściach można znaleźć tematy dotyczące zagadnień związanych z kosmosem.	34
Tabela 6 Pokrycie domen technologicznych ESA przez kierunki kształcenia.....	38

Spis akronimów

Tabela 2 Spis akronimów użytych w tym studium

Akronim	Rozwinięcie
AGH	Akademia Górniczo-Hutnicza
D	Downstream
EEE	Sprzęt elektryczny i elektroniczny
ECTS	European Credit Transfer System
ECLS	Environmental Control Life Support
ESA	Europejska Agencja Kosmiczna
GNSS	Global Navigation Satellite Systems
ISRU	In Situ Resource Utilisation
PRK	Polska Rama Kwalifikacji
POLSA	Polska Agencja Kosmiczna
TD	Technology Domain
U	Upstream
WAT	Wojskowa Akademia Techniczna
ZPSK	Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego

2. Wprowadzenie

W Polsce około 350 uczelni kształci studentów na ponad 9000 kierunkach kształcenia. Wśród nich znaleźć można takie, które bezpośrednio bądź pośrednio odwołują się do kosmosu i tym samym do domen technologicznych zidentyfikowanych przez ESA, Domeny te to 26 samodzielnych obszarów. Klasyfikują one całą wiedzę technologiczną do działań kosmicznych.

2.1. Cel raportu

Celem raportu było przeprowadzenie analizy, w ramach której nastąpiła identyfikacja kierunków uczelnianych realizowanych na polskich uczelniach wyższych i odniesienie ich do domen technologicznych Europejskiej Agencji Kosmicznej. Celem analizy jest udzielenie odpowiedzi na pytanie, które domeny technologiczne identyfikowane przez ESA są pokrywane przez polskie uczelnie, a które nie są. Celem analizy jest również odpowiedź na pytania o zakres tego pokrycia oraz jego intensywność (na ile kursy proponowane przez uczelnie zgodne są z zakresem domen technologicznych, ile uczelni oferuje takie kursy, jakie jest zainteresowanie studentów takimi kursami/kierunkami).

Przyjęta metodologia zakłada przegląd istniejących kierunków studiów na polskich uczelniach wraz z zapoznaniem się z treściami poszczególnych zajęć, a następnie rozstrzygnięcie czy dany kierunek pokrywa którąś z domen technologicznych ESA. Ograniczeniem jest dostępność informacji o kierunkach. Nie zawsze karty przedmiotów są dostępne publicznie i uzupełnianie na bieżąco przez nauczycieli. W wielu przypadkach nie ma nawet dostępu do katalogu ECTS. Nie ma też standardu opisowej informacji o kierunkach. Niektóre dostępne informacje mają charakter zachęty dla kandydatów na studia.

Metodyka poszczególnych analiz została opisana w odpowiednich rozdziałach.

Tabela 3 Spis wymagań stawianych temu raportowi

Wymaganie	Rozdziały raportu
Opis i charakterystyka domen technologicznych Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz zakres jaki obejmują.	3
Sposób selekcji do analizy kierunków na polskich uczelniach oraz opis w skrócie zawartości merytorycznej wyselekcjonowanych kierunków.	4
Przekładanie się wybranych kierunków na domeny technologiczne ESA. Przedstawienie powiązań w sposób analityczny i syntetyczny. Odpowiedzi na pytania i problemy stawiane przed niniejszą analizą.	5

3. Charakterystyka i zakres domen technologicznych ESA

Celem wprowadzenia przez ESA Domen Technologicznych (TD) [4] jest zapewnienie klasyfikacji całej wiedzy technologicznej dostępnej obecnie w ESA dla działań kosmicznych oraz zapewnienie wskazówek dotyczących identyfikacji w ESA osób odpowiedzialnych za określone obszary technologii.

Domena technologiczna obejmuje know-how związany z obszarem technicznym, który można zidentyfikować jako samodzielny, a zatem można ją rozpatrywać niezależnie od innych TD. ESA zidentyfikowała 26 domen technologicznych:

TD1: Pokładowe systemy danych: dotyczy zarówno zarządzania danymi statku kosmicznego, jak i przetwarzania danych ładunku, a także sprzętu i oprogramowania wymaganego do pozyskiwania, przetwarzania oraz przechowywania danych ładunku i statku kosmicznego, sieci pokładowej oraz warstwy sieciowej łącza kosmicznego (space-link) i wyższych.

TD2: Oprogramowanie systemu kosmicznego: dotyczy zarówno segmentu kosmicznego, jak i naziemnego. Wliczane są w tę domenę wszystkie podstawowe techniki i technologie z zakresu oprogramowania i informatyki pod kątem ich zastosowania w misjach kosmicznych.

TD3: Energia elektryczna obiektu kosmicznego: dotyczy technik i technologii związanych z architekturą systemu zasilania, wytwarzaniem, dystrybucją, kondycjonowaniem oraz magazynowaniem energii.

TD4: Środowisko przestrzeni kosmicznej i jego efekty: wpływ środowiska kosmicznego ogranicza wszystkie misje kosmiczne, w związku z czym musi być on oceniany we wszystkich fazach misji. Ocena wymaga stworzenia modeli środowiska i znajomości jego wpływu i skutków, którą uzyskuje się dzięki pomiarom w trakcie lotu i testom.

TD5: Kontrola systemu kosmicznego: dotyczy wszystkich aspektów technologicznych związanych z kontrolą całego systemu kosmicznego (segmenty kosmiczne i naziemne), a tym samym obejmuje szeroki zakres tematów i technologii.

TD6: Ładunki i systemy RF: obejmuje wszystkie technologie i techniki związane z systemami i sieciami satelitarnymi, ładunkami statków kosmicznych i sprzętem naziemnym dla telekomunikacji, TT&C (*Telemetry, Tracking and Command – telemetria, śledzenie i dowodzenie*), nawigacji, obserwacji Ziemi i nauki o kosmosie, działających w zakresie częstotliwości mikrofalowych lub fal milimetrowych.

TD7: Technologie i techniki elektromagnetyczne: obejmuje anteny i technologie pokrewne, interakcję i propagację fal oraz kompatybilność elektromagnetyczną.

TD8: Projektowanie i weryfikacja systemu: obejmuje technologię, metody i narzędzia wspierające procesy inżynierii systemów (specyfikacja, projektowanie i weryfikacja) systemów kosmicznych podczas całego cyklu życia misji kosmicznych (fazy od 0 do F). Koncentruje się na problemie skrócenia harmonogramu i/lub kosztów procesu rozwoju systemu kosmicznego (segmenty kosmiczne i naziemne) przy jednoczesnej kontroli jakości i ryzyka (sukces misji) do wymaganego poziomu. Obejmuje nowe paradygmaty (np. inżynierię systemów opartych na modelach), podejścia i techniki rozwoju systemów kosmicznych, które są w większości wspólne dla kilku dziedzin usług.

TD9: Systemy operacji misji i danych naziemnych: dotyczy aspektów związanych ze sterowaniem i obsługą systemów kosmicznych (segment kosmiczny i naziemny) oraz technologii związanych z systemami i narzędziami pomocniczymi. Domena koncentruje się na systemach kontroli misji, które służą do monitorowania i kontrolowania zarówno segmentów kosmicznych, jak i naziemnych.

TD10: Dynamika lotu i GNSS: obejmuje działania związane z analizą i definicją projektu kosmicznego, związanego w jakikolwiek sposób z aspektem trajektorii (analiza misji).

Obejmuje wszystkie naziemne czynności operacyjne związane z pomiarami oraz kontrolą orbity i położenia statku kosmicznego.

Ponadto zajmuje się zapewnieniem precyzyjnych usług nawigacyjnych zarówno użytkownikom naziemnym, jak i kosmicznym.

TD11: Odpady kosmiczne: obejmuje wszystkie aspekty związane z wiedzą o środowisku meteoroidów i odpadów, w tym obserwację przestrzeni kosmicznej, bazy danych, ocenę poziomu ryzyka związanego z odpadami w obecnych i przyszłych misjach, ponowne wejście obiektów w przestrzeń kosmiczną, zderzenia o wielkich prędkościach i ochronę przed nimi, środki zapobiegające, podręczniki i standardy.

TD12: System i sieci stacji naziemnej: ta domena obejmuje wszystkie elementy i know-how wymagane do projektowania obiektów, które łączą segment kosmiczny z centrami sterowania.

TD13: Automatyka, Teleobecność i Robotyka: obejmuje specyfikację, rozwój, weryfikację, obsługę i wykorzystanie systemów automatyki kosmicznej. Takie systemy obejmują: 1) systemy robotów kosmicznych (obejmujące zarówno systemy oparte na ramieniu do inspekcji, serwisowania i montażu infrastruktury systemu kosmicznego lub ładunków oraz roboty mobilne do eksploracji powierzchni na ciałach niebieskich); oraz 2) systemy automatyzacji laboratorium kosmicznego i kontroli ładunku w misjach załogowych i bezzałogowych.

TD14: Nauki przyrodnicze i fizyczne: obejmuje wszystkie aspekty technologiczne związane z oprzyrządowaniem wspierającym nauki przyrodnicze i fizyczne oraz zapewnienie dostarczenia kompletnej technologii systemu (przrzędu). Celem jest wspieranie zoptymalizowanego zwrotu naukowego, z naciskiem raczej na spójną filozofię systemu niż na rozwój technologii komponentów. Obejmuje również technologie i techniki związane z ochroną planetarną, zarówno w zakresie metod i technologii sterylizacji, jak i technologię niezbędną do monitorowania zanieczyszczeń.

TD15: Mechanizmy i tribologia: wszystkie urządzenia, których działanie obejmuje ruch jednej lub kilku części (np. siłowniki, urządzenia przytrzymujące i zwalniające, mechanizmy pozycjonujące, wysuwane wysięgniki, mechanizmy sterowania wektorem ciągu) oraz powiązane specyficzne dyscypliny i narzędzia.

TD16: Optyka: dotyczy technologii i technik systemów, przyrządów i komponentów, a także metod projektowania, inżynierii i weryfikacji w dziedzinie optyki.

TD17: Optoelektronika: obejmuje rozwój i zastosowanie technologii łączących fotonikę (tj. obwody obsługujące fotony) z elektroniką w celu osiągnięcia określonych funkcji.

TD18: Aerodynamika: obejmuje klasyczną aerodynamikę i aerodynamikę, w tym kinetykę chemiczną w wysokich temperaturach oraz interakcje gaz-powierzchnia.

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

Obejmuje wszystkie reżimy przepływu od wolnych cząsteczek do kontinuum na Ziemi, a także misje planetarne. Ma zastosowanie do wewnętrznych przepływów w systemach raketowych, do interakcji smugi satelitarnej i zanieczyszczeń, a także do zewnętrznych przepływów wokół pojazdów kosmicznych oraz do projektowania i analizy zaawansowanych metod kontroli przepływu, takich jak magneto hydrodynamika, upust itp.

TD19: Napęd: obejmuje wszystkie technologie, narzędzia i procesy związane z napędem pojazdów kosmicznych oraz pojazdów wynoszących. Obejmuje szeroki zakres technologii, w tym systemy chemiczne i elektryczne, a także zaawansowane, nieklasyczne koncepcje.

TD20: Struktury i pirotechnika: obejmuje wszystkie technologie i metodologie związane z projektowaniem, analizą, produkcją i testowaniem konstrukcji i systemów mechanicznych dla pojazdów kosmicznych, infrastruktury planetarnych, habitatów, pojazdów wynoszących i pojazdów do ponownego wejścia w atmosferę. Obejmuje to wszystkie konstrukcje metalowe i niemetalowe, takie jak zaawansowane konstrukcje rozkładane (struktury paneli słonecznych, radiatorów, ekranów i anten), konstrukcje silnie obciążone, konstrukcje wysoce stabilne i konstrukcje gorące. Ponadto uwzględnia technologie związane z osłonami meteoroidowymi i przeciw szczątkom oraz urządzenia pirotechniczne.

TD21: Termika: obejmuje wszystkie technologie potrzebne do termicznej kontroli systemów kosmicznych.

TD22: Ochrona i kontrola środowiska życia (ECLS – Environmental Control Life Support) i wykorzystanie zasobów in situ (ISRU – In Situ Resource Utilisation): obejmuje wszystkie technologie kontrolowania, utrzymywania i wspierania obecności ludzi w kosmosie oraz wykorzystania lokalnych zasobów.

TD23: Podzespoły i jakość EEE: obejmuje technologie związane z projektowaniem, produkcją i testowaniem podzespołów elektrycznych, elektromechanicznych i elektronicznych (EEE), które spełniają wymagania dotyczące wydajności i niezawodności do stosowania w pokładowych układach elektrycznych i elektronicznych.

TD24: Materiały i procesy: obejmuje mechanikę i procesy dotyczące materiałów oraz ich fizykę, chemię i zachowanie mechaniczne.

TD25: Jakość, niezawodność i bezpieczeństwo: obejmuje jakość, niezawodność, dostępność, łatwość konserwacji i bezpieczeństwo systemów kosmicznych i ich elementów składowych (sprzęt, oprogramowanie i element ludzki). Zajmuje się również metodami i narzędziami oceny i zarządzania ryzykiem technicznym związanym z systemami kosmicznymi i ich działaniem.

TD26: Inne.

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

4. Analiza “kosmicznych” kierunków kształcenia na polskich uczelniach

W roku akademickim 2020/21 działalność w Polsce prowadziło 349 uczelni, z tego 130 publicznych i 219 niepublicznych (w tym 10 prowadzonych przez organizacje wyznaniowe) [5]. Uczelnie kształcą na ponad 9000 kierunków studiów [6].

Nie ma ścisłej definicji określającej czy dany kierunek studiów jest kierunkiem “kosmicznym”. Kształcenie “kosmiczne” obejmuje wszystkie dyscypliny naukowe, które podejmują tematykę eksploracji kosmosu, badań zjawisk naturalnych i ciał fizycznych występujących w przestrzeni kosmicznej, inżynierii kosmicznej czy wykorzystania danych satelitarnych na potrzeby ludzkości.

Na potrzeby tego studium zdefiniowano kryterium przynależności do kierunku “kosmicznego” jako oczywiste odwołanie do kosmosu czy astronomii w nazwie studiów lub nazwie wybranych zajęć. Poza tym niektóre uczelnie jak np. AGH nie prowadzi dedykowanego technologiom kosmicznym kierunku studiów jednak należy do europejskiej sieci kosmicznych uniwersytetów, a zajęcia dotyczące technologii kosmicznych są prowadzone na wielu kierunkach, czego wyrazem są chociażby istniejące i działające z sukcesami koła naukowe.

W poniższej Tabeli zebrano kierunki studiów odpowiadające założonym kryteriom i przypisano je do domen technologicznych ESA. Przeprowadzona analiza bazuje na ogólnodostępnych informacjach i programach studiów, które są opublikowane w Internecie przez poszczególne uczelnie. W dużej liczbie przypadków informacje na temat realizowanych zajęć są niedostępne dla szukającego (np. studenta czy potencjalnego kandydata), katalogi ECTS są niezupełnione, a strony internetowe niedostępne lub nie istniejące, zaś informacje o studiach można znaleźć tylko w ogólnych portalach informacyjnych.

Poszczególne domeny technologiczne ESA przyporządkowano do kierunków na podstawie opisów udostępnionych przez jednostki prowadzące, programów studiów, katalogu ECTS a także po konsultacjach z absolwentami niektórych kierunków. Przyporządkowanie to ma charakter subiektywny. Nie ma żadnego oficjalnego katalogu łączącego kształcenie “kosmiczne” z domenami technologicznymi ESA.

Dodatkowo w kolejnej tabeli zamieszczono wykaz kierunków studiów, które nie odnoszą się wprost do “kosmosu” jednak w treściach niektórych zajęć można znaleźć tematy dotyczące zagadnień związanych z kosmosem.

Tabela 4 Kosmiczne kierunki kształcenia w Polsce

Lp.	Uczelnia	Kierunek kształcenia	Odniesienie do TD	Upstream/ Downstream/ Inne	Opis
1.	Politechnika Gdańska Akademia Marynarki Wojennej w Gdyni Uniwersytet Morski w Gdyni Uniwersytet Gdański	Technologie kosmiczne i satelitarne	1, 2, 4, 5, 10, 12, 13, 14, 15, 20, 21, 24	U&D	<p>Uczelnie oferują kierunek Technologie Kosmiczne i Satelitarne. Interdyscyplinarny kierunek studiów II stopnia (magisterskie) kształcący studentów w 5 specjalizacjach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Technologie informacyjne i telekomunikacyjne w inżynierii kosmicznej i satelitarnej; • Aplikacje kosmiczne i satelitarne w systemach bezpieczeństwa; • Morskie systemy satelitarne i kosmiczne; • Technologie mechaniczne i mechatroniczne w inżynierii kosmicznej; • Engineering and Management of Space Systems (we współpracy z Hochschule Bremen w Niemczech). <p>Absolwenci po ukończeniu studiów uzyskują wiedzę i umiejętności z zakresu zagadnień specjalistycznych powiązanych z technologiami kosmicznymi i satelitarnymi. Docelowe miejsca pracy absolwentów wg. jednostek prowadzących to uczelnie i inne podmioty realizujące prace badawcze i badawczo-rozwojowe z zakresu technologii kosmicznych i satelitarnych, firmy prowadzące działalność w branży kosmicznej na poziomie zarówno polskim jak i europejskim.</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

					<p>Ttakże mniejsze przedsiębiorstwa zajmujące się projektowaniem konstrukcji kosmicznych i satelitarnych, zaawansowaną mechaniką i mechatroniką, komunikacją, nawigacją i teledetekcją satelitarną, geodezją, kartografią, telekomunikacją [17]. Kierunek skupia się na przygotowaniu kadry inżynierskiej pod kątem projektowania urządzeń i systemów, jednakże nie pokrywa większości TD związanych z aspektami kontroli i zarządzaniem misją, biologii, kontroli warunków życia, aspektów związanych z wpływem misji kosmicznej na środowisko.</p> <p>Inne aktywności kosmiczne, które prowadzone są w powiązaniu z tym kierunkiem nauczania to Studenckie Koło Inżynierii Kosmicznej SpaceCube oraz Koło Naukowe SimLE, które również prowadzą projekty z zakresu inżynierii kosmicznej.</p>
2.	Wojskowa Akademia Techniczna im. Jarosława Dąbrowskiego	Inżynieria kosmiczna i satelitarna	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24	U&D	<p>Uczelnia oferuje kierunek Inżynieria Kosmiczna i satelitarna. Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) kształcą studentów w zakresie technik kosmicznych i satelitarnych. Absolwent, wg. jednostki prowadzącej, będzie posiadał umiejętności praktyczne w zakresie projektowania, testowania i rozwoju systemów elektronicznych, optoelektronicznych i mechatronicznych wykorzystywanych w branży kosmicznej, a także podstawy planowania i nadzorowania orbitalnych misji kosmicznych obejmujące metody analizy i interpretacji pozyskanych danych obserwacyjnych [22].</p>

					<p>Docelowymi miejscami pracy są firmy zajmujące się projektowaniem i budową urządzeń satelitarnych, a także uczelnie i inne podmioty realizujące prace badawcze i badawczo-rozwojowe z zakresu technologii kosmicznych i satelitarnych. Kierunek pokrywa większość TD związanych z wiedzą na temat podstawowych zjawisk zachodzących w przestrzeni kosmicznej, elektroniką, optyką, optoelektroniką, przetwarzaniem danych satelitarnych, a także projektowaniem urządzeń i konstrukcji kosmicznych i satelitarnych oraz projektowaniem i zarządzaniem misją. Kierunek nie skupia się na aspektach związanych z biologią, kontrolą warunków życia oraz z problemem odpadów w przestrzeni kosmicznej.</p>
3.		Lotnictwo i kosmonautyka	2, 6, 13, 15, 17, 18, 19, 20, 21, 23, 24	U	<p>Uczelnia oferuje kierunek Lotnictwo i kosmonautyka. Kierunek cywilnych studiów I stopnia (inżynierskie) kształcący studentów w zakresie wiedzy związanej z techniką lotniczą i kosmiczną, w szczególności z konstruowaniem, produkcją i eksploatacją statków powietrznych i obiektów kosmicznych [23]. Dostępne są 4 specjalności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Awionika; • Samoloty i śmigłowce; • Napędy lotnicze; • Uzbrojenie lotnicze.

					Docelowymi miejscami zatrudnienia absolwentów są, według jednostki prowadzącej, firmy przemysłu lotniczego, bazy techniczne linii lotniczych i przedsiębiorstw transportowych, Jednostki naukowe prowadzące badania na temat budowy i eksploatacji statków powietrznych i obiektów kosmicznych, zakłady zbrojeniowe. Kierunek skupia się głównie na wszelkich aspektach związanych z projektowaniem statków wysyłanych w przestrzeń kosmiczną, przez co nie pokrywa domen technologicznych związanych z gromadzeniem i analizą danych (downstream).
4.	Politechnika Łódzka	Inżynieria kosmiczna	13, 14, 15, 17, 20, 22, 23, 24, 25	U&D	<p>Uczelnia oferuje kierunek Inżynieria kosmiczna.</p> <p>Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) kształcą studentów w zakresie wiedzy na temat projektowania i funkcjonowania urządzeń w przestrzeni kosmicznej. Dostępne są dwie specjalizacje: pierwsza dotycząca materiałów i konstrukcji zaawansowanych maszyn i urządzeń oraz druga dotycząca projektowania i sterowania złożonymi systemami urządzeń [24]. Według jednostki prowadzącej, absolwenci będą mogli znaleźć pracę w sektorze przemysłu kosmicznego, maszynowego, przetwórstwa tworzyw sztucznych, chemicznego, energetycznego, a także w sektorze nowoczesnych technologii. Niewątpliwą zaletą kierunku jest możliwość wyboru przedmiotów obieralnych dotyczących wpływu różnych czynników przestrzeni kosmicznej na ludzi, zarówno w aspekcie fizycznym jak i psychologicznym oraz monitorowania stanu zdrowia astronautów.</p>

					Przedmioty nauczane w ramach kierunku nie pokrywają jednak większości domen związanych z łącznością i systemami sterowania.
5.	Uniwersytet Warmińsko- Mazurski w Olsztynie Uniwersytet Zielonogórski	Inżynieria kosmiczna	2, 3, 4, 5, 7, 12, 13, 15, 20, 21, 24,	U&D	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski we współpracy z Uniwersytetem Zielonogórskim oferują kierunek Inżynieria Kosmiczna. Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) kształcą studentów w zakresie wiedzy na temat projektowania, testowania i użytkowania urządzeń stosowanych w sztucznych satelitach i astronomicznych obserwatoriach naziemnych [26]. Kierunek nie posiada wybieralnych specjalizacji. Według jednostek prowadzących, podczas studiów kładziony jest nacisk na umiejętność wszechstronnego testowania urządzeń i ich oprogramowania, ze względu na specyfikę urządzeń wynoszonych w przestrzeń kosmiczną [25]. Kierunek nie pokrywa domen technologicznych związanych z projektowaniem i kontrolą misji, jednakże jako jeden z niewielu omawia domenę technologiczną TD4 dotyczącą środowiska przestrzeni kosmicznej.
6.	Politechnika Śląska	Inżynieria lotnicza i kosmiczna	5, 10, 13, 15, 18, 19, 23, 24	U	Uczelnia oferuje kierunek Inżynieria Lotnicza i Kosmiczna. Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) kształcą studentów z zakresu wiedzy na temat funkcjonowania przemysłu lotniczego i kosmicznego, projektowania, wytwarzania i eksploatacji statków powietrznych i obiektów kosmicznych, materiałów stosowanych do budowy statków powietrznych oraz logistyki transportu lotniczego [27]. Poruszane są również aspekty prawa lotniczego.

				<p>Kierunek kształci studentów na 4 specjalizacjach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Projektowanie statków powietrznych; • Eksploatacja i konstrukcje silników lotniczych; • Materiałoznawstwo lotnicze; • Logistyka lotnicza. <p>Docelowymi miejscami pracy absolwentów wg. jednostki prowadzącej są porty lotnicze (zarówno międzynarodowe jak i mniejsze, lokalne), firmy działające w sektorze obsługi statków powietrznych, podmioty realizujące prace badawcze i badawczo-rozwojowe, jak i wszelkie przedsiębiorstwa zajmujące się projektowaniem, wytwarzaniem, prototypowaniem różnych urządzeń z branży lotniczej i kosmicznej.</p> <p>Kształcenie można kontynuować na studiach II stopnia (magisterskich) o specjalizacjach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metody projektowania i symulacji w inżynierii lotniczej i kosmicznej; • Bezzałogowe Statki Powietrzne. <p>Kierunek skupia się głównie na wszelkich aspektach związanych z projektowaniem statków wysyłanych w przestrzeń kosmiczną, przez co nie pokrywa domen technologicznych związanych z gromadzeniem i analizą danych (downstream).</p>
--	--	--	--	--

7.	Wyższa Szkoła Handlowa we Wrocławiu	Sektor kosmiczny - Analizy satelitarne i lotnicze	26	U&D	<p>Uczelnia oferuje kierunek Sektor kosmiczny - Analizy satelitarne i lotnicze.</p> <p>Płatne studia podyplomowe dedykowane dla osób zainteresowanych działalnością gospodarczą w branży kosmicznej, pracowników administracji publicznej i organizacji rozwijających projekty kosmiczne, a także dla specjalistów sektora technologicznego i IT zainteresowanych projektami z zakresu analizy satelitarnej [28] .</p> <p>Przedmioty realizowane na kierunku dotyczą głównie zarządzania projektami kosmicznymi oraz analiz danych satelitarnych dla rolnictwa, urbanistyki czy górnictwa (ocena zbiorów, kłesk żywiołowych, wpływu człowieka na środowisko, zarządzanie kryzysowe). Kierunek nie pokrywa żadnej z domen 1-25, zatem zakwalifikowano go do domeny 26 (Inne).</p>
8.	Politechnika Wrocławska	Lotnictwo i kosmonautyka	2, 3, 13, 15, 18, 19, 21, 23, 24	U	<p>Uczelnia oferuje kierunek Lotnictwo i kosmonautyka.</p> <p>Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) kształcą studentów w zakresie wiedzy na temat projektowania konstrukcji lotniczych.</p> <p>Kierunek kształci studentów na 2 specjalnościach:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Napędy i płatowce; • Awionika i sterowanie. <p>Pierwsza ze specjalizacji skupia się głównie na projektowaniu statków powietrznych, w tym napędów i silników lotniczych. Druga natomiast dotyczy głównie elektroniki, radioelektroniki, sterowania, systemów łączności oraz instalacji pokładowych.</p>

					Docelowe miejsca pracy dla absolwentów to m.in. biura konstrukcyjne w przemyśle lotniczym i kosmicznym, zakłady produkcji i remontu techniki lotniczej, obsługa bieżąca i remontowa statków powietrznych, ich napędów i wyposażenia [29] [8]. Kierunek skupia się głównie na wszelkich aspektach związanych z projektowaniem statków wysyłanych w przestrzeń kosmiczną, przez co nie pokrywa domen technologicznych związanych z gromadzeniem i analizą danych (downstream).
9.	Uniwersytet Wrocławski	Astronomia	14, 26	D	Studia I i II stopnia [7]. Przekazywana wiedza oparta jest na podstawach nauk matematyczno-fizycznych, m.in. na znajomości procesów fizycznych, budowy i ewolucji gwiazd, fizyki układów planetarnych, fizyki Słońca czy kosmologii. W czasie studiów student poznaje sposoby stosowania modeli matematycznych i fizycznych służących do opisu procesów zachodzących w obiektach astronomicznych, a także nauki formułowania problemów naukowych i metod ich rozwiązywania. Nauczane są także nowoczesne technologie związane m.in. z programowaniem w językach Fortran i Python.
10.	Politechnika Warszawska	Lotnictwo i kosmonautyka	1, 10, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25	U	Uczelnia oferuje kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka. Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) oraz II stopnia (magisterskie) kształcą studentów w zakresie wiedzy związanej z konstruowaniem statków powietrznych oraz technologii lotniczych i kosmicznych [8] . Kształcenie odbywa się na 4 specjalnościach: <ul style="list-style-type: none"> • Automatyka i Systemy Lotnicze;

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

					<ul style="list-style-type: none"> • Kosmonautyka; • Napędy Lotnicze; • Statki Powietrzne. <p>Absolwenci tego kierunku mogą znaleźć zatrudnienie w firmach przemysłu lotniczego i kosmicznego, jednostkach naukowych prowadzących prace badawczo-rozwojowe w sektorze lotniczym i kosmicznym, a także w firmach projektowych, produkcyjnych, zajmujących się eksploatacją i diagnostyką lotniczą. Kierunek skupia się głównie na wszelkich aspektach związanych z projektowaniem statków wysyłanych w przestrzeń kosmiczną, przez co nie pokrywa domen technologicznych związanych z gromadzeniem i analizą danych (downstream). W odróżnieniu od innych kierunków o tej samej nazwie, pokrywa niektóre domeny związane z kontrolą warunków życia ludzkiego w kosmosie.</p>
11.	Lotnicza Akademia Wojskowa w Dęblinie	Lotnictwo i kosmonautyka	1, 3, 10, 12, 13, 15, 17, 19, 20, 21, 23,	U	<p>Uczelnia oferuje kierunek Lotnictwo i Kosmonautyka. Kierunek cywilnych studiów I stopnia (inżynierskie) oraz II stopnia (magisterskie) kształcą studentów w zakresie konstrukcji i diagnostyki statków powietrznych oraz obiektów kosmicznych [9]. Oferuje 4 specjalności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pilotaż statku powietrznego; • Bezzałogowe statki powietrzne; • Awionika; • Inżynieria lotnicza.

					Według jednostki kierującej, absolwenci znajdują zatrudnienie w firmach z sektora lotniczego (zarówno konstrukcji oraz eksploatacji), służbach mundurowych, instytucjach samorządowych i komórkach reagowania kryzysowego. Kierunek skupia się głównie na wszelkich aspektach związanych z projektowaniem statków wysyłanych w przestrzeń kosmiczną, przez co nie pokrywa domen technologicznych związanych z gromadzeniem i analizą danych (downstream).
12.	Akademia Leona Koźmińskiego	Przedsiębiorczość w sektorze kosmicznym	11, 26	U	<p>Uczelnia oferuje kierunek Przedsiębiorczość w sektorze kosmicznym.</p> <p>Studia podyplomowe kształtujące w zakresie zarządzania projektami kosmicznymi, w szczególności w kwestii analizy ryzyka, wymogów technicznych, ekonomicznych i prawnych takiego przedsięwzięcia, a także pozyskiwania środków na projekty kosmiczne [10]. Studia te, wg. jednostki prowadzącej, kierowane są do kadr zarządzających przedsiębiorstwami sektora kosmicznego, pracowników instytucji publicznych, działów finansowych oraz działów zarządzania ryzykiem w przedsiębiorstwach działających w sektorze kosmicznym, inwestorów i założycieli start-upów [10].</p> <p>Kierunek można zakwalifikować głównie do domeny technologicznej 26 (Inne) ze względu na zdecydowaną większość przedmiotów dotyczących zarządzania, finansowania i aspektów prawnych związanych z projektami kosmicznymi.</p>

					Na kierunku realizowana jest również grupa zagadnień związanych z domeną 11, dotyczącą odpadów w przestrzeni kosmicznej. Na kierunku nie są realizowane żadne zagadnienia związane z analizą danych (downstream) – skupia się on na aspektach prawno-administracyjnych przygotowania misji/projektu kosmicznego.
13.	Szkoła Główna Handlowa w Warszawie	Zarządzanie przestrzenią kosmiczną w nowej gospodarce	26	U	<p>Uczelnia oferuje kierunek Zarządzanie przestrzenią kosmiczną w nowej gospodarce.</p> <p>Studia podyplomowe kształcące z wiedzy w zakresie aspektów prawnych, politycznych, organizacyjnych, finansowych i etycznych komercyjnego wykorzystania przestrzeni kosmicznej [11] .</p> <p>Kierunek dedykowany jest kadrom administracji rządowej, przedsiębiorstw produkcyjnych i świadczących usługi w sektorze kosmicznym, jednostek naukowo-badawczych, firm konsultingowych i doradczych, sektora militarnego, firm świadczących usługi satelitarne i nawigacyjne. Główne bloki tematyczne realizowane na kierunku związane są z przygotowaniem, finansowaniem i zarządzaniem projektem kosmicznym od strony prawno-administracyjnej – kierunek nie pokrywa żadnej z domen 1-25, zatem zakwalifikowano go do domeny 26 (Inne).</p>
14.	Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu	Astronomia	4, 26	U&D	<p>Uczelnia oferuje kierunek Astronomia.</p> <p>Studia I stopnia (licencjackie) z możliwością ich kontynuowania na II stopniu (magisterskie), kształcące z wiedzy w zakresie astronomii oraz obserwacji nieba. W ramach kierunku występują dwie specjalności:</p>

Thales Polska sp. z o.o.

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

tel.: +48 22 63 95 203

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

					<ul style="list-style-type: none"> • Astronomia obserwacyjna; • Zastosowanie sztucznych satelitów Ziemi. <p>Przedmioty realizowane na kierunku skupiają się wokół nauk związanych z mechaniką nieba, badaniami kosmicznymi, fotometrią czy astrofizyką gwiazdową, uzupełnionych o wiedzę z takich przedmiotów jak elektronika czy podstawy programowania. Według jednostki prowadzącej, miejsca pracy przyszłych absolwentów to m.in. instytucje edukacyjne, naukowe, finansowe oraz firmy informatyczne [12]. Kierunek głównie skupia się na aspektach poznawania zjawisk zachodzących w środowisku kosmicznym, jednakże realizowane są również zagadnienia związane z analizą danych pochodzących z przestrzeni kosmicznej (downstream).</p>
15.	<p>Politechnika Poznańska</p> <p>Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu</p>	Inżynieria kosmiczna	4, 9, 13, 26	U&D	<p>Politechnika Poznańska we współpracy z Uniwersytetem Adama Mickiewicza oferują kierunek Inżynieria Kosmiczna.</p> <p>Studia podyplomowe kształcące z wiedzy w zakresie sztucznych satelitów Ziemi i sond kosmicznych, technik satelitarnych, systemów telekomunikacji satelitarnej, teledetekcji, systemów obserwacyjnych oraz pozyskiwania i wykorzystania danych satelitarnych [13]. Kierunek ma przygotować absolwentów do aplikowania do polskich i międzynarodowych programów kosmicznych oraz planowania misji kosmicznych i pracy w szeroko pojętym sektorze kosmicznym.</p>

					Przedmioty realizowane na kierunku dotyczą zarówno aspektów inżynierskich misji kosmicznych jak i ich zaplecza prawno-administracyjnego.
16.	Politechnika Poznańska	Lotnictwo i kosmonautyka	15, 18, 19, 21, 23, 24	U	<p>Uczelnia oferuje kierunek Lotnictwo i kosmonautyka. Kierunek studiów I stopnia (inżynierskie) kształtujący studentów w zakresie wiedzy związanej z transportem lotniczym, w tym: bezpieczeństwa, logistyki, ekologii, eksploatacji, symulacji oraz bezzałogowych statków powietrznych [14]. Docelowe miejsca pracy absolwentów to porty lotnicze, przedsiębiorstwa spedycyjne, agencje ruchu, szeroko pojęty management transportu lotniczego [14]. Dostępnych jest 8 modułów obieralnych ukierunkowujących kształcenie:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bezpieczeństwo transportu lotniczego; • Ekologiczne aspekty transportu lotniczego; • Eksploatacja bezzałogowych statków powietrznych; • Eksploatacja statków powietrznych i napędy lotnicze; • Logistyka w lotnictwie; • Narzędzia symulacyjne w lotnictwie; • Niezawodność człowieka w lotnictwie; • Bezpieczeństwo transportu lotniczego. <p>Kształcenie można kontynuować na studiach II stopnia (magisterskich), na jednej z dwóch specjalności:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Bezzałogowe statki powietrzne; • Lotnictwo cywilne.

					Kierunek skupia się głównie na wszelkich aspektach związanych z projektowaniem statków wysyłanych w przestrzeń kosmiczną, przez co nie pokrywa domen technologicznych związanych z gromadzeniem i analizą danych (downstream).
17.	Akademia Górniczo- Hutnicza	Europejski Uniwersytet Kosmiczny dla Ziemi i Ludzkości	1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 21, 23, 24	U&D	Uczelnia nie oferuje dedykowanego kierunku kosmicznego, jednak jest jednym z twórców projektu UNIVERSEH. Dodatkowo uczelnia ta prowadzi liczne projekty obejmujące inżynierię kosmiczną, głównie dzięki powołaniu Studenckiego Zespołu Konstrukcyjnego AGH Space Systems (wielokrotnie nagradzanego, tworzącego łaziki, CanSaty, misje balonowe itd.) oraz stworzeniu (w listopadzie 2020) Centrum Technologii Kosmicznych AGH, którego zadaniem jest rozwijanie badań kosmosu oraz kształcenia na polu inżynierii kosmicznej. UNIVERSEH – Europejski Uniwersytet Kosmiczny dla Ziemi i Ludzkości [15]. Projekt z Erasmus+ (Europejskie Uniwersytety) - AGH rozwijać będzie kształcenie, naukę i technologie związane z badaniem i eksploracją kosmosu.
18.	Politechnika Rzeszowska	Lotnictwo i kosmonautyka	15, 18, 19, 21, 23, 24		Uczelnia oferuje kierunek Lotnictwo i Astronautyka [16] Wydział Budowy Maszyn i Lotnictwa Politechniki Rzeszowskiej prowadzi samodzielnie kształcenia na poziomie studiów I i II stopnia na kierunku: Lotnictwo i Kosmonautyka, w specjalnościach: płatowce, silniki lotnicze, awionika, pilotaż. Absolwenci posiadają gruntowną wiedzę, umiejętności i kompetencje w zakresie analizy, projektowania i konstrukcji urządzeń awionicznych, samolotów i silników lotniczych a także pilotażu.

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>Dzięki tej wiedzy posiadają umiejętności predysponujące ich do pracy zarówno w jednostkach projektowych pod kierunkiem doświadczonych menedżerów jak również przy obsłudze i nadzorze produkcji. Absolwenci uzyskują przygotowanie do pracy inżynierskiej związanej z wybraną specjalnością w zakresie: awioniki, płatowców, silników lotniczych. Absolwenci kierunku uzyskują umiejętności pilota zawodowego przygotowanego do podjęcia pracy pilota liniowego.</p>
19.	Uniwersytet Mikołaja Kopernika	Astronomia	14, 16	D	<p>Uczelnia oferuje kierunek Astronomia. Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej UMK prowadzi studia I i II stopnia [18]. Astronomia jest najstarszą z nauk przyrodniczych, a w stosowaniu matematyki do precyzyjnego przewidywania zjawisk wyprzedziła inne nauki o całe tysiąclecia. Odkrycia astronomiczne wciąż na nowo kształtują nasze wyobrażenie o świecie. Niektóre z nich, np. znajdowanie pozastonecznych układów planetarnych czy nowych, nieznanych planetoid w pobliżu Ziemi, trafiają na pierwsze strony gazet i czasopism. Studiowanie astronomii może więc stać się pasjonującą przygodą poznawczą oraz okazją do nawiązania międzynarodowej współpracy. Studia na astronomii dają również bardzo dobre przygotowanie w zakresie fizyki, matematyki i informatyki oraz obsługi nowoczesnej aparatury optycznej i elektronicznej.</p>

20.	Uniwersytet Jagielloński	Astrofizyka i kosmologia	14, 16, 26	D&U	<p>Kierunek [19] łączy klasyczne działy fizyki – mechanikę, mechanikę kwantową, ogólną teorię względności z elementami astrofizyki i kosmologii. Są to studia II stopnia. W ramach treści kierunkowych wykładanych jest kilkanaście kursów, w tym: metody numeryczne, struktura gwiazd, fizyka cząstek elementarnych pochodzenia kosmicznego, kosmologia teoretyczna i obserwacyjna. Studenci mogą uczestniczyć także w wykładach do wyboru spośród listy obejmującej ponad 20 kursów.</p> <p>Absolwent jest przygotowany do podjęcia pracy we wszystkich działach gospodarki rynkowej, w których mają zastosowanie: statystyczne przetwarzanie danych, cyfrowe przetwarzanie obrazu, komputerowe modelowanie ośrodków ciągłych oraz umiejętność analitycznego myślenia.</p>
21.		Astronomia	14, 26	U	<p>Studia I i II stopnia [7]. Program studiów obejmuje przedmioty z astronomii i fizyki teoretycznej oraz przedmioty kierunkowe takie jak: mechanika nieba, ogólna teoria względności, astrofizyka teoretyczna i obserwacyjna, astrofizyka wysokich energii, mechanizmy promieniowania oraz astronomia pozagalaktyczna i kosmologia. Program studiów przewiduje też przedmioty informatyczne obejmujące przetwarzanie danych pomiarowych, techniki wizualizacji danych, symulacje komputerowe zagadnień hydrodynamicznych. Studenci mają możliwość włączenia się w działalność naukową prowadzoną przez zespoły badawcze Obserwatorium Astronomicznego.</p>

22.	Politechnika Opolska	Lotnictwo i kosmonautyka	1, 10, 13, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 24, 25	U	Studia I stopnia [20] . Absolwent posiada wiedzę i praktyczne umiejętności w zakresie konstruowania, wytwarzania i eksploatacji statków powietrznych i obiektów kosmicznych. Wiedza ta, w odniesieniu do wszystkich prowadzonych specjalności, powinna obejmować nowoczesne technologie i środki informacyjne oraz wymagania międzynarodowych instytucji lotniczych.
23.	Uniwersytet Warszawski	Astronomia	14, 26	D	Studia I i II stopnia [21]. W ramach studiów na kierunku Astronomia można zdobyć wszechstronne wykształcenie w zakresie obserwacyjnych i teoretycznych metod badawczych astronomii oraz poznać współczesny stan wiedzy w tej dyscyplinie. Kierunek ma charakter kształcenia w dziedzinie podstawowej i obejmuje wiedzę potrzebną dla opisu i zrozumienia fizycznych mechanizmów stojących u podstaw zjawisk oraz budowy i ewolucji obiektów astronomicznych. Celem kształcenia jest też poznanie metod matematycznego modelowania i statystycznej weryfikacji tych modeli mogących też mieć szersze zastosowanie, a także rozwijanie kompetencji matematyczno-przyrodniczych absolwentów.

Tabela 5 Inne kierunki kształcenia zawierające zajęcia, w których treściach można znaleźć tematy dotyczące zagadnień związanych z kosmosem.

Kierunek kształcenia	Upstream/ Downstream/ Inne	Opis
Mechatronika	U, D	Kierunek techniczny oferujący kształcenie na polu projektowania i konstruowania komponentów mechanicznych i mechatronicznych, doboru i projektowania komponentów elektronicznych oraz tworzenia i utrzymywania oprogramowania kontrolującego pracę urządzeń. Ze względu na synergiczne połączenie mechaniki, elektroniki, informatyki i automatyki, absolwenci tego kierunku bardzo dobrze sprawdzają się w pracach inżynierskich w lotnictwie i kosmonautyce, zarówno w segmencie kosmicznym/powietrznym (pojazdy latające, systemy i podsystemy pojazdów) jak i naziemnym (infrastruktura, ale także teleskopy, radioteleskopy). Aktualna polska oferta to 63 kierunki o nazwie Mechatronika lub Inżynieria mechatroniczna prowadzona na 36 uczelniach [6].
Automatyka i Robotyka	U, D	Kierunek techniczny kształcący na polu projektowania i obsługi robotów oraz automatyzacji procesów i działań. W kontekście mechatroniki skupia się na węższym polu dotyczącym ściśle użytkowania i projektowania robotów oraz konkretnie automatyzacji procesów, obejmuje zatem zagadnienia związane z projektowaniem kinematyki robotów, zagadnieniami mechanicznymi (dobór napędów i przekładni), sterowaniem cyfrowym i analogowym oraz oprogramowaniem (zarówno firmware jak i software). Aktualna polska oferta to 47 kierunków o nazwie Automatyka i Robotyka prowadzona na 28 uczelniach [6].
Geodezja i Kartografia	D	Studia obejmujące zadania współczesnej geodezji i kartografii - tworzenie opracowań kartograficznych, monitoring budowli i środowiska, analizy geoprzestrzenne czy badania stanu prawnego nieruchomości. Studenci kształcą się na polu wyznaczania położenia obiektów przy pomocy techniki pomiarów naziemnych i satelitarnych.

		Na studiach realizowane są profile kształcenia, które przygotowują do wykonywania pomiarów geodezyjnych, teledetekcyjnych i fotogrametrycznych oraz ich numerycznego opracowywania i wizualizacji. Aktualna polska oferta to 44 kierunki o tej nazwie na 21 uczelniach [6].
Nawigacja	D	Studia obejmujące korzystanie z najnowocześniejszych systemów nawigacyjnych, nawigowanie w oparciu o słońce i gwiazdy, przewidywanie zjawisk atmosferycznych i pogody, wytyczanie bezpiecznych i szybkich tras morskich, wykorzystywanie nawigacji satelitarnej i radionawigacji. Ze względu na swoją specyfikę, silnie polegają na wiedzy dotyczącej astrofizyki oraz wykorzystania danych satelitarnych (zarówno meteorologicznych jak i z systemów pozycjonowania i nawigacji). Obejmują również komunikację satelitarną. Aktualna polska oferta to 9 kierunków o tej nazwie na 4 uczelniach [6].
Fizyka	U, D	Studia teoretyczne, obejmujące między innymi podstawy astronomii i astrofizyki, procesy gwiazdo- i planetotwórcze, ale także mechanikę orbitalną (orbity, trajektorie, prędkości ucieczki) oraz zjawiska termodynamiczne (silniki rakietowe i odrzutowe, radiacja) i astronomiczne (rozbłyski słoneczne, promieniowanie kosmiczne). Aktualna polska oferta to 37 kierunków o tej nazwie na 19 uczelniach [6]. Nie na wszystkich kierunkach treści związane z kosmosem są przekazywane jawnie (tzn. wymienione w programie kształcenia czy kartach przedmiotów).
Prawo i Administracja	U, D	Studia poruszające tematykę prawa kosmicznego, wywodzącego się ze względu na swoje powiązanie z prawem morskim i prawem morza. Obejmuje takie zagadnienia jak prawa własności, odpowiedzialność za wydarzenia i obiekty kosmiczne, śmieci kosmiczne i inne przypadki działalności kosmicznej. Pod kątem administracji studia oferują m.in. możliwość kształcenia się na polu zarządzania projektami kosmicznymi, a w szczególności zarządzanie i unikanie ryzyka, planowanie i zarządzanie projektami, zarządzanie cyklem życia misji oraz kontrolę zniszczeń. Aktualna polska oferta to 75 kierunków o nazwie Prawo i 247 kierunków o nazwie Administracja [6]. Nie na wszystkich kierunkach treści związane z kosmosem są przekazywane jawnie (tzn. wymienione w programie kształcenia czy kartach przedmiotów).

5. Powiązanie kierunków kształcenia z domenami technologicznymi esa

Stwierdzono, że każda domena technologiczna ESA znajduje pokrycie przynajmniej w jednym kierunku studiów realizowanym na polskich uczelniach. Często jednak nie są to dedykowane przedmioty, a tylko treści przekazywane podczas zajęć o tematyce bardziej ogólnej.

W Tabeli na następnej stronie pokazano ilościową i procentową liczbę kierunków studiów pokrywających daną domenę technologiczną.

Zdecydowana większość kierunków studiów prowadzona jest przez uczelnie techniczne i obejmuje tematykę związaną z projektowaniem mechanicznym i mechatronicznym, materiałoznawstwem, elektroniką, automatyką, robotyką oraz systemami informatycznymi, co odpowiada domenom TD13, TD15 i TD24. Z drugiej strony mamy domeny, które pokrywają nieliczne kierunki studiów, obejmują tematykę związaną z ładunkami i systemami RF - TD6, technologiami elektromagnetycznymi - TD7, inżynierią systemów - TD8, projektowaniem i kontrolą misji - TD9, optyką - TD16, jakością i bezpieczeństwem - TD25, a także stworzeniem i kontrolą warunków życia ludzi w przestrzeni kosmicznej - TD22. Pojedyncze kierunki mają w swoim programie kształcenia zajęcia, które związane są ściśle z odpadami kosmicznymi - TD11. Przy czym w tym przypadku zagadnienie omawiane jest często przy okazji innych przedmiotów np. na Politechnice Gdańskiej w ramach przedmiotu Mechatronika w zastosowaniach kosmicznych, jeden wykład poświęcony jest kosmicznym śmieciom. Często ta tematyka nie jest rozpatrywana pod kątem technicznych możliwości lecz w związku z zarządzaniem działalnością człowieka w przestrzeni kosmicznej i np. jest jednym z wielu tematów studiów podyplomowych realizowanych na Akademii Leona Koźmińskiego w Warszawie. Stosunkowo słabe pokrycie mają domeny związane z szeroko pojętym downstream. Większość uczelni skupia się na projektowaniu urządzeń i systemów wysyłane w przestrzeń kosmiczną.

Najbardziej "kosmicznymi" kierunkami kształcenia w Polsce, które powiązać można z największą liczbą domen technologicznych są: prowadzone w Trójmieście studia II stopnia Technologie Kosmiczne i Satelitarne [17] (wraz z prowadzoną wspólnie z Hochschule Bremen anglojęzyczną specjalnością Engineering and Management of Space Systems) [1], [2] oraz studia I stopnia Inżynieria Kosmiczna i Satelitarna realizowane przez WAT [22]. Kierunki te pokrywają zarówno większość domen związanych z projektowaniem inżynierskim, ale także część domen związanych z inżynierią systemów, projektowaniem i kontrolą misji i ochroną życia ludzkiego w kosmosie.

Większość kierunków studiów powiązanych jest lotnictwem i kosmonautyką (7 uczelni) czy astronomią. Kierunki ściśle technologiczne powstawały w Polsce w ostatnich latach, tj. mniej więcej 2014 - 2016.

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

Dodać należy, że kierunki kosmiczne i specjalności często nie są uruchamiane ze względu na słabe bądź zerowe zainteresowanie studentów, przez co teoretycznie uczelnia zapewnia kształcenie pokrywające niektóre TD, jednakże w praktyce treści te nie są nauczane.

Wspomnieć też należy o Sieci Uczelni Technicznych powstającej właśnie w Polsce z inicjatywy AGH. Na pierwszym spotkaniu było obecnych przedstawicieli 19 polskich uczelni i instytutów badawczych powiązanych z sektorem kosmicznym, tj: Wojskowa Akademia Techniczna, Centrum Badań Kosmicznych, Szkoła Główna Handlowa, Uniwersytet Przyrodniczy z Wrocławia, Politechnika Wroclawska, Politechnika Śląska, Politechnika Gdańska, Politechnika Warszawska, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu, Uniwersytet Zielonogórski, Politechnika Krakowska, Uniwersytet Jagielloński, Uniwersytet Ekonomiczny z Krakowa, Uniwersytet Adama Mickiewicza z Poznania. Akademia Leona Koźmińskiego, Akademia Górniczo-Hutnicza, Politechnika Białostocka, Politechnika Poznańska, Politechnika Rzeszowska.

W ramach powstającej sieci planowana jest wymiana studentów, wzajemna pomoc w dydaktyce i badaniach naukowych. Inicjatywa może przyczynić się do większego pokrycia domen technologicznych ESA przez kierunki kształcenia na polskich uczelniach.

Tabela 6 Pokrycie domen technologicznych ESA przez kierunki kształcenia

Domena Technologiczna ESA	Liczba kierunków w Polsce	Komentarz
TD 1: Pokładowe systemy danych	6	<p>Zielony – TD pokryte przez ponad połowę kierunków kształcenia</p> <p>Żółty – TD pokryte przez kilka kierunków kształcenia</p> <p>Pomarańczowy – TD pokryte przez nieliczne kierunki kształcenia</p> <p>Czerwony – TD nie mające pokrycia w kierunkach kształcenia</p>
TD 2: Oprogramowanie systemu kosmicznego	6	
TD 3: Energia elektryczna obiektu kosmicznego	5	
TD 4: Środowisko przestrzeni kosmicznej i jego efekty	6	
TD 5: Kontrola systemu kosmicznego	5	
TD 6: Ładunki i systemy RF	2	
TD 7: Technologie i techniki elektromagnetyczne	2	
TD 8: Projektowanie i weryfikacja systemu	2	
TD 9: Systemy operacji misji i danych naziemnych	2	
TD 10: Dynamika lotu i GNSS	7	
TD 11: Odpady kosmiczne	1	
TD 12: System i sieci stacji naziemnej	4	
TD 13: Automatyka, Teleobecność i Robotyka	12	
TD 14: Nauki przyrodnicze i fizyczne	8	
TD 15: Mechanizmy i tribologia	13	
TD 16: Optyka	3	
TD 17: Optoelektronika	5	
TD 18: Aerodynamika	7	
TD 19: Napęd	10	
TD 20: Struktury i pirotechnika	9	
TD 21: Termika	11	
TD 22: Ochrona i kontrola środowiska życia i wykorzystanie zasobów <i>in situ</i>	3	
TD 23: Podzespoły i jakość EEE	9	
TD 24: Materiały i procesy	12	
TD 25: Jakość, niezawodność i bezpieczeństwo	3	
TD 26: Inne	9	

Ponieważ kierunki kosmiczne należą do różnych dziedzin nauczania, nie ma więc jednej sklasyfikowanej grupy kierunków, wg której można by wykazać liczbę studentów lub absolwentów. W Raporcie Polskiej Agencji Kosmicznej o stanie kształcenia na poziomie wyższym w obszarze badań kosmicznych i satelitarnych w Polsce w roku akademickim 2017-2018 [30] zwrócono uwagę na niską sprawność kształcenia.

Z kilkunastu lub kilkudziesięciu przyjętych na studia kandydatów kończy je czasami tylko kilka osób. Potwierdzają to także dane uzyskane z Politechniki Gdańskiej, kształcącej od 2017 roku na kierunku Technologie Kosmiczne i Satelitarne na dwóch specjalnościach. W pierwszym roku przyjęto ponad sześćdziesięciu studentów, z których studia ukończyła połowa z nich. W kolejnych latach nabór wynosił między 20 a 30 osób z czego około połowa przystępowała do obrony pracy magisterskiej. Studia te współprowadzone są przez dwie uczelnie z Gdyni: Uniwersytet Morski i Akademię Marynarki Wojennej, które tylko w pierwszym roku działalności studiów miały nabór w ilości kilku studentów.

Niskie zainteresowanie w tych dwóch szkołach wyższych jest spowodowane znacznie bardziej atrakcyjną finansowo perspektywą ukończenia innych kierunków. Nowo otwarta specjalność międzynarodowa prowadzona przez Politechnikę Gdańską wspólnie z Hochschule Bremen (Niemcy) przyciągnęła w pierwszym roku 9 kandydatów z polski oraz 4 z Niemiec. Aktualnie studenci ci kończą drugi semestr studiów w niezmienionej liczbie. Nabór na nową edycję 2021/2022 właśnie trwa. Spodziewana jest większa liczba chętnych.

Bibliografia

- [1] "Study International Double Degree Master Degree Programme Engineering and Management of Space Systems - Degree programmes - HSB Hochschule Bremen." <https://www.hs-bremen.de/en/study/degree-programme/international-double-degree-master-degree-programme-engineering-and-management-of-space-systems/> (Dostęp Luty 19, 2022).
- [2] "Engineering and Management of Space Systems | Politechnika Gdańska." <https://pg.edu.pl/spacebrigade> (Dostęp Luty 19, 2022).
- [3] "W AGH przedstawiono założenia Sieci Uczelni Kosmicznych / Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie." <https://www.agh.edu.pl/aktualnosci/info/article/w-agh-predstawiono-zalozenia-sieci-uczelni-kosmicznych/> (Dostęp Luty 19, 2022).
- [4] J. Westman, "STM-277 ESA Technology Tree," Noordwijk, Netherlands, 2014. [Online]. Link: http://www.esa.int/About%7B_%7DUs/ESA%7B_%7DPublications/STM-277%7B_%7DESA%7B_%7DTechnology%7B_%7DTree.
- [5] "Szkolnictwo wyższe w roku akademickim 2020/2021 (wyniki wstępne)."
- [6] "Studia prowadzone na określonym kierunku - RAD-on: RAPORTY, ANALIZY, DANE." [Online]. Link: <https://radon.nauka.gov.pl/dane/studia-prowadzone-na-okreslonym-kierunku?pageNumber=1&pageSize=10&fieldName=name&sortOrder=ASC>.
- [7] "ASTRONOMIA, I stopnia stacjonarne - Rekrutacja | Uniwersytet Wrocławski Rekrutacja | Uniwersytet Wrocławski." [Online]. Link: <https://rekrutacja.uni.wroc.pl/kierunek/astronomia-i-stopnia-stacjonarne/>.
- [8] "Programy studiów - katalogi ECTS / Studia stacjonarne / Studia / MEiL / Strona główna - MEiL." [Online]. Link: <https://www.meil.pw.edu.pl/MEiL/Studia/Studia-stacjonarne/Programy-studiow-katalogi-ECTS>.
- [9] "Lotnictwo i Kosmonautyka - LAW." <https://www.wojsko-polskie.pl/law/Lotnictwo-i-kosmonautyka/> (Dostęp Luty 19, 2022).
- [10] "Studia Podyplomowe Przedsiębiorczość w sektorze kosmicznym - niestacjonarne - ALK Warszawa." [Online]. Link: <https://www.kozminski.edu.pl/pl/oferta-edukacyjna/studia-podyplomowe/przedsiębiorczosc-w-sektorze-kosmicznym-online>.
- [11] "Zarządzanie Przestrzenią Kosmiczną w Nowej Gospodarce." <https://ssl-oferta.sgh.waw.pl/pl/studiapodyplomowe/zarządzanie-przestrzenia-kosmiczna/Strony/default.aspx> (Dostęp Luty 19, 2022).

- [12] "Astronomia | Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu." [Online]. Link: <https://amu.edu.pl/kandydaci/kierunki-studiow/kierunki-na-litera-a/astronomia>.
- [13] "Inżynieria Kosmiczna w Poznaniu." [Online]. Link: <https://podyplomowe.studia.pl/poradniki/nowe-kierunki-podyplomowe/225-inzynieria-kosmiczna-w-poznaniu>.
- [14] "Lotnictwo i kosmonautyka | Politechnika Poznańska." [Online]. Link: <https://www.put.poznan.pl/kierunek/lotnictwo-i-kosmonautyka>.
- [15] "Universeh." [Online]. Link: <https://www.universeh.agh.edu.pl/>.
- [16] "lotnictwo i kosmonautyka, stacjonarne I stopnia :: System Internetowej Rekrutacji Politechniki Rzeszowskiej." [Online]. Link: <https://rekrutacja.prz.edu.pl/kierunek/MLD>.
- [17] "Technologie kosmiczne i satelitarne | WIMiO - Politechnika Gdańska." [Online]. Link: <https://wimio.pg.edu.pl/rekrutacja/studia-ii-stopnia/technologie-kosmiczne-i-satelitarne>.
- [18] "Astronomia - Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej - Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu." [Online]. Link: <https://www.fizyka.umk.pl/kandydat/astronomia-2/>.
- [19] "Astrofizyka i kosmologia - Wydział Fizyki, Astronomii i Informatyki Stosowanej Uniwersytetu Jagiellońskiego." [Online]. Link: <https://fais.uj.edu.pl/astrofizyka-i-kosmologia>.
- [20] "Lotnictwo i kosmonautyka - Wydział Mechaniczny." [Online]. Link: <https://wm.po.edu.pl/lotnictwo-i-kosmonautyka/>.
- [21] "Studia drugiego stopnia - Wydział Fizyki Uniwersytetu Warszawskiego." [Online]. Link: <https://www.fuw.edu.pl/studia-drugiego-stopnia.html>.
- [22] "Inżynieria kosmiczna i satelitarna - Wojskowa Akademia Techniczna." [Online]. Link: <https://www.wojsko-polskie.pl/wat/studia-cywilne-inzynieria-kosmiczna-i-satelitarna/>.
- [23] "Lotnictwo i kosmonautyka - Wojskowa Akademia Techniczna." [Online]. Link: <https://www.wojsko-polskie.pl/wat/studia-cywilne-lotnictwo-i-kosmonautyka/>.
- [24] "Czy Inżynieria kosmiczna to kierunek studiów odpowiadający na potrzeby rynku? | Politechnika Łódzka." [Online]. Link: <https://p.lodz.pl/arch/pl/czy-inzynieria-kosmiczna-kierunek-studiow-odpowiadajacy-na-potrzeby-ryнку>.



- [25] “Inżynieria kosmiczna | Rekrutacja - Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.” [Online].
Link: <https://rekrutacja.uwm.edu.pl/node/content/inzynieria-kosmiczna#axzz7Duh38Wps>.
- [26] “Inżynieria kosmiczna | Rekrutacja - Uniwersytet Warmińsko-Mazurski.”
<https://rekrutacja.uwm.edu.pl/node/content/inzynieria-kosmiczna#axzz7LLy835P1>
(Dostęp Luty 19, 2022).
- [27] “Politechnika Śląska | Studia I stopnia.” [Online]. Link:
<https://www.polsl.pl/rt/start/ksztalcenie/studia-1-stopnia/>.
- [28] Wyższa Szkoła Handlowa we Wrocławiu, “Usługa - Studia Podyplomowe. Sektor kosmiczny - Analizy satelitarne i lotnicze,” Wrocław. [Online]. Link:
<https://uslugirozwojowe.parp.gov.pl/wyszukiwarka/uslugi/drukuj-pdf?id=427584>.
- [29] “Lotnictwo i kosmonautyka / Wydział Mechaniczno-Energetyczny.” [Online]. Link:
<https://wme.pwr.edu.pl/kandydaci/oferta-studiow-i-stopnia/lotnictwo-i-kosmonautyka>.
- [30] “Publikacje - POLSA.” [Online]. Link: <https://polsa.gov.pl/o-nas/publikacje/>.