

RAPORT:

POLSKI SEKTOR KOSMICZNY 2025



Notka autorska

Autorzy rozdziałów:

- 3. Zarys historii rozwoju polskiego sektora kosmicznego w okresie 2012–2024
- 4. Trend New Space
- 6. Pozycja konkurencyjna polskich firm kosmicznych w Europie
- 7. Specjalizacje
- 11. Współpraca międzynarodowa
- 12. Perspektywy rozwoju w latach 2024–2030

Zespół Centrum Studiów Kosmicznych Akademii Leona Koźmińskiego w Warszawie:

dr hab. Katarzyna Malinowska, dr Piotr Kaczmarek-Kurczak, Michał Sz wajewski, Kaja Hopej.

Autor rozdziałów:

- 5. Struktura podmiotowa
- 8. Otoczenie sektora kosmicznego
- 9. Inwestycje i finansowanie w sektorze kosmicznym
- 10. Zatrudnienie i rozwój kadr

Paweł Pacek, Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.

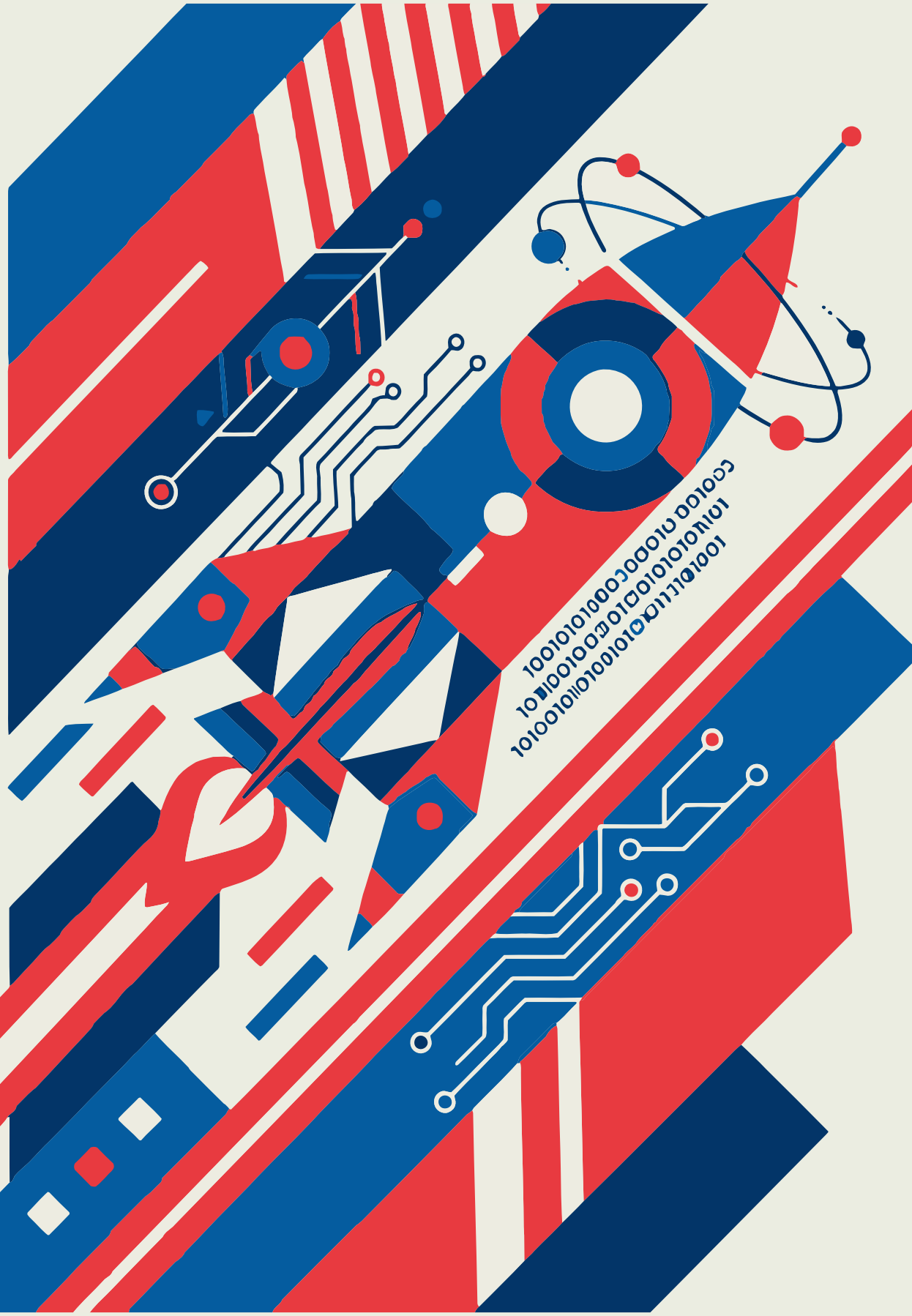
Zespół redakcyjny:

Paweł Pacek, Marcin Kacprzak, Kinga Augustyn.(Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.)

Podziękowania:

Serdecznie dziękujemy wszystkim osobom i instytucjom, które wsparły powstanie niniejszej publikacji swoją wiedzą, uwagami i życzliwością na etapie konsultacji i recenzji. Państwa zaangażowanie pomogło nadać raportowi właściwą precyzję, kompletność i przejrzystość.

SPIS TREŚCI





1	SŁOWO OD PREZESA	5
2	WSTĘP	6
3	SKRÓT ZARZĄDCZY I METODOLOGIA RAPORTU	6
4	ZARYS HISTORII ROZWOJU POL- SKIEGO SEKTORA KOSMICZNEGO	8
5	TREND NEW SPACE	12
6	STRUKTURA PODMIOTOWA	22
7	POZYCJA KONKURENCYJNA POLSKICH FIRM KOSMICZNYCH W EUROPIE	38
8	SPECJALIZACJE	49
9	OTOCZENIE SEKTORA KOSMICZNEGO	60
10	INWESTYCJE I FINANSOWANIE W SEKTORZE KOSMICZNYM	72
11	ZATRUDNIENIE I ROZWÓJ KADR	83
12	WSPÓŁPRACA MIĘDZYNARODOWA	93
13	PERSPEKTYWY ROZWOJU W LATACH 2024 – 2030	108
14	BIBLIOGRAFIA I WYKAZ SKRÓTÓW	121



Bartłomiej Babuška, Prezes Zarządu ARP S.A.

Przestrzeń kosmiczna od dawna przestała być jedynie domeną nauki i badań akademickich, a stała się ważnym elementem współczesnego państwa, filarem bezpieczeństwa, innowacji i konkurencyjności gospodarki.

Technologie satelitarne, dane z obserwacji Ziemi, nawigacja, komunikacja i systemy bezpieczeństwa przenikają dziś niemal każdą dziedzinę życia - od rolnictwa i energetyki, przez transport i logistykę, po planowanie strategiczne i obronność. Polska, jako członek Unii Europejskiej i aktywny partner NATO, umacnia swoją pozycję w domenie kosmicznej, a krajowy sektor przechodzi dynamiczną transformację - od klasycznych programów rządowych w kierunku nowoczesnego, komercyjnego ekosystemu.

Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. od lat podnosi potencjał polskiego przemysłu kosmicznego, dostrzegając jego ogromną wartość dla gospodarki, społeczeństwa i bezpieczeństwa narodowego. Korzystają z tego zarówno przedsiębiorstwa, które tworzą nowoczesne platformy satelitarne, systemy pokładowe i instrumenty naukowe, jak i instytuty badawcze oraz programy edukacyjne kształcące elitarne kadry inżynierskie.

Dzięki zaangażowaniu publicznemu i partnerstwom międzynarodowym Polska zyskuje realną możliwość nie tylko uczestnictwa, ale także kreowania nowych rozwiązań i standardów w europejskim oraz światowym sektorze kosmicznym.

Oddając w Państwa ręce niniejszy raport, pokazujemy pełny obraz krajowego sektora kosmicznego - jego aktualne możliwości, strukturę podmiotową, potencjał technologiczny i kadrowy, a także perspektywy dalszego rozwoju. Podkreślamy przy tym rolę Agencji jako partnera wspierającego przedsiębiorców w komercjalizacji technologii, zwiększaniu ich udziału w programach europejskich i sojuszniczych, a także w budowaniu krajowej przewagi konkurencyjnej.

Niech ten raport będzie swoistym przewodnikiem po świecie polskiego sektora kosmicznego pokazującym, że Polscy przedsiębiorcy mają zarówno kompetencje, jak i ambicje, aby w pełni wykorzystać przestrzeń kosmiczną dla dobra obywateli, rozwoju innowacji i wzmocnienia bezpieczeństwa państwa.

Zapraszamy do lektury i współtworzenia przyszłości, w której technologie kosmiczne stają się fundamentem nowoczesnego państwa i źródłem trwałej wartości dla całego kraju.

Bartłomiej Babuška, Prezes Zarządu Agencji Rozwoju Przemysłu S.A.



Łukasz Kotapski, Wiceprezes Zarządu ARP S.A.

Celem niniejszego raportu jest przedstawienie aktualnego stanu rozwoju polskiego sektora kosmicznego oraz identyfikacja kluczowych czynników determinujących jego dalszy wzrost. Opracowanie prezentuje strukturę branży, jej główne specjalizacje technologiczne, potencjał kadrowy oraz wyzwania stojące przed dalszym rozwojem krajowego ekosystemu kosmicznego. Raport wskazuje również możliwe kierunki działań obejmujące rozwój narodowych systemów obserwacji Ziemi, wzmocnienie roli integratorów systemów kosmicznych, wsparcie finansowania wczesnych etapów rozwoju technologii oraz dalszy rozwój kompetencji kadrowych.

Polski sektor kosmiczny znajduje się obecnie w istotnym etapie rozwoju. W ostatnich latach obserwujemy przyspieszenie procesów technologicznych, organizacyjnych oraz inwestycyjnych, które stopniowo wzmocniają pozycję krajowych podmiotów w europejskim i globalnym ekosystemie gospodarki kosmicznej.

Polskie przedsiębiorstwa, instytuty badawcze oraz ośrodki akademickie coraz aktywniej uczestniczą w projektach związanych z rozwojem technologii satelitarnych, budową komponentów systemów kosmicznych oraz przetwarzaniem danych pochodzących z obserwacji Ziemi.

Istotną rolę w procesie rozwoju krajowego ekosystemu technologii kosmicznych odgrywa Agencja Rozwoju Przemysłu S.A., której działania koncentrują się na wspieraniu modernizacji przemysłu, budowaniu kompetencji technologicznych oraz wzmocnianiu zdolności polskich przedsiębiorstw do funkcjonowania w międzynarodowych łańcuchach wartości.

W tym kontekście sektor kosmiczny stanowi jeden z obszarów o szczególnym znaczeniu dla rozwoju nowoczesnej gospodarki opartej na wiedzy i zaawansowanych technologiach.

Kompetencje krajowego sektora kosmicznego obejmują obecnie szerokie spektrum obszarów technologicznych. Należą do nich między innymi mechanika i robotyka kosmiczna, konstrukcja małych satelitów, systemy pokładowe, zaawansowane oprogramowanie oraz analityka danych satelitarnych. Dynamiczny rozwój tych kompetencji umożliwia polskim podmiotom aktywne uczestnictwo w międzynarodowych projektach technologicznych oraz budowanie specjalizacji w wybranych segmentach rynku kosmicznego. To właśnie ta różnorodność i specjalizacja stanowią fundament dalszego wzrostu.

Istotnym impulsem dla dalszego rozwoju sektora pozostaje współpraca międzynarodowa. Polskie podmioty coraz częściej uczestniczą w projektach realizowanych w ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej, inicjatyw NATO oraz programów prowadzonych przez NASA. Udział w tego rodzaju przedsięwzięciach sprzyja transferowi wiedzy i technologii, a także wzmocnia zdolność krajowych firm do funkcjonowania w globalnych łańcuchach wartości sektora kosmicznego.

Globalny sektor kosmiczny przechodzi obecnie istotną transformację. Tradycyjny model rozwoju technologii kosmicznych, określany jako Old Space, oparty głównie na dużych programach rządowych, stopniowo ustępuje miejsca bardziej elastycznemu i rynkowemu podejściu New Space. W nowym modelu rośnie rola przedsiębiorstw prywatnych, startupów technologicznych oraz innowacyjnych modeli biznesowych opartych na danych satelitarnych. Spadające koszty wynoszenia ładunków na orbitę oraz rozwój technologii miniaturyzacji satelitów tworzą nowe możliwości gospodarcze dla przedsiębiorstw działających w sektorze wysokich technologii.

Wierzę, że konsekwentna realizacja tych działań pozwoli Polsce umocnić pozycję regionalnego lidera w obszarze technologii kosmicznych oraz w pełni wykorzystać strategiczny i gospodarczy potencjał przestrzeni kosmicznej. Jako przedstawiciele branży jesteśmy gotowi aktywnie współtworzyć ten proces.

Łukasz Kotapski, Wiceprezes Zarządu Agencji Rozwoju Przemysłu S.A.

Wstęp

Technologie i usługi kosmiczne otwierają nową erę rozwoju społeczno-gospodarczego, stając się krytyczną infrastrukturą współczesnej cywilizacji. Sektor łączy zaawansowaną inżynierię systemów (upstream), przetwarzanie i dystrybucję danych (midstream) oraz szerokie spektrum zastosowań rynkowych (downstream). Dane obserwacji Ziemi, nawigacja, łączność satelitarna i usługi bezpieczeństwa przenikają dziś niemal każdą dziedzinę – od administracji publicznej i zarządzania kryzysowego, przez energetykę i rolnictwo, po logistykę i finansowe łańcuchy dostaw.

Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. oddaje w Państwa ręce raport prezentujący strukturę oraz uwarunkowania rozwoju polskiego sektora kosmicznego, opracowany na podstawie analiz ilościowych i jakościowych. W badaniu wykorzystano dane statystyczne, przegląd raportów branżowych oraz analizę porównawczą trendów międzynarodowych.


Istotnym elementem opracowania były badania własne, obejmujące ankiety skierowane do podmiotów sektora kosmicznego oraz pogłębione wywiady z przedstawicielami branży i ekspertami. Łącznie przeanalizowano odpowiedzi firm, uzupełnione o kilkanaście wywiadów eksperckich oraz dane publicznie dostępne dotyczące działalności przedsiębiorstw.

Zakres raportu obejmuje analizę struktury podmiotowej sektora, jego segmentów rynkowych oraz relacji między podażą i popytem. Szczególną uwagę poświęcono obszarom specjalizacji technologicznej, modelom działalności przedsiębiorstw oraz ich pozycji w europejskim ekosystemie kosmicznym.

W warunkach rosnącej cyfryzacji szczególnego znaczenia nabierają dane satelitarne jako zasób wspierający procesy decyzyjne państwa oraz funkcjonowanie gospodarki. Kluczowym obszarem rozwoju jest integracja danych z różnych źródeł oraz ich przetwarzanie z wykorzystaniem chmury obliczeniowej i narzędzi sztucznej inteligencji.

Istotnym elementem ekosystemu są rozwiązania związane z zarządzaniem infrastrukturą kosmiczną i bezpieczeństwem operacyjnym, w tym monitorowaniem ruchu obiektów na orbicie, ochroną infrastruktury krytycznej oraz wdrażaniem standardów zrównoważonego wykorzystania przestrzeni kosmicznej.

Raport dostarcza uporządkowanej analizy polskiego sektora kosmicznego, obejmującej jego strukturę, główne segmenty działalności oraz uwarunkowania rozwoju. W kolejnych rozdziałach przedstawiono m.in. historię sektora, jego aktualną organizację, specjalizacje technologiczne, źródła finansowania, sytuację kadrową oraz zakres współpracy międzynarodowej.

Opracowanie zawiera również analizę pozycji konkurencyjnej polskich podmiotów na tle Europy oraz identyfikuje kluczowe wyzwania i obszary wymagające dalszego wzmocnienia. 

Skrót zarządczy i metodologia raportu

Znaczenie technologii i usług kosmicznych

- Technologie i usługi kosmiczne stały się elementem infrastruktury krytycznej nowoczesnego państwa. Obejmują obserwację Ziemi, nawigację satelitarną, łączność oraz systemy świadomości sytuacyjnej w przestrzeni kosmicznej.
- Dane i usługi satelitarne wspierają kluczowe polityki publiczne: bezpieczeństwo i obronność, zarządzanie kryzysowe, planowanie przestrzenne, rolnictwo, gospodarkę wodną, energetykę, transport oraz finanse.
- Łańcuch wartości obejmuje trzy warstwy: segment produkcyjny i inżynieryjny (platformy, ładunki, urządzenia), przetwarzanie i dystrybucję danych, a także zastosowania w administracji i gospodarce. Największy potencjał wzrostu dotyczy dziś warstwy usług i aplikacji.

Globalny krajobraz

- Stany Zjednoczone utrzymują przewagę dzięki skali inwestycji publicznych i prywatnych, rozwiniętej współpracy z przemysłem oraz rosnącej roli komercyjnych konstelacji satelitarnych w zadaniach publicznych.
- Chiny konsekwentnie rozbudowują zdolności satelitarne i nośne, rozwijając własny łańcuch dostaw oraz integrując programy cywilne i wojskowe.
- Europa, poprzez Unię Europejską i Europejską Agencję Kosmiczną, koncentruje się na autonomii danych i usług (m.in. programy obserwacji Ziemi i nawigacji), interoperacyjności oraz standardach zrównoważonego użytkowania przestrzeni kosmicznej. Wyzwaniem pozostaje rozproszenie popytu oraz niedostateczna skala finansowania niektórych obszarów.

Polska – aktualny stan i potencjał

- Polska dysponuje rosnącymi kompetencjami w zakresie obserwacji Ziemi (w tym radarowej), analityki danych, robotyki i mechanizmów kosmicznych, oprogramowania pokładowego oraz systemów naziemnych do przechowywania i udostępniania danych.
- Udział polskich podmiotów w programach Europejskiej Agencji Kosmicznej, Unii Europejskiej i inicjatywach sojusznicznych przekłada się na stały wzrost portfela projektów i kompetencji.
- Główne luki dotyczą niewystarczającej liczby podmiotów zdolnych do integracji złożonych systemów, ograniczonej komercjalizacji własnych produktów oraz rozproszenia zamówień publicznych.



- Popyt po stronie administracji i gospodarki rośnie. Coraz większe znaczenie mają stałe usługi o gwarantowanych parametrach, zamiast jednorazowych projektów pilotażowych.

Wybrane inicjatywy i zdolności (horyzont 2024–2027)

- Zawarte porozumienia z Europejską Agencją Kosmiczną w sprawie budowy krajowych satelitów obserwacyjnych (optycznych i radarowych) oraz porządkowanie segmentu naziemnego tworzą podstawy do uruchomienia usług operacyjnych do 2027 roku.
- Współpraca międzynarodowa, w tym w ramach NATO, sprzyja integracji krajowych zasobów z sojuszniczą architekturą pozyskiwania i przetwarzania danych.
- Rozszerzane są programy stażowe i szkoleniowe, a działania edukacyjne po misji na Międzynarodową Stację Kosmiczną wzmacniają krajową bazę talentów.

Wyzwania rozwojowe

- W obszarze technologii niezbędne jest zwiększenie liczby projektów osiągających wysokie poziomy gotowości technologicznej oraz przekształcanie prototypów w stabilne produkty i usługi.
- Po stronie popytu konieczne jest przejście od rozproszonych zleceń do długoterminowych umów na świadczenie usług danych z jasno określonym poziomem jakości i bezpieczeństwa.
- W obszarze regulacji priorytetem jest przyjęcie i wdrożenie ustawy o działalności kosmicznej, w tym mechanizmów licencjonowania, nadzoru, krajowego rejestru obiektów kosmicznych oraz zasad odpowiedzialności i ubezpieczeń.
- W finansowaniu brakuje instrumentów wspierających wzrost przedsiębiorstw między etapem prototypu a rynkową usługą, w tym zamówień przedkomercyjnych oraz mechanizmów współfinansowania z sektorem prywatnym.
- W zakresie kadr potrzebne są programy kształcenia i utrzymania specjalistów, w szczególności w obszarach operacji satelitarnych, przetwarzania danych i bezpieczeństwa.

Rekomendacje strategiczne (horyzont 2026–2030)

- Zrealizować krajowy program satelitarny obejmujący satelity obserwacyjne oraz w pełni funkcjonalny segment naziemny, zapewniający nieprzerwany dostęp do danych i ich bezpieczne udostępnianie użytkownikom publicznym i gospodarczym.
- Utworzyć mechanizm zamówień publicznych ukierunkowanych na rozwój kompetencji integracyjnych

w kraju, tak aby zwiększać liczbę projektów osiągających wysoką gotowość technologiczną i pozostawiających kluczowe kompetencje w Polsce.

- Ustandaryzować rynek usług danych satelitarnych dla administracji poprzez wspólne specyfikacje, umowy ramowe oraz rozliczanie oparte na uzgodnionych rezultatach i poziomach jakości.
- Przyjąć i wdrożyć ustawę o działalności kosmicznej wraz z aktami wykonawczymi, obejmującymi licencjonowanie, nadzór, krajowy rejestr obiektów oraz zasady odpowiedzialności i ubezpieczeń.
- Wykorzystać najbliższą Radę Ministerialną Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz instrumenty Unii Europejskiej do wejścia w programy o najwyższym dopasowaniu do krajowych kompetencji i potrzeb administracji.
- Zapewnić zgodność krajowych inwestycji z wymaganiami sojuszniczymi oraz ze standardami środowiskowymi, w tym z zasadami ograniczania powstawania odpadów kosmicznych i bezpiecznego kończenia misji.
- Rozszerzyć programy rozwoju kadr oraz instrumenty finansowe wspierające przejście od badań i prototypów do stabilnych usług rynkowych, z udziałem kapitału publicznego i prywatnego.

Perspektywy

Polska ma możliwość wzmocnienia pozycji w europejskim ekosystemie kosmicznym, szczególnie w obszarach obserwacji Ziemi i przetwarzania danych, robotyki i mechanizmów kosmicznych, świadomości sytuacyjnej w przestrzeni kosmicznej oraz usług opartych na chmurze i nowoczesnej analizie danych. Warunkiem jest konsekwentne przejście od projektów do usług operacyjnych, domknięcie ram prawnych i wykorzystanie europejskich instrumentów finansowania do budowy trwałej przewagi konkurencyjnej krajowych przedsiębiorstw.

Metodologia

Raport opiera się na metodach ilościowych (statystyki, raporty), jakościowych (ankiety, wywiady, publikacje branżowe) oraz analizie porównawczej (benchmarking, trendy). Ankiety wysłano do 60 członków ZPSK; z 30 kluczowymi podmiotami skontaktowano się bezpośrednio, a łącznie uzyskano odpowiedzi (ankieta oraz wywiady) od 10 firm. Dodatkowo przeprowadzono badanie z 15 ekspertami (15 wypowiedzi) i uzupełniono je analizą publicznie dostępnych danych o przedsiębiorstwach. Zakres obejmował ofertę produktowo-usługową, strategię i plany rozwoju, źródła pozyskiwania kadr oraz ocenę sektora (innowacyjność, finansowanie, talenty/kompetencje, wsparcie rządowe) i obszary technologii, w których polskie firmy mogą konkurować w Europie. 🚀

Zarys historii rozwoju polskiego sektora kosmicznego w okresie 2012 – 2024

Niniejszy rozdział ma na celu przedstawienie historii rozwoju polskiego sektora kosmicznego w latach 2012- 2024, a więc począwszy od przystąpienia Rzeczypospolitej Polskiej do Europejskiej Agencji Kosmicznej. W tym celu zawiera on analizę przystąpienia Polski do ESA i znaczenie tego przystąpienia dla rozwoju sektora, ewolucję uczestnictwa Polski w finansowaniu programów ESA, a także efekty Programu Wsparcia Polskiego Przemysłu (Polish Industry Incentive Scheme - PLIIS). Drugim zagadnieniem analizowanym w poniższym rozdziale jest utworzenie Polskiej Agencji Kosmicznej, jej zadania, status i ewolucja jej pozycji.

Polska w Europejskiej Agencji Kosmicznej

Przystąpienie Polski do ESA

Przystąpienie Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej zostało sfinalizowane 19 listopada 2012 roku, gdy Polska stała się 20. państwem członkowskim tej organizacji.

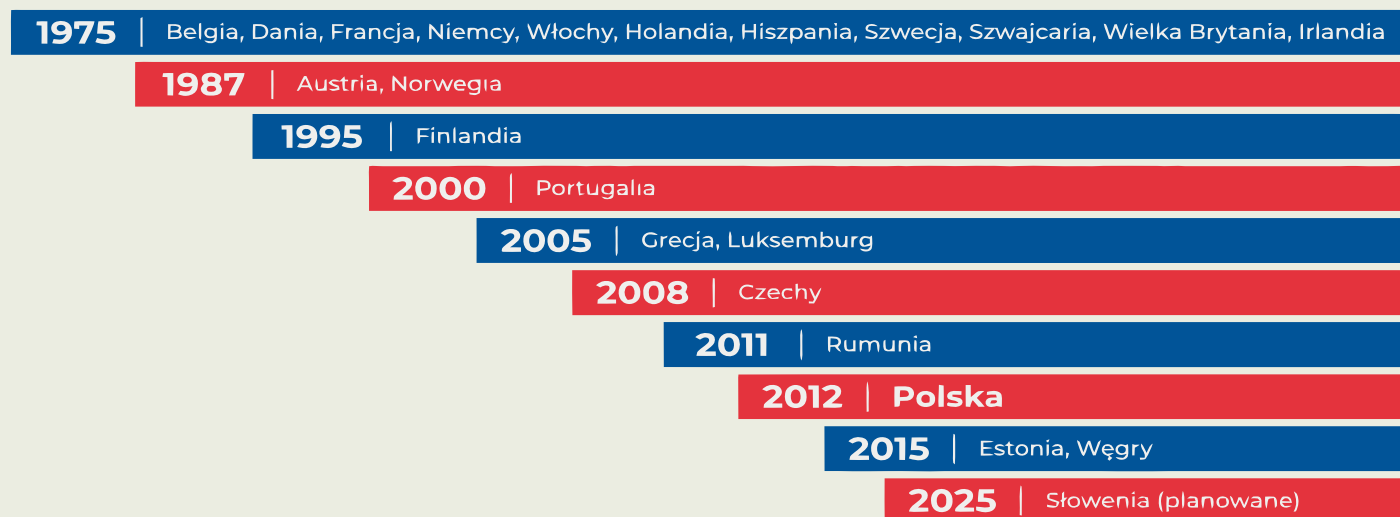
Proces akcesyjny rozpoczął się 13 lipca 2012 roku, kiedy

Rada ESA jednomyślnie zaakceptowała członkostwo Polski.¹ Następnie, 13 września 2012 r.² w Warszawie dokonano wymiany dokumentów akcesyjnych, a 12 listopada tego samego roku nastąpiła ratyfikacja przez Prezydenta Rzeczypospolitej Polskiej³, za zgodą Sejmu i Senatu wyrażonej w ustawie.⁴ Członkostwo w ESA miało dla polskiego sektora niezwykle doniosłe znaczenie, pozwalając firmom sektora na uczestnictwo w projektach finansowanych i nadzorowanych przez Agencję, pozyskiwanie partnerów w europejskim sektorze kosmicznym nowych partnerów gospodarczych oraz czerpanie z bogatego doświadczenia ESA i innych krajów członkowskich.⁵

Ewolucja uczestnictwa Polski w finansowaniu programów ESA

Po uzyskaniu pełnego członkostwa ESA nastąpił znaczący wzrost zaangażowania finansowego Polski w programy ESA. W 2016 roku, podczas Rady Ministerialnej ESA, Polska zadeklarowała swój pierwszy znaczący wkład w wysokości 45 mln EUR na programy opcjonalne oraz 75 mln EUR na działania obowiązkowe.⁶ Na kolejnej Radzie Ministerialnej w 2019 roku poziom deklaracji został utrzymany na zbliżonym poziomie - 39 mln EUR na programy opcjonalne i 78 mln EUR na działania obowiązkowe.⁷

Rys. 1. **Sekwencja przystępowania do Konwencji ESA** przez poszczególne państwa członkowskie



Źródło: opracowanie własne autorów.

1 ESA, 2012.

2 POLSA, 2012-2022.

3 Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, 2012.

4 Ustawa z dnia 24 października 2012 r.

5 POLSA, 2012-2022.

6 Morel de Westgaver, 2022.

7 Tamże; Polska Agencja Kosmiczna, 2021, s. 36.



Przełomowym momentem w historii finansowania programów ESA przez Polskę był rok 2023, kiedy zdecydowano o znacznym zwiększeniu zaangażowania finansowego. Polska zadeklarowała wówczas dodatkowe 360 mln EUR na lata 2023-2025, co oznacza wzrost z 116 do 496 mln EUR.⁸ To zwiększenie finansowania spowodowało, że Polska awansowała do grupy krajów europejskich o największych nakładach inwestycyjnych w technologii kosmiczne.

Program Wsparcia Polskiego Przemysłu (PLIIS)

Okres przejściowy, określony w art. 6 Umowy o przystąpieniu Polski do ESA, trwał do 31 grudnia 2019⁹ r. W tym czasie działał Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS)¹⁰ – standardowy dla nowych członków ESA, uzgadniany indywidualnie w umowie akcesyjnej. Mechanizm przewidywał, że 45% polskiej składki obowiązkowej zostanie przeznaczona na konkursy wyłącznie dla podmiotów z Polski¹¹, by dostosować przemysł, operatorów i naukę do wymogów ESA. Budżet 52 mln EUR (45% składki) przełożył się na 487 wniosków i 210 projektów wybranych do realizacji¹². Dzięki PLIIS Polska w latach 2016–2018 osiągała ponadprzeciętną stopę zwrotu składek do ESA¹³, program ułatwił też firmom wejście do sieci partnerów ESA i rozwinął ich kompetencje do udziału w programach obowiązkowych i opcjonalnych.¹⁴

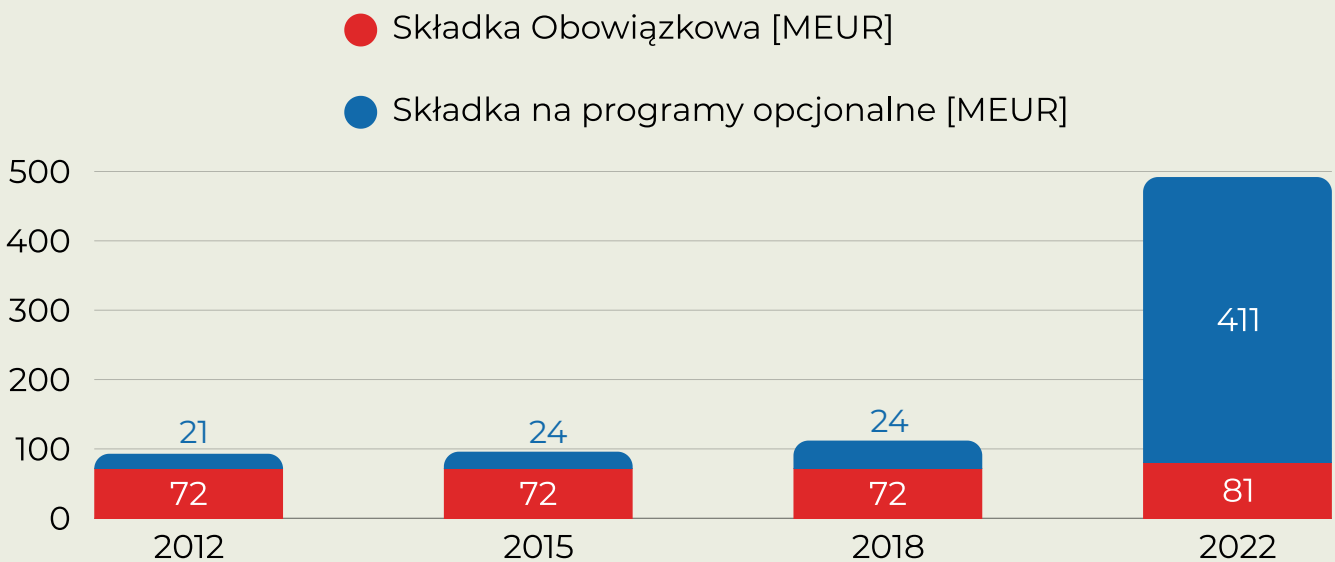
Stan realizacji projektów PLIIS na koniec okresu jego obowiązywania, tj. na koniec 2019 roku prezentował się następująco: 98 projektów (48%) zostało z sukcesem zamkniętych, 95 projektów (46,6%) znajdowało się w toku realizacji, a zaledwie 8 projektów (3,9%) zostało anulowanych.¹⁵

Polska Agencja Kosmiczna – zadania, status, ewolucja

Polska Agencja Kosmiczna (POLSA) została utworzona na podstawie ustawy z dnia 26 września 2014 r. o Polskiej Agencji Kosmicznej. Jej zadaniem, zgodnie z pierwotnym brzmieniem ustawy (art. 3 ust. 1) była realizacja zadania w zakresie badań i rozwoju techniki kosmicznej, w tym inżynierii satelitarnej oraz ich zastosowania dla celów użytkowych, gospodarczych, obronnych, bezpieczeństwa państwa oraz naukowych. Tego rodzaju ambitna misja przypominała funkcje niektórych spośród największych agencji kosmicznych na świecie, takich jak amerykańska NASA, niemiecka DLR czy francuska CNES, istotnie reali-

zujących samodzielne badania naukowe i rozwój techniczny, w oparciu o znaczne środki publiczne. Zgodnie z tymże pierwotnym założeniem, w celu realizacji swoich zadań Agencja miała kompetencję do tworzenia zakładów i laboratoriów (art. 3 ust. 4).

Rys. 2. **Ewolucja wysokości deklarowanych składek Polski do ESA.**



Źródło: Źródło: opracowanie własne autorów na podstawie informacji POLSA.

8 Polska Agencja Kosmiczna, 2024, s. 16.

9 Wachowicz, 2017, s. 43.

10 Umowa pomiędzy Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Europejską Agencją Kosmiczną z dnia 30 maja 1975 r.

11 NIK, 2023, s. 77.

12 Polska Agencja Kosmiczna, 2021, s. 48.

13 Sektorowa Rada ds. Przemysłu Lotniczo-Kosmicznego, 2020, s. 143.

14 ESA, 2017.

15 Tamże.

Kolejnym ważnym zadaniem było zapewnianie spójności polskiej polityki kosmicznej realizowanej w ramach programów narodowych i międzynarodowych, w tym programów Unii Europejskiej, a także analizowanie, pod względem ekonomicznym i technicznym, realizacji projektów przygotowywanych i wdrażanych przez polskie podmioty w ramach tychże programów (art. 3 pkt 2 i 6). Oznaczało to przyznanie POLSA kluczowej w obszarze przestrzeni kosmicznej roli w systemie centralnych instytucji państwowych. Zadaniu temu odpowiadało poddanie POLSA nadzorowi Prezesa Rady Ministrów. Wreszcie, rolą POLSA było reprezentowanie polskiego interesu gospodarczego i naukowego w dziedzinie badania i użytkowania przestrzeni kosmicznej na arenie międzynarodowej, w szczególności w ramach uczestnictwa w programach Unii Europejskiej, Europejskiej Agencji Kosmicznej, Europejskiej Organizacji Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych (EUMETSAT) i Europejskiej Agencji Obrony (EDA). Więcej na temat uczestnictwa Polski w inicjatywach europejskich i światowych – w rozdziale 11.

Gruntowną zmianę misji POLSA przyniósł rok 2019, kiedy to ustawą z dnia 13 czerwca 2019 r. o zmianie ustawy o Polskiej Agencji Kosmicznej oraz ustawy o działach administracji rządowej zakres zadań POLSA został gruntownie przemodelowany. W wyniku tej zmiany, zadaniem POLSA nie jest już samodzielna realizacja zadań “w zakresie badań i rozwoju techniki kosmicznej”, lecz wykonywanie zadań w zakresie wspierania przemysłu kosmicznego, badań, użytkowania przestrzeni kosmicznej, rozwoju techniki kosmicznej,

w tym inżynierii satelitarnej oraz wykorzystania badań i ich wyników do celów użytkowych, gospodarczych, obronnych, bezpieczeństwa państwa i naukowych. Według komentarzy przedstawicieli Rady Ministrów, celem tej zmiany było ustalenie, że POLSA nie powinna być instytucją, która zajmuje się inżynierią kosmiczną sama w sobie, lecz raczej prowadzeniem działalności doradczej dla osób decyzyjnych i jednocześnie agencją wykonawczą, która wspiera i współpracuje z firmami, a z drugiej strony współpracuje z instytucjami takimi jak NCBiR.¹⁶ W zmienionym brzmieniu swojej ustrojowej regulacji w dalszym ciągu POLSA zachowała możliwość zakładania i prowadzenia zakładów i laboratoriów.

Równocześnie nadzór nad POLSA powierzono ministrowi właściwemu do spraw gospodarki, zgodnie w celu odzwierciedlenia modelu hierarchicznego usytuowania agencji kosmicznej przyjętego w większości innych państwach członkowskich ESA.¹⁷ Według uzasadnienia projektu ww. ustawy zmieniającej, w innych państwach europejskich agencje kosmiczne podlegają ministrowi odpowiedzialnemu za politykę kosmiczną, którym jest zwykle minister właściwy w sprawach gospodarki, przemysłu lub nauki/badań, nie zaś szefowi rządu. Zbiegło się to z powierzeniem polskiemu ministrowi właściwemu ds. gospodarki innych zadań dotyczących polityki kosmicznej.

POLSA prowadzi intensywną i stale rozwijającą się działalność w zakresie współpracy międzynarodowej, w tym

Rys. 3. **Centrum Obserwacyjne Polskiej Agencji Kosmicznej w Bezmiechowej**



Źródło: POLSA.

¹⁶ Space24.pl, 2018.

¹⁷ Rządowy projekt ustawy o zmianie ustawy o Polskiej Agencji Kosmicznej oraz ustawy o działach administracji rządowej (druk 3086), s. 2 - 3.



z agencjami kosmicznymi innych krajów, a także działalności w zakresie międzynarodowej promocji polskiego sektora kosmicznego. Szczególnie znamienne jest zawarcie w 2021 r. tzw. "Artemis Accords" (Porozumienia Artemis) z NASA, deklarującego zasady współpracy Polski ze Stanami Zjednoczonymi i innymi państwami w zakresie badania i wykorzystania przestrzeni kosmicznej oraz wspólne rozumienie norm międzynarodowego prawa kosmicznego. POLSA prowadziła także organizację zagranicznych misji gospodarczych dla przedstawicieli polskiego sektora kosmicznego, w celu promocji działalności sektora, choć liczba takich misji w ostatnich latach zmalała. Współpraca międzynarodowa polskiego sektora kosmicznego jest przedmiotem analizy w rozdziale 11 Raportu.

Ważnym i stałym wątkiem w działalności POLSA jest inicjowanie studiów wykonalności w celu identyfikacji i analizy potencjalnych kierunków rozwoju technologii kosmicznych w Polsce, a także organizacja konferencji branżowych.

Istotną domeną działalności POLSA jest wspieranie działań edukacyjnych dotyczących przestrzeni kosmicznej kierowanych do dzieci i młodzieży. Od 2019 r. POLSA wspiera działalność kół studenckich i organizację studenckich konferencji naukowych, a w roku 2020 r. z inicjatywy Prezesa POLSA Michała Szaniawskiego powołano Radę Studentów przy Prezesie Polskiej Agencji Kosmicznej.

Jedną z inicjatyw o dużym znaczeniu jest podejmowana przez POLSA misja budowy infrastruktury związanej z europejskim programem EUSST (EU Space Surveillance and Tracking). Opiera się ona na budowie sieci obserwacyjnej, z pomocą, której pozyskiwane są dane obserwacyjne z polskich sensorów dla celów krajowych i EUSST, pozwalających świadczyć usługi na potrzeby oceny ryzyka kolizji obiektów orbitalnych, jak i ich niekontrolowanego powrotu na Ziemię. Rozpoczęcie operacyjnego wykorzystania infrastruktury miało miejsce w roku 2019 w ramach działalno-

ści Narodowego Centrum Operacyjnego SSA POLSA. Polskie aktywa SST wykorzystywane przez POLSA obejmują stacje optyczne w Europie, Ameryce Północnej, Ameryce Południowej, Afryce i Australii i na Hawajach, a także Centrum Obserwacyjne Polskiej Agencji Kosmicznej w Bezmiechowej. Centrum Obserwacyjne przeznaczone jest do prowadzenia obserwacji przestrzeni kosmicznej, satelitów na orbicie okołoziemskiej, jak również służy do wspierania procesów dydaktycznych i szkoleniowych. Jego funkcje obejmują zarówno zadania operacyjne w tym zakresie, jak i wspieranie testów instrumentów do obserwacji przestrzeni kosmicznej.¹⁸

Począwszy od 2022 roku wdrażany, a następnie utrzymywany był Narodowy System Informacji Satelitarnej (NSIS), tj. krajowy system odbioru, przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych satelitarnych.

Efekty przystąpienia Polski do struktur Europejskiej Agencji Kosmicznej przeanalizowano również w ankiecie przedstawionej podmiotom polskiego sektora kosmicznego. Z analizy tych ankiet, a także ze źródeł publicznych (Katalog ZPSK) wynika, że znacząca większość przedsiębiorstw rozpoczęła działalność po przystąpieniu Polski do ESA i wtedy też zawarła swoje pierwsze umowy na realizację projektów kosmicznych (rok 2016 i później). Ponadto 80% ankietowanych firm zostało założonych od razu jako firmy kosmiczne, a 20% prowadziło początkowo działalność innego rodzaju. Większość firm wskazała w ankietach, że ich pierwsi pracownicy wywodzili się spoza sektora kosmicznego, w tym na przykład mechanicy oraz programiści. zatrudnieni wcześniej w innych branżach. Powyższe oznacza, że przystąpienie Polski do ESA miało znaczący wpływ na rozwój sektora kosmicznego w Polsce, jednakże sektor ten znajduje się na początkowym etapie i nie jest sektorem dojrzałym, gdyż zasadniczo jako branża nie istniał przez przystąpieniem Polski do ESA.¹⁹

PODUMOWANIE

- W 2012 roku Polska stała się dwudziestym członkiem Europejskiej Agencji Kosmicznej, co zapoczątkowało rozwój krajowego sektora kosmicznego, w tym znaczący wzrost nakładów publicznych na projekty kosmiczne.
- W latach 2012-2024 kluczową rolę w rozwoju sektora odegrały Europejska Agencja Kosmiczna, jako organizator rynku zamówień w obszarze technik kosmicznych, Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. jako inwestor w kluczowych podmiotach sektora, a także Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, oraz utworzona w 2014 roku Polska Agencja Kosmiczna.

Trend New Space

New Space oznacza przejście od dominacji państwowych programów do bardziej otwartego, komercyjnego modelu rozwoju kosmosu. Prywatny kapitał, szybkie cykle iteracji i standaryzacja obniżają bariery wejścia oraz zmieniają łańcuch wartości. Rozdział pokazuje, gdzie powstają nowe przewagi konkurencyjne oraz jak ta transformacja wpływa na role podmiotów w Polsce. Wskazujemy obszary najszybszej komercjalizacji i implikacje dla polityk publicznych oraz instrumentów wsparcia. Na tej podstawie identyfikujemy szanse dla firm w upstream, midstream i downstream.

Ewolucja Old Space w New Space

Krajobraz działalności kosmicznej, określane często jako tzw. ery Old Space zaczął kształtować się wraz z wyniesieniem na orbitę pierwszego sztucznego satelity - Sputnika 1 w 1957 roku. Funkcjonujący w tym okresie tradycyjny model działalności kosmicznej skoncentrowany był wokół rządowych programów kosmicznych, a podmioty w nim działające często wywodziły się z programów obronnych i lotniczych, ściśle powiązanych z agencjami rządowymi w ramach wieloletnich projektów.¹ Misje prowadzone w przestrzeni kosmicznej były ukierunkowane głównie na interesy dwóch mocarstw tj. Stanów Zjednoczonych oraz Związku Socjalistycznych Republik Radzieckich i dotyczyły celów wojskowych oraz początkowych etapów nauki o eksploracji kosmosu. W okresie zimnej wojny rządy tych państw sprawowały pełną kontrolę nad programami kosmicznymi i rozwojem technologii umożliwiających wyniesienie rakiet, sond i ludzi na niską orbitę okołoziemską, a w efekcie doprowadziły do załogowego lotu na Księżyc.² Pozostałe kraje były biernymi obserwatorami coraz bardziej zaawansowanych osiągnięć dokonywanych w przestrzeni kosmicznej przez USA i ZSRR. Aktywność kosmiczna narodziła się bezpośrednio ze wzrostu arsenałów nuklearnych głównych światowych mocarstw, dlatego wojskowy charakter był stałym elementem towarzyszącym podejmowanemu w tym kierunku wysiłkom. Prace nad kosmicznymi instrumentami ostrzegania, namierzania oraz rozpoznania stały się priorytetem, ze względu na zmiany geopolityczne wynikające m.in. z zakończenia zimnej wojny.³ Rywalizacja o kontrakty obronne m.in. na produkcję paliwa czy innych komponentów w Stanach Zjednoczonych⁴ przyczyniła się znacząco do rosnącej komercjalizacji i tworzenia powiązań z sektorem prywatnym w celu wspierania rządowych działań w przestrzeni kosmicznej.⁵

Zdominowana przez rządy działalność kosmiczna, charakteryzująca się wysoce złożonymi systemami, najnowocześniejszą technologią oraz wysokimi barierami wejścia na rynek, była wówczas niedostępna dla przedsięwzięć komercyjnych (z pewnymi wyjątkami dotyczącymi usług wynoszenia czy segmentów komunikacji satelitarnej).⁶ Sektor prywatny funkcjonował w formie wykonawców programów publicznych, uzależniając swoją działalność od finansowania instytucjonalnego.⁷ Posługując się modelem przykładem - od początków istnienia NASA (dalej także jako „Agencja”), firmy komercyjne były zaangażowane w projekty Agencji jako kontrahenci. W ramach programów takich jak Apollo, Mercury, Gemini i Space Shuttle, NASA zatrudniała wykonawców do opracowywania głównie technologii związanych ze statkami kosmicznymi i pojazdami nośnymi. Ze względu na koncentrację Agencji na rządowych misjach kosmicznych, działalność wykonawców podlegała stałej kontroli i ścisłemu nadzorowi.⁸ Od późnych lat sześćdziesiątych do lat osiemdziesiątych, USA przekształciły swoje działania z postawy czysto obronnej w kierunku dominacji technologicznej, skupiając się bardziej na możliwościach wynoszenia na orbitę, a nie tylko na rozwoju satelitów. NASA podpisała wówczas kilka kontraktów z producentami rakiet na produkcję pojazdów nośnych (ELV) w celu wyniesienia satelitów na LEO, MEO oraz GEO, a także późniejszego lotu załogowego.⁹ Agencja, zlecając produkcję rakiet na zewnątrz, korzystała z mechanizmu przetargowego kilku gigantów kosmicznych, nadzorując tym samym produkcję rakiet przez te podmioty, sama zaś świadcząc usługi startowe.¹⁰ Dopiero w latach 80 nastąpiło stopniowe przekazywanie rutynowych operacji kosmicznych sektorowi prywatnemu, przez zwolenników działalności komercyjnej.¹¹

Podsumowując, firmy działające w modelu Old Space musiały mierzyć się z długimi horyzontami inwestycyjnymi, a także przedłużającymi się cyklami rozwojowymi, ze względu na czasochłonność projektowania i realizacji misji kosmicznych oraz na długie okresy finansowania. Głównymi odbiorcami usług i produktów będących rezultatem działalności kosmicznej w tradycyjnym modelu były rządy i ich agencje, a charakter działalności kosmicznej zdominowany był przez potrzeby obronne. Ograniczenia eksportowe z tego wynikające utrudniały świadczenie usług na arenie międzynarodowej. Ze względu na niewielką liczbę firm i związaną z tym ograniczoną konkurencję, skala produkcji była niewielka, ukierunkowana na pojedyncze produkty jak w przypadku satelitów czy sond kosmicznych.¹²

1 OECD, 2023, s. 6-7.

2 Pisen, 2024, s. iii; 33; 132.

3 Pasco, 2021, s. 77.

4 Prywatne firmy na rynku kosmicznym w latach 80 i 90 obejmowały kilku wykonawców z sektora obronnego m.in. Lockheed Martin, McDonell Douglas Astronautics Corporation i Raytheon.

5 Pisen, 2024, s. iii; 33; 132.

6 ESPI, 2017, s. 1.

7 ESPI, 2019, s. 1.

8 NASA, 2014, s. 2.

9 Pasco, 2021, s. 77.

10 Trabelsi Loeb, 2021.

11 NASA, 2014, s. 2.

12 Baber & Ajala, 2024, s. 6-7.



Działalność kosmiczna w latach 90 i 2000 stopniowo zaczęła ulegać zmianie, obejmując coraz głębszą integrację działań rządowych i sektora prywatnego, co w konsekwencji doprowadziło do powstania infrastruktury komercyjnej. Wraz z końcem zimnej wojny współpraca międzynarodowa (a nie jak dotychczas konflikt międzynarodowy) stała się główną siłą napędową rozwoju zarówno rządowych, jak i komercyjnych programów kosmicznych¹³, co w konsekwencji stworzyło nowe możliwości dla większego kręgu interesariuszy sektora kosmicznego, a co najistotniejsze, dla prywatnych przedsięwzięć kosmicznych. Tym samym od tego czasu, a w szczególności od początków XXI wieku mamy do czynienia z rozwojem nowego trendu tzw. New Space.

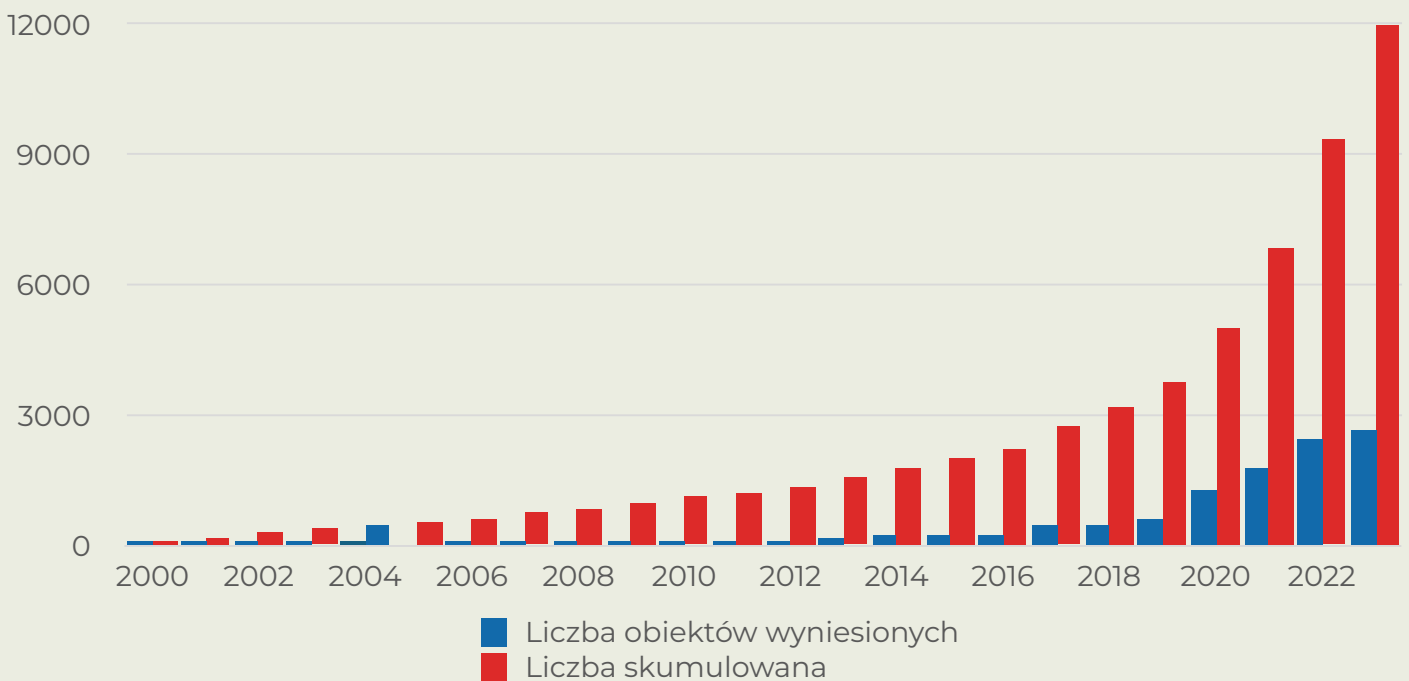
New Space w kontekście globalnym oraz polskim

Pojęcie New Space pojawiło się w obrocie przed mniej więcej dwudziestu laty i używane jest w celu podkreślenia wspomnianych wyżej zmian zachodzących w sektorze kosmicznym, tj. dynamicznego wzrostu liczby przedsięwzięć komercyjnych, realizowanych przez podmioty prywatne, niezwiązane z administracją rządową.¹⁴ Chociaż pierwsze kroki w kierunku wykorzystania technologii kosmicznych na potrzeby cywilne poczyniono już w latach 80 XX wieku, za początek tego trendu uznaje się dopiero powstanie i rozwój firm takich jak SpaceX, Virgin Galactic czy Blue

Origin. Od tamtego czasu, a w szczególności po uzyskaniu pierwszych kontraktów od NASA i po pierwszych udanych startach rakiet z serii Falcon,¹⁵ nastąpił dynamiczny rozwój prywatnego sektora kosmicznego, a współpraca biznesu z administracją pogłębia się. Jednocześnie zmieniający się w ostatnich latach charakter działalności kosmicznej eliminuje wyłączną kontrolę nad przestrzenią kosmiczną ze strony sił obrony narodowej, wywiadu oraz agencji rządowych¹⁶, a sektor stał się coraz bardziej otwarty na działalność prywatną.

Firmy New Space w porównaniu z tradycyjnymi firmami kosmicznymi są mniej zależne od wsparcia rządowego. Wraz z ewolucją działalności kosmicznej w kierunku New Space nastąpiła redukcja kosztów związanych m.in. z usługami wynoszenia na orbitę (w tym również rakiet wielokrotnego użytku), rozwojem megakonstelacji czy wprowadzaniem nowych zastosowań z konstelacji mikro- i nanosatelitów, a także rozwojem nowych technologii (tj. produkcja w przestrzeni kosmicznej, turystyka kosmiczna, czy serwisowanie na orbicie). Do zmiany paradygmatu działalności kosmicznej z tradycyjnego sektora kosmicznego w kierunku nowego modelu przyczyniły się ponadto miniaturyzacja systemów oraz instrumentów kosmicznych, innowacyjne rozwiązania w zakresie samego wynoszenia wielu satelitów na orbitę a także rozwój technologii przechowywania, przetwarzania i analizy danych.¹⁷

Rys. 4. Liczba satelitów rocznie wysyłana na orbitę w latach 2000-2023



Źródło: <https://ourworldindata.org/space-exploration-satellites>

13 Sadeh, 2002 s. xvii.
 14 OECD, 2023, s. 6-7.
 15 Malik, 2019.
 16 Sadeh, 2002 xvii; 337.
 17 OECD, 2019; OECD, 2023.

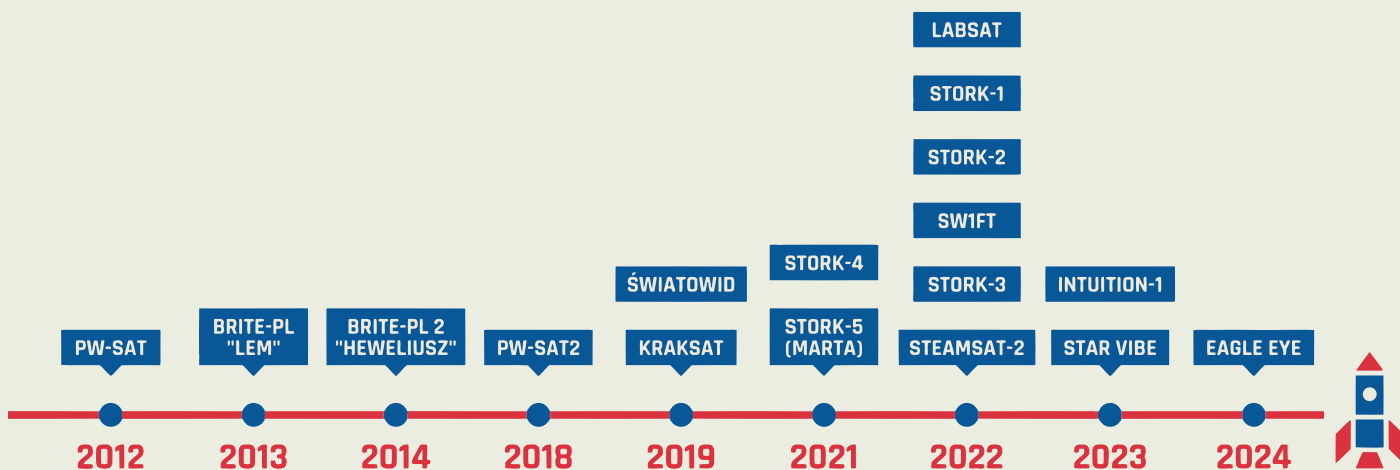
W konsekwencji powyższych działań, obecnie mamy do czynienia z wynoszeniem ponad 2,5 tysiąca satelitów rocznie, z czego 87% w 2022 roku pochodziło od komercyjnych operatorów (Wykres 1).¹⁸ Według Stowarzyszenia Przemysłu Satelitarnego (ang. Satellite Industry Association – SIA) do końca 2023 r. Ziemię okrążyło łącznie 9 691 aktywnych satelitów, co stanowi wzrost o 361% w ciągu ostatnich pięciu lat.¹⁹ Wartość gospodarki kosmicznej oszacowano w 2023 roku między 570 a 630 miliardów dolarów z perspektywą osiągnięcia poziomu 1,8 biliona dolarów do 2035 roku (Wykres 2).²⁰

W przypadku Polski trend New Space cechuje bardzo podobna charakterystyka, niemniej pojawił się on później niż na Zachodzie (dołączenie do ESA nastąpiło w 2012 roku), a do tego lokalne przedsiębiorstwa operują w nieco innych niszach przemysłu kosmicznego. Przykłady polskich firm i produktów opisane zostały w sekcji 3.4 niniejszego rozdziału, w tym miejscu jednak warto zwrócić uwagę na znaczną koncentrację na oprogramowaniu, optyce, małych satelitach czy podzespółach. Jednocześnie brak jest takich projektów jak budowa dużych rakiet czy górnictwo kosmiczne. Różnice w polskim New Space względem in-

nych państw wynikają z małej dojrzałości sektora oraz trudności w pozyskiwaniu finansowania. Mimo to trajektoria zmian jest podobna jak w innych państwach Europy – widoczny jest rosnący udział sektora prywatnego oraz pozarządowych form finansowania.

Tak kształtujące się środowisko działalności kosmicznej w oczywisty sposób sprzyja większemu natężeniu konkurencji, co z kolei wymusza na firmach poszukiwanie sposobów na redukcję kosztów, czy szerzej - na optymalizację efektywności produkcji. Rozwój New Space niesie za sobą wiele obietnic, niemniej stan obecny to wciąż wczesny etap. Rosnąca ilość danych satelitarnych i jej znacznie większa niż kiedyś dostępność może przekształcić się w istotną wartość nie tylko dla biznesu, ale też dla nauki. Zaś rozwój rakiet wielokrotnego użytku, bardziej efektywnych paliw i mechanizmów tankowania na orbicie pozwala na pierwsze, ograniczone rozważania na temat dalszej eksploracji tzw. głębokiego kosmosu. Nie ulega wątpliwości, że zjawisko New Space jest warte zainteresowania i rozważenia w kontekście strategii przedsiębiorstw na całym świecie. W związku z rozszerzeniem liczby i większym zróżnicowaniem

Rys. 5. **Polskie satelity wyniesione w przestrzeń kosmiczną począwszy od 2012 roku.**



Źródło: POLSA.

¹⁸ Mathieu & Roser, Our World in Data.

¹⁹ SIA, 2024.

²⁰ Space Foundation, 2024.



uczestników rynku przekształceniu ulega dynamika całego sektora²¹. Tradycyjne, tj. pochodzące ze środków publicznych finansowanie projektów zostało uzupełnione przez kapitał prywatny, w postaci znanej z innych gałęzi biznesu – od środków własnych (często należących do tzw. „aniołów biznesu”), przez pożyczki, Private Equity aż po fundusze Venture Capital. Ewolują również modele biznesowe oraz propozycja wartości, czego przykładem mogą być firmy specjalizujące się w produkcji podzespołów, budowie satelitów różnych wielkości, rozwijaniem technologii serwisowania na orbicie, usługach lokalizacyjnych czy szerokim spektrum wykorzystania danych satelitarnych na potrzeby badawcze, administracyjne i biznesowe.

Szczególnie wartym uwagi jest rozwój prywatnych form finansowania sektora New Space. Jak wynika z European Space Policy Institute (ESPI) w latach 2014-2023 głównym motorem napędzającym rozwój europejskich startupów kosmicznych było właśnie finansowanie typu Venture Capital (dalej także jako „VC”). Dominacja tego modelu finansowania utrzymywała się również w 2023 roku, gdzie transakcje VC stanowiły większość (63 transakcje, 90% całkowitej wartości). Inwestycje VC, pomimo spadku liczby transakcji, wzrosły o 6% w porównaniu z 2022 rokiem (z 809 mln EUR do 85 mln EUR w 2023 r.) stanowiąc 91% udziału w inwestycjach. Wśród najbardziej znaczących rodzajów inwestycji w 2023 r. znalazło się również finansowanie dłużne oraz przejęcia (sytuujące się na trzeciej pozycji wśród rodzajów inwestycji).²² Poziom aktywności rodzimych funduszy VC inwestujących w technologie kosmiczne na polskim rynku jest niski. Wartym uwagi jest z pewnością fundusz OTB Ventures (mający swoje biura w Amsterdamie oraz w Warszawie), będący wiodącą firmą VC inwestującą m.in. w firmy technologiczne na wczesnym etapie rozwoju, które prowadzą prace badawczo-rozwojowe w Europie Środkowo Wschodniej.²³ Wśród spółek portfelowych funduszu znajduje się m.in. ICEYE, któremu OTB Ventures towarzyszy od 2018 roku²⁴ a także ClearSpace SA. Ponadto fundusz znajduje się wśród instrumentów inwestycyjnych programu CASSINI Space Entrepreneurship Initiative 2021-2027.²⁵ Polski rynek Venture Capital coraz częściej dostrzega potencjał technologii deeptech. Przykładem polskiego start-upu który otrzymał finansowanie w ramach wstępnej rundy finansowania od polskich funduszy venture capital tj. Sunfish Partners, Freya Capital, bValue i aniołów biznesu jest Liftero.²⁶

Poza tym coraz częściej pojawiają się inicjatywy zapew-

niające instrumenty mające na celu zagospodarowanie rynku wysokich technologii. Jednym z takich programów jest TechHub²⁷ stworzony w Polskim Funduszu Rozwoju, który zidentyfikował technologie kosmiczne (NewSpace) jako kluczową branżę w ramach programu.²⁸ Tech Hub umożliwia inwestycje w przedsięwzięcia technologiczne o wartości przekraczającej 50 milionów złotych, obejmujące zarówno zaangażowanie kapitałowe lub instrumenty dłużne a także modele hybrydowe.

Rozwój rynków i nowe obszary działalności New Space

Opisany w poprzedniej sekcji ekosystem sektora kosmicznego ma wpływ na rozwój nowych rynków i obszarów działalności kosmicznej skierowanych do prywatnych klientów indywidualnych a nie jak to miało miejsce w tradycyjnym modelu – wyłącznie do sektora rządowego. O ile w początkowych etapach ery New Space kluczowymi czynnikami napędzającymi nowe zastosowania kosmiczne i generacje mniejszych systemów kosmicznych były cyfryzacja oraz miniaturyzacja, od kilku lat mamy do czynienia ze wzrostem wykorzystania danych i sygnałów z satelitów, które trafiają bezpośrednio do produktów konsumenckich na rynku masowym oraz znajdują powszechne zastosowanie zarówno w operacjach rządowych jak i komercyjnych.²⁹ Obniżenie kosztów wynoszenia na orbitę w przeliczeniu na kilogram (Tabela 1), pojawienie się nowego trendu przedsiębiorczości w postaci małych komercyjnych satelitów oraz standaryzacja prowadząca do rozwoju technologii kosmicznych opartych na znormalizowanych komponentach lub nawet całych systemach to jedne z głównych obszarów zmian w sposobie w jakim obecnie myślimy o eksploracji przestrzeni kosmicznej.³⁰

Rysunek 6. Koszt wyniesienia 1kg ładunku na niską orbitę ziemską (LEO) w latach 2000-2025. Dane za lata 2000–2019 pochodzą z opracowania własnego na podstawie materiału źródłowego raportu; punkty 2020/2023/2025 mają charakter kotwic referencyjnych opartych na publicznie ogłaszanych cenach i udźwigach: Falcon 9 — 62 mln USD / 22,8 t (~2,72 tys. USD/kg) oraz 67 mln USD / 22,8 t (~2,94 tys. USD/kg); Falcon Heavy — 97 mln USD / 63,8 t (~1,52 tys. USD/kg). Źródła: NASA NTRS (H.W. Jones 2018, 2023) oraz dane katalogowe/parametry nośników.

Komercyjna branża satelitarna w 2023 roku osiągnęła wartość 285 miliarda dolarów, odpowiadając za 71 % światowego biznesu kosmicznego³¹, tym samym pozostając

21 OECD, 2023.

22 ESPI, 2023, s. 8-9.

23 Komisja Europejska, 2021.

24 Uczestnicząc w rundzie finansowania w 2018 roku (Seria B), 2020 (Seria C) i 2022 roku (Seria D).

25 Umowa inwestycyjna podpisana z OTB Ventures Fund II, wrzesień 2022 r. Zobacz więcej w: European Commission.

26 Liftero, 2023.

27 PFR, 2023.

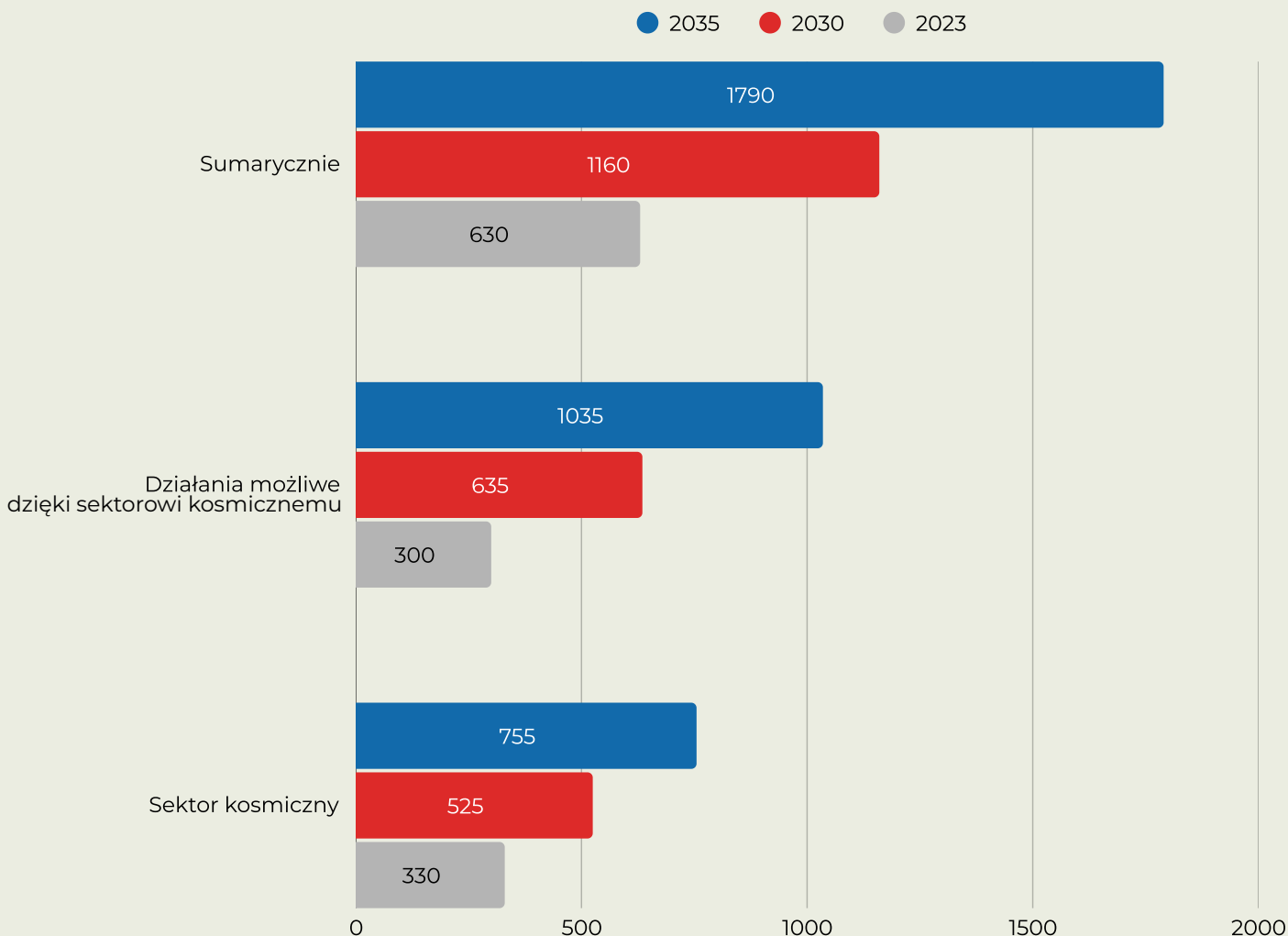
28 Tamże.

29 OECD, 2019.

30 Malinowska, Sz wajewski & Hopej, 2023.

31 SIA, 2024.

Rys. 6. **Wartość sektora kosmicznego oraz możliwych dzięki niemu produktów i usług (mld USD)**



Rysunek 6. Koszt wyniesienia 1kg ładunku na niską orbitę ziemską (LEO) w latach 2000-2025. Dane za lata 2000-2019 pochodzą z opracowania własnego na podstawie materiału źródłowego raportu; punkty 2020/2023/2025 mają charakter kotwic referencyjnych opartych na publicznie ogłaszanych cenach i udźwigach: Falcon 9 — 62 mln USD / 22,8 t (~2,72 tys. USD/kg) oraz 67 mln USD / 22,8 t (~2,94 tys. USD/kg); Falcon Heavy — 97 mln USD / 63,8 t (~1,52 tys. USD/kg). Źródła: NASA NTRS (H.W. Jones 2018, 2023) oraz dane katalogowe/parametry nośników.

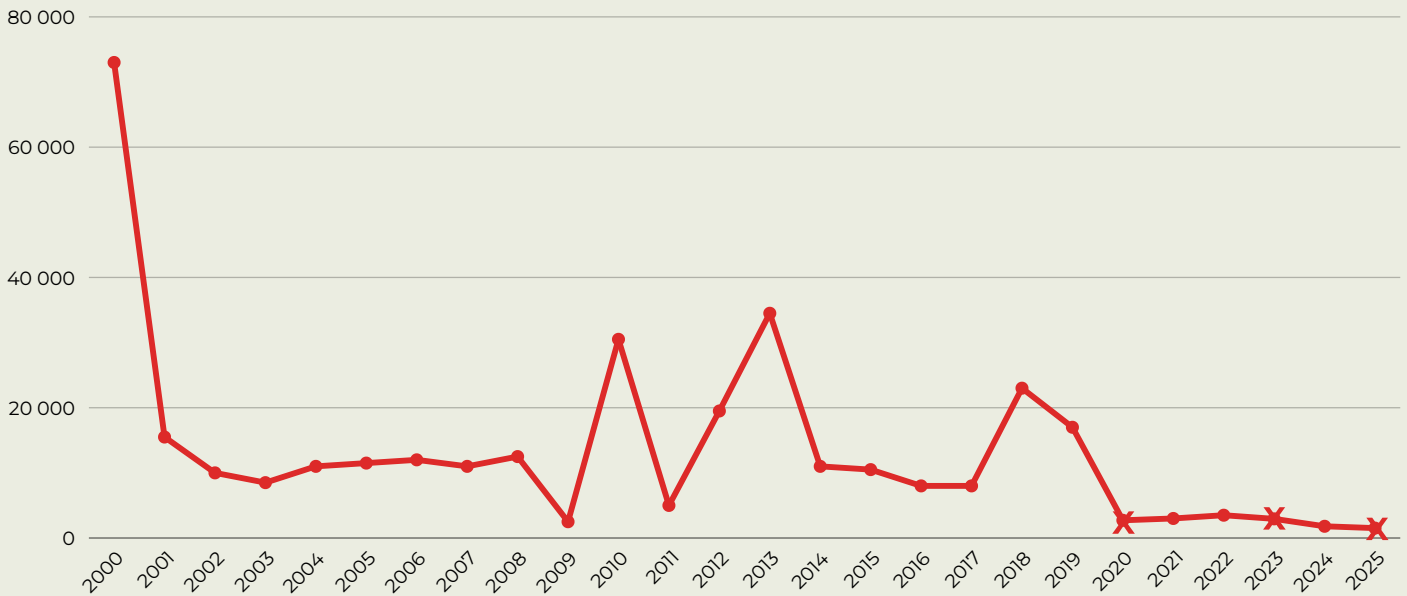
najbardziej dochodowym segmentem w przemyśle kosmicznym.³² Ze względu na swoją kluczową rolę w architekturze światowej gospodarki, przemysł satelitarny, będący

najbardziej rozwiniętą gałęzią sektora kosmicznego, wychodzi daleko poza zastosowania telekomunikacyjne. Kolejnym segmentem odnotowującym znaczący wzrost

³² Zgodnie z Raportem Bryce z 2019 State of the Space Industry „Uważa się, że większość przychodów gospodarki kosmicznej pochodzi z komercyjnych usług satelitarnych o wartości 126,5 mld USD, tj. 45,6% całkowitych przychodów (przy czym satelitarne usługi stacjonarne stanowią 17,9 mld USD, satelitarne usługi mobilne 4 mld USD; radio satelitarne 5,8 mld USD; satelitarne usługi szerokopasmowe 2,4 mld USD; komercyjna teledetekcja 2,1 mld USD; a usługi telewizji satelitarnej 94,2 mld USD) (Bryce Space and Technology, 2019).Zobacz: OECD 2019.

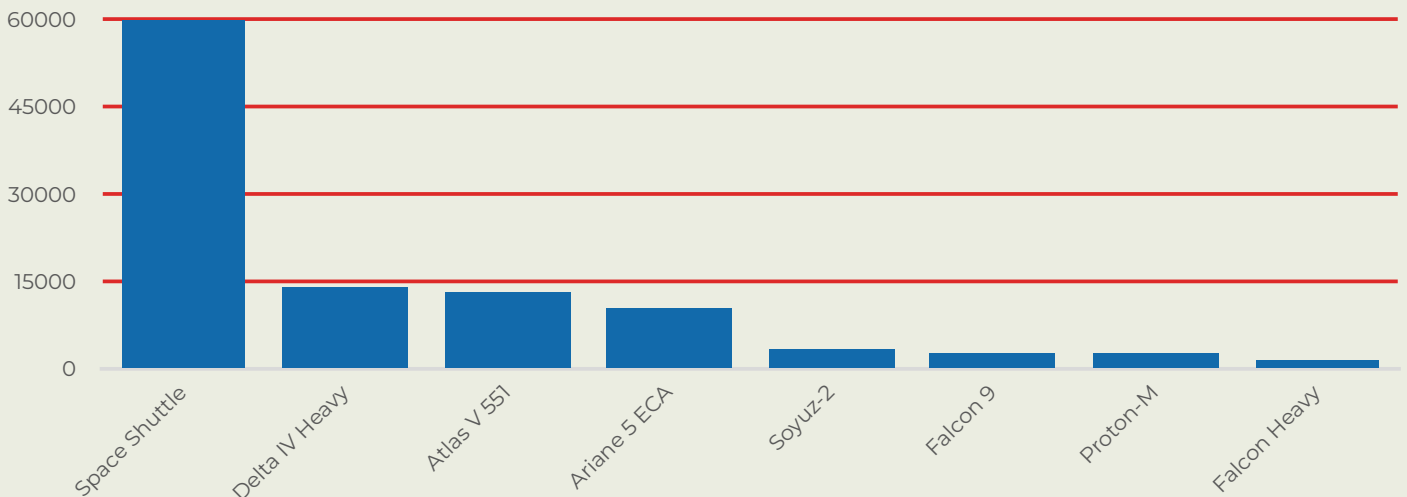


Rys. 7. **KOSZT WYNIESIENIA 1 KG NA LEO (USD), 2000-2025**
***Punkty 2020/2023/2025: ceny katalogowe F9/FH (proxy)**



Rys. 7. Koszt wyniesienia 1 kg na LEO wg typu rakiety (wybór), w dolarach FY2021. Ze-stawienie na podstawie bazy CSIS Aerospace Security – Space Launch to Low Earth Orbit: How Much Does It Cost? (metodologia: unit flyaway cost, ujednoczenie do FY21). Wartości zaokrąglone; dobór nośników: Space Shuttle, Delta IV Heavy, Atlas V 551, Ariane 5 ECA, Soyuz-2, Proton-M, Falcon 9, Falcon Heavy. Źródło: CSIS (stan na 1.09.2022).

Koszt USD za 1 kg (FY21)



jest sektor lotów kosmicznych. W 2023 roku łącznie prze-prowadzono 190 komercyjnie zamówionych startów, a wy-nikające z nich globalne przychody kształtowały się na poziomie 7,2 mld USD.³³ Rakiety wielokrotnego użytku, z powodzeniem przetestowane przez SpaceX w 2018 roku, stanowią niezwykle obiecujący kierunek rozwoju tego

segmentu kosmicznego.³⁴

Znaczące przychody w branży kosmicznej dostarcza-ją wreszcie usługi naziemne, które przechodzą głębo-ką transformację dostosowując się do zmieniającego się środowiska łączności satelitarnej i obserwacji Ziemi.

³³ SIA, 2024.

³⁴ Uri, NASA, 2023.

Konstelacje satelitarne wymagają złożonych systemów zarządzania ruchem, równoważenia obciążenia oraz anten śledzących. W celu realizacji umów o gwarantowanym poziomie usług (Service Level Agreement - SLA) przełączanie między częstotliwościami i orbitami jest często wymogiem dla niektórych klientów.³⁵ Obniżenie kosztów i rosnąca liczba klientów ma swoje odzwierciedlenie również we wschodzących technologiach związanych z działalnością orbitalną, takich jak serwisowanie na orbicie, usuwanie śmieci kosmicznych, a nawet wytwarzanie oraz wydobywanie zasobów w celu zaspokojenia potrzeb naziemnych czy wspierania dalszej eksploatacji przestrzeni kosmicznej.³⁶ Zmniejszone koszty dostępu do przestrzeni kosmicznej i jej wykorzystania, umożliwiają w przyszłości znaczny wzrost komercyjnej działalności nie tylko na LEO, MEO i GEO, ale i również poza orbitą geostacjonarną, w tak zwanej „głębokiej przestrzeni kosmicznej”.³⁷ W październiku 2024 roku Federalna Komisja Łączności (Federal Communication Commission - FCC) w Stanach Zjednoczonych po raz pierwszy w historii przyznała licencję eksperymentalną firmie AstroForge zajmującej się komercyjnym górnictwem kosmicznym. Decyzja FCC można uznać za krok milowy, stanowiący precedens, który otwiera nowe możliwości dla przyszłej komercyjnej działalności w segmencie górnictwa kosmicznego. Niemniej jednak działalność w tzw. „głębokiej przestrzeni kosmicznej” obecnie jest na etapie załączkowym.

Wysoka dynamika rozwoju i wzrost częstotliwości komercyjnych lotów kosmicznych przekłada się na większą liczbę i zróżnicowanie satelitów, a w konsekwencji nowe możliwości w obszarze przesyłania danych satelitarnych oraz obserwacji Ziemi. Telewizja czy telekomunikacja nikogo dziś już nie dziwią, ale większa dokładność i dostępność takich danych obecnie znajduje zastosowanie także w takich branżach jak rolnictwo, ubezpieczenia, czy budownictwo³⁸. Dzięki lepszym, dokładniejszym i bardziej wiarygodnym prognozom łatwiej zapewnić odpowiednią opiekę nad uprawami, z kolei dokładniejsze raportowanie w większej skali usprawnia procedury szacowania ryzyka oraz ocenę lokalizacji z myślą o inwestycjach. Warto też wspomnieć o działaniach na rzecz złagodzenia skutków ocieplenia klimatu, które to również zyskują na skuteczności dzięki satelitarnej obserwacji Ziemi. Do już istniejących usług można m.in. zaliczyć mikroprognozowanie pogody, monitoring i przewidywanie klęsk żywiołowych czy rozwój Internetu Rzeczy. W przyszłości z pewnością można spodziewać się postępującego rozwoju oraz dywersyfikacji rynku.

Przykłady wymiernych korzyści w wyniku wykorzystania danych satelitarnych obejmują rolnictwo, usługi finansowe, ratownictwo medyczne, prewencję pożarową. I tak na przykład, według Raportu POLSA 2023, w rolnictwie precyzyjnym wykorzystanie danych satelitarnych może ge-

nerować oszczędności rzędu 520 mln zł rocznie poprzez optymalizację użycia nawozów mineralnych, środków ochrony roślin i paliwa rolniczego. W transporcie publicznym systemy satelitarne wspomagające efektywną jazdę autobusów pozwalają zaoszczędzić około 300 mln zł rocznie na paliwie, nie licząc dodatkowych oszczędności na skutek optymalizacji czasu pracy kierowców. Natomiast systemy wczesnego ostrzegania przed pożarami lasów umożliwiają oszczędności rzędu 142 mln zł rocznie, nie wliczając kosztów akcji gaśniczych, rekultywacji i nasadzeń. W ubezpieczeniach natomiast, systemy oparte o zobrażowaniach satelitarnych mogą przynosić oszczędności około 29 mln zł przy jednym zdarzeniu katastroficznym. Innym przykładem są szkody górnicze, gdzie systemy satelitarne pomagają w przewidywaniu i dokumentowaniu szkód o wartości 1,5 mld zł rocznie, zwiększając efektywność kompensacji o 20%. Coraz większe znaczenie mają systemy monitorowania powodzi z pomocą zdjęć satelitarnych i mogą ograniczać straty o około 220 mln zł rocznie, co od 1997 roku daje łączną kwotę prawie 5,6 mld zł. Technologia ta jest również istotna w monitoringu zapór górniczych, ratownictwie medycznym (skrócenie czasu dojazdu karetek). W zagospodarowaniu przestrzeni miejskiej, systemy satelitarne pomagają w efektywnym planowaniu, zwiększaniu terenów zielonych i ograniczaniu wpływu miejskich wysp ciepła. Wspierają też organy ścigania w wykrywaniu nielegalnej wycinki lasów i składowania odpadów, zwiększając efektywność egzekwowania prawa (choćby w postaci sankcji finansowych). W monitoringu zanieczyszczenia wód systemy satelitarne są podstawowym narzędziem długoterminowego zarządzania jakością. Na przykładzie katastrofy ekologicznej na Odrze, można wskazać, że dzięki danym satelitarnym możliwe było zapobieżenie stratom w rybach szacowanym na 2,3-5 mln zł w ciągu jednego roku.

Jak wynika z powyższej analizy, nowoczesna gospodarka kosmiczna staje się coraz bardziej zróżnicowana, a spadające koszty wynoszenia ładunku na orbitę³⁹ oraz rosnąca ilość i dostępność danych satelitarnych zostaje przekształcona w rzeczywistą wartość dla wielu sektorów gospodarki. Jak wskazano wyżej, już teraz korzystają z nich firmy z branż wcześniej niezwiązanych z kosmosem, w tym na przykład rolnictwo, telekomunikacja, ubezpieczenia czy ochrona środowiska⁴⁰.

Działalność New Space w polskim sektorze kosmicznym

W ostatnich 10 latach obserwujemy znaczne przyspieszenie rozwoju polskiej działalności kosmicznej w modelu New Space. Od czasu akcesji Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej, polskie firmy zyskały dostęp do know-how i zleceń, które stały się podstawą dla rozwoju kształtującej się komercyjnej działalności kosmicznej w krajowym

35 Tweedie, 2024, s. 2.

36 OECD, 2019.

37 Bushnell & Moses, 2018.

38 WEF, 2024.

39 Na przestrzeni ostatnich lat koszty wyniesienia jednego kilograma ładunku na orbitę spadła 20-krotnie McKinsey, 2023.

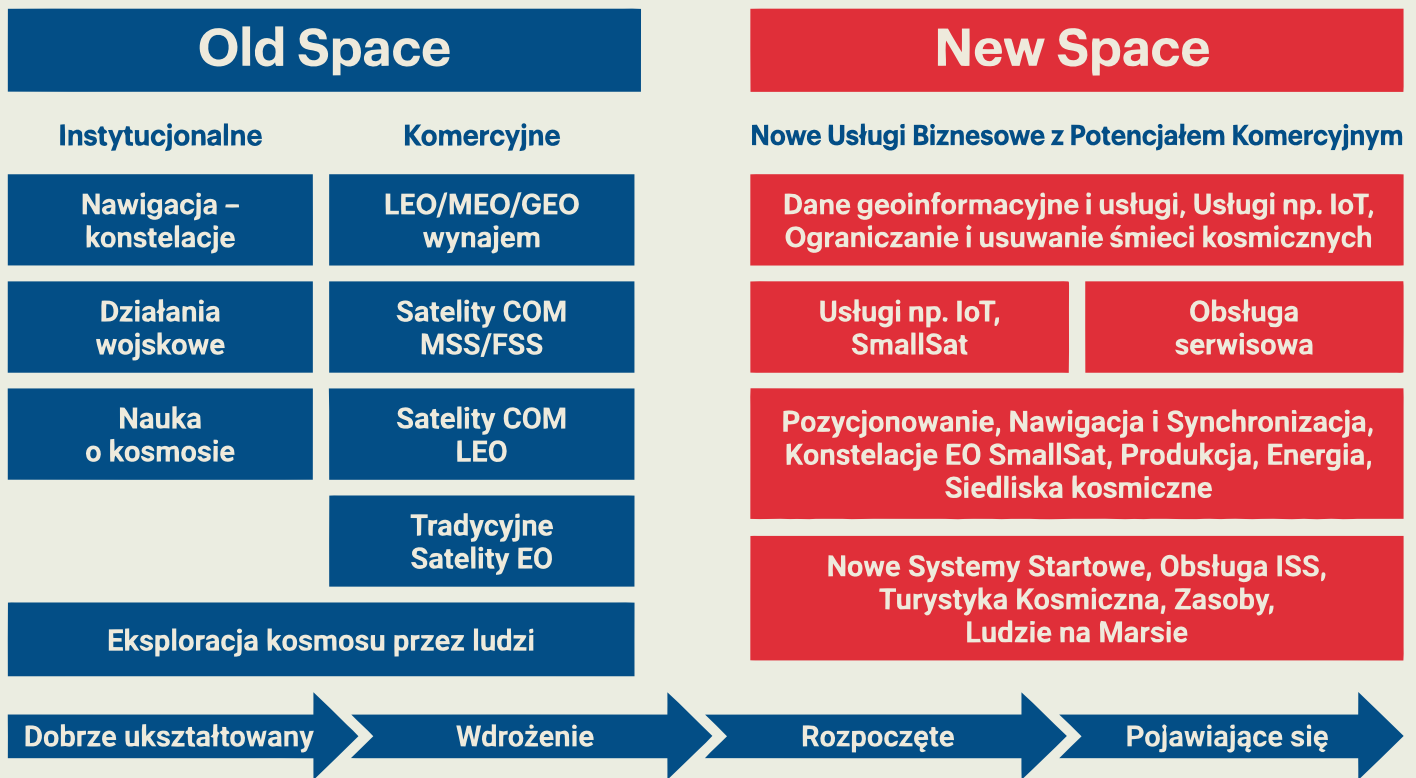
40 Szwajewski, Malinowska, Pacek, 2023.



sektorze. Jednym z instrumentów, który przyczynił się do rozwoju polskich przedsiębiorstw kosmicznych był program PLIIS (ang. Polish Industry Incentive Scheme), dzięki któremu rozwinięto możliwości związane z wieloma domenami technologicznymi Europejskiej Agencji Kosmicznej.⁴¹ Dominującym zleceniodawcą pozostaje nadal właśnie ESA, dla której polskie firmy realizują rocznie kilkadziesiąt projektów. Niemniej jednak polskie przedsiębiorstwa, których dotychczasowe funkcjonowanie opierało się

na portalu ESA-STAR. Pozostała część są to jednostki badawcze, podmioty naukowo-edukacyjne oraz organizacje międzynarodowe nieprzekraczające 1% wszystkich podmiotów. Do najczęściej wskazywanych obszarów działania polskich firm należą produkcja oprogramowania, produkcja materiałów i kształtowanie procesów, struktury i pirotechnika oraz projektowanie systemów, w tym systemów łączności naziemnej.⁴² Dotychczas, polska aparatura kosmiczna znalazła zastosowanie w ponad 80 misjach. Misje

Rys. 8. **Struktura rynku tradycyjnego i nowego rynku kosmicznego**



Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie: European Investment Bank

głównie na środkach pozyskiwanych z Europejskiej Agencji Kosmicznej, Programach Narodowego Centrum Nauki (NCN), Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz grantów z Programu Horyzont 2020 stopniowo przekształcają swoje modele biznesowe nakierunkowane na komercyjnych klientów.

Obecnie na krajowym rynku kosmicznym, przedsiębiorcy stanowią 87% wszystkich podmiotów zarejestrowanych

ESA tj. Cassini- Huygens, Solar Orbiter czy Rosseta zostały zrealizowane z udziałem polskich naukowców, a kolejne są aktualnie w fazie realizacji (Proba-3, Comet Inceptor czy Athena). Rodzimy przemysł stopniowo zdobywa niezależność, m.in. produkując własne satelity, czego przykładem jest firma KP Labs⁴³, której Intuition-1 przebywa na orbicie od listopada 2023 roku⁴⁴. Funkcjonują również firmy dostarczające przyrządy optyczne, jak Scanway, której systemy zasilily rakietę Ariane 6⁴⁵, czy wreszcie satelita

41 M.in. pokładowe systemy łączności radiowej, oprogramowania dla systemów kosmicznych, mechanizmy i napędy, śmieci kosmiczne, systemy danych naziemnych i operacje związane z misjami, pokładowe systemy danych a także materiały i procesy.

42 Kukołowicz et al., 2024.

43 Bankier.pl, 2024.

44 KP Labs, 2023.

45 Scanway, 2024.

obserwacji Ziemi EagleEye opracowany w ramach konsorcjum naukowo-przemysłowego Creotech Instruments, Scanway i Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk. EagleEye to pierwszy polski satelita o wadze ponad 50 kg, który został umieszczony na niskiej orbicie okołoziemskiej w sierpniu 2024 r. za pomocą Falcona 9, firmy SpaceX. Oprócz produkcji satelitów, polski sektor kosmiczny odnotowuje również sukcesy w innych segmentach np. produkcji rakiet, którego przykładem jest m.in. rakietka suborbitalna ILR-33 Bursztyn 2K opracowana przez Sieć Badawczą Łukasiewicz⁴⁶, która w październiku 2024 roku przekroczyła linię Karmana tj. osiągnęła pułap 101 km. W Bursztynie wykorzystano innowacyjny napęd hybrydowy i jest to zarazem pierwsza na świecie rakietka napędzana nadtlakiem wodoru o stężeniu 98%. Umożliwia realizację relatywnie tanich lotów suborbitalnych, a jednocześnie cechuje ją skalowalność i możliwość rozwoju większych systemów raketowych⁴⁷

Z badania ankietowego przeprowadzonego na potrzeby niniejszego Raportu wynika, że mimo znacznych postępów, Polska nadal pozostaje w tyle na tle większych rynków Unii Europejskiej. Większość ankietowanych (57%) ocenia rodzimy sektor jako mniej innowacyjny, a pozostali uważają, że jesteśmy na zbliżonym poziomie pod tym względem. Tak samo kształtują się opinie na temat wsparcia administracji centralnej, z tą jednak różnicą, że pesymistów jest więcej, bo aż 73%. Bardzo zbliżone oceny padają w odpowiedzi na pytanie o dostępność finansowania – 64% ankietowanych uważa, że Polska wypada gorzej w porównaniu z innymi krajami UE, 21% twierdzi, że jest podobnie, a pozostali, że lepiej. Natomiast, jeśli chodzi o dostęp do talentów, sytuacja przedstawia się odmiennie – 43% respondentów jest zdania, że w Polsce jest pod tym względem lepiej, 36% że jest podobnie, a tylko 21% uważa, że odstawiamy od Zachodu. Widać więc, że jedną z naszych mocniejszych, choć niepozbawionych wad stron, jest rosnące zaplecze specjalistów.

Ekspert i instytucje, które wzięły udział w badaniu dostrzegają konkretne szanse dla polskich przedsiębiorstw na rynku międzynarodowym. To przede wszystkim wybrane nisze: analizy danych satelitarnych, wybrane aspekty nawigacji i telekomunikacji, produkcja podzespołów i systemów satelitarnych czy aparatury służącej do badań głębokiego kosmosu. Do najczęściej wskazywanych zagrożeń należy przede wszystkim ograniczone finansowanie, brak szerzej zakrojonej promocji oraz rozdrobnienie i niewielkie rozmiary firm, co z jednej strony pozwala na elastyczność, ale z drugiej powoduje większe uzależnienie od ESA i większą podatność na krótkoterminowe wahania popytu. Podsumowując, polski sektor kosmiczny stoi w obliczu możliwości rozwoju i stopniowego odgrywania coraz większej roli na rynku europejskim i, być może, światowym⁴⁸, niemniej ewentualny sukces będzie w dużej mierze zale-

żał do wsparcia instytucjonalnego i finansowego, w tym utrzymania wysokiej składki do ESA.

Przykłady polskiej przedsiębiorczości New Space

Charakterystyka prywatnych polskich przedsiębiorstw działających w sektorze kosmicznym została zawarta w Rozdziałach 5 i 7, niemniej warto ją uzupełnić o kilka wiodących przykładów dotyczących przedsiębiorstw typu New Space. W niniejszej sekcji uwaga została poświęcona dostawcom różnego rodzaju sprzętu i wyposażenia.

Creotech Instruments⁴⁹ specjalizuje się w projektowaniu, produkcji, testowaniu i montażu podsystemów statków kosmicznych, a jej flagowym produktem jest HyperSat - modułowa platforma satelitarna, zaopatrzona w specjalistyczne instrumenty, która znalazła zastosowanie w ramach misji EagleEye. Do znaczących sukcesów Creotech Instruments zaliczyć można również m.in. udział jej produktów w misji EXOMARS oraz PROBA-3.

Scanway zajmuje się produkcją instrumentów optycznych działających w przestrzeni kosmicznej, w tym układów obserwacyjnych dla mikro- i nanosatelitów. Pracujący w niej specjaliści są autorami m.in. laserowego systemu 3D do lokalizowania wywierconego urobku w przestrzeni (eksperyment DREAM - DRilling Experiment for Asteroid Mining) czy satelitarnego systemu obserwacji Ziemi (ScanSAT). Do większych osiągnięć Scanway zaliczyć można również opracowanie instrumentu obrazującego do projektu EagleEye, którego liderem była zresztą wspomniana wcześniej firma Creotech Instruments.

KP Labs należy do firm produkujących zarówno oprogramowanie, jak i fizyczne wyposażenie pokładowe. W jej obszarach specjalizacji znajdują się oprogramowanie pokładowe dla statków kosmicznych, projektowanie wysokowydajnych komputerów pokładowych, projektowanie urządzeń do obrazowania hiperspektralnego, zarządzanie danymi pokładowymi oraz rozwiązania z zakresu sztucznej inteligencji. Flagowym projektem KP Labs jest satelita Intuition-1, który pod koniec 2023 roku został wyniesiony na orbitę i dostarcza zdjęcia kuli ziemskiej wysokiej jakości.

ICEYE jako światowy lider w branży New Space, wykorzystuje technologię radarową SAR w mikrosatelitach zarządzając tym samym największą na świecie cywilną konstelacją satelitów radarowych. Ta polsko-fińska spółka posiada oddziały w wielu państwach w tym także w Polsce, w której działa od 2017 roku. Firma dostarcza dane z satelitów dla klientów z branży sektora obronnego, ubezpieczeń finansów, morskiego, rolnictwa czy zasobów naturalnych i zarządzania kryzysowego.⁵⁰ Satelity ICEYE w ramach systemu monitoringu satelitarnego uruchomionego przez Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk,

46 Łukasiewicz, 2024.

47 POLSA -Rakietka suborbitalna, 2024.

48 POLSA, 2023.

49 Opisy wszystkich firm zostały opracowane na podstawie należących do nich serwisów WWW oraz serwisu WWW POLSA.

50 ICEYE.



dostarczały krytyczne dane wspomagające działania w zakresie reagowania na powodzie, jakie miały miejsce jesienią 2024 roku na terenie Polski.⁵¹

W trakcie badań ankietowych przedsiębiorcy wypowiedzieli się na temat pozycji ich firm w kontekście New Space. Większość ankietowanych postrzega się jako firma New Space. Natomiast pod względem charakterystyki klientów, na pierwszym miejscu w większości przypadków wskaza-

no Europejską Agencję Kosmiczną, a dodatkowo klientów sektora prywatnego. Jak pokazują odpowiedzi duża część firm korzysta z funduszy Europejskiej Agencji Kosmicznej. Niektóre przedsiębiorstwa rozwijają również produkty, które oferują poza rynkiem instytucjonalnym. Analiza odpowiedzi respondentów w ramach badania ankietowego wskazuje na niską ocenę stopnia rozwoju polskiego rynku New Space. 🚀

PODUMOWANIE

- New Space to określenie nowego paradygmatu w branży kosmicznej, który uwzględnia rosnący udział sektora prywatnego i wzrost przedsięwzięć o charakterze komercyjnym
- Kluczowe obszary działalności w ramach New Space obejmują rozwój konstelacji satelitarnych i transmisji danych, serwisowanie na orbicie oraz produkcję podzespołów do rakiet i instrumentów badawczych
- Choć na mniejszą skalę niż na rynkach Europy Zachodniej, komercjalizacja branży kosmicznej zachodzi również w Polsce, czego przykładem są projekty firmy Scanway, KP Labs, Creotech Instruments.
- Przedsiębiorcy stanowią 83% wszystkich polskich podmiotów zarejestrowanych na portalu ESA-STAR (431 z 517 w chwili pisania raportu).

Struktura podmiotowa

W rozdziale 4 analizujemy strukturę polskiego sektora kosmicznego przez pryzmat ról w łańcuchu wartości oraz typów organizacji. Pokazujemy, jak rozmieszczenie kompetencji między dostawcami, integratorami i operatorami przekłada się na pozycję rynkową. Wykorzystujemy klasyfikacje ułatwiające porównania międzynarodowe i ocenę luk kompetencyjnych. Rozdział kończy się mapą implikacji dla działań rozwojowych i współpracy. Dzięki temu czytelnik otrzymuje spójny obraz „kto co robi” i gdzie występują wąskie gardła.

Różnorodność definicji sektora kosmicznego

W literaturze i dokumentach strategicznych spotykamy się z różnymi podejściami do definiowania sektora kosmicznego. W zależności od przyjętej metodologii, zakres sektora może obejmować wyłącznie podmioty bezpośrednio zaangażowane w technologie kosmiczne lub również szerokie grono użytkowników technologii satelitarnych w innych gałęziach gospodarki. Definicja OECD

Organizacja Współpracy i Rozwoju Gospodarczego (OECD)¹ rozróżnia dwa pojęcia:

- **Gospodarka kosmiczna** (space economy) – całość działań generujących wartość poprzez eksplorację, badania i wykorzystanie przestrzeni kosmicznej.
- **Sektor kosmiczny** (space sector) – zbiór podmiotów systematycznie stosujących technologie inżynierskie i naukowe w celu eksploracji i użytkowania przestrzeni kosmicznej.

Choć definicja sektora kosmicznego proponowana przez OECD ma charakter klasycznego, wąskiego ujęcia, w nowszych opracowaniach (w tym edycji z 2022 roku²) coraz częściej pojawia się również podejście ekosystemowe – uwzględniające szerszy kontekst oddziaływania sektora kosmicznego na inne dziedziny gospodarki, innowacji i polityki publicznej.

Ujęcie sektora kosmicznego w Unii Europejskiej, ESA i w Polsce.

W dokumentach ESA oraz Komisji Europejskiej obserwujemy szersze podejście, które poza producentami technologii obejmuje również użytkowników danych satelitarnych oraz dostawców usług opartych na infrastrukturze kosmicznej.

ESA definiuje sektor kosmiczny jako „obejmujący wszystkie działania i zasoby związane z eksploracją, badaniem, zrozumieniem, zarządzaniem i wykorzystaniem przestrzeni kosmicznej. Obejmuje to zarówno działania upstream (wystrzeliwanie i obsługa satelitów), jak i downstream (wykorzystanie danych satelitarnych do zastosowań takich jak nawigacja i telekomunikacja)”³

Komisja Europejska nie przedstawia jednej, formalnej definicji sektora kosmicznego w swoich dokumentach. Jednakże, w różnych publikacjach i strategiach, sektor ten jest opisywany jako obejmujący wszystkie działania związane z przestrzenią kosmiczną, w tym usługi kosmiczne, dostęp do przestrzeni kosmicznej, przemysł kosmiczny oraz szerszy wpływ działalności kosmicznej na gospodarkę, środowisko i społeczeństwo. Obejmuje on zarówno działania związane z projektowaniem, budową i wnoszeniem infrastruktury kosmicznej (tzw. elementy początkowe łańcucha wartości), jak i końcowe etapy jej użytkowania – przede wszystkim przetwarzanie, analizę oraz komercyjne i administracyjne wykorzystanie danych satelitarnych.⁴

Polska Strategia Kosmiczna z 2017⁵ roku przyjmuje szerokie i nowoczesne rozumienie sektora kosmicznego, wykraczające poza tradycyjny obraz firm budujących rakiety i satelity. Zgodnie z jej założeniami, sektor kosmiczny to nie tylko przedsiębiorstwa i instytucje badawcze zajmujące się projektowaniem oraz rozwijaniem technologii wykorzystywanych w przestrzeni kosmicznej, lecz także cała gama podmiotów, które korzystają z efektów tej technologii na Ziemi.

W strategii podkreśla się, że do sektora kosmicznego należą również te firmy, instytucje publiczne i organizacje, które na co dzień używają danych satelitarnych w różnych obszarach gospodarki i administracji – takich jak rolnictwo precyzyjne, monitorowanie stanu środowiska, zarządzanie ruchem drogowym i transportem, telekomunikacja, bezpieczeństwo publiczne czy obronność narodowa.

Takie szerokie podejście uzasadnia rosnące znaczenie aplikacji kosmicznych w codziennym życiu i gospodarce, a także wskazuje, że technologie kosmiczne coraz częściej funkcjonują jako infrastruktura krytyczna – równie ważna jak sieci energetyczne czy systemy informatyczne. Dzięki temu sektor kosmiczny jest postrzegany nie tylko jako domena zaawansowanej inżynierii, ale jako dynamiczny, wielowątkowy ekosystem, który integruje naukę, przemysł i administrację publiczną.

¹ Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Handbook on Measuring the Space Economy, OECD, Paris 2012, <https://doi.org/10.1787/9789264169166-en>

² Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), Handbook on Measuring the Space Economy, 2nd Edition, OECD Publishing, Paris 2022, <https://doi.org/10.1787/8bfef437-en>

³ Europejska Agencja Kosmiczna, ESA Report on the Space Economy 2025, ESA 2025, <https://space-economy.esa.int/article/287/esa-report-on-the-space-economy-2025>

⁴ European Parliament, The European space sector as an enabler of EU strategic autonomy, Directorate-General for External Policies, Brussels 2020, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/653620/EXPO_IDA\(2020\)653620_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/IDAN/2020/653620/EXPO_IDA(2020)653620_EN.pdf)

⁵ Ministerstwo Rozwoju, Polska Strategia Kosmiczna, Warszawa 2017, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/polska-strategia-kosmiczna>



Definicja polskiego sektora kosmicznego (przyjęta w raporcie)

Na potrzeby niniejszego raportu polski sektor kosmiczny definiujemy jako:

Zbiór podmiotów gospodarczych, naukowych i instytucjonalnych, które w sposób intencjonalny i co najmniej okazjonalnie powtarzalny uczestniczą w rozwoju, produkcji, operacjach, wykorzystaniu lub komercjalizacji technologii, usług i kompetencji związanych z przestrzenią kosmiczną.

Do sektora **zaliczamy** podmioty, które:

- traktują działalność kosmiczną jako **element swojej strategii rozwoju**,
- wykazują **gotowość i zdolność do podejmowania projektów kosmicznych w przyszłości**,
- posiadają **specjalistyczne kompetencje, infrastrukturę lub doświadczenie** umożliwiające świadczenie usług na rzecz sektora kosmicznego.

Nie zaliczamy natomiast podmiotów, które:

- **jednorazowo uczestniczyły w projekcie kosmicznym** jako przypadkowi podwykonawcy,
- realizowały działalność kosmiczną **incydentalnie, bez zamiaru kontynuacji lub rozwoju kompetencji**.

Przyjęta definicja uwzględnia zarówno specyfikę polskiego rynku, jak i najlepsze praktyki międzynarodowe. Kluczowe kryteria to:

Intencjonalność – świadome działanie w sektorze kosmicznym,

Powtarzalność lub strategiczny charakter – nawet jeśli działalność nie jest stała, podmiot utrzymuje gotowość do realizacji projektów kosmicznych,

Kompetencje i potencjał – zasoby umożliwiające uczestnictwo w sektorze.

Celem tej definicji jest rzetelne odzwierciedlenie struktury podmiotowej sektora, bez uwzględniania przypadkowych lub jednorazowych wykonawców.

Wąskie i szerokie ujęcie sektora kosmicznego

Jak widzimy powyżej definicja sektora kosmicznego nie jest jednolita i zależy od kontekstu, w którym jest stosowana. W analizach międzynarodowych oraz krajowych raportach dodatkowo można wyróżnić dodatkowo dwa dominujące podejścia: **wąskie i szerokie ujęcie sektora kosmicznego**. Przyjęte podejście wpływa bezpośrednio na ocenę skali sektora, liczbę podmiotów, wartość rynku oraz zakres analizowanych danych.

Wąskie ujęcie sektora kosmicznego

Wąskie ujęcie koncentruje się wyłącznie na podmiotach **bezpośrednio zaangażowanych w technologie kosmiczne**.

Obejmuje firmy, instytucje naukowe oraz organizacje, których główną działalnością jest:

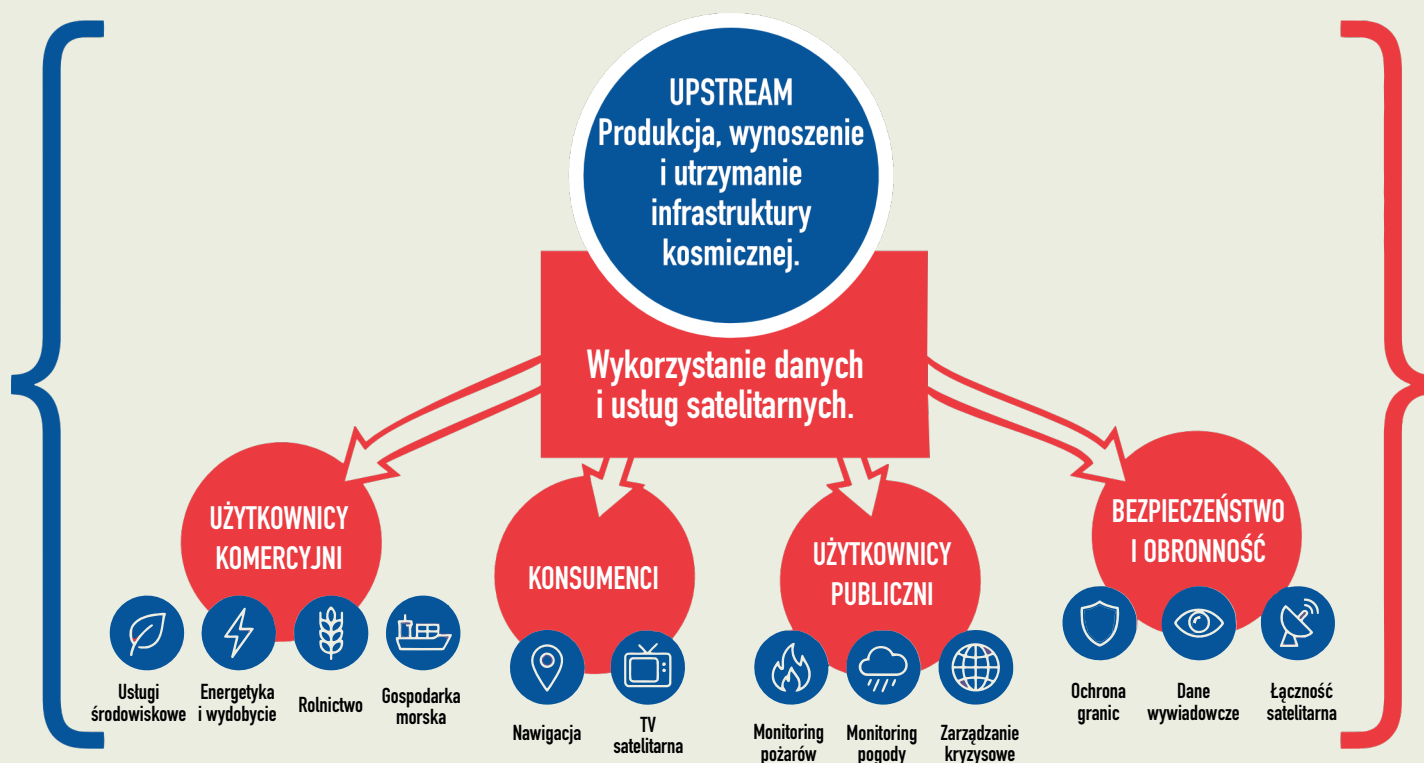
- projektowanie, budowa i obsługa satelitów, rakiet oraz infrastruktury kosmicznej,
- realizacja misji kosmicznych,
- rozwój systemów pokładowych i technologii związanych z eksploracją przestrzeni kosmicznej,
- świadczenie specjalistycznych usług inżynierskich i badawczo-rozwojowych na potrzeby sektora kosmicznego.

Szerokie ujęcie sektora kosmicznego

Szerokie ujęcie uwzględnia nie tylko producentów technologii kosmicznych, ale również podmioty, które wykorzystują technologie kosmiczne i dane satelitarne w swojej działalności. Obejmuje:

- firmy przetwarzające i analizujące dane satelitarne (obserwacja Ziemi, GIS),
- podmioty z branż takich jak rolnictwo, transport, telekomunikacja, bezpieczeństwo i ochrona środowiska,
- instytucje publiczne wykorzystujące dane kosmiczne w zarządzaniu i administracji,
- firmy IT rozwijające aplikacje oparte na systemach GNSS, telekomunikacji satelitarnej czy usługach do-wnstream.

Rys. 9. **Porównanie pojęć sektor kosmiczny i gospodarka kosmiczna.**



Źródło: opracowanie własne autora na podstawie Territory Space Industry 2020: Market Analysis.

Wybór pomiędzy wąskim a szerokim ujęciem determinuje sposób postrzegania sektora kosmicznego:

- **Wąskie ujęcie** lepiej sprawdza się w analizach technicznych i przemysłowych.
- **Szerokie ujęcie** jest preferowane w kontekście polityk publicznych, innowacji, cyfryzacji oraz analizy wpływu technologii kosmicznych na gospodarkę.

W przypadku Polski, z uwagi na dominację segmentu downstream oraz rosnącą liczbę podmiotów wykorzystujących technologie kosmiczne, coraz częściej stosuje się szerokie ujęcie w raportach i strategiach rozwoju.

Oba podejścia mają swoje uzasadnienie w zależności od celu analizy. W kontekście struktury podmiotowej i oceny potencjału rozwojowego polskiego sektora kosmicznego, szerokie ujęcie pozwala lepiej uchwycić rzeczywiste powiązania sektora z innymi gałęziami gospodarki oraz dynamiczny wzrost wykorzystania technologii kosmicznych w życiu codziennym i biznesie.

Liczebność podmiotów w polskim sektorze kosmicznym

Polski sektor kosmiczny charakteryzuje się dynamicznym

rozwojem, jednak określenie jego dokładnej liczebności zależy od przyjętej metodologii i definicji. W przestrzeni publicznej funkcjonują różne dane liczbowe, które wynikają z odmiennych kryteriów klasyfikacji podmiotów oraz źródeł informacji. Celem niniejszego podrozdziału jest przedstawienie rzetelnej analizy dostępnych danych, wskazanie logiki przyjętego w raporcie szacunku oraz porównanie skali sektora z wybranymi krajami Europy Środkowo-Wschodniej.

Porównanie dostępnych danych

Najczęściej przywoływanymi źródłami informacji o liczbie polskich podmiotów kosmicznych są bazy danych Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), katalogi prowadzone przez Polską Agencję Kosmiczną (POLSA)⁶, rejestry członków organizacji branżowych oraz listy uczestników programów wsparcia.

1. ESA Star Entities Directory

- Stan na kwiecień 2024 r.: **540 polskich podmiotów**⁷.
- Baza obejmuje wszystkie firmy, instytuty, uczelnie i organizacje, które zarejestrowały się w systemie ESA w celu potencjalnego udziału w przetargach. Zawiera zarówno podmioty aktywne, jak i te, które dokonały

⁶ Polska Agencja Kosmiczna, Katalog podmiotów sektora kosmicznego, Gdańsk 2022, https://polsa.gov.pl/wp-content/uploads/2022/06/Katalog_podmiotow_sektora_kosmicznego_2022.pdf

⁷ <https://esastar-emr.sso.esa.int/publicentitydir/publicentitydir>



Porównanie wąskiego i szerokiego ujęcia

KRYTERIUM	WĄSKIE UJĘCIE	SZEROKIE UJĘCIE
ZAKRES	TECHNOLOGIE KOSMICZNE (UPSTREAM)	TECHNOLOGIE + UŻYTKOWNICY (DOWNSTREAM)
LICZBA PODMIOTÓW (PL)	OK. 200	OK. 400
WARTOŚĆ RYNKU (PL)	5,3 MLD ZŁ	>12 MLD ZŁ
PRZYKŁADY PODMIOTÓW	PRODUCENCI SATELITÓW, RAKIET	FIRMY GIS, TELEKOMUNIKACJA, ROLNICTWO
GŁÓWNE ŹRÓDŁA	OECD, PIE, GRANT THORNTON	POLSKA STRATEGIA KOSMICZNA, PIE, POLSA

rejestracji incydentalnie lub zakończyły działalność.

2. Registered SME List (ESA)⁸

- Stan na kwiecień 2024 r.: **115 polskich MŚP**.
- Lista obejmuje małe i średnie przedsiębiorstwa, które spełniają kryteria ESA i aktywnie uczestniczą w programach dedykowanych MŚP.

3. Katalog POLSA⁹

- Katalog wymienia we wstępie, że polski sektor kosmiczny obejmuje **około 300 podmiotów**, w tym **kilkadziesiąt**, które „swoją model biznesowy w całości lokuje w sektorze kosmicznym, dla pozostałych stanowi on część ich aktywności.”. Katalog opisuje szczegółowo 66 podmiotów (w tym 12 instytutów i uczelni).

4. Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK)¹⁰

- Zrzesza **65 członków** (firmy i instytuty), co stanowi grupę najbardziej zaangażowanych podmiotów rynkowych.

Metodologia szacowania według definicji raportu

Zgodnie z przyjętą w raporcie definicją, do polskiego sektora kosmicznego zaliczane są podmioty, które w sposób **intencjonalny i powtarzalny** prowadzą działalność w obszarze technologii kosmicznych lub usług opartych na ich wykorzystaniu. W związku z tym konieczne było zastosowanie filtrów eliminujących podmioty incydentalne oraz firmy spoza rdzenia sektora.

Logika szacunku:

65 podmiotów – rdzeń firm i instytutów najbardziej aktywnych (ZPSK).

~50 firm – dodatkowe MŚP zarejestrowane w ESA (spoza ZPSK), wykazujące aktywność projektową.

11 firm – ujętych w Katalogu POLSA, a nie będących członkami ZPSK.

~30 podmiotów – instytuty badawcze, uczelnie, podmioty ścisłego otoczenia sektora kosmicznego.

8 firm – w trakcie inkubacji w inkubatorze ESA BIC Poland

8 <https://esastar-emr.sso.esa.int/PublicEntityDir/PublicEntityDirSme>

9 Polska Agencja Kosmiczna, Katalog podmiotów sektora kosmicznego, Gdańsk 2022, https://polsa.gov.pl/wp-content/uploads/2022/06/Katalog_podmiotow_sektora_kosmicznego_2022.pdf

10 Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego, Katalog członkowski 2024, Warszawa 2024, <https://space.biz.pl/wp-content/uploads/2024/03/Katalog-Czlonkowski-ZPSK-2024.pdf>

i będących alumnami programu, nie będących jednocześnie członkami ZPSK.

Na tej podstawie oszacowano, że liczba podmiotów spełniających kryteria definicji mieści się **w przedziale pomiędzy 160 a 170**.

Wnioski z analizy

- **Liczba 540 podmiotów w ESA Star** odzwierciedla szeroką bazę potencjalnych uczestników rynku, ale nie oddaje rzeczywistej skali aktywności.
- **Registered SME oraz członkowie ZPSK** stanowią bardziej miarodajny wskaźnik zaangażowania firm.
- Przyjęty szacunek **ok. 170 podmiotów** obejmuje firmy technologiczne, instytucje naukowo-badawcze oraz operatorów, którzy aktywnie uczestniczą w sektorze.

Warto podkreślić, że sektor jest rozproszony i dynamiczny – liczba podmiotów może ulegać zmianom w zależności od cykli projektowych i kondycji rynku.

Liczebność polskiego sektora kosmicznego, zgodnie z przyjętą definicją, wynosi około **170 aktywnych podmiotów**. W porównaniu do krajów regionu, Polska wyróżnia się skalą, lecz stoi przed wyzwaniami związanymi z konsolidacją kompetencji, zwiększeniem poziomu komercjalizacji oraz budową pozycji w globalnym łańcuchu wartości. Transparentne podejście do metodologii szacowania pozwala na realistyczną ocenę potencjału sektora i stanowi solidną podstawę do dalszych analiz rozwojowych.

Segmenty rynku kosmicznego w Polsce i metodologia podziału podmiotów

Rynek kosmiczny, zarówno w ujęciu globalnym, jak i krajowym, charakteryzuje się złożoną strukturą, którą najczęściej porządkuje się poprzez podział na segmenty odzwierciedlające różne etapy łańcucha wartości. OECD w swoim Handbook on Measuring the Space Economy (2022)¹¹ proponuje uporządkowany, trójstopniowy podział rynku kosmicznego na segmenty upstream, midstream i downstream. Podział ten pomaga lepiej zrozumieć strukturę sektora oraz przypisać poszczególne działania i firmy do konkretnych etapów „łańcucha wartości” w gospodarce kosmicznej.

Segment Upstream

Segment upstream obejmuje wszystkie działania związane z tworzeniem infrastruktury kosmicznej: projektowaniem, testowaniem i produkcją satelitów, komponentów elektronicznych, systemów pokładowych, a także raket nośnych i stacji naziemnych. To także miejsce dla badań naukowych oraz usług integracyjnych i testowych.

W Polsce segment upstream jest relatywnie młody, ale dynamicznie się rozwija. Kluczową rolę odgrywają tu m.in. takie podmioty jak Creotech Instruments SA, które buduje satelity klasy mikrosat (np. projekt EagleEye), PIAP Space zajmujący się mechaniką precyzyjną i robotyką orbitalną, a także instytuty badawcze, takie jak Centrum Badań Kosmicznych PAN, które od lat współtworzy instrumenty naukowe wysyłane na misje ESA i NASA. Warto podkreślić, że Polska – jako państwo członkowskie ESA – aktywnie uczestniczy w projektach związanych z budową systemów satelitarnych oraz badaniami nad technologiami rakietowymi. Mimo braku własnych możliwości wynoszenia ładunków na orbitę, polskie firmy dostarczają komponenty do europejskich systemów nośnych, jak Ariane czy Vega.

Segment Midstream

Segment midstream stanowi ogniwo pośrednie między infrastrukturą a jej użytkownikami. Obejmuje działania takie jak obsługa misji satelitarnych, zarządzanie konstelacjami, odbiór i przetwarzanie danych z satelitów, a także ich archiwizowanie i udostępnianie. To obszar istotny technologicznie, wymagający zarówno kompetencji informatycznych, jak i rozumienia potrzeb analitycznych odbiorców.

W Polsce midstream koncentruje się głównie wokół operowania danymi z europejskich programów, takich jak Copernicus czy Galileo. Przykładem jest działalność CloudFerro, które dostarcza rozwiązania chmurowe do przechowywania i przetwarzania danych satelitarnych (m.in. CREODIAS, oraz obecnie nowy, Copernicus Data Access Service). Również Syderal Polska i inne podmioty budują kompetencje w zakresie przetwarzania danych z misji ESA, często we współpracy z zagranicznymi partnerami.

Na tym etapie ważna jest również rola uczelni i instytutów badawczych, które opracowują algorytmy ekstrakcji informacji z obrazów satelitarnych (np. analiza zmian pokrycia terenu, detekcja pożarów, monitoring suszy).

Segment Downstream

Segment downstream skupia się na praktycznym wykorzystaniu danych i usług kosmicznych w gospodarce i administracji. To właśnie tutaj technologie kosmiczne „schodzą na Ziemię” i zaczynają służyć obywatelom, przedsiębiorstwom i państwu. Downstream obejmuje zastosowania GNSS (nawigacja satelitarna), obserwację Ziemi (Earth Observation, EO), prognozowanie pogody, komunikację satelitarną, zarządzanie kryzysowe i wiele innych.

W Polsce ten segment rozwija się bardzo szybko, choć wciąż ma ogromny potencjał do wykorzystania. Dane z satelitów Copernicus są wykorzystywane m.in. przez IMGW, Główny Urząd Geodezji i Kartografii, a także przez firmy prywatne zajmujące się rolnictwem precyzyjnym, ubezpieczeniami, gospodarką wodną czy zarządzaniem

¹¹ OECD (2022), OECD Handbook on Measuring the Space Economy, 2nd Edition, OECD Publishing, Paris, <https://doi.org/10.1787/8bfef437-en>



infrastrukturą. Przykładem są rozwiązania oferowane przez SATIM Monitoring Satelitarny, które umożliwiają monitoring obiektów infrastrukturalnych na podstawie danych radarowych (SAR).

W kontekście downstream rośnie także znaczenie start-upów i MŚP oferujących dedykowane aplikacje i usługi oparte na danych satelitarnych – to tu rodzi się nowa fala innowacyjnych firm.

Wyzwania w klasyfikacji

Współczesne firmy coraz częściej **łączą działalność w kilku segmentach jednocześnie**, co wynika z:

- poszerzania modeli biznesowych (np. firmy upstream tworzą własne usługi downstream oparte na danych z własnych systemów),
- integracji pionowej (kontrola całego łańcucha wartości),
- rozwoju kompetencji w zakresie analityki danych i IT.

Przykładem są firmy, które zaczynały jako producenci komponentów satelitarnych, a dziś oferują również usługi analizy danych dla klientów końcowych.

Przykłady zmieniających się modeli biznesowych w Polsce

- **Creotech Instruments S.A.** – firma działająca w segmencie upstream (budowa satelitów) rozwija jednocześnie usługi związane z przetwarzaniem danych (midstream) oraz aplikacje downstream.
- **CloudFerro** – specjalizuje się w przechowywaniu i przetwarzaniu danych satelitarnych (midstream), ale oferuje także platformy dla użytkowników końcowych (downstream).
- **PIAP Space** – działalność w zakresie mechaniki precyzyjnej (upstream) z jednoczesnym udziałem w projektach systemowych, które zahaczają o midstream.

Współczesna metodologia podziału podmiotów w sektorze kosmicznym powinna uwzględniać:

- możliwość **przypisania podmiotu do więcej niż jednego segmentu**,
- analizę struktury przychodów i strategicznych kierunków rozwoju firmy,

- dynamiczny charakter rynku i ewolucję modeli biznesowych.

W raportach coraz częściej stosuje się klasyfikacje hybrydowe, gdzie podmiot oznaczany jest jako aktywny w np. „upstream + downstream”, co lepiej oddaje rzeczywisty profil działalności.

Podział rynku kosmicznego na segmenty upstream, midstream i downstream, opracowany i popularyzowany przez OECD, pozostaje użytecznym narzędziem analizy struktury podmiotowej. Jednak zmieniające się modele biznesowe wymagają elastycznego podejścia do klasyfikacji firm. W polskim sektorze kosmicznym obserwujemy rosnącą liczbę podmiotów działających równocześnie w różnych segmentach, co świadczy o dojrzewaniu rynku i adaptacji do globalnych trendów.

Alternatywne klasyfikacje struktury podmiotowej sektora kosmicznego w Polsce

Podział sektora kosmicznego na segmenty upstream, midstream i downstream to najczęściej stosowana metodologia porządkowania rynku. Jednak dla pełniejszej analizy struktury podmiotowej warto uwzględnić także inne kryteria klasyfikacji. Pozwalają one na lepsze zrozumienie specyfiki działających podmiotów, ich potencjału, źródeł finansowania, a także roli w ekosystemie krajowym i międzynarodowym. W niniejszym podrozdziale przedstawiono komplementarne podejścia do klasyfikacji firm i instytucji sektora kosmicznego w Polsce.

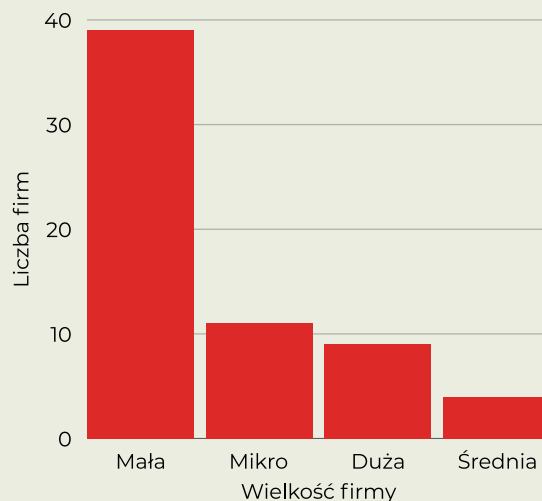
Klasyfikacja według wielkości podmiotów

Podział według kryteriów przyjętych w Unii Europejskiej:

- **Mikroprzedsiębiorstwa** (do 10 pracowników, obrót do 2 mln EUR)
- **Małe przedsiębiorstwa** (do 50 pracowników, obrót do 10 mln EUR)
- **Średnie przedsiębiorstwa** (do 250 pracowników, obrót do 50 mln EUR)
- **Duże przedsiębiorstwa** (powyżej 250 pracowników)

Polski sektor kosmiczny zdominowany jest przez mikro, małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP). Duże firmy są nieliczne i często powiązane z sektorem obronnym lub

Rys. 9 **Wielkość firm sektora kosmicznego w Polsce**



Źródło: opracowanie własne autora

lotniczym, gdzie działalność kosmiczna stanowi jedynie część szerszego portfela.

Wykres przedstawia strukturę wielkości firm należących do **Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK)**, uwzględniając wyłącznie przedsiębiorstwa (bez instytucji naukowych czy organizacji). Analizie poddano **61 firmy**, które w momencie badania były członkami ZPSK.

Struktura sektora nie jest statyczna – w ostatnich latach obserwuje się wyraźny wzrost liczby mikro- i małych przedsiębiorstw. Jest to efekt intensyfikacji działalności startupowej, uruchomienia krajowych i europejskich programów wsparcia (np. ESA BIC, POIR) oraz rosnącego zainteresowania technologiami kosmicznymi jako niszą innowacyjnej działalności gospodarczej. Jednocześnie średnie przedsiębiorstwa napotykają szczególne trudności związane ze skalowaniem działalności – przejście od fazy intensywnego R&D do produkcji i stabilnych przychodów wymaga dużych nakładów kapitałowych, silnego zespołu menedżerskiego oraz dostępu do wysokobudżetowych projektów. To bariera, która wciąż ogranicza wzrost liczebności tej grupy w Polsce.

Klasyfikacja została przeprowadzona zgodnie z definicją wielkości przedsiębiorstw przyjętą przez **Komisję Europejską (KE)**, która dzieli firmy na mikro, małe, średnie oraz duże, w oparciu o liczbę zatrudnionych pracowników oraz roczny obrót i/lub sumę bilansową.

Z wykresu wynika, że:

- Struktura polskiego sektora kosmicznego cechuje się wyraźną dominacją **małych przedsiębiorstw**, które stanowią największą grupę – aż 39 firm. To właśnie one tworzą trzon rodzimego rynku kosmicznego, odgrywając kluczową rolę w budowie łańcucha wartości poprzez dostarczanie wysoko wyspecjalizowanych komponentów, usług IT i rozwiązań w zakresie analizy danych satelitarnych. Firmy te są aktywne zarówno w projektach realizowanych w ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej, jak i w krajowych oraz europejskich programach badawczo-rozwojowych. Ich potencjał wzrostu jest największy spośród wszystkich segmentów – przy odpowiednim wsparciu finansowym i ekspansji rynkowej mogą one z powodzeniem przekształcić się w średnie przedsiębiorstwa. Dodatkowo, dzięki możliwości dywersyfikacji działalności – np. poprzez rozszerzenie oferty o usługi midstream i downstream – otwierają się przed nimi nowe kierunki rozwoju. Kluczowe szanse to internacjonalizacja oraz udział w programach takich jak Copernicus, Galileo czy Horyzont Europa. Wśród głównych wyzwań warto wymienić konieczność inwestowania w kapitał ludzki i infrastrukturę oraz rywalizację z bardziej doświadczonymi globalnymi graczami.
- Drugą co do liczebności grupę stanowią **mikroprzedsiębiorstwa**, reprezentowane przez 11 firm. Są to w przeważającej mierze startupy oraz podmioty znaj-

dujące się we wczesnej fazie rozwoju. Ich działalność cechuje się wysokim poziomem innowacyjności i koncentracją na niszowych technologiach oraz badaniach i rozwoju. Mikrofirmy często korzystają z instrumentów wsparcia, takich jak akceleratory (np. ESA BIC) czy granty publiczne. Ich elastyczność i szybka adaptacja do zmieniających się trendów rynkowych stanowią istotny atut, szczególnie w kontekście rozwoju specjalistycznych rozwiązań w obszarach takich jak sztuczna inteligencja dla sektora kosmicznego, miniaturyzacja komponentów czy nowe materiały. Jednocześnie ograniczone zasoby finansowe i kadrowe utrudniają tym firmom skalowanie działalności oraz wejście w bardziej kapitałochłonne projekty, np. integrację systemów kosmicznych. Mimo to, rozwój mikroprzedsiębiorstw może być wspierany poprzez udział w konsorcjach badawczych, internacjonalizację oraz potencjalne przejęcie przez większe podmioty.

W strukturze sektora znajdują się również **duże przedsiębiorstwa**, których zidentyfikowano 9. To relatywnie wysoka liczba, biorąc pod uwagę specyfikę branży kosmicznej w Polsce. Zazwyczaj są to podmioty z sektora obronnego, lotniczego lub informatycznego, w których działalność kosmiczna stanowi tylko jedną z wielu gałęzi aktywności. Firmy te dysponują znaczącym zapleczem finansowym, zasobami ludzkimi oraz rozwiniętą infrastrukturą, co umożliwia im udział w dużych projektach krajowych i międzynarodowych. Ich rozwój w obszarze kosmicznym bywa jednak uzależniony od polityki całych grup kapitałowych oraz kierunków wsparcia ze strony państwa – szczególnie w kontekście programów dual-use, łączących zastosowania cywilne i wojskowe. Duże przedsiębiorstwa mogą pełnić funkcję integratorów systemowych oraz głównych wykonawców w projektach strategicznych. Ich potencjał rozwojowy jest stabilny, choć mniej dynamiczny niż w przypadku MŚP. Do głównych szans należy zaliczyć udział w rządowych zamówieniach publicznych oraz rozwój oferty dla sektora bezpieczeństwa i obronności. Główne ryzyka to marginalizacja działalności kosmicznej na rzecz bardziej dochodowych segmentów oraz ograniczona elastyczność w zakresie innowacji.

Najmniej liczną grupę stanowią średnie przedsiębiorstwa – zaledwie 4 firmy. Ich niewielka liczba odzwierciedla trudności związane ze skalowaniem działalności kosmicznej w Polsce. Mimo to są to podmioty o ugruntowanej pozycji rynkowej, często działające w kilku segmentach jednocześnie. Dysponują własnym zapleczem badawczo-rozwojowym i są zdolne do realizacji większych kontraktów oraz prowadzenia integracji systemów. Niejednokrotnie występują także jako liderzy konsorcjów. Ich strategiczne znaczenie polega na tym, że mogą budować krajowe kompetencje w zakresie bardziej złożonych projektów kosmicznych. Dzięki rozwojowi eksportu i zwiększeniu skali działalności mają potencjał, by w przyszłości przekształcić się w duże przedsiębiorstwa. Ich szanse rozwojowe wiążą się również z możliwością pozyskiwania kontraktów



poza ESA i uczestnictwem w krajowych programach publicznych, takich jak planowany program satelitar-ny POLSA. Kluczowe wyzwania to potrzeba dalszego kapitałowego wzmocnienia, zwiększenia zdolności produkcyjnych oraz utrzymania wysokiego poziomu innowacyjności.

Podsumowując, struktura członków ZPSK odzwierciedla charakterystyczną cechę polskiego sektora kosmicznego – dominację **MŚP**, z silną reprezentacją małych firm, które są motorem innowacji, elastyczności i udziału w międzynarodowych projektach, zwłaszcza w ramach współpracy z ESA. Niewielka liczba średnich przedsiębiorstw wskazuje na wyzwania związane z rozwojem i skalowaniem działalności, podczas gdy obecność dużych firm podkreśla znaczenie synergii z sektorem obronnym i lotniczym.

Klasyfikacja według formy prawnej

Struktura sektora kosmicznego w Polsce obejmuje różne formy prawne podmiotów:

- Spółki z ograniczoną odpowiedzialnością (sp. z o.o.) – dominująca forma wśród MŚP.
- Spółki akcyjne (S.A.) – głównie firmy większe lub notowane na giełdzie (np. Creotech Instruments S.A.).
- Jednoosobowe działalności gospodarcze oraz spółki prawa cywilnego.
- Jednostki naukowo-badawcze – instytuty PAN, jednostki Sieci Badawczej Łukasiewicz, centra badawcze.

- Startupy – często w formie spółek z o.o., inkubowane w programach ESA BIC lub krajowych akceleratorach.
- Konsorcja i klastry – podmioty zrzeszone w ramach projektów badawczo-rozwojowych lub współpracy sektorowej.

Rysunek 3: Formy prawne podmiotów polskiego sektora kosmicznego, opracowanie własne autora.

Wykres przedstawia . Należy podkreślić, że analiza obejmuje wyłącznie członków ZPSK, a więc nie uwzględnia uczelni wyższych, które również odgrywają istotną rolę w polskim sektorze kosmicznym, zwłaszcza w obszarze badań i edukacji.

Wnioski:

1. Dominacja spółek z o.o.

- Zdecydowaną większość podmiotów stanowią spółki z ograniczoną odpowiedzialnością (sp. z o.o.) – jest ich 41.
- Struktura form prawnych członków ZPSK wyraźnie pokazuje, że polski sektor kosmiczny opiera się przede wszystkim na spółkach z ograniczoną odpowiedzialnością (sp. z o.o.), które stanowią dominującą formę prawną dla firm technologicznych, zwłaszcza wśród małych i średnich przedsiębiorstw. Ta forma zapewnia elastyczność, bezpieczeństwo prawne właścicieli oraz jest optymalna dla podmiotów realizujących projekty badawczo-rozwojowe i uczestniczących w międzynarodowych konsorcjach.

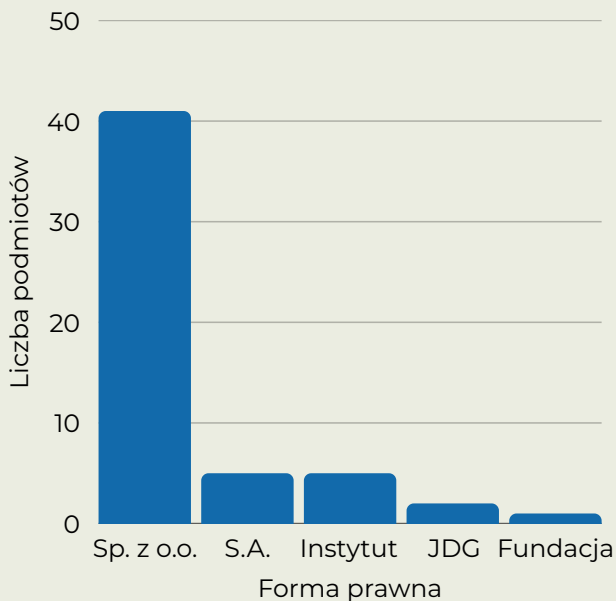
2. Obecność spółek akcyjnych (S.A.)

- obecność spółek akcyjnych (S.A.) wskazuje na stopniowy rozwój większych struktur kapitałowych, zdolnych do pozyskiwania środków na rynku publicznym i realizacji bardziej kapitałochłonnych projektów, co jest ważnym elementem dojrzewania sektora.
- podmiotów działa w formie spółek akcyjnych, co wskazuje na obecność bardziej rozwiniętych firm, często o większych ambicjach kapitałowych, w tym notowania na giełdzie (np. Creotech Instruments S.A., Scanway S.A. CloudFerro S.A.).
- spółki akcyjne odgrywają ważną rolę w profesjonalizacji sektora i pozyskiwaniu kapitału na duże projekty.

3. Instytuty i fundacje

- Wśród członków ZPSK znajduje się 5 instytutów oraz 1 fundacja. To potwierdza, że sektor kosmiczny w Polsce opiera się nie tylko na komercyjnych firmach, ale również na podmiotach naukowo-badawczych oraz

Rys. 10 **Formy prawne podmiotów sektora kosmicznego w Polsce**



Źródło: opracowanie własne autora

organizacjach wspierających rozwój technologii i innowacji.

- Instytuty te często uczestniczą w projektach B+R, konsorcjach międzynarodowych i pełnią rolę zaplecza eksperckiego.
- Instytuty oraz pojedyncze fundacje pełnią rolę zaplecza naukowego i badawczego, wspierając rozwój innowacji oraz transfer technologii.

4. Jednoosobowa działalność gospodarcza

- Zidentyfikowano 2 podmioty działające jako jednoosobowa działalność gospodarcza. Jest to forma rzadziej spotykana w sektorze kosmicznym ze względu na specyfikę branży, która często wymaga współpracy zespołowej, dużych inwestycji oraz udziału w międzynarodowych projektach, co preferuje formy spółek. Warto zwrócić uwagę na marginalną obecność podmiotów działających w formie jednoosobowej działalności gospodarczej (JDG) lub spółek cywilnych. Tego typu formy prawne nie są typowe dla firm technologicznych w sektorze kosmicznym, głównie ze względu na ograniczenia kapitałowe, organizacyjne oraz brak rozdzielności majątkowej.
- Forma JDG lub spółek cywilnych dotyczy zazwyczaj podmiotów z tzw. otoczenia sektora kosmicznego, świadczących usługi doradcze, konsultingowe, prawne czy szkoleniowe, a nie przedsiębiorstw realizujących projekty technologiczne czy produkcyjne w branży kosmicznej, gdzie istotne są wymagania dotyczące udziału w przetargach (np. ESA), odpowiedzialności kontraktowej i współpracy międzynarodowej, preferowane są bardziej sformalizowane struktury, jak spółki kapitałowe.

Struktura form prawnych członków ZPSK odzwierciedla specyfikę polskiego sektora kosmicznego jako rynku zdominowanego przez MŚP, działające głównie w formie spółek z o.o. Obecność spółek akcyjnych oraz instytutów badawczych świadczy o stopniowym dojrzewaniu sektora i budowie bardziej złożonych struktur organizacyjnych, zdolnych do realizacji większych projektów.

Klasyfikacja według pochodzenia kapitału

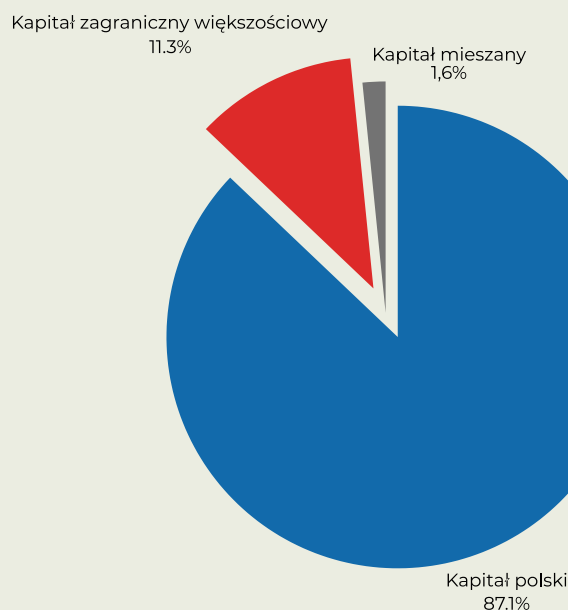
Znaczenie kapitału zagranicznego rośnie, zwłaszcza w kontekście integracji z globalnymi łańcuchami dostaw. Podział podmiotów według pochodzenia kapitału pozwala zrozumieć stopień autonomii krajowego sektora kosmicznego, a także jego powiązania z rynkiem międzynarodowym. W dobie globalizacji i rosnącego znaczenia współpracy transgranicznej, analiza tego kryterium nabiera coraz większego znaczenia, szczególnie w branży technologicznej i innowacyjnej, jaką jest sektor kosmiczny.

Warto zaznaczyć, że mimo dominacji podmiotów z kapitałem krajowym, polski sektor kosmiczny wykazuje ogra-

niczoną obecność kapitału wysokiego ryzyka (VC, PE), szczególnie wyspecjalizowanego w deep tech lub technologiach kosmicznych. To istotna bariera w zakresie komercjalizacji projektów i skalowania startupów. W przeciwieństwie do rynków Europy Zachodniej czy USA, gdzie fundusze VC aktywnie inwestują w sektor space-tech, w Polsce ten segment rynku finansowego dopiero się kształtuje.

- Podmioty z przewagą kapitału krajowego – większość polskich firm kosmicznych to podmioty oparte na polskim kapitale, często wspierane przez fundusze publiczne (NCBiR, PARP) lub programy ESA.
- Podmioty z udziałem kapitału zagranicznego – filie międzynarodowych korporacji lub spółki z udziałem inwestorów zagranicznych.
- Wspólne przedsięwzięcia (joint ventures) – współpraca polskich i zagranicznych firm w ramach projektów europejskich.

Rys. 11 **Formy prawne podmiotów sektora kosmicznego w Polsce**



Źródło: opracowanie własne autora

Wykres przedstawia **strukturę kapitałową firm członkowskich Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK)**. Analiza pokazuje, że:

- **Zdecydowana większość (86%) firm** to podmioty oparte na **kapitale polskim**, co świadczy o silnym krajowym fundamencie sektora kosmicznego.
- **11% stanowią firmy z przewagą kapitału zagranicznego większościowego**, głównie filie



międzynarodowych korporacji działających w Polsce w ramach globalnych łańcuchów dostaw.

- **Kapitał mieszany (3%) pojawia się w przypadku, gdy firma posiada mniejszościowy udział kapitału zagranicznego**, przy zachowaniu kontroli przez inwestorów krajowych. Jest to model rzadki, ale potencjalnie korzystny dla transferu technologii przy jednoczesnym zachowaniu krajowego charakteru podmiotu.

Podmioty z przewagą kapitału krajowego

Większość firm działających w polskim sektorze kosmicznym to podmioty oparte na polskim kapitale, często tworzone przez krajowych przedsiębiorców, inżynierów i naukowców. Są to głównie MŚP, których rozwój był i jest wspierany przez:

- Programy publiczne: NCBiR, PARP, programy sektorowe (np. INNOLOT, kosmiczne programy B+R),
- Środki europejskie: Programy Horyzont 2020, Horyzont Europa, Copernicus, Galileo,
- Mechanizmy ESA: Środki pochodzące z zasady zwrotu geograficznego (Geo-Return), które umożliwiają polskim firmom udział w kontraktach ESA.

Zalety kapitału krajowego:

- Budowa krajowych kompetencji i niezależności technologicznej.
- Większe zaangażowanie w projekty narodowe (np. systemy satelitarne dla administracji publicznej).
- Elastyczność w dostosowaniu się do lokalnych warunków i polityk wsparcia.

Wyzwania:

- Ograniczony dostęp do kapitału na skalowanie działalności.
- Trudności w wejściu na globalne rynki bez wsparcia dużych partnerów.
- Ryzyko uzależnienia od środków publicznych.

Podmioty z udziałem kapitału zagranicznego

Coraz większą rolę w polskim sektorze kosmicznym odgrywają podmioty z udziałem kapitału zagranicznego. Są to m.in.:

- Filie międzynarodowych korporacji, które lokują w Polsce swoje centra badawcze, inżynieryjne lub IT (np. Airbus, Thales, GMV).
- Spółki, w których inwestorzy zagraniczni objęli udziały

w ramach rund finansowania (częste w przypadku dynamicznie rozwijających się startupów).

- Firmy powiązane z zagranicznymi grupami kapitałowymi poprzez przejęcia lub strategiczne partnerstwa.

Zalety obecności kapitału zagranicznego:

- Transfer technologii i know-how.
- Łatwiejszy dostęp do globalnych rynków i łańcuchów dostaw.
- Większe możliwości finansowania rozwoju, w tym realizacji dużych projektów.

Ryzyka:

- Możliwość przenoszenia kluczowych kompetencji poza Polskę.
- Uzależnienie od decyzji zagranicznych central.
- Marginalizacja polskich interesów w przypadku globalnych strategii korporacyjnych.

Struktura ta potwierdza, że polski sektor kosmiczny opiera się głównie na rodzimym kapitale, co sprzyja rozwojowi krajowych kompetencji i suwerenności technologicznej. Obecność kapitału zagranicznego, choć liczebnie niewielka, odgrywa istotną rolę w integracji Polski z rynkiem międzynarodowym i dostępem do zaawansowanych technologii.

Trendy i wnioski

- Znaczenie kapitału zagranicznego w polskim sektorze kosmicznym systematycznie rośnie, co jest naturalnym etapem integracji z globalnym rynkiem.
- Polska nie posiada jeszcze „czempionów” o skali globalnej, dlatego współpraca z międzynarodowymi podmiotami stanowi szansę na rozwój kompetencji i ekspansję.
- Polityka państwa powinna wspierać równowagę pomiędzy otwarciem na kapitał zagraniczny a budową krajowej bazy technologicznej i wzmocnieniem polskich podmiotów.
- Warto promować model partnerstwa, w którym polskie firmy nie są jedynie podwykonawcami, ale pełnoprawnymi partnerami w globalnych projektach.
- Dalszy rozwój sektora wymaga także wzrostu zaangażowania krajowego kapitału prywatnego (np. funduszy VC specjalizujących się w deep tech i sektorze kosmicznym).

Wpływ mechanizmu zwrotu geograficznego ESA na strukturę kapitałową sektora kosmicznego w Polsce

Mechanizm zwrotu geograficznego (geo-return) stosowany przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) stanowi istotny bodziec dla rozwoju krajowych podmiotów sektora kosmicznego. Zapewnia on, że znaczna część środków wpłacanych przez państwo członkowskie wraca w formie kontraktów do firm i instytucji zarejestrowanych w tym kraju.

Naturalną konsekwencją tego mechanizmu jest rosnące zainteresowanie zagranicznych podmiotów ulokowaniem działalności w Polsce, co umożliwia im korzystanie ze środków przypisanych do polskiej składki. Zjawisko to, obserwowane we wszystkich krajach członkowskich ESA, może przynosić zarówno korzyści, jak i wyzwania.

Korzyści:

- Przyciąganie inwestycji zagranicznych oraz wzmacnianie współpracy międzynarodowej.
- Transfer technologii i know-how do polskiego sektora.
- Tworzenie nowych miejsc pracy oraz rozwój lokalnych kompetencji.

Wyzwania:

- Zapewnienie, aby obecność zagranicznych podmiotów w Polsce miała charakter trwały i wspierała rozwój krajowego ekosystemu kosmicznego.
- Zrównoważenie dostępu do środków ESA pomiędzy firmami z przewagą kapitału krajowego a podmiotami powiązаныmi z zagranicznymi grupami kapitałowymi.

W ramach działań wspierających sektor kosmiczny w Polsce, instytucje publiczne przykładają wagę do tego, by podmioty aplikujące o środki w programach ESA były realnie związane z polskim rynkiem — poprzez działalność operacyjną, inwestycje w kadry oraz współpracę z lokalnymi partnerami.

Takie podejście sprzyja maksymalizacji korzyści gospodarczych i technologicznych wynikających z członkostwa Polski w ESA oraz wzmacnia integrację zagranicznych inwestycji z krajowym sektorem kosmicznym.

Mechanizm zwrotu geograficznego stwarza szanse zarówno dla polskich, jak i zagranicznych podmiotów działających w Polsce. Kluczowe jest, aby rozwój sektora opierał się na trwałym zaangażowaniu inwestorów oraz budowie silnych kompetencji lokalnych, co pozwoli polskiemu sektorowi kosmicznemu na długofalowy wzrost i skuteczną integrację z globalnym rynkiem.

Klasyfikacja według profilu działalności

Podział według profilu działalności jest jednym z najważniejszych uzupełniających kryteriów opisu struktury podmiotowej sektora kosmicznego. W odróżnieniu od klasycznego podziału na segmenty rynku (upstream, midstream, downstream), klasyfikacja ta skupia się na charakterze wykonywanych prac i oferowanych produktów/usług, niezależnie od miejsca podmiotu w łańcuchu wartości.

Aby skutecznie sklasyfikować podmioty według profilu działalności, należy przyjąć jasne i mierzalne kryteria:

- **Dominująca działalność operacyjna** – analiza, jaka część przychodów, projektów lub zasobów firmy jest skierowana na określony typ działalności.
- **Rodzaj oferowanego produktu/usługi** – czy firma dostarcza np. gotowy komponent, usługę analityczną, czy prowadzi prace badawcze.
- **Struktura zatrudnienia** – udział specjalistów R&D, produkcji, konsultingu lub analityki w ogólnej kadrze.
- **Typ klientów** – firmy dostarczające rozwiązania B2B dla przemysłu technologicznego vs. firmy oferujące usługi dla szerokiego rynku.
- **Udział w projektach B+R** – liczba realizowanych projektów badawczo-rozwojowych finansowanych ze środków publicznych (NCBiR, ESA, UE).
- **Certyfikacje i infrastruktura** – posiadanie zaplecza produkcyjnego (np. cleanroom), laboratoriów badawczych, czy działalność wyłącznie w modelu usługowym lub doradczym.

Podmioty badawczo-rozwojowe (R&D)

To firmy i instytucje, których głównym celem jest rozwój nowych technologii, prototypów oraz udział w projektach naukowych i demonstracyjnych. Ich działalność koncentruje się na fazach przygotowawczych cyklu życia produktu – od koncepcji technicznej, przez projektowanie, po testowanie i walidację. Zazwyczaj ponad połowa ich aktywności to prace badawczo-rozwojowe, realizowane w ramach krajowych i międzynarodowych programów, takich jak NCBiR, ESA czy Horyzont Europa. Cechą charakterystyczną tych podmiotów jest ograniczona lub brakująca produkcja seryjna oraz wysoki udział kadry inżynierskiej i naukowej. Wśród członków ZPSK około 30–35% firm można uznać za podmioty silnie zorientowane na działalność R&D – należą do nich zarówno instytuty badawcze, jak i wysoko wyspecjalizowane startupy technologiczne.

Segment badawczo-rozwojowy odgrywa fundamentalną rolę w rozwoju innowacyjności sektora kosmicznego w Polsce. To właśnie w tym obszarze powstają przełomowe rozwiązania technologiczne, które mogą w przyszłości stać się podstawą przewagi konkurencyjnej. Jednakże



funkcjonowanie podmiotów R&D jest w dużym stopniu zależne od finansowania publicznego, co czyni je wrażliwymi na zmiany w programach krajowych i europejskich. Istotnym wyzwaniem dla tej grupy jest także trudność w przechodzeniu z etapu badań do fazy komercjalizacji – wiele rozwiązań pozostaje na poziomie prototypu lub demonstratora, bez realnej ścieżki wdrożeniowej. W związku z tym, przyszłość tego segmentu zależy nie tylko od dalszego wsparcia finansowego, ale także od rozwoju mechanizmów transferu technologii i współpracy z firmami produkcyjnymi oraz integratorami.

W odpowiedzi na trudności w przechodzeniu od badań do wdrożeń, potrzebne jest wzmocnienie mechanizmów transferu technologii – w tym programów „proof of concept”, brokerów innowacji oraz partnerstw pomiędzy podmiotami R&D a firmami produkcyjnymi i integratorami. Tylko w ten sposób możliwe będzie systemowe zwiększenie liczby innowacji rynkowych opartych na technologiach kosmicznych opracowanych w Polsce.

Podmioty produkcyjne

W tej grupie znajdują się firmy, które wytwarzają komponenty, podsystemy lub kompletne urządzenia przeznaczone do zastosowań kosmicznych lub obsługi infrastruktury naziemnej. Charakterystyczne dla tej grupy jest posiadanie specjalistycznego zaplecza technicznego – linii montażowych, pomieszczeń typu cleanroom, stanowisk testowych – oraz spełnianie rygorystycznych wymagań jakościowych potwierdzonych odpowiednimi certyfikatami branżowymi (np. ECSS, ISO 9100). Realizacja kontraktów obejmuje zarówno dostawy elementów mechanicznych, elektronicznych, jak i systemów optycznych lub struktur satelitarnych. Szacuje się, że około 20–25% firm w polskim sektorze kosmicznym prowadzi działalność produkcyjną, często w formie wyspecjalizowanej produkcji małoseryjnej – do tej grupy należą m.in. Creotech Instruments S.A. oraz Sener Polska.

Mimo stosunkowo niewielkiej liczby, segment produkcyjny odgrywa ważną rolę w krajowym łańcuchu wartości sektora kosmicznego. Produkcja w Polsce koncentruje się obecnie na niszowych, technologicznie zaawansowanych komponentach i podsystemach, co pozwala na integrację z międzynarodowymi łańcuchami dostaw. Obecność kompetencji produkcyjnych stwarza również potencjał do wzmacniania pozycji Polski jako dostawcy sprzętu w europejskich programach satelitarnych. Niemniej jednak, rozwój tego segmentu wymaga pokonania barier wejścia – wysokich kosztów inwestycyjnych, długiego czasu zwrotu oraz konieczności utrzymania najwyższych standardów jakości. Wsparcie instytucjonalne, stabilność zamówień publicznych oraz rozwój krajowych programów satelitarnych mogą stać się czynnikami zwiększającymi skalę produkcji i podnoszącymi jej rentowność. Wyzwania obejmują również konieczność uzyskania wysokiej powtarzalności jakości oraz certyfikacji zgodnych z wymaganiami ESA lub integratorów systemowych – co szczególnie utrudnia

skalowanie działalności w przypadku firm z ograniczonym wolumenem zamówień.

Podmioty usługowe

Podmioty usługowe to obecnie najdynamiczniej rozwijająca się grupa w polskim sektorze kosmicznym. Firmy te oferują rozwiązania oparte na wykorzystaniu danych satelitarnych, technologii GNSS oraz telekomunikacji satelitarnej – najczęściej w ramach segmentu downstream. Ich model biznesowy opiera się na przetwarzaniu i analizie danych, tworzeniu aplikacji oraz dostarczaniu usług w modelu SaaS (Software as a Service). Klientami tych firm są zazwyczaj podmioty spoza sektora kosmicznego: instytucje administracji publicznej, przedsiębiorstwa z branży rolniczej, transportowej, środowiskowej czy energetycznej.

Charakterystyczną cechą firm usługowych jest wysoka skalowalność i elastyczność modeli biznesowych, co czyni ten segment szczególnie podatnym na wzrost w warunkach cyfryzacji gospodarki. Szacuje się, że nawet 35–40% firm w polskim sektorze kosmicznym można obecnie uznać za usługowe – należą do nich m.in. CloudFerro, KP Labs czy ICEYE Poland. Znaczna część tego segmentu rozwija się na styku sektora kosmicznego i zaawansowanych technologii informatycznych, co stanowi jego przewagę konkurencyjną.

Mimo potencjału wzrostu, podmioty usługowe stoją również przed istotnymi wyzwaniami. Należą do nich globalna konkurencja, szczególnie ze strony dużych dostawców międzynarodowych, a także konieczność specjalizacji i oferowania unikalnej wartości w niszowych segmentach rynku. Ich rozwój zależy nie tylko od innowacyjności technologicznej, ale także od dostępu do danych, kompetencji analitycznych oraz zdolności budowania relacji z odbiorcami spoza sektora kosmicznego.

Coraz więcej firm w tym segmencie integruje dane satelitarne z zaawansowanymi narzędziami analitycznymi, sztuczną inteligencją i rozwiązaniami chmurowymi. Powstają produkty i platformy na pograniczu sektora kosmicznego i informatycznego (tzw. space-tech/ICT), co zwiększa konkurencyjność tych firm, ale również stawia wyższe wymagania kompetencyjne zespołom.

Podmioty doradcze i edukacyjne

Ważną, choć liczebnie mniejszą grupę podmiotów w polskim sektorze kosmicznym stanowią firmy i instytucje doradcze oraz edukacyjne. Ich rola polega na wspieraniu sektora poprzez rozwój kompetencji, świadczenie usług konsultingowych, doradztwo prawne i finansowe, organizację wydarzeń branżowych, a także działalność edukacyjną i popularyzatorską. Cechą wspólną tych podmiotów jest brak bezpośredniej działalności technologicznej – nie prowadzą one produkcji ani prac B+R, lecz skupiają się na tworzeniu warunków dla rozwoju innych uczestników sektora.

.Do kryteriów rozpoznawczych tej grupy należą: świadczenie usług doradczych w zakresie programów ESA, prawa kosmicznego, pomocy publicznej czy ochrony własności intelektualnej, a także prowadzenie szkoleń, warsztatów, inkubacji startupów i kampanii informacyjnych. Szacuje się, że około 10% członków ZPSK oraz innych podmiotów funkcjonujących w ekosystemie kosmicznym to właśnie organizacje o takim profilu – m.in. SpaceBridge, fundacje akademickie oraz inkubatory technologiczne.

Mimo że podmioty doradcze i edukacyjne nie tworzą bezpośrednio wartości technologicznej, ich obecność jest kluczowa dla budowy dojrzałego i zrównoważonego ekosystemu kosmicznego. Pełnią one funkcję infrastruktury miękkiej: wspierają rozwój kompetencji, ułatwiają networking, promują transfer wiedzy i inspirują nowe inicjatywy. Szczególne znaczenie mają w procesie wspierania rozwoju MŚP oraz startupów, dla których dostęp do wiedzy, sieci kontaktów i świadczeń doradczych bywa czynnikiem decydującym o sukcesie rynkowym.

Warto podkreślić rosnącą rolę organizacji pozarządowych oraz inkubatorów technologicznych, które nie tylko wspierają rozwój startupów, ale pełnią także funkcję katalizatorów rozwoju ekosystemu – organizując wydarzenia branżowe, wspierając lobbing sektorowy oraz budując relacje z administracją publiczną.

Podsumowanie

Polski sektor kosmiczny według profilu działalności prezentuje się jako:

- **Silnie zorientowany na usługi i R&D**, co wynika z młodego wieku sektora oraz ograniczonego zaplecza produkcyjnego.
- Produkcja koncentruje się na wyspecjalizowanych niszach, co jest zgodne z globalnym trendem wśród krajów średniej wielkości.
- Dynamiczny rozwój segmentu usługowego wskazuje, że przyszłość sektora leży w **komercjalizacji danych satelitarnych** i rozwoju rozwiązań cyfrowych.
- Podmioty doradcze i edukacyjne pełnią rolę „łącznika” między światem technologii, administracji i biznesu.

Klasyfikacja według poziomu integracji w łańcuchu wartości

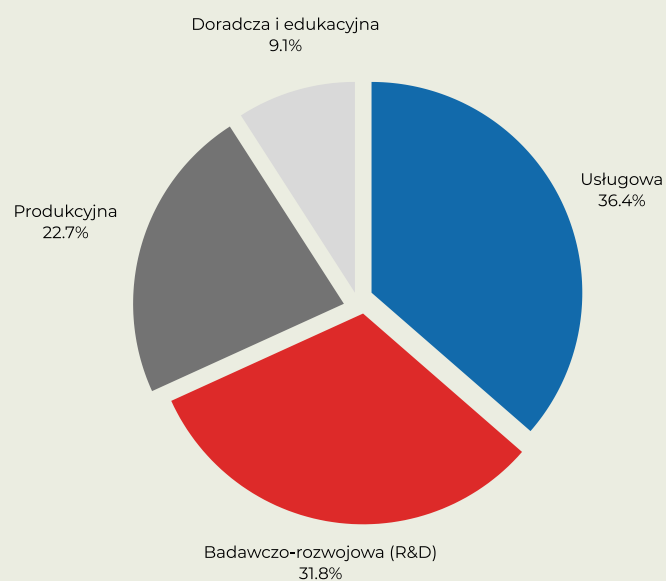
Podział według poziomu integracji najlepiej oddaje realną rolę podmiotów w ekosystemie i ich udział w tworzeniu wartości dodanej. Rozróżniamy dostawców komponentów i technologii, integratorów systemów, operatorów oraz końcowych użytkowników. Taki układ pozwala precyzyjnie powiązać kompetencje z etapami powstawania produktów i usług kosmicznych. W polskich warunkach dominuje dziś rola dostawców, a kompetencje integracyjne i operatorskie są w fazie wzrostu. Ta perspektywa ułatwia

identyfikację luk i priorytetów rozwojowych.

Dostawcy komponentów i technologii

Najliczniejszą kategorię tworzą dostawcy komponentów i technologii. Firmy te specjalizują się w opracowywaniu i dostarczaniu podsystemów, rozwiązań elektronicznych i mechanicznych, oprogramowania oraz usług inżynierskich, najczęściej jako podwykonawcy większych europejskich integratorów takich jak Airbus, Thales Alenia Space czy OHB. Realizują projekty zgodnie ze specyfikacją narzuconą przez klientów i rzadko posiadają własne, w pełni zintegrowane produkty. Oceniamy, że około 60–65% polskich firm kosmicznych należy do tej grupy. Mimo że ten segment ma stabilne znaczenie dla funkcjonowania całego sektora, jego ograniczeniem jest relatywnie niska marżowość oraz zależność od partnerów zewnętrznych. Przejście na wyższy poziom wartości dodanej wymaga rozwoju własnych produktów lub uzyskania zdolności integracyjnych.

Rys. 12 **Profil działalności podmiotów polskiego sektora kosmicznego**



Uwaga: Wysoki udział firm usługowych i produkcyjnych wynika z deklarowanego profilu działalności, a niekoniecznie z poziomu komercjalizacji. Znaczna część tych podmiotów realizuje projekty o charakterze B+R, finansowane głównie przez ESA, NCBIr lub programy UE. Rzeczywista skala przychodów rynkowych może być niższa, niż sugeruje klasyfikacja według formalnego profilu działalności.

Źródło: opracowanie własne autora

Integratorzy systemów

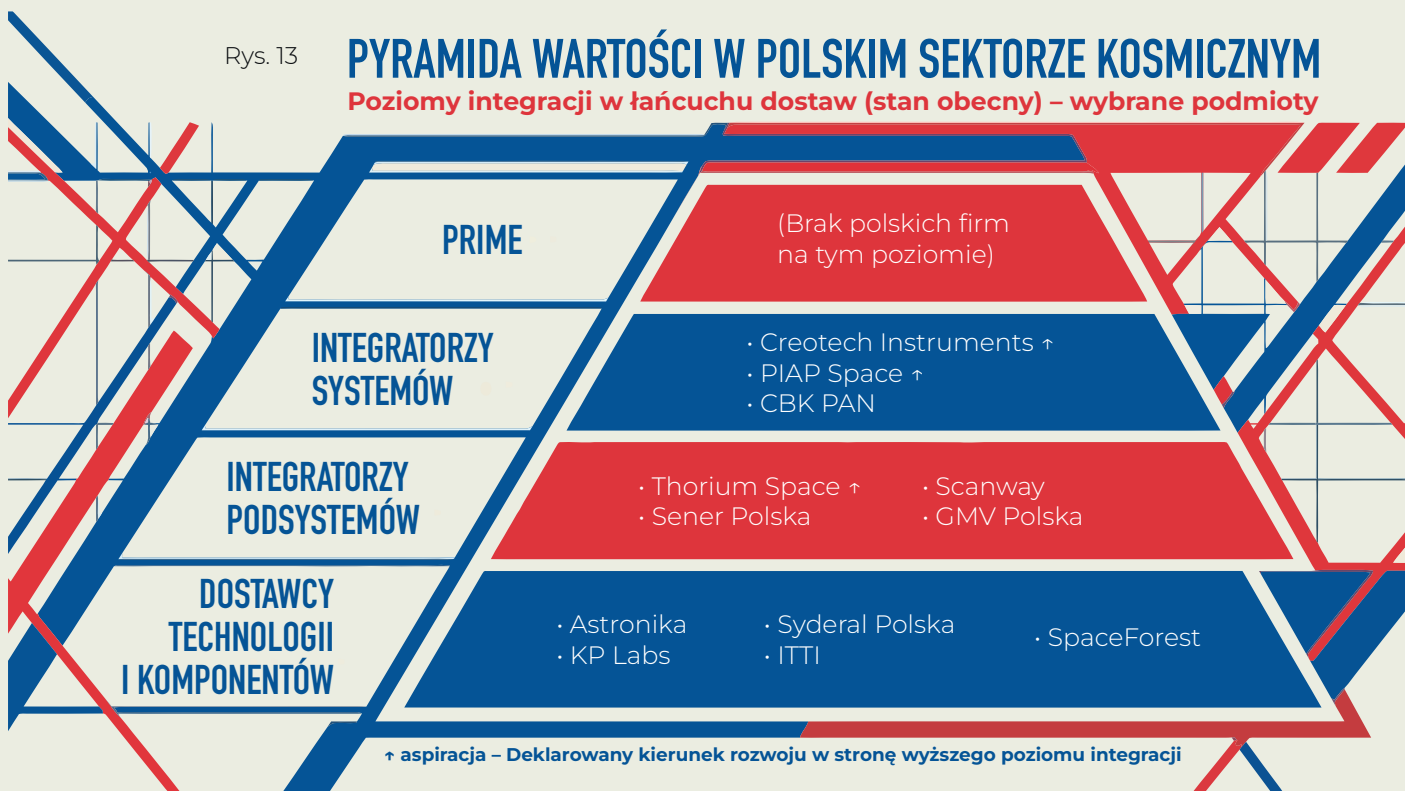
Znacznie mniej liczną, ale strategicznie istotną grupę stanowią integratorzy systemów. To podmioty zdolne do

samodzielnego projektowania, budowy i zarządzania kompletnymi systemami kosmicznymi, takimi jak satelity, ładunki użytkowe czy infrastruktura naziemna. Działalność na tym poziomie wymaga szerokich kompetencji inżynierskich, zaplecza produkcyjnego oraz doświadczenia w zarządzaniu złożonymi projektami. W Polsce kompetencje te znajdują się wciąż w fazie kształtowania – wyjątkiem są m.in. Creotech Instruments S.A., rozwijające własne platformy satelitarne w klasie mikro i nano, oraz wybrane inicjatywy sektora obronnego (np. w ramach PGZ), które podejmują działania integracyjne w obszarze obserwacji Ziemi. Szacuje się, że tylko 3–5% polskich podmiotów rzeczywiście posiada kompetencje w zakresie integracji systemów. Rozwój tej grupy ma kluczowe znaczenie dla budowy krajowej suwerenności technologicznej, ale wymaga długoterminowych inwestycji oraz stabilnego wsparcia państwa – przede wszystkim w postaci narodowych programów satelitarnych i zamówień publicznych. Dla rozwoju kompetencji integracyjnych kluczowe jest

budowy pełnych zdolności systemowych, wzorem praktyk francuskich, niemieckich czy włoskich.

Operatorzy

Trzecią grupą, pozostającą obecnie w fazie rozwoju, są operatorzy – firmy zarządzające infrastrukturą kosmiczną (choć Polska nie posiada jeszcze narodowych satelitów na orbicie) lub infrastrukturą naziemną, świadczące usługi transmisji danych, przechowywania i udostępniania informacji satelitarnych. Najlepszym przykładem jest CloudFerro, operator europejskich chmur obliczeniowych dla danych Copernicus. Ten segment, mimo że obejmuje tylko 5–7% podmiotów w polskim sektorze, ma duży potencjał wzrostu, szczególnie w kontekście cyfryzacji administracji publicznej i rozwoju krajowych systemów satelitarnych. Bariery wejścia są tu niższe niż w przypadku integratorów, ale wymagane są wysoka specjalizacja, znajomość rynku oraz odpowiednia infrastruktura IT. W przyszłości rola



Źródło: opracowanie własne autora

uruchomienie krajowych zamówień publicznych, takich jak programy satelitarne czy infrastruktura obserwacyjna.

Takie projekty, zamawiane przez państwo i realizowane przez polskich wykonawców, mogą działać jako motor

operatorów będzie rosła wraz z rozwojem narodowej infrastruktury kosmicznej – w tym potencjalnych systemów EO i telekomunikacyjnych. Utrzymanie tych systemów w krajowych rękach, także w zakresie operacyjnym, może stać się jednym z filarów suwerenności technologicznej.

Struktura popytu (klienci)

- Instytucjonalni. Głównym źródłem popytu pozostają instytucje publiczne: ESA, Komisja Europejska/UE (m.in. Copernicus, EGNSS), krajowe instytucje cywilne (resorty, agencje wykonawcze) oraz sektor obronny. Ten strumień zamówień napędza zwłaszcza projekty o wyższym TRL i budowę kompetencji integracyjnych oraz jakościowych.
- Prywatni. W segmencie komercyjnym rośnie popyt na usługi downstream i rozwiązania „space-enabled”. Kluczowe domeny: rolnictwo/środowisko (monitoring, wskaźniki wegetacji), transport/logistyka (nawigacja, optymalizacja tras), energetyka/ubezpieczenia (monitoring infrastruktury i ryzyka), smart city i zarządzanie kryzysowe (SDI, detekcja zmian).

Trend. Struktura popytu przesuwana się z dominacji instytucjonalnej ku większemu udziałowi klientów prywatnych, szczególnie w usługach opartych o dane satelitarne i integrację z systemami IT/AI. Dla podaży oznacza to wzrost znaczenia produktów i usług skalowalnych, krótszych cykli sprzedaży i kompetencji komercjalizacyjnych.

Końcowi użytkownicy technologii kosmicznych

Odrębną kategorię tworzą końcowi użytkownicy technologii kosmicznych – firmy spoza sektora kosmicznego, które korzystają z danych lub usług satelitarnych. Należą do nich podmioty działające w rolnictwie precyzyjnym, logistyce, energetyce, zarządzaniu kryzysowym czy urbanistyce. Choć zazwyczaj nie są one formalnie klasyfikowane jako część sektora kosmicznego, to ich znaczenie rośnie – to właśnie one generują popyt na rozwiązania oparte na danych satelitarnych. W Polsce rośnie świadomość zastosowań technologii kosmicznych w tych branżach, jednak ich pełne wykorzystanie nadal wymaga edukacji rynku, standaryzacji usług oraz zapewnienia ich dostępności i przystępności kosztowej. Wsparcie dla integratorów usług oraz budowa krajowego rynku „space-enabled services” może być kluczowe dla dalszej komercjalizacji sektora. Dla pełnego uruchomienia potencjału tego segmentu konieczne jest zintegrowanie usług kosmicznych z politykami sektorowymi – m.in. rolnictwem precyzyjnym, gospodarką wodną, planowaniem przestrzennym i logistyką. Niezbędne są też działania edukacyjne skierowane do samorządów, instytucji publicznych i przedsiębiorstw – pokazujące korzyści z wykorzystania danych satelitarnych.

Podsumowanie i kluczowe wnioski

- Polska pełni obecnie rolę dostawcy komponentów i technologii w globalnym łańcuchu wartości sektora kosmicznego, co jest typowe dla krajów budujących swoją pozycję w przemyśle kosmicznym.
- Brakuje silnych integratorów systemów, co ogranicza zdolności Polski do realizacji suwerennych projektów kosmicznych.
- Segment operatorów dopiero się kształtuje, ale ma

potencjał rozwoju w kontekście cyfryzacji gospodarki i administracji.

- Końcowi użytkownicy stanowią ogromny, lecz wciąż niewykorzystany potencjał dla rozwoju rynku usług kosmicznych w Polsce.

Podsumowanie i wnioski

Opisując strukturę podmiotową sektora kosmicznego w Polsce, warto stosować wieloaspektowe podejście. Klasyfikacja według segmentów rynku to fundament, ale uzupełnienie jej o kryteria takie jak wielkość firmy, forma prawna, pochodzenie kapitału czy profil działalności pozwala na bardziej szczegółową i realistyczną analizę sektora.

Takie podejście umożliwia:

- identyfikację kluczowych graczy,
- ocenę potencjału rozwojowego,
- wskazanie luk rynkowych,
- lepsze dostosowanie polityk wsparcia publicznego do rzeczywistych potrzeb sektora.

Polski sektor kosmiczny charakteryzuje się dużą dynamiką rozwoju oraz znacznym zróżnicowaniem podmiotowym. Analiza struktury sektora pokazuje, że mimo stosunkowo krótkiej historii intensywnego rozwoju (po akcesji do ESA w 2012 roku), w Polsce powstał ekosystem obejmujący zarówno przedsiębiorstwa technologiczne, instytucje badawczo-rozwojowe, jak i podmioty świadczące usługi oparte na technologiach kosmicznych.

Zdecydowaną większość stanowią mikro, małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP), często wyspecjalizowane w dostarczaniu komponentów, usług inżynierskich oraz rozwiązań informatycznych. Struktura sektora wskazuje na przewagę działalności w obszarach R&D oraz usługowych, co odzwierciedla etap rozwoju branży – silnie uzależniony od projektów badawczo-rozwojowych finansowanych przez ESA, NCBIr i programy unijne.

Wzrost konkurencyjności sektora będzie również zależeć od rozwoju wyspecjalizowanego finansowania – w tym obecności funduszy VC rozumiejących specyfikę rynku space-tech oraz programów wspierających przejście od prototypu do produktu (np. bridge funding, pre-commercial procurement). Równie ważne będzie strategiczne zakorzenienie sektora kosmicznego w krajowych dokumentach rozwoju technologicznego, cyfrowego i obronnego.



Kluczowe wnioski z analizy struktury

podmiotowej:

1. Dominacja MŚP i wyspecjalizowanych nisz technologicznych Polskie firmy kosmiczne funkcjonują głównie jako dostawcy komponentów i technologii dla większych integratorów systemowych. To naturalna rola dla krajów rozwijających swój sektor kosmiczny, jednak dalszy wzrost wymaga przesuwania się w górę łańcucha wartości.
2. Ograniczona liczba integratorów systemów Tylko nieliczne podmioty, takie jak Creotech Instruments czy PIAP Space, posiadają kompetencje integracyjne. Rozbudowa tego segmentu jest kluczowa dla zwiększenia suwerenności technologicznej Polski.
3. Rozwijający się segment operatorów i usług downstream Choć nadal w fazie wzrostu, segment operatorów infrastruktury i dostawców usług opartych na danych satelitarnych wykazuje duży potencjał, zwłaszcza w kontekście cyfryzacji gospodarki.
4. Rola kapitału zagranicznego i mechanizmu zwrotu geograficznego ESA Wpływ kapitału zagranicznego rośnie, co sprzyja transferowi technologii, ale wymaga dbałości o rozwój krajowych kompetencji i ograniczenie zjawiska „konsumpcji” polskiej składki przez podmioty o minimalnej obecności operacyjnej w Polsce.
5. Płynność granic między profilami działalności Coraz więcej firm łączy działalność badawczo-rozwojową, produkcyjną i usługową.
6. Modele biznesowe są elastyczne, a wiele podmiotów realizuje projekty w różnych segmentach rynku jednocześnie.
7. Niski poziom komercjalizacji. Mimo deklaracji usługowych lub produkcyjnych, znaczna część przychodów firm pochodzi z projektów B+R, co wskazuje na wczesny etap rozwoju rynku i potrzebę wsparcia procesów komercjalizacji.
8. Znaczenie końcowych użytkowników technologii kosmicznych Sektor kosmiczny w Polsce wymaga stymulowania popytu na usługi downstream poprzez edukację rynku i integrację technologii kosmicznych z branżami takimi jak rolnictwo, transport, energetyka czy zarządzanie kryzysowe.

Rekomendacje:

- **Wzmocnienie kompetencji integracyjnych** poprzez krajowe programy satelitarne i wsparcie dla firm aspirujących do roli integratorów.
- **Rozwój ekosystemu operatorów** oraz firm świadczących usługi oparte na danych satelitarnych, co przyczyni się do zwiększenia komercyjnego wykorzystania technologii kosmicznych.
- **Polityka równoważenia kapitału zagranicznego** – przyciąganie inwestycji, ale z naciskiem na trwałą obecność i rozwój lokalnych zasobów.
- **Wsparcie dla MŚP w procesie skalowania działalności** oraz w przechodzeniu od projektów B+R do stabilnych modeli biznesowych.
- **Budowa świadomości technologii kosmicznych w gospodarce** – działania edukacyjne i promujące zastosowania kosmiczne w różnych sektorach. 

Pozycja konkurencyjna polskich firm kosmicznych w Europie

Rozdział piąty zawiera analizę pozycji polskich firm na tle Europy, ze szczególnym uwzględnieniem regionu CEE. Wskazujemy nisze, w których przewagi kompetencyjne i kosztowe są już widoczne, oraz obszary wymagające wzmocnienia. Analizujemy czynniki sukcesu: dostęp do finansowania, projekty referencyjne i łańcuchy dostaw dużych integratorów. Pokazujemy też, które instrumenty publiczne realnie wspierają wzrost udziału w przetargach i przychodach eksportowych. Wnioski przekładamy na rekomendacje dla firm i instytucji.

Otoczenie konkurencyjne polskiego sektora kosmicznego

Sektor kosmiczny regionu Europy Środkowo-Wschodniej (CEE) wyróżnia się swoją specyfiką na tle europejskiego ekosystemu kosmicznego, co wynika zarówno z historycznych uwarunkowań, jak i współczesnych strategii rozwoju. W celu dokonania opisu specyfiki regionu CEE, a w tym Polski należy wyciągnąć wnioski z historii rozwoju szeroko pojętego sektora kosmicznego, przeanalizować ścieżki rozwoju sektora po upadku Związku Radzieckiego, a zatem po 1990 roku oraz pochylić się nad przedsięwzięciami dotyczącymi rozwoju sektora w różnych krajach regionu CEE. Zarys historii polskiego sektora kosmicznego w latach 2012- 2024 został przedstawiony w Rozdziale drugim Raportu. Natomiast w niniejszym Rozdziale dokonana została jego szczegółowa ocena, konieczna do przedstawienia pełnego obrazu regionu CEE.

Dla celów niniejszego Raportu region Europy Środkowo-Wschodniej (Central Eastern Europe - CEE) został zdefiniowany jako obejmujący Bułgarię, Chorwację, Czechy, Estonię, Węgry, Łotwę, Litwę, Polskę, Rumunię, Słowację i Słowenię. Kraje Europy Środkowo-Wschodniej, często określane mianem „zapomnianych pionierów kosmosu”, odegrały istotną rolę w rozwoju eksploracji przestrzeni kosmicznej. Mimo że rozpoczęły swoją kosmiczną przygodę za Żelazną Kurtyną, obecnie wiele z tych państw buduje swoje strategie kosmiczne na bazie programów ESA oraz krajowych projektów rozwoju technologii. Polska opracowała Strategię kosmiczną, Rumunia powołała Rumuńską Agencję Kosmiczną (ROSA), Słowacja od 2022 roku jest krajem stowarzyszonym z ESA. Wszystkie kraje regionu CEE są dziś członkami Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) – jako państwa członkowskie lub współpracujące – i aktywnie przyczyniają się do postępów w badaniach kosmicznych.

Region CEE w ramach ESA i EUSPA

Region CEE mierzy się z nową falą wyzwań związanych z rozwojem przedsiębiorczości prywatnej i dynamicznie rozwijającym się trendem New Space, który został opisany w Rozdziale trzecim Raportu. Jak wskazano tam, trend New Space w sektorze kosmicznym oznacza działania podejmowane, głównie przez małe i średnie przedsiębiorstwa, mające na celu uproduktownienie technologii, w celu szybkiej komercjalizacji a za tym szybszej realizacji projektów kosmicznych. W początkowej fazie działal-

ności wiele z tych przedsiębiorstw zmagają się z brakiem odpowiednich zasobów finansowych, technologicznych i kadrowych. Co więcej, zaangażowanie państw w rozwój sektora New Space ogranicza się zazwyczaj do tworzenia regulacji prawnych, podczas gdy wsparcie w formie gwarancji finansowych lub bezpośredniego wsparcia publicznego pozostaje ograniczone.

Model New Space znacząco kontrastuje z tradycyjnym podejściem, znanym jako „Stary Kosmos” (Old Space). Sektor Old Space opierał się historycznie na ograniczonej liczbie dużych podmiotów, które dysponowały zasobami niezbędnymi do realizacji złożonych projektów kosmicznych. Projekty te były finansowane głównie przez rządy (np. NASA w USA, CNES we Francji, JAXA w Japonii), organizacje międzyrządowe (takie jak ESA) lub przez wielkich dostawców komercyjnych (np. SES Astra, Intelsat). Ten model charakteryzował się znaczną kapitałochłonnością i koncentrował się na projektach o wysokim ryzyku oraz długim horyzoncie realizacji. W obliczu tych wymagań, firmy z regionu Europy Środkowo-Wschodniej znajdują się w szczególnie trudnej sytuacji konkurencyjnej - brak im zarówno odpowiednich zasobów osobowych i technologicznych, jak i dostępu do kapitału na poziomie porównywalnym z podmiotami z Europy Zachodniej czy Stanów Zjednoczonych, co znacząco ogranicza ich zdolność do skutecznego konkurowania na globalnym rynku kosmicznym.

W regionie CEE działają głównie małe i średnie przedsiębiorstwa, które powstały w okresie przystępowania danego kraju do struktur Europejskiej Agencji Kosmicznej. Firmy te były zakładane przez pracowników uczelni, instytutów naukowych lub przez same te organizacje. W późniejszych etapach rozwoju sektora, firmy kosmiczne były zakładane przez osoby wchodzące na rynek pracy, jako startupy. Dzięki finansowaniu z instytucji takich jak Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz zaangażowaniu funduszy VC, Funduszy Prywatnych oraz Agencji Rozwoju Przemysłu możliwe było powstanie przedsiębiorstw, które rozwinęły technologie stosowane w przemyśle kosmicznym.

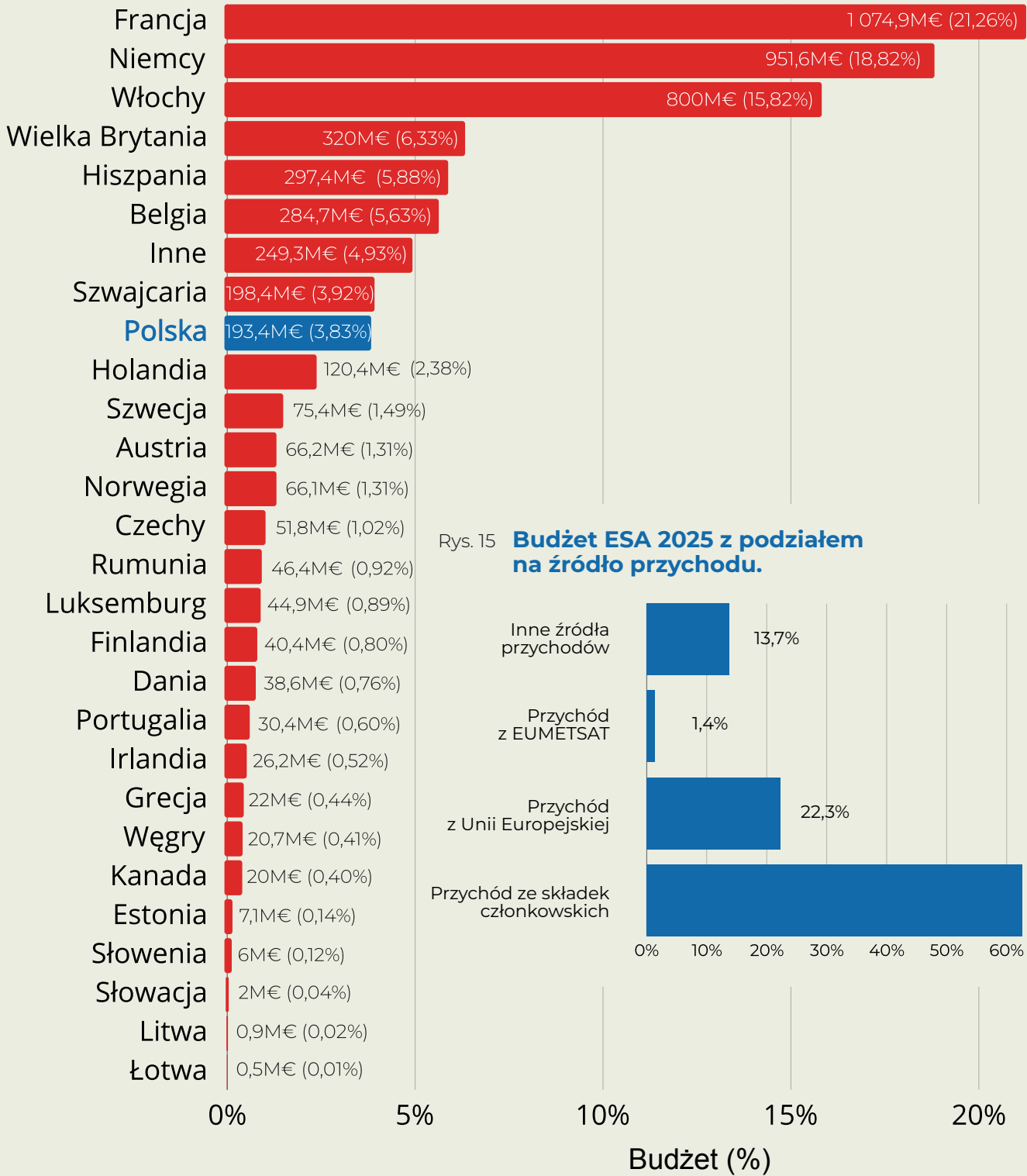
Dla zrozumienia istotności członkostwa w ESA dla regionu CEE kluczowe jest rozumienie i rozdzielenie programów obowiązkowych i opcjonalnych. Programy obowiązkowe związane są ze składką stałą (obowiązkową), którą dany kraj wpłaca do ESA. Zależna jest ona od PKB danego kraju. Polska w roku 2025 wpłaci do ESA około 28 mln EUR składki obowiązkowej. Programy opcjonalne, są to programy na które dany kraj zgadza się wpłacić środki, aby rozwijać dane obszary technologiczne, zgodnie z tematem programu jak również strategii danego kraju.

Rys. 9. Budżet ESA 2025 na zadania i programy w podziale na kraje członkowskie (mln EUR).

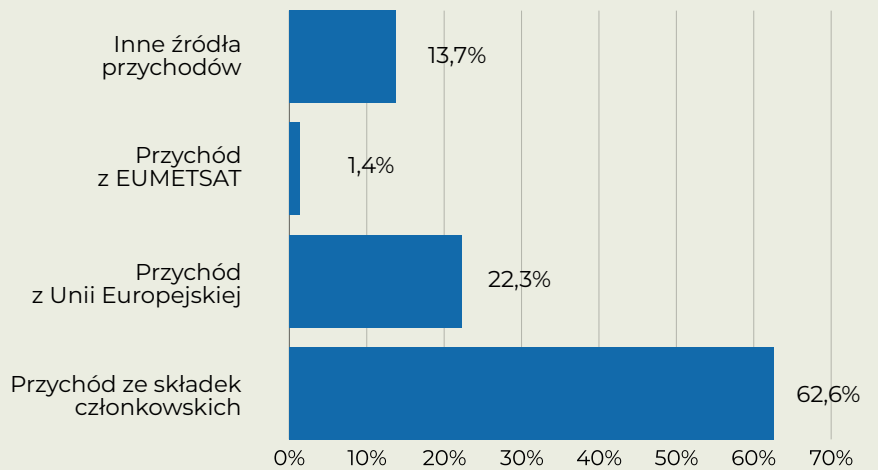
Udział w programach obowiązkowych, które obejmują głównie duże i ważne misje kosmiczne ESA, jest trudny, gdyż konieczne jest wykazanie posiadania rozwiązań na wysokich poziomach technologicznych. [szczegółowe informacje o programach obowiązkowych i opcjonalnych zawiera Rozdział 11 niniejszego Raportu]. Zazwyczaj grani-



Rys. 14 **Budżet ESA 2025 na zadania i programy w podziale na kraje członkowskie (mln EUR).**



Rys. 15 **Budżet ESA 2025 z podziałem na źródło przychodu.**



Źródło: Europejska Agencja Kosmiczna

cją faktycznej dostępności programu dla przedsiębiorców jest poziom gotowości technologicznej TRL6, co wiąże się z posiadaniem przetestowanego w warunkach zbliżonych do rzeczywistych modelu inżynierskiego oferowanej technologii. Pomiar i ocena gotowości musi być zgodna ze standardami European Cooperation for Space Standardisation (ECSS).

Region Europy Środkowo-Wschodniej, w tym Polska, znajduje się obecnie w fazie dynamicznego rozwoju swojej pozycji w ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej. Choć kraje Europy Zachodniej posiadają wieloletnie doświadczenie we wspólnym rozwijaniu technologii kosmicznych, region CEE skutecznie wykorzystuje mechanizmy ESA do przyspieszenia swojego rozwoju i budowania własnych kompetencji. Kluczowym elementem wspierającym ten proces jest mechanizm zwrotu geograficznego ESA, który gwarantuje, że część składki członkowskiej każdego kraju wraca do jego przemysłu poprzez udział w misjach kosmicznych. To rozwiązanie stwarza unikalne możliwości dla firm z regionu CEE do aktywnego uczestnictwa w prestiżowych projektach ESA.

Zaangażowanie w programy ESA przynosi przedsiębiorstwom z regionu CEE wielowymiarowe korzyści. Oprócz rozwoju technologicznego, firmy zyskują bezcenne doświadczenie w zakresie zarządzania projektami kosmicznymi, wdrażania międzynarodowych standardów jakości, stosowania inżynierii systemowej oraz efektywnego zarządzania łańcuchem dostaw. Ta wiedza i doświadczenie stanowią solidny fundament pod dalszy rozwój sektora kosmicznego w regionie, umożliwiając stopniowe budowanie konkurencyjności na rynku międzynarodowym.

Europejska Agencja ds. Programu Kosmicznego (European Union Agency for the Space Programme - EUSPA) jest jedną z kluczowych instytucji realizujących politykę kosmiczną Unii Europejskiej, oferując dodatkowe możliwości rozwoju dla regionu Europy Środkowo-Wschodniej. EUSPA została utworzona w celu efektywnego zarządzania unijnymi programami kosmicznymi oraz wspierania praktycznego wykorzystania technologii kosmicznych zarówno w gospodarce, jak i życiu społecznym. EUSPA nadzoruje realizację następujących głównych programów:

- Galileo – europejski globalny system nawigacji satelitarnej, konkurencyjny wobec GPS i GLONASS.
- EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) – system wspierający nawigację satelitarną, szczególnie w lotnictwie.
- Copernicus – program obserwacji Ziemi, dostarczający danych do monitorowania zmian środowiskowych i zarządzania kryzysowego.

W ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej funkcjonuje szereg programów obowiązkowych, w których uczestnictwo jest wymagane od wszystkich państw członkowskich. Kluczowe programy obowiązkowe obejmują program na-

ukowy (Science Programme), podstawowe działania technologiczne (Basic Activities) oraz programy badań nad technologiami przyszłości (Core Technology Programme). Szczególnie istotny jest program naukowy, który koncentruje się na misjach eksploracyjnych, takich jak badania planet, obserwacje astronomiczne czy misje do głębokiego kosmosu.

Podmioty z regionu Europy Środkowo-Wschodniej, uczestnicząc w powyższych programach, napotykają na złożone wyzwania technologiczne i organizacyjne. w przypadku segmentu upstream, związanego z produkcją urządzeń kosmicznych, główną barierą jest wymagany bardzo wysoki poziom dojrzałości technologicznej (TRL). Projekty naukowe ESA często wymagają zastosowania zaawansowanych technologii na poziomie TRL 6-9, podczas gdy wiele firm z regionu CEE specjalizuje się w rozwiązaniach o niższych poziomach TRL. Dodatkowo, programy te wymagają spełnienia rygorystycznych standardów jakościowych ECSS, co stanowi znaczącą barierę wejścia dla nowych podmiotów.

Znacznie bardziej obiecującą perspektywę dla firm z regionu CEE stanowi segment downstream, związany z wykorzystaniem danych satelitarnych. W tym obszarze bariery technologiczne są znacznie niższe, a dostęp do danych z programów takich jak Copernicus czy Galileo jest otwarty i bezpłatny. Stwarza to szczególnie atrakcyjne możliwości rozwoju innowacyjnych usług i aplikacji bazujących na tych danych. Firmy z regionu CEE mogą wykorzystać swoją ekspertyzę w dziedzinie przetwarzania danych, sztucznej inteligencji czy rozwoju oprogramowania do tworzenia wartościowych rozwiązań dla różnych sektorów gospodarki.

Przewagi konkurencyjne i atrakcyjność polskiego sektora kosmicznego

Przewagi konkurencyjne firm polskiego sektora kosmicznego wynikają zarówno z analizy strategicznej danego przedsiębiorstwa, jak i otoczenia rynkowego. Aby mówić o przewadze konkurencyjnej oba te czynniki należy dokładnie przeanalizować. Analizę strategiczną przedsiębiorstwa powinna wykonać samodzielnie każda firma sektora kosmicznego, uwzględniając swoją strategię oraz otoczenie technologiczne, w jakim działa. Niemniej jednak na potrzeby Raportu wybrano szczególne i główne cechy stanowiące o konkurencyjności polskich firm sektora kosmicznego. Dopełnieniem analizy przewag, będzie opracowanie analizy makroekonomicznej otoczenia sektora.

Na podstawie specjalizacji oraz pokrycia domen technologicznych ESA prezentowanych przez Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego, polskie firmy pokrywają w pełni domeny technologiczne. Obszary przewag konkurencyjnych firm sektora kosmicznego można podzielić na kilka kluczowych kategorii, które definiują zdolność tych przedsiębiorstw do wyróżniania się na rynku. W sektorze kosmicznym, gdzie innowacje, jakość i czas są kluczowe, przewagi konkurencyjne wynikają zarówno z technologii, jak i efektywności operacyjnej, dostępu do rynków czy zdolności współpracy międzynarodowej.

Analiza atrakcyjności sektora została wykonana metodą punktową, wersją zaproponowaną przez Gierszewską



i Romanowską¹. Metodologia ta zakłada analizę sektora według 15 wyszczególnionych kryteriów, charakteryzujących sektor kosmiczny. Każde kryterium oceniane jest w skali od 1 do 5, jak również ma różne znaczenie dla sektora, dlatego stosując się wagę od 1 do 3. Ocenę finalną sektora odnosi się do skali przedstawionej poniżej.

- wysoka atrakcyjność sektora => 71%
- odpowiednia atrakcyjność sektora => 60% - 70%
- zadawalająca atrakcyjność sektora => 49% - 59%
- słaba atrakcyjność sektora => 38%-49%
- krytyczna atrakcyjność sektora => 37%-27%

EUR przeznaczonych będzie na realizację opcjonalnych programów ESA.

Powyższe dane należy skonfrontować z wydatkami na przemysł obronny, który jest pokrewną branżą i często wykorzystuje lub nawet bazuje obecnie na infrastrukturze kosmicznej. W 2024 roku budżet obronny Polski wynosił rekordowe 118,14 mld PLN, co stanowi około 4% PKB. Wydatki obejmują zarówno modernizację techniczną sił zbrojnych (88,4 mld PLN, w tym 34,9 mld PLN z budżetu państwa i 53,5 mld PLN z Funduszu Wsparcia Sił Zbrojnych), jak i utrzymanie personelu wojskowego.²

Wśród szczególnych cech polskiego sektora można wyróżnić takie jak:

Specjalizacja technologiczna: Firmy kosmiczne często osiągają przewagę dzięki rozwojowi i wdrażaniu unikalnych technologii, takich jak:

- Nanosatellity i CubeSaty – lekkie, tanie i łatwe w produkcji rozwiązania pozwalające na szybkie wejście na orbitę. (CREOTECH, SatRevo)
- Zaawansowana robotyka / mechatronika – stosowana w eksploracji kosmosu, m.in. łaziki czy roboty do misji serwisowych na orbicie. (Astronika, SENER Polska, Piap Space)
- Systemy nawigacji i komunikacji – technologie GNSS, nowoczesne systemy przesyłu danych czy satelity komunikacyjne. (AROBSPolska, Thorium Space)
- Oprogramowanie kosmiczne – rozwój symulacji, analityki danych czy systemów zarządzania misjami. (GMV Polska, N7 Space)
- Systemy optyczne – technologie szczególne istotne do zobrazowania Ziemi z przestrzeni kosmicznej (ScanWay).

Innowacyjność i adaptacja do modelu New Space - firmy przyjmujące model New Space zyskują przewagę dzięki:

- Elastyczności – zdolności do szybkiego dostosowania się do wymagań rynkowych,
- Relatywnie niskim kosztom operacyjnym – Polskie firmy w większości to małe i średnie przedsiębiorstwa, które nie mają rozbudowanej struktury zarządczej, która ma duży wpływ na narzuty kosztów godzinowych zespołu projektowego.
- Szybkiemu wprowadzaniu produktów na rynek – Rozwijanie rozwiązań na rynek New Space, to rozwiązania w przeważającej części działające na niskiej orbicie ziemskiej. Warunki środowiskowe tam panujące, dają możliwość wykorzystania komponentów, które są stosowane w ziemskich rozwiązaniach. Pomimo mniejszej niezawodności, nowy rynek kosmiczny akceptuje i promuje takie rozwiązania.

Poniższa analiza sektora została wykonana przez zespół autorski Raportu, z uwzględnieniem własnego doświadczenia i wiedzy. Oceny, jak również wagi zostały skorelowane z kwestionariuszami oraz pytaniami zadanymi firmom oraz ekspertom sektora kosmicznego.

Wielkość sektora kosmicznego światowego, jak podaje Polski Instytut Ekonomiczny wynosi 464 miliardów dolarów amerykańskich. Polski sektor kosmiczny jest znacznie mniejszy. Jak podaje to samo źródło, wielkość wpłat do Europejskiej Agencji Kosmicznej w 2023 roku wynosiła 69 mln EUR, czyli około 297 mln PLN. W 2023 roku na radzie ministerialnej, Polska delegacja zadeklarowała składkę na lata 2023 -2025 na poziomie 360 mln EUR, z czego 200 mln

awansowanych systemów, będzie wymagała większych nakładów finansowych, zatem utrzymanie lub też wzrost nakładów powinien być zachowany.

Kryterium to zostało ocenione na 5 punktów z wagą 3.

II. Rentowność sektora

Rentowność sektora jest bardzo zróżnicowana i zależy od poziomu specjalizacji przedsiębiorstwa. Z założenia, firmy realizujące projekty w ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej, mogą liczyć marżę na poziomie 8%. Jednak rozwój technologii obarczony jest dużym ryzykiem, zatem

Porównanie to pokazuje, że wielkość rynku kosmicznego jest niewielka, choć widać znaczący wzrost składki. Zatem kryterium to zostało ocenione na 2 punkty.

Ze względu na istotę sektora kosmicznego, kryterium temu przypisano wagę 3.

I. Stopa wzrostu

Przewidywana stopa wzrostu sektora budzi nadzieje, że wielkość rynku będzie rosła. W 2017 została zatwierdzona nowa składka na projekty opcjonalne w wysokości 45 mln EUR i jest to 25% wzrost. Składka na okres poprzedzający wynosiła 36 mln EUR. W 2023 składa na programy opcjonalne wzrosła do 200 mln EUR jest to wzrost 4.5 krotny w porównaniu z rokiem 2017. Rozwój bardziej za-

¹ Gierszewska & Romanowska, 2017.

² Dziennik Zbrojny, 2023.

zakładany poziom marży na wczesnych etapach rozwoju zazwyczaj jest niższy. Projekty realizowane z grantów NCBiR wymagają wkładu własnego, zatem parametr rentowności nie występuje. Firmy posiadające technologie na poziomie gotowości technologicznej 6 lub wyżej, są w stanie realizować projekty z marżą 8% lub wyżej. W segmencie New Space, teoretycznie marżowość sprzedaży powinna być wyższa, ze względu na teoretyczną sprzedaż swoich produktów na rynku komercyjnym. Jednak w Polsce, jak również w Europie rynek ten na dzień dzisiejszy nie prezentuje takich trendów. Wiele firm bazuje na finansowaniach zewnętrznych, takich jak środki krajowe lub fundusze VC.

Kryterium rentowności zostało ocenione na 2 punkty z wagą 3.

III. Stopień koncentracji sektora

Jak podaje Polski Instytut Ekonomiczny, liczba polskich przedsiębiorstw starających się o kontrakty ESA w przeliczeniu na 100 tys. mieszkańców wynosi 1,4, co jest jednym z najniższych poziomów wśród państw członkowskich. Parametr ten wskazuje, że koncentracja sektora nie jest duża. Na polskim rynku pojawiają się nowe firmy, również zagraniczne, które są zainteresowane udziałem i rozwojem polskiego sektora kosmicznego. Wynika to z wielkości polskiego budżetu jak również niskiej koncentracji sektora.

Parametr ten pokazuje, że jest miejsce do rozwoju i ekspansji, zatem parametr ten oceniono na 5 z wagą 3.

IV. Ostrość walki konkurencyjnej

Sektor kosmiczny jest sektorem konkurencyjnym, jednak konkurowanie występuje jednocześnie ze współpracą pomiędzy firmami. Wynika to ze specyfiki rynku, w tym specjalizacji różnych podmiotów, oraz złożoności technologicznej projektów. Firmy często konkurują ze sobą w przetargach, jednak nie jest to konkurowanie ceną lub ostrymi kampaniami marketingowymi. Wygrywa firma, która lepiej rozumie zagadnienie i w sposób trafniejszy przedstawi rozwiązanie technologiczne danego zagadnienia. Należy przy tym pamiętać o gotowości technologicznej, która bardzo często jest kluczowym parametrem. W ocenie walki konkurencyjnej, należy zwrócić uwagę na konkurowanie o pozyskanie najlepszych i najbardziej doświadczonych pracowników. W tym zakresie widoczna jest duża aktywność działów zarządzania zasobami. Doświadczona kadra najchętniej wybiera pracę przy projektach najbardziej wymagających, charakteryzującymi się wysokimi poziomami technologicznymi.

Ze względu na walkę o specjalistów, kryterium to oceniono na 3 z wagą 1.

V. Wysokość barier wejścia

Główną barierą wejścia na rynek jest posiadana wiedza

i umiejętności. Koszty opracowania technologii są niezwykle duże. Bariera ta pokonywana jest w dwojaki sposób. Firmy zakładane są przez pracowników naukowych / inżynierów, którzy specjalizują się w danej dziedzinie, lub pracują w pokrewnych sektorach, dokonując transferu technologii do sektora kosmicznego. Przykładem takiej firmy jest ATRONIKA Sp. z o.o., która została założona przez inżynierów z Centrum Badań Kosmicznych PAN. Druga grupa firm, to firmy zagraniczne, zakładające oddziały w Polsce. Poprzez transfer wiedzy i doświadczenia, budują w Polsce zespoły specjalistów w danej dziedzinie. Przykładem takiej firmy jest SENER Sp. z o.o., który transferuje wiedzę do podmiotu zależnego w celu efektywnej realizacji projektów.

Drugą barierą wejścia jest wysoka specjalizacja w organizacji projektów i umiejętność ich prowadzenia. Bariera ta obecnie stanowi główną przyczynę niepowodzeń w polskich firmach tego sektora. Trzecią barierą jest pewnego rodzaju zaufanie wśród nabywców. Nabywcami technologii jest szeroko pojęta administracja publiczna, ESA, EUSPA lub komercyjni nabywcy technologii, w przypadku rynku New Space.

Uzyskanie statusu członka sektora kosmicznego wiąże się z pokonaniem wielu barier, zatem z punktu widzenia przedsiębiorcy nie działającego w branży, atrakcyjność tego sektora oceniono na 2 z wagą 3.

VI. Wysokość barier wyjścia

Wyjście z sektora kosmicznego nie wiąże się z dużymi barierami. Bardzo często wiąże się pozytywnymi zachętami, w rozumieniu komercjalizacji technologii kosmicznych w rozwiązaniach ziemskich, a takich przykładów można mnożyć. Przykłady takie zostały opisane w rozdziale trzecim Raportu. Zatem kryterium to oceniono na 5 z wagą 1.

VII. Groźba pojawienia się substytutów

Na początku XXI wieku sektor kosmiczny obawiał się ogromnego postępu technologicznego w USA i rozwoju rynku New Space. Old space, bazujący na projektach instytucjonalnych, po początkowej dużej niechęci do nowego modelu biznesowego, zaczął rewidować swoje podejście. Rewizję polityk i założeń dokonują również instytucje zlecające projekty w ESA. Sektor kosmiczny jest załącznikiem technologicznym, który tworzy substytuty, poprzez ciągły rozwój technologii, lub też adaptuje do swoich potrzeb powstające rozwiązania. Zatem kryterium to należy ocenić na 5 z wagą 2.

VIII. Groźba pojawienia się konkurentów

Na polskim rynku widać zmianę i pojawianie się nowych podmiotów. Są to zarówno nowe startupy, pozyskujące finansowanie z funduszy VC, lub wspierane przez odpowiednie organizacje typu ESA BIC, jak również oddziały firm zagranicznych. Wraz ze wzrostem składki do ESA, aktywność ta będzie rosła, przez co ryzyko pojawiania się



i rozwijania tych firm również rośnie. Kryterium to oceniono na 3 z wagą 2.

IX. Pewność zaopatrzenia

Kryterium to należy rozumieć jak dostęp do półproduktów, materiałów, komponentów elektronicznych lub dostępu do centrum testowych i aparatury badawczej. w tym zakresie sektor kosmiczny nie jest odosobniony od standardowych łańcuchów dostaw. Wyróżnikiem sektora jest na pewno mała seryjność, zatem niskie zainteresowanie potencjalnych poddostawców, w tym możliwość negocjowania cen. Drugim elementem jest współdzielenie łańcucha dostaw z branżą lotniczą oraz obronności. Ta cecha również zmniejsza zainteresowanie współpracą z sektorem kosmicznym, na korzyść tych drugich. Biorąc powyższe pod uwagę kryterium to oceniono na 3 z wagą 2.

X. Stabilność technologiczna

Firmy sektora kosmicznego, charakteryzują się specjalizacją w danych obszarach technologicznych. Opracowują technologię która ostatecznie prowadzi do wytworzenia konkretnego produktu. Istotą i cechą tych firm jest posiadanie dogłębnej wiedzy inżynierskiej, technologicznej i implementacyjnej. Pojawianie się nowej technologii w danym obszarze poprzedzone jest pracami badawczo rozwojowymi, których wyniki są prezentowane publicznie na specjalistycznych konferencjach organizowanych przez ESA, takich jak na przykład Final Presentations Days. Firmy mogą wybrać modele odpowiedzi, czy też strategii biznesowej odnośnie nowej technologii. Co jest istotne i charakterystyczne w sektorze kosmicznym, to wysoki poziom niezawodności. Zatem wejście nowej technologii w sposób nieoczekiwany w sektorze kosmicznym się nie zdarza. Zamiast tego można mówić o trendach technologicznych, w ramach których firmy decydują, czy zamierzają w swojej strategii rozwoju uwzględnić nowe podejście do rozwiązania danego zagadnienia technologicznego. Biorąc powyższe pod uwagę, sektor kosmiczny jest stabilny technologicznie, co nie znaczy, że zacofany technologicznie. Kryterium to oceniono na 5 z wagą 2.

XI. Możliwość różnicowania produktów

Różnicowanie produktów występuje w firmach sektora kosmicznego, pomimo głębokiej specjalizacji. Różnicowanie to polega głównie na poziomie skomplikowania rozwiązania i poziomie niezawodności. Trend ten został zainicjowany w ramach pojawienia się rynku NewSpace. Drugą formą różnicowania jest dostosowanie danego rozwiązania technologicznego do wielkości satelitów. Różnicowanie produktów rozumieć należy również jak oferowanie rozwiązań w różnych dziedzinach technologicznych. Podejście takie prezentują duże przedsiębiorstwa oferujące złożone systemy. Na polskim rynku funkcjonuje kilka przy-

kładów takich firm, jednak znaczna większość są to przedsiębiorstwa segmentujące rozwiązania w danej dziedzinie technologicznej. Biorąc powyższe pod uwagę kryterium to oceniono na 4 z wagą 3.

XII. Możliwość dywersyfikacji działalności

Dywersyfikacja działalności przedsiębiorstw sektora kosmicznego jest nie tylko możliwa, ale również potencjalnie bardzo korzystna, choć wiąże się z wieloma wyzwaniem. Wysokie zaangażowanie firm w rozwój technologii kosmicznych często prowadzi do skupienia uwagi na głównych obszarach działalności, co może ograniczać dostrzeżenie szans na rozwój w innych sektorach. Dodatkowo, zespoły zaawansowanych technologii nie zawsze chętnie podejmują pracę nad mniej prestiżowymi projektami, co bywa barierą dla poszerzania portfolio działalności. Wymaga to nie tylko zmiany podejścia, lecz również znaczących inwestycji w rozwój nowych kierunków biznesowych. Takie działania charakteryzują się długoterminowym horyzontem, a ich sukces zależy od zdolności do zaakceptowania ryzyka oraz stworzenia sprzyjających warunków do innowacji. Warunkiem odniesienia sukcesu jest nie tylko strategiczne planowanie, ale również przekonanie zespołów o wartości nowych projektów i ich potencjalnym wpływie na rozwój firmy oraz umacnianie jej pozycji na różnych rynkach. Kryterium to zostało ocenione na 5 z wagą 2.

XIII. Sezonowość i cykliczność

W sektorze kosmicznym, wbrew pozorom występuje sezonowość i cykliczność. Głównym wydarzeniem definiującym cykliczność funkcjonowania sektora kosmicznego w Polsce jest rada ministerialna w ESA, odbywająca się co 3 lata. Podczas Rady, uzgadniane są budżety na misje, oraz budżety alokowane na programy opcjonalne. Deklarację finansowania uzależnione są od decyzji poszczególnych ministerstw, a te nie są obojętne od sytuacji oraz stabilności politycznej i geopolitycznej. W związku z parametrami które nierzadko są trudne do przewidzenia kryterium to oceniono na 1 z wagą 3.

XIV. Zagrożenie środowiska naturalnego

Działalność sektora kosmicznego nie oddziałuje w odróżniający się sposób negatywnie na środowisko, choć same regulacje prawne z związane z ochroną środowiska wpływają na działanie sektora. W październiku 2017 roku branży dotknęły nowe regulacje związane z Rozporządzeniem REACH³ i wynikający z niej zakaz używania specjalistycznej obróbki powierzchniowej stopów aluminium. Regulacja ta spowodowała konieczność ponoszenia dodatkowych kosztów do kwalifikacji nowych procesów obróbki powierzchniowej. Podobne regulacje związane są z rynkiem elektroniki kosmicznej, a w szczególności procesem lutowania. Elementem specyficznym dla branży są

³ Rozporządzenie (WE) nr 1907/2006 Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 18 grudnia 2006 r. w sprawie rejestracji, oceny, udzielania zezwoleń i stosowanych ograniczeń w zakresie chemikaliów (REACH), utworzenia Europejskiej Agencji Chemikaliów, zmieniające dyrektywę 1999/45/WE oraz uchylające rozporządzenie Rady (EWG) nr 793/93 i rozporządzenie Komisji (WE) nr 1488/94, jak również dyrektywę Rady 76/769/EWG i dyrektywę Komisji 91/155/EWG, 93/67/EWG, 93/105/WE i 2000/21/WE.

regulacje związane z przeciwdziałaniem generowania śmieci kosmicznych. Regulacje takie zostały wprowadzone w misjach ESA i obowiązują firmy tego sektora. Projekty realizowane poza ESA, na przykład w ramach misji krajowych, nie są obecnie objęte żadnymi dedykowanymi regulacjami (stan na 14 marca 2025 r.). Spodziewane

Zgodnie ze skalą maksymalna wartość możliwa do uzyskania to 225 punktów, zatem sektor kosmiczny jest sektorem zadowalająco atrakcyjnym, biorąc pod uwagę przedstawione kryteria. Wielkość rynku, rentowność sektora, bariery wejścia oraz cykliczność powodują, że nie ma wielu przedsiębiorców, którzy chętnie inwestują w sektor

Tabela 2. Kryteria i skala oceny sektora.

#	Kryterium oceny sektora	Waga kryterium od 1 do 3	Wartość kryterium obecnie od 1 do 5	Ocena Ważona	
1	Wielkość Rynku	3	2	6	
2	Przewidywana stopa wzrostu rynku	3	5	15	
3	Rentowność Sektora	3	2	6	
4	Stopień koncentracji sektora	3	5	15	
5	Ostrość walki konkurencyjnej	1	3	3	
6	Wysokość barier wejścia	3	2	6	
7	Wysokość barier wyjścia	1	5	5	
8	Groźba pojawienia się substytutów	2	5	10	
9	Groźba pojawienia się konkurentów	2	3	6	
10	Pewność zaopatrzenia	2	3	6	
11	Stabilność technologiczna	2	5	10	
12	Możliwość różnicowania produktów	3	4	12	
13	Możliwość dywersyfikacji działalności	2	5	10	
14	Sezonowość cykliczność	3	1	3	
15	Zagrożenie środowiska naturalnego	2	4	8	
				121	
				Atrakcyjność Sektora	54%

Źródło: opracowanie własne autorów.

w najbliższym czasie regulacje krajowego prawa kosmicznego, nie powinny odbiegać od dobrych praktyk wymaganych przez ESA. Ze względu na brak regulacji i spodziewane zmiany oceniono to kryterium na 4 z wagą 2.

Powyższe założenia zostały przedstawione w poniższej tabeli, celem dokonania analizy i porównania ze skalą.

kosmiczny. Z drugiej zaś strony, bariery wejścia chronią obecnie działające firmy przed konkurencją i zapewniają, że wielkość rynku jest na zadowalającym poziomie. Specjalizacja firm pozwala na zwiększanie rentowności. Najniżej ocenionym kryterium jest cykliczność, która przekłada się na niepewność zarówno po stronie inwestorów jak również podmiotów działających w sektorze.



W ankiecie przesłanej przedsiębiorcom zadano szereg pytań, dotyczących pozycji konkurencyjnej firm polskiego sektora kosmicznego.

Odpowiedzi przedsiębiorców w ramach przeprowadzonego badania ankietowego wskazują, że polski sektor kosmiczny przedstawia podobny poziom innowacyjności

Ekspertki zwracają uwagę na kilka kluczowych problemów polskiego sektora kosmicznego:

- Brak krajowego, wieloletniego źródła finansowania projektów kosmicznych
- Niewystarczająca kapitalizacja polskich firm
- Problemy z dostępem do elastycznych form finansowania
- Trudności w pozyskiwaniu środków z instytucji krajowych (NCBiR, PARP)
- Niedostatek prywatnego kapitału inwestycyjnego
- Nieefektywna alokacja dostępnych środków

w porównaniu z innymi krajami europejskimi. Zwrócono uwagę, że polski sektor kosmiczny powstał dość późno w porównaniu z krajami zachodnimi, które miały dostateczny czas na znalezienie swojej niszy i umocnienie swojej pozycji. Jedną odpowiedź wskazywała, że poziom jest gorszy, choć trend jest rosnący w kierunku nadrobienia różnicy w stosunku do krajów Unii Europejskiej.

Większość zapytanych ekspertów również wskazuje, że innowacyjność polskiego sektora kosmicznego pozostaje w tyle za średnią UE, choć opinie różnią się w zależności od konkretnej domeny technologicznej. Sektor wykazuje potencjał i poprawę w niektórych obszarach, ale wyzwania, które stoją na drodze podniesienia poziomu innowacyjności występują szczególnie w zakresie finansowania i rozwoju rynku. Kultura innowacji i ekosystem wymagają dalszego rozwoju, aby dorównać standardom Europy Zachodniej. Ekspertki sugerują, że rozwiązanie tych fundamentalnych wyzwań - w szczególności poprawa dostępu do kapitału, budowanie krajowego popytu rynkowego oraz wspieranie przejścia od pracy projektowej do komercjalizacji produktów - będzie kluczowe dla zwiększenia potencjału innowacyjnego polskiego sektora kosmicznego.

Przedsiębiorcy oraz eksperci mieli również możliwość wypowiedzenia się na temat możliwości finansowania sektora kosmicznego w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej. Odpowiedzi na to pytanie były zazwyczaj negatywne. Respondenci zwrócili uwagę na brak Krajowego Programu Kosmicznego oraz zmarginalizowaną rolę Polskiej Agencji Kosmicznej w aspekcie możliwości finansowania. Zwrócono również uwagę na słabo rozwinięte możliwości finansowania ze źródeł prywatnych. Pozytywnym wydzźwiękiem była zwiększona składka na programy opcjonalne ESA, która wyróżnia się na tle krajów Europy Centralnej i Wschodniej.

Mimo poprawy powyższych czynników obserwowanej w ostatnich latach, szczególnie w zakresie finansowania publicznego i programów ESA, polski sektor kosmiczny wciąż zmagają się z istotnymi ograniczeniami w dostępie do finansowania. Kluczowe wyzwania to brak stabilnego krajowego systemu finansowania oraz ograniczony dostęp do kapitału prywatnego. Sytuacja wymaga dalszych działań systemowych, szczególnie w zakresie rozwoju krajowych instrumentów finansowania oraz przyciągania prywatnego kapitału inwestycyjnego.

Rozwój sektora nie byłby możliwy bez kapitału ludzkiego oraz wysoko wykwalifikowanej kadry. Przedsiębiorstwa wypowiedziały się w tym zakresie pozytywnie. Wskazują na porównywalny z krajami Europy Zachodniej poziom edukacji na wyższych uczelniach, choć z pewnymi brakami w zakresie programów dedykowanych branży kosmicznej. Zwrócono uwagę na trend powrotów specjalistów z Europy Wschodniej do rodzimych krajów. Co przebiega się z wypowiedzi to jeszcze duże braki w zakresie doświadczonych kadry.

Ekspertki wskazują na złożoną sytuację w obszarze dostępu do talentów, z wyraźnym podziałem na młodą kadre i doświadczonych specjalistów. Polska wyróżnia się pozytywnie pod względem dostępności młodych, ambitnych pracowników, szczególnie w sektorze IT. Jednocześnie widoczny jest znaczący niedobór doświadczonych specjalistów i kadry zarządzającej.

Ekspertki identyfikują szereg istotnych wyzwań w dostępie do talentów:

- Brak doświadczonych kadry, szczególnie na poziomie menedżerskim, stanowi znaczące ograniczenie rozwoju sektora.
- Ograniczone doświadczenie praktyczne uczelni w realizacji projektów kosmicznych (np. w zakresie wysyłania satelitów czy inżynierii systemowej) przekłada się na lukę w praktycznym przygotowaniu absolwentów.
- Niedobór kadry akademickiej specjalizującej się w tematyce kosmicznej oraz niszowość sektora utrudniają budowanie solidnej bazy edukacyjnej.

Sytuacja Polski w zakresie dostępu do talentów jest zróżnicowana. Z jednej strony kraj dysponuje znaczącym potencjałem w postaci młodych, wykwalifikowanych specjalistów, szczególnie w sektorze IT. Z drugiej jednak strony, widoczne są istotne braki w obszarze doświadczonych kadry menedżerskiej i specjalistycznej. Kluczowe dla rozwoju sektora będzie wypełnienie tej luki poprzez systematyczne budowanie doświadczenia oraz przyciąganie specjalistów z rozwiniętych rynków zagranicznych.

Administracja publiczna to kluczowy element sektora kosmicznego, gdyż podejmowane decyzje na szczeblu

administracyjnym kształtują rynek. Skuteczność administracji centralnej została przez przedsiębiorców oceniona negatywnie. Główne kwestie, na które zwrócono uwagę to brak strategii i konsekwencji działania. Pomimo zwiększonej składki respondenci nie widzą bardziej stanowczego i efektywnego zabiegania o polskie interesy w tym lobbingu za polskim przemysłem. Ponownie pojawiła się kwestia roli Polskiej Agencji Kosmicznej, a głównie brak możliwości wsparcia lub oddziaływania na kwestię składki do ESA.

Ekspertcy wyrażają generalnie krytyczną ocenę wsparcia ze strony administracji centralnej, wskazując na szereg systemowych problemów. Choć dostrzegają pozytywne zmiany i rosnące zaangażowanie w ostatnim czasie, to jednak zgodnie podkreślają, że poziom wsparcia pozostaje niewystarczający w porównaniu z innymi krajami Unii Europejskiej.

Wsparcie administracyjne charakteryzuje się kilkoma istotnymi niedoskonałościami. Po pierwsze, widoczny jest brak skutecznych narzędzi administracyjnych i jasno określonych priorytetów strategicznych. Po drugie, proces decyzyjny jest znacząco wydłużony, co szczególnie widać w kontekście uruchomienia Krajowego Programu Kosmicznego.

Szczególne wyzwanie stanowi koordynacja między różnymi instytucjami administracji centralnej. Ekspertcy wskazują na wewnętrzne konflikty kompetencyjne i brak jasnego podziału odpowiedzialności, co przekłada się na opóźnienia w realizacji kluczowych inicjatyw.

Mimo przeważającej krytycznej oceny, eksperci dostrzegają także pozytywne czynniki. Szczególnie dobrze oceniane jest wsparcie w kontekście programów ESA, choć nawet w tym obszarze wskazuje się na możliwości poprawy. Zaważalny jest również wzrost inwestycji w sektor, co eksperci uznają za pozytywny trend, który powinien być kontynuowany i wzmocniany.

Wsparcie administracji centralnej dla polskiego sektora

Kluczowe obszary wymagające usprawnienia w polskim sektorze kosmicznym to:

- Przyspieszenie procesów decyzyjnych, szczególnie w kontekście wydawania listów poparcia dla projektów ESA
- Wzmocnienie kompetencji i wiedzy personelu administracji w obszarze technologii kosmicznych
- Poprawa koordynacji między różnymi instytucjami administracji centralnej
- Rozwój długoterminowej wizji strategicznej dla sektora
- Zwiększenie efektywności wsparcia w programach UE i EDA.

kosmicznego wymaga znaczącej poprawy, aby dorównać standardom innych krajów UE. Mimo pozytywnych zmian i rosnącego zaangażowania, wciąż istnieją fundamentalne problemy wymagające systemowych rozwiązań. Szczególnie istotne jest wypracowanie spójnej, długoterminowej strategii oraz usprawnienie procesów decyzyjnych i koordynacji międzyinstytucjonalnej.

Szczególnym elementem są odpowiednie narzędzia administracyjne, pod tym hasłem kryją się dedykowane programy, umożliwiające rozwój technologiczny. Przykładowo Brytyjska Agencja Kosmiczna (UKSA) posiada kilka dedykowanych programów:

- Narodowy Program Innowacji Kosmicznych (National Space Innovation Programme - NSIP)⁴ funkcjonuje jako główna brytyjska inicjatywa finansowania technologii kosmicznych. Program zapewnia bezpośrednie wsparcie finansowe w formie konkurencyjnych grantów dla przedsiębiorstw i organizacji badawczych rozwijających innowacyjne technologie kosmiczne i satelitarne. Program koncentruje się szczególnie na projektach zgodnych z brytyjskimi strategicznymi priorytetami kosmicznymi, oferując finansowanie w zakresie od 50 000 do 2 milionów funtów na projekt.
- Program Akceleracji Kosmicznej (Space Accelerator Programme), prowadzony we współpracy z Innovate UK, zapewnia ukierunkowane wsparcie dla startupów technologii kosmicznych. Mechanizm ten obejmuje zarówno finansowanie, jak i usługi rozwoju biznesu, pomagając firmom we wczesnej fazie rozwoju w poruszaniu się po wymogach regulacyjnych i uzyskaniu dostępu do rynków międzynarodowych. Program oferuje intensywny mentoring, wsparcie techniczne oraz nawiązywanie kontaktów z potencjalnymi inwestorami i klientami.
- Fundusz Pionierów Regulacyjnych (Regulators' Pioneer Fund)⁵ koncentruje się na wyzwaniach regulacyjnych w sektorze kosmicznym. Mechanizm ten usprawnia procedury licencyjne dla działalności kosmicznej i zapewnia wsparcie regulacyjne dla firm, szczególnie w powstających obszarach, takich jak serwisowanie na orbicie i operacje małych satelitów.

Podobne działania realizowane są przez Francuską Agencję Kosmiczną CNES:

- CNES zarządza Funduszem Inwestycji Kosmicznych (Fonds d'Investissement Spatial)⁶, który łączy kapitał publiczny i prywatny w celu wspierania francuskich firm kosmicznych. Mechanizm ten zapewnia zarówno inwestycje kapitałowe, jak i pożyczki zamienne, koncentrując się szczególnie na firmach rozwijających przełomowe technologie lubrozsze-

⁴ UK Government, 2021.

⁵ UK Government, 2021.

⁶ CNES.



- rzających swoją obecność międzynarodową.
- Inicjatywa CosmiCapital⁷, zarządzana przez spółkę zależną CNES - CosmiCapital Management, stanowi wyspecjalizowany instrument inwestycyjny zapewniający długoterminowe wsparcie kapitałowe dla firm technologii kosmicznych. Mechanizm ten kierowany jest szczególnie do firm w fazie wzrostu, oferując inwestycje w przedziale od 1 do 10 mln EUR.
- Program Space Tech Partners ułatwia współpracę między ugruntowanymi podmiotami branży kosmicznej a innowacyjnymi startupami. Mechanizm ten obejmuje wsparcie transferu technologii, dostęp do obiektów testowych CNES oraz wymianę wiedzy technicznej. Koncentruje się szczególnie na pomocy mniejszym firmom w spełnieniu rygorystycznych wymogów jakościowych sektora kosmicznego.
- CNES prowadzi również regionalne centra technologiczne (Centres de Compétence Technique) w całej Francji, zapewniając lokalne wsparcie i zasoby techniczne dla firm kosmicznych. Centra te oferują specjalistyczne obiekty testowe, konsultacje techniczne oraz połączenie z regionalnymi sieciami innowacji.

Obie agencje utrzymują dedykowane biura wsparcia eksportu, które pomagają krajowym firmom w dostępie do rynków międzynarodowych, szczególnie poprzez umowy międzyrządowe i uczestnictwo w międzynarodowych programach kosmicznych. Mechanizmy te obejmują gwarancje finansowania eksportu oraz wsparcie dyplomatyczne dla międzynarodowego rozwoju biznesu.

Powyższe mechanizmy administracyjne pokazują, jak obydwie wskazane kraje rozwinęły kompleksowe systemy wsparcia łączące pomoc finansową, wsparcie techniczne i usługi rozwoju biznesu w celu rozwoju swoich krajowych sektorów kosmicznych.

Polski sektor kosmiczny w liczbach na tle sektora Europejskiego

W niniejszej sekcji przedstawiony została polski sektor kosmiczny w liczbach, na tle kosmicznego sektora europejskiego, w tym współczynniki udziału polskich firm w europejskim sektorze.

Polskie firmy odgrywają coraz większą rolę w międzynarodowych projektach kosmicznych. W ramach kontraktów ESA, udział polskich firm systematycznie rośnie, zwłaszcza w obszarach takich jak zaawansowane systemy telekomu-

nikacyjne, systemy mechatroniczne, nawigacja satelitarna, analiza danych z misji kosmicznych, a także badania związane z obserwacją Ziemi. Polskie podmioty są obecne w programach takich jak Copernicus oraz Galileo, dostarczając istotnych komponentów technologicznych i narzędzi wspierających.

Według danych Polskiego Instytutu Ekonomicznego, od 2015 roku 199 polskich firm i instytucji badawczych zdobyło 595 kontraktów z ESA o łącznej wartości 270 mln EUR.⁸ Stanowi to znaczący wzrost w porównaniu do lat poprzednich. Według danych Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego, w trakcie dziesięciu lat członkostwa w ESA polskie podmioty zrealizowały kontrakty na ponad sto milionów euro, z czego 150 firm bezpośrednio pozyskiwało kontrakty od agencji, a drugie tyle miało w nie wkład jako podwykonawcy. Według różnych szacunków można ocenić, że polskie firmy zdobyły kontrakty o łącznej wartości przekraczającej 140 mln EUR w ramach projektów ESA.⁹

Dokładne oszacowanie procentowego udziału polskich firm w całkowitej liczbie kontraktów ESA jest trudne ze względu na brak pełnych danych. Jednak można zauważyć, że projekty związane z obserwacją Ziemi stanowią około 40% wszystkich kontraktów uzyskanych przez polskie podmioty w ESA.¹⁰ Biorąc pod uwagę 10 największych programów ESA, udział ten wzrasta do 55%.¹¹

Do bardziej znanych przykładów zamówień, realizowanych przez firmy z Polski na zlecenie ESA należą między innymi:

- Sener Polska - kontrakt na opracowanie mechanizmów dla misji Vigil ESA, realizowany we współpracy z firmą Leonardo.¹²
- Creotech Instruments - udział w misji księżycowej ESA oraz misji związanej z tankowaniem satelity na orbicie.¹³
- Creotech Instrument – MikroGlob Satelitarny System Obserwacji Ziemi, projekt realizowany na zlecenie Ministerstwa Obrony Narodowej.¹⁴ Wartość zamówienia wynosi 556,7 mln PLN.
- CloudFerro - główny dostawca technologii i operator Copernicus Data Space Ecosystem, największego na świecie repozytorium danych satelitarnych programu Copernicus.¹⁵

Dużą zmianą w sytuacji polskiego sektora kosmicznego jest zwiększenie przez Polskę składki do ESA i przeznaczenie dodatkowych 295 mln EUR na lata 2023-2025.¹⁶ To plasuje Polskę w pierwszej dziesiątce krajów z naj-

7 CONNECTBYCNES.

8 Trade.gov.pl, 2024

9 Planet Partners, 2024 & POLSA 2022.

10 Space24, 2024.

11 Tamże.

12 ZBIAM, 2024.

13 Bankier.pl, 2024

14 Creotech, 2024.

15 Space24.pl, 2024.

16 POLSA, Polska w kosmosie, 2023.

wyższym wkładem do programów opcjonalnych ESA,¹⁷ w obecnej chwili współpraca polskich firm oraz instytucji kosmicznych z ESA obejmuje uczestnictwo polskich inżynierów w ponad 80 misjach kosmicznych ESA, co świadczy o ich rosnącej pozycji na rynku. W ostatnich latach nastąpił znaczny wzrost zainteresowania danymi satelitarnymi oraz usługami związanymi z komunikacją, co przyczyniło się do wzrostu liczby kontraktów.¹⁸

Polskie firmy biorą również udział w programach Agencji Unii Europejskiej ds. Programów Kosmicznych EUSPA. Jak podaje Polska Agencja Kosmiczna, całkowita kwota dofi-

nansowania dla polskich podmiotów wyniosła około 7 mln EUR. W sumarycznej liczbie 24 projektów, wzięło udział 21 podmiotów.¹⁹

Dane te pokazują nie tylko rosnącą pozycję polskich firm w sektorze, ale też ich zdolność do rywalizacji na poziomie międzynarodowym.²⁰

Podsumowanie

- Polski sektor kosmiczny wykazuje dynamiczny rozwój i zwiększa swój udział w kontraktach ESA, szczególnie w obszarze obserwacji Ziemi.
- Dalszy wzrost konkurencyjności będzie zależeć od inwestycji w rozwój technologii i budowania doświadczenia w realizacji kompleksowych projektów kosmicznych.
- Dużą zmianą w sytuacji polskiego sektora kosmicznego jest zwiększenie przez Polskę składki do ESA i przeznaczenie dodatkowych 295 mln EUR na lata 2023-2025. To plasuje Polskę na ósmym miejscu wśród krajów z najwyższym wkładem do programów opcjonalnych ESA.
- W ostatnich latach nastąpił znaczny wzrost zainteresowania danymi satelitarnymi oraz usługami związanymi z komunikacją, co przyczyniło się do wzrostu liczby kontraktów.
- projekty związane z obserwacją Ziemi stanowią około 40% wszystkich kontraktów uzyskanych przez polskie podmioty w ESA. Biorąc pod uwagę 10 największych programów ESA, udział ten wzrasta do 55%.
- Wsparcie polskiego sektora kosmicznego zarówno przez podmioty publiczne, jak i prywatne obejmuje różnego rodzaju mechanizmy, a w tym: edukacyjne i szkoleniowe, biznesowe, finansowe, a także networking i promocję sektora.

¹⁷ Trade.gov.pl, 2024

¹⁸ Space24.pl, 2023 & PARP 2017.

¹⁹ Szwajewski, Malinowska, Pacek, 2023.



Specjalizacje

W ramach niniejszego Rozdziału zostały omówione kryteria podziału specjalizacji (dziedzina technologii/aplikacji/badań kosmicznych), następnie zostały przeanalizowane klasyczne specjalizacje w przemyśle kosmicznym w ujęciu globalnym oraz specjalizacje charakterystyczne dla państw CEE, w szczególności Polski. W tym kontekście zostały wyróżnione dominujące obszary specjalizacji polskich firm, oraz najbardziej poszukiwane specjalizacje w sektorze kosmicznym. Ponadto, zostały przeanalizowane potencjalne specjalizacje i kompetencje przyszłości w sektorze kosmicznym.

Kryteria podziału specjalizacji

Specjalizacje danego sektora są przede wszystkim postrzegane jako specjalizacje produktowe. W sektorze kosmicznym, w którym bardzo często podmioty nie wytwarzają powtarzalnych produktów sytuacja kształtuje się inaczej. Na potrzeby niniejszego Raportu określenie „specjalizacje” odnosić się będzie do przedmiotu działalności podmiotów kosmicznych, definiowanych jako technologie. Ponieważ terminem „specjalizacje” nie posługuje się literatura fachowa w krajach o długiej historii i bogatym dorobku sektora kosmicznego i nie było jasnego wzorca z którego można by czerpać, w Polsce podejście do zdefiniowania tego zagadnienia zmieniała się na przestrzeni lat.

Podział specjalizacji kosmicznych można oprzeć na różnych kryteriach, takich jak dziedziny technologiczne, sposób ich aplikacji, cele badań naukowych czy poziom gotowości technologicznej. W kontekście europejskim, szczególne znaczenie ma klasyfikacja ESA Technology Domains (tzw. Drzewo Technologiczne ESA), która organizuje specjalizacje według kluczowych obszarów technologicznych. Drzewo Technologiczne ESA zapewnia system klasyfikacji całego technicznego know-how dostępnego w Europejskiej Agencji Kosmicznej. Drzewo zostało początkowo zdefiniowane w ramach działań konsolidacyjnych ESTER (European Space Technology Requirements Database) przeprowadzonych w kwietniu/maju 2002 roku. Najnowsza wersja drzewa technologicznego pochodzi z listopada 2023 r. (Drzewo technologiczne ESA, wersja 4.1)¹ i została sporządzona przez Biuro Koordynacji i Planowania Technologii ESA (TEC-H). Drzewo technologiczne ma strukturę trzypoziomową. Pierwszy poziom wprowadza 26 domen technologicznych (TD). Domeny Technologiczne są następnie dzielone na Poddomeny Technologiczne (TS) i Grupy Technologiczne (TG), w zależności od potrzeb.

Podział według dziedzin obejmuje różnorodne technologie wykorzystywane w przestrzeni kosmicznej. W obszarze systemów nośnych i napędowych (Domena 19: Propulsion) istotne są technologie raketowe, napędy chemiczne, elektryczne czy hybrydowe, umożliwiające wynoszenie ładunków na orbitę i przemieszczanie w kosmosie. Inżynieria satelitarna (Domena 3: Spacecraft Electrical

Power) skupia się na projektowaniu i budowie satelitów oraz ich podsystemów, takich jak systemy zarządzania energią, sensory czy mechanizmy separacyjne. Robotyka i mechanizmy kosmiczne (Domena 15: Spacecraft Mechanisms and Tribology) obejmuje rozwój manipulatorów, systemów mobilnych oraz precyzyjnych mechanizmów do zastosowań orbitalnych i eksploracyjnych. Istotną rolę odgrywa również Optyka (Domena 16: Optics) i Optoelektronika (Domena 17: Optoelectronics), które wspierają rozwój instrumentów obrazowania, radarów czy detektorów podczerwieni.

W podziale według aplikacji technologicznych dominują obszary takie jak Obserwacja Ziemi (obszar zastosowań, który korzysta z technologii z kilku różnych domen, takich jak: Domena 6: RF Payloads w zakresie radarów i komunikacji, Domena 16 Optics – instrumenty optyczne, Domena 17 Optoelectronics – detektory i sensory) gdzie technologie teledetekcyjne są stosowane w monitorowaniu środowiska, zmian klimatycznych czy zarządzaniu kryzysowym. Systemy komunikacji i nawigacji (Domena 9: Mission Operation and Ground Data Systems) znajdują zastosowanie w globalnej łączności, telekomunikacji satelitarnej i systemach GNSS, takich jak Galileo. Eksploracja kosmosu (Domena 13: Automation, Telepresence and Robotics) obejmuje technologie wspierające misje na Księżyc, Marsa oraz inne ciała niebieskie, zarówno załogowe, jak i bezzałogowe, a także systemy autonomiczne i roboty eksploracyjne. Systemy naziemne (Domena 12: Ground Systems and Networks) wspierają operacje satelitarne i zarządzanie misjami.

Specjalizacje można także podzielić według rodzaju badań naukowych. Astronomia i astrofizyka koncentrują się na badaniu gwiazd, galaktyk czy egzoplanet, podczas gdy planetologia eksploruje planety, ich atmosfery i powierzchnie. Heliofizyka (Domena 14: Physical Sciences) bada wpływ Słońca na Ziemię oraz inne planety. Mikrogravitacja i biologia kosmiczna (Domena 14: Life Sciences) eksplorują wpływ mikrogravitacji na organizmy żywe, co ma znaczenie dla długoterminowej obecności ludzi w przestrzeni kosmicznej. Fizyka kosmiczna obejmuje badania promieniowania kosmicznego, ciemnej materii i energii.

Kolejnym istotnym kryterium jest podział według faz rozwoju technologii i poziomów TRL (Technology Readiness Level). Technologie mogą znajdować się w fazie badań podstawowych (TRL 1-3), rozwoju prototypów i testów laboratoryjnych (TRL 4-6) lub być wdrażane w pełnowymiarowych systemach operacyjnych (TRL 7-9). W kontekście ESA Technology Domains specjalizacje mogą być również klasyfikowane według celów misji kosmicznych. Misje załogowe wymagają systemów podtrzymywania życia (Domena 6: Life Support and Habitation Systems) oraz zaawansowanych systemów transportowych. Misje bezzałogowe i badawcze koncentrują się na instrumentach naukowych (Domena 8: Science Instruments, Observatories, and Sensor Systems), takich jak teleskopy i instrumenty do

¹ ESA, 2023.

eksploracji planet czy asteroid. Operacyjne misje, obejmujące systemy telekomunikacyjne i nawigacyjne, są istotne dla infrastruktury globalnej.

Podział można także przeprowadzić na podstawie środowiska operacyjnego. Technologie stosowane na orbicie okołoziemskiej (LEO, MEO, GEO) różnią się od tych wykorzystywanych w przestrzeni międzyplanetarnej czy na powierzchniach planetarnych. Wszystkie te kryteria podziału, zarówno w odniesieniu do ESA Technology Domains, jak i bardziej ogólnych klasyfikacji, pozwalają precyzyjnie zarządzać projektami kosmicznymi, planować inwestycje oraz dostosowywać rozwój sektora kosmicznego do przyszłych wyzwań. Dzięki temu możliwe jest lepsze wykorzystanie zasobów i potencjału naukowego oraz przemysłowego.

Ostatnim kryterium wyodrębnienia specjalizacji dla potrzeb Raportu jest ich podział odpowiadający poszczególnym segmentom rynku kosmicznego, czyli: downstream i upstream. Odnosi się on do różnych etapów i zastosowań technologii kosmicznych.

Upstream obejmuje rozwój i produkcję technologii związanych z eksploracją i operacjami w przestrzeni kosmicznej. Należą do niego:

- Projektowanie i budowa satelitów, raket nośnych, oraz instrumentów naukowych.
- Rozwój systemów napędowych, mechanizmów kosmicznych i technologii związanych z badaniami planetarnymi.
- Technologie badawcze i inżynieryjne na poziomie misji kosmicznych.

Downstream koncentruje się na wykorzystaniu danych i technologii kosmicznych na Ziemi. Zawiera takie obszary jak:

- Obserwacja Ziemi (Earth Observation) – analiza danych satelitarnych do monitorowania środowiska, zmian klimatycznych czy zarządzania kryzysowego.
- Nawigacja satelitarna (GNSS) – wykorzystanie systemów takich jak Galileo w transporcie, logistyce czy geodezji.
- Telekomunikacja – globalna łączność, przesył danych i transmisje multimedialne oparte na satelitach.
- Usługi geoinformacyjne i aplikacje wykorzystujące dane satelitarne w sektorach takich jak rolnictwo, zarządzanie miastami czy energetyka.
- Ten podział jest kluczowy w kontekście planowania inwestycji, rozwoju technologii i identyfikacji nowych rynków, pozwalając na lepsze dostosowanie strategii sektora kosmicznego do potrzeb rynku i społeczeństwa.

W pierwszych publikacjach związanych z analizą polskiego sektora kosmicznego² (2018 r.) przedmiot działalności

określany był dość ogólnie, bazując na 14 zaproponowanych grupach technologii. Były to: automatyka, robotyka i systemy sterowania, elektronika, inżynieria materiałowa, mechanika, optyka i optoelektronika, systemy zasilania i napędy, jakość i bezpieczeństwo, nauka, oprogramowanie kosmiczne: naziemne i pokładowe, konstrukcje, łączność i nawigacja (GNSS), wykorzystanie danych satelitarnych i bazy danych, edukacja i promocja oraz kategoria „inne”. w późniejszych publikacjach w większości przypadków specjalizacje odnoszą się do tzw. drzewa technologicznego ESA.

Globalne i regionalne specjalizacje w przemyśle kosmicznym

W ujęciu globalnym specjalizacje w przemyśle kosmicznym obejmują szeroki zakres technologii i zastosowań, które kształtowały się przez dziesięciolecia intensywnego rozwoju sektora. Państwa o ugruntowanej pozycji w tej branży, takie jak Stany Zjednoczone, Rosja, Chiny czy kraje Europy Zachodniej, koncentrują swoje wysiłki na rozwoju kompleksowych systemów nośnych, dużych satelitów i zaawansowanych misji międzyplanetarnych. Dominują one w obszarach takich jak rakiety, systemy nawigacyjne, obserwacja Ziemi czy zaawansowana robotyka kosmiczna. Te klasyczne specjalizacje stanowią fundament globalnej gospodarki kosmicznej i są napędzane przez państwowe agencje kosmiczne, takie jak NASA, ESA, Roskosmos czy CNSA, a także przez liderów prywatnego sektora, takich jak SpaceX, Blue Origin czy Airbus Defence and Space. Jednak państwa Europy Środkowo-Wschodniej (CEE), w tym Polska, które stosunkowo niedawno dołączyły do tego sektora, przyjęły inną strategię rozwoju. Zamiast konkurować bezpośrednio z globalnymi liderami w najbardziej kapitałochłonnych obszarach, takich jak budowa raket czy duże misje załogowe, państwa CEE koncentrują się na niszowych, ale kluczowych specjalizacjach. Taka strategia pozwala na integrację w globalnych łańcuchach wartości sektora kosmicznego oraz budowanie trwałej pozycji w europejskich i międzynarodowych programach kosmicznych, takich jak inicjatywy ESA czy unijny program Horyzont Europa.

Polska jako lider w regionie CEE, wyróżnia się rozwijaniem technologii w obszarach takich jak robotyka kosmiczna, nanosatelite, optoelektronika, mechanizmy kosmiczne i przetwarzanie danych satelitarnych. W szczególności silna pozycja polskiego sektora IT umożliwiła rozwój zaawansowanego oprogramowania kosmicznego zarówno dla zastosowań pokładowych, jak i naziemnych. Co więcej, Polska aktywnie wspiera rozwój sektora kosmicznego poprzez aktywny udział w programach ESA, które znacząco przyczyniły się do podniesienia kompetencji technologicznych krajowych firm i instytutów badawczych. Jednym z kluczowych atutów Polski jest koncentracja na przetwarzaniu i analizie danych satelitarnych oraz technologiach nanosatelitarnych. W dobie gwałtownego wzrostu liczby satelitów na orbitach niskich (LEO) te kompetencje nabierają coraz większego



znaczenia. Dodatkowo, technologie takie jak robotyka kosmiczna, mechanizmy separacyjne czy systemy napędowe wpisują się w potrzeby globalnego sektora kosmicznego, co pozwala polskim firmom na nawiązywanie współpracy z większymi podmiotami w Europie i na świecie.

Państwa CEE, w tym Polska, mogą także odegrać ważną rolę w rozwoju technologii związanych z eksploracją śmieci kosmicznych, ekologicznych systemów napędowych czy materiałów kompozytowych odpornych na ekstremalne

warunki przestrzeni kosmicznej. W tych obszarach widoczny jest potencjał innowacyjny i możliwość specjalizacji, które wpisują się w globalne trendy zrównoważonego rozwoju sektora kosmicznego. W perspektywie długoterminowej, sukces polskiego sektora kosmicznego i innych państw CEE będzie zależał od zdolności do rozwijania niszowych kompetencji, aktywnego uczestnictwa w międzynarodowych programach oraz wspierania innowacyjnych przedsięwzięć i start-upów. Dzięki strategicznemu podejściu, państwa CEE mają szansę nie tylko zwiększyć swoją konkurencję

Tabela 2. Kryteria i skala oceny sektora.

Nr domeny	Nazwa angielska	Tłumaczenie polskie
1	On-Board Data Systems	Pokładowe systemy danych
2	Space System Software	Oprogramowanie systemów kosmicznych
3	Spacecraft Electrical Power	Elektryczne zasilanie statków kosmicznych
4	Space Environments & Effects	Środowiska kosmiczne i ich efekty
5	Space System Control	Sterowanie systemami kosmicznymi
6	RF Payload and Systems	Ładunki i systemy radiowe
7	Electromagnetic Technologies & Techniques	Technologie i techniki elektromagnetyczne
8	System Design & Verification	Projektowanie i weryfikacja systemów
9	Mission Operation & Ground Data Systems	Operacje misji i naziemne systemy danych
10	Flight Dynamics & GNSS	Dynamika lotu i GNSS
11	Space Debris	Odpady kosmiczne
12	Ground Station System & Networks	Systemy stacji naziemnych i sieci
13	Automation, Telepresence & Robotics	Automatyzacja, teleobecność i robotyka
14	Life & Physical Sciences	Nauki przyrodnicze i fizyczne
15	Mechanisms & Tribology	Mechanizmy i tribologia
16	Optics	Optyka
17	Optoelectronics	Optoelektronika
18	Thermal	Termika
19	Propulsion	Napęd
20	Structures & Pyrotechnics	Struktury i pirotechnika
21	Materials & Processes	Materiały i procesy
22	Environmental Control & Life Support	Kontrola środowiska i systemy podtrzymywania życia
23	EEE Components & Quality	Komponenty EEE i jakość
24	Quality, Dependability & Safety	Jakość, niezawodność i bezpieczeństwo
25	Electrical Ground Support Equipment	Elektryczne wyposażenie wsparcia naziemnego
26	Mechanical Ground Support Equipment	Mechaniczne wyposażenie wsparcia naziemnego

Źródło: opracowanie własne autorów.

rencyjność na rynku europejskim, ale również stać się ważnymi partnerami w globalnych inicjatywach kosmicznych.

Dominujące obszary specjalizacji polskich firm

Najbardziej aktualne informacje dotyczące obszarów działalności podmiotów kosmicznych zgromadził Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego na potrzeby przygotowania katalogu swoich członków³. W okresie od kwietnia do października 2024 r. zebrano dane od 67 firm i instytucji. Poproszone zostały one o syntetyczny opis własnej działalności oraz przypisanie obszarów działalności do 26 domen drzewa technologicznego ESA. Zbiorcze zestawienie odpowiedzi przedstawia poniższa tabela. Nie uwzględnia ona 3 podmiotów, które są członkami ZPSK ale nie są podmiotami prowadzącymi działalność wytwórczą z wykorzystaniem technologii kosmicznych. Na podstawie odpowiedzi, ujętych w tabeli, zauważyć można że w 4 poniższych domenach technologicznych działalność prowadzi najwięcej podmiotów. Są to:

Space System Software (TD 2)

Domena ta, obejmująca technologie związane z oprogramowaniem systemów kosmicznych i naziemnych, otrzymała 19 wskazań. W jej zakresie znajdują się techniki gromadzenia, przetwarzania i archiwizacji danych na dużą skalę oraz aplikacje wykorzystujące dane satelitarne. Popularność tej domeny w Polsce wynika z rozwiniętego sektora IT, który dostarcza wysoko wykwalifikowanych specjalistów oraz solidne zaplecze technologiczne. Podmioty działające w tej dziedzinie często komercjalizują swoje produkty w formie usług lub oprogramowania dla międzynarodowych klientów, w tym Europejskiej Agencji Kosmicznej i operatorów satelitarnych.

System Design & Verification (TD 8)

Najwięcej wskazań (22) dotyczyło domeny związanej z projektowaniem i weryfikacją systemów kosmicznych. Obejmuje ona technologie testowania i oznakowania systemów, a także działania redukujące koszty i czas opracowywania nowych technologii. W Polsce firmy koncentrują się na dostarczaniu usług i komponentów dla dużych projektów międzynarodowych. Domena ta ma kluczowe znaczenie dla rozwoju prototypów i zapewnienia jakości, co stanowi nieodzowny element procesu wytwarzania w sektorze kosmicznym.

Mission Operation and Ground Data Systems (TD 9)

Kontrola i wykorzystanie systemów kosmicznych oraz naziemnych, w tym systemów kontroli misji (Mission Control Systems), to domena, która uzyskała 19 wskazań. Specjalizacja w tym obszarze dotyczy zarówno projektowania narzędzi wspierających operacje naziemne, jak i tworzenia rozwiązań do zarządzania misjami kosmicznymi. W Polsce rozwój w tej domenie wspierany jest

przez szerokie kompetencje w dziedzinie informatyki oraz doświadczenie w pracy z dużymi zbiorami danych.

Structures & Pyrotechnics (TD 20)

Domena związana z projektowaniem, analizą i testowaniem struktur kosmicznych oraz technologii pirotechnicznych uzyskała 20 wskazań. Obejmuje ona prace nad materiałami odpornymi na ekstremalne warunki oraz strukturami wysoce stabilnymi i wytrzymałymi. Firmy w Polsce, specjalizujące się w tej dziedzinie, dostarczają komponenty pirotechniczne, osłony przed uderzeniami meteoroidów czy śmieci kosmicznych, a także struktury wspierające dla satelitów i innych pojazdów kosmicznych.

Wyżej wymienione domeny technologiczne można podzielić na dwie grupy w zależności od ich potencjału komercjalizacji:

- **Usługi i produkty końcowe:** Space System Software (TD 2) oraz Mission Operation and Ground Data Systems (TD 9) są domenami, w których rezultatem działalności są oprogramowanie i usługi, takie jak aplikacje do przetwarzania danych satelitarnych czy systemy zarządzania misjami. Rozwój tych obszarów jest pochodną silnej pozycji sektora IT w Polsce.
- **Elementy procesu wytwarzania:** Structures & Pyrotechnics (TD 20) oraz System Design & Verification (TD 8) są domenami skoncentrowanymi na dostarczaniu komponentów i usług w ramach procesu wytwarzania, które stają się częścią większych projektów realizowanych przez międzynarodowe konsorcja.

Silna obecność polskich firm w domenach związanych z oprogramowaniem i systemami naziemnymi podkreśla znaczenie sektora IT w kształtowaniu krajowego przemysłu kosmicznego. Z kolei działalność w obszarach związanych z projektowaniem struktur i testowaniem systemów pokazuje zdolność do dostarczania komponentów i usług niezbędnych w międzynarodowych projektach kosmicznych. Taki podział kompetencji wspiera rozwój polskiego sektora kosmicznego jako konkurencyjnego gracza w niszowych, ale kluczowych technologiach.

Specjalizacje, klasyfikowane zgodnie z Drzewem Technologicznym ESA, mają również odzwierciedlenie w projektach realizowanych przez polskie podmioty. Przykładem są dane z realizacji programu ESA Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS). Realizacja tego programu w latach 2012-2019 znacząco wpłynęła na rozwój polskiego sektora kosmicznego, umożliwiając rodzimym podmiotom zdobycie doświadczenia w wielu kluczowych domenach technologicznych ESA. W ramach programu zrealizowano 210 projektów, które zostały przypisane do różnych obszarów technologicznych zgodnie z Drzewem Technologicznym ESA. Analiza liczby projektów w poszczególnych dome-



Tabela 4. Kompetencje podmiotów członkowskich ZPSK w podziale na Domeny Technologiczne ESA.

Podmiot	TD1 On-board Data Subsystems	TD2 Space System Software	TD3 Space Systems Electrical Power	TD4 Space Systems Environments and Effects	TD5 Space System Control	TD6 RF Subsystems, Payloads and Technologies	TD7 Electromagnetic Technologies and Techniques	TD8 System Design & Verification	TD9 Mission Operation and Ground Data Systems	TD10 Flight Dynamics & GNSS	TD11 Space Debris	TD12 Ground Station System & Networks	TD13 Automation, Telepresence & Robotics	TD14 Life & Physical Sciences	TD15 Mechanisms & Tribology	TD16 Optics	TD17 Optoelectronics	TD18 Aerothermodynamics	TD19 Propulsion.	TD20 Structures & Pyrotechnics	TD21 Thermal	TD22 Environmental Control Life Support	TD23 EEE Components and quality	TD24 Materials and Processes	TD25 Quality, Dependability and Safety	TD26 Other	
1 6roads sp. z o.o.																										7	
2 Adaptronica sp z o.o.																											2
3 AROBS Polska sp. z o.o.																											8
4 Asynchronics																											9
5 Astronika sp. z o.o.																											9
6 Baltic Orbital Services																											13
7 Bit by Bit sp. z o.o.																											2
8 Blue Dot Solutions sp. z o.o.																											4
9 CAMK PAN																											3
10 CBK PAN																											20
11 CIM-mes Projekt																											9
12 Ciliun Engineering																											3
13 CloudFerro S.A.																											3
14 Cloudless sp. z o.o.																											3
15 Creotech Instruments S.A.																											17
16 Eycore																											1
17 FPT Technology Partners																											2
18 Geosystems Polska sp. z o.o.																											1
19 GISS sp. z o.o.																											3
20 GMV Innovating Solutions																											9
21 Hertz Systems Ltd Sp. z o.o.																											5
22 ICEYE Polska sp. z o.o.																											7
23 Instytut Łączności																											9
24 Integrated Solutions																											3
25 ITTI sp. z o.o.																											6
26 Jakusz SpaceTech sp. z o.o.																											4
27 Joint The Space																											1
28 Komes sp. z o.o.																											5
29 KP LABS sp. z o.o.																											6
30 Liftero sp. z o.o.																											3
31 Microamp Solutions sp. z o.o.																											1
32 N7 Space sp. z o.o.																											6
34 Orbital Matter sp. z o.o.																											3
35 PCO S.A.																											4
36 Phonemic sp. z o.o.																											5
37 PIAP Space Sp. z o.o.																											6
38 Piktime Systems sp. z o.o.																											5
40 QWED sp. z o.o.																											3
41 Radiotechnika Marketing																											3
42 SATIM Monitoring Satelitarny																											1
43 Scanway S.A.																											2
44 Semicon sp. z o.o.																											2
45 SENER sp. z o.o.																											8
48 ŚBŁ - Ilot																											14
49 ŚBŁ - PIAP																											5
50 SmallGIS sp. z o.o.																											1
52 SpaceForest sp. z o.o.																											9
53 SpaceGarden																											5
54 Spacive sp. z o.o.																											3
56 Sybilla Technologies																											6
57 SystemicsPAB sp. z o.o.																											6
58 TechOcean sp. z o.o.																											3
59 Thorium Space S.A.																											6
60 TUATARA sp. z o.o.																											2
61 Uniflow Dynamics																											9
62 Wasat sp. z o.o.																											2
63 WB Centrum Kompozytów																											1
64 WiRan sp. z o.o.																											5
	12	19	5	6	11	12	9	22	19	13	13	14	16	4	14	8	10	3	6	20	13	3	8	17	13	6	

Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie Katalogu członkowskiego ZSK 2024

nach (dane ESA⁴) pozwala zidentyfikować priorytetowe kierunki rozwoju technologii w Polsce.

Najwięcej projektów, bo aż 34, zrealizowano w domenie TD6: RF Subsystems, Payloads and Technologies. Obejmuje ona technologie związane z systemami radiowymi, w tym podsystemy ładunków komunikacyjnych i sensorycznych, które są kluczowe dla satelitów telekomunikacyjnych, obserwacyjnych i nawigacyjnych. Znaczący udział projektów w tej domenie wskazuje na zdolność polskich firm do projektowania i wdrażania systemów komunikacyjnych oraz przetwarzania sygnałów na wysokim poziomie.

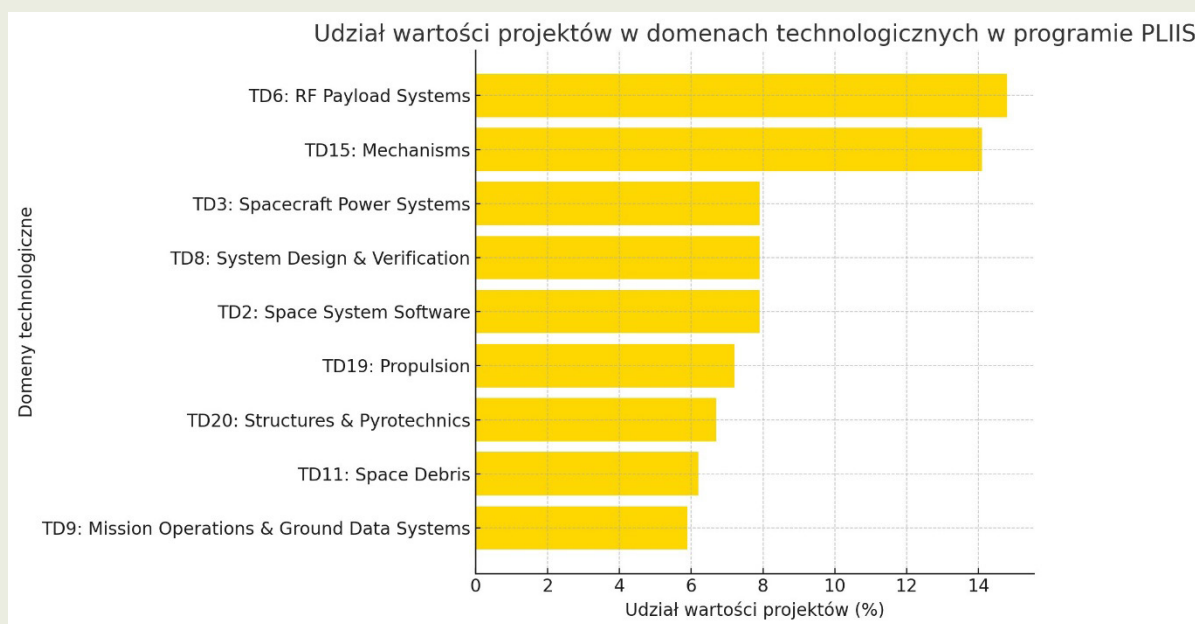
Na drugim miejscu znajduje się TD2: Space System Software, z 27 projektami. Domena ta koncentruje się na oprogramowaniu wykorzystywanym w systemach kosmicznych i naziemnych, w tym aplikacjach do przetwarzania danych oraz zarządzania misjami. Silne zaplecze polskiego sektora IT przyczyniło się do rozwoju kompeten-

na technologiach związanych z monitorowaniem i usuwaniem śmieci kosmicznych, które stają się coraz większym problemem w kontekście zwiększonej aktywności orbitalnej. Projekty te pokazują zaangażowanie polskiego sektora w działania na rzecz zrównoważonego rozwoju przestrzeni kosmicznej.

TD9: Mission Operation and Ground Data Systems była kolejną istotną domeną z 16 projektami. Obejmuje ona technologie wspierające operacje misji kosmicznych i systemy zarządzania danymi naziemnymi, co wskazuje na rosnącą specjalizację polskich podmiotów w tej kluczowej dla misji kosmicznych dziedzinie.

Kolejne miejsce zajmuje TD19: Propulsion z 14 projektami. Domena ta dotyczy systemów napędowych, takich jak napędy chemiczne, elektryczne czy hybrydowe, które są niezbędne dla rozwoju misji orbitalnych i międzyplanetarnych. Udział w projektach z tej dziedziny świadczy

Rys. 11. Udział wartości projektów w domenach technologicznych w programie PLIIS.



Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych POLSA.

cji w tej dziedzinie, co umożliwia tworzenie innowacyjnych rozwiązań zarówno na potrzeby ESA, jak i komercyjnych klientów.

Ważnym obszarem okazała się również TD15: Mechanisms & Tribology, w której zrealizowano 19 projektów. Domena ta obejmuje mechanizmy kosmiczne, takie jak manipulatory, systemy precyzyjnego ruchu i elementy tribologiczne, które są kluczowe dla misji wymagających dużej dokładności i niezawodności w warunkach przestrzeni kosmicznej. Równolegle, w domenie TD11: Space Debris również zrealizowano 19 projektów. Ten obszar koncentruje się

o postępach Polski w rozwijaniu nowoczesnych napędów kosmicznych.

Wśród innych istotnych domen znalazły się TD8: System Design & Verification (13 projektów), która skupia się na projektowaniu i testowaniu systemów kosmicznych, oraz TD1: On-board Data Systems (12 projektów), obejmująca technologie przetwarzania danych pokładowych, a także TD24: Materials and Processes (11 projektów), związana z nowymi materiałami i procesami technologicznymi.

Podsumowując, dane z realizacji PLIIS pokazują, że pol-



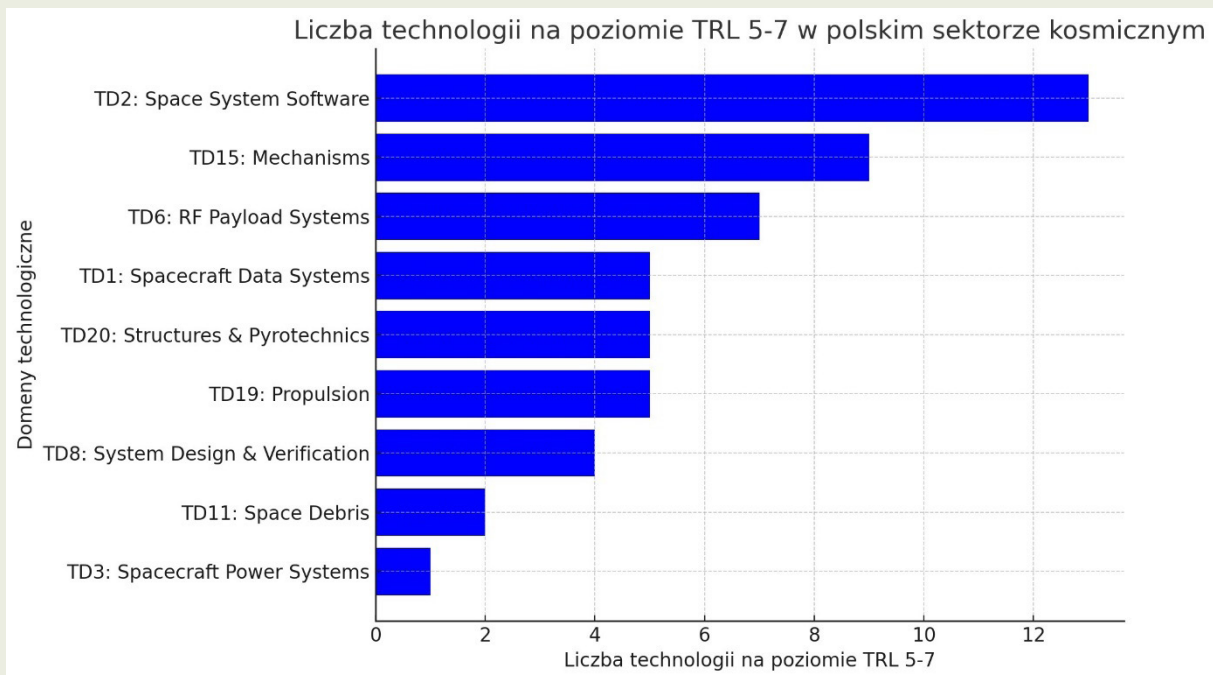
skie podmioty intensywnie rozwijały swoje kompetencje w kluczowych domenach, takich jak systemy radiowe, oprogramowanie kosmiczne, mechanizmy precyzyjne czy technologie związane z zarządzaniem misjami.

Powyższy wykres przedstawia procentowy udział wartości projektów realizowanych w różnych domenach technologicznych w ramach programu ESA Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS). Największy udział mają domeny TD6: RF Payload Systems (14,8%) oraz TD15: Mechanisms (14,1%), co potwierdza ich znaczenie dla polskiego sektora kosmicznego. Inne istotne obszary, takie jak oprogramowanie, napęd czy struktury i pirotechnika, również odgrywają ważną rolę, choć ich udział jest mniejszy.

podmiotów, w tym 42 przedsiębiorstwa i 8 jednostek naukowo-badawczych, co pozwoliło na opracowanie szczegółowego obrazu stanu sektora na koniec 2019 roku.

Kluczowym elementem ankiety było określenie technologii rozwijanych przez badane podmioty zgodnie z Drzewem Technologicznym ESA. Uzyskane dane wskazały, że w ramach jednej domeny wiele podmiotów rozwijało kilka różnych technologii odpowiadających różnym subdomenom. Wyniki te, choć częściowo ograniczone przez brak odpowiedzi od wszystkich zaproszonych podmiotów, dają cenny wgląd w potencjał technologiczny polskiego sektora kosmicznego. Tabela podsumowująca wyniki ankiety wskazuje, które domeny technologiczne są najczęściej reprezentowane w działalności polskich firm i jednostek naukowych,

Rys. 12 Liczba technologii na poziomie TRL 5-7 w polskim sektorze kosmicznym.



Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych POLSA.

Podobne wnioski płyną z wcześniejszego badania, przeprowadzonego przez POLSA we współpracy z ESA, w którym w 2020 roku, przeprowadzono szczegółowe badanie potencjału polskiego sektora kosmicznego.⁵ Częścią badania była ankieta, która została rozesłana do 98 podmiotów, w tym 75 przedsiębiorstw i 23 jednostek naukowych. Ankieta obejmowała wiele aspektów działalności badanych podmiotów, takich jak dane finansowe, produkty i usługi oferowane w sektorze kosmicznym, strategia oraz planowany rozwój technologii kosmicznych. Szczególny nacisk położono na opis inwestycji już poczynionych, dostępnej infrastruktury laboratoryjnej, testowej i produkcyjnej oraz związanych z nimi problemów. Odpowiedzi udzieliło 50

a także na jakim poziomie TRL (Technology Readiness Level) znajdują się opracowywane technologie. Najwięcej rozwijanych technologii dotyczy domen takich jak:

- **TD2:** Space System Software, z 31 technologiami,
- **TD15:** Mechanisms, z 22 technologiami,
- **TD19:** Propulsion, z 18 technologiami,
- **TD6:** RF Payload Systems, z 16 technologiami.

Wysokie poziomy TRL (TRL 8-9) zostały osiągnięte w kluczowych domenach, takich jak systemy danych pokładowych, mechanizmy, kosmiczne śmieci, projektowanie i weryfika-

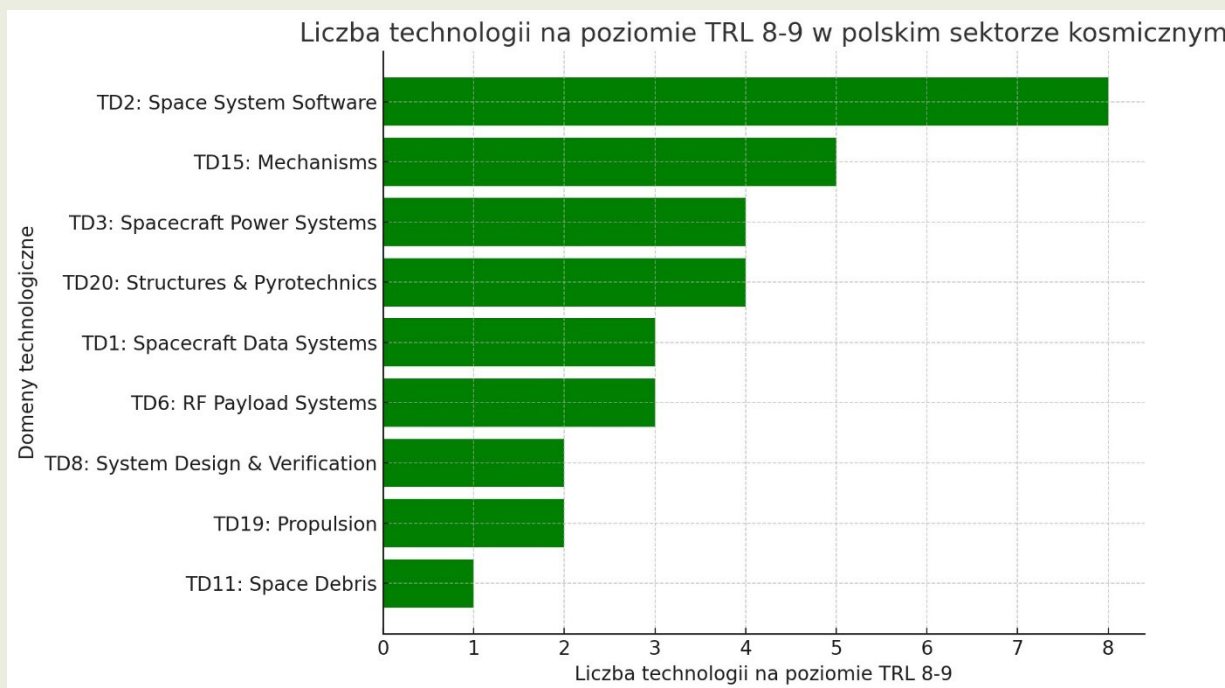
⁵ POLSA, 2021.

cja systemów, napęd oraz konstrukcje i pirotechnika. Wyniki te wskazują, że polski sektor kosmiczny rozwija technologie w szerokim spektrum domen technologicznych, z naciskiem na kluczowe obszary o wysokim potencjale komercyjnym i aplikacyjnym.

Poniższe wykresy przedstawiają liczby technologii rozwijanych przez polskie podmioty sektora kosmicznego

Na podstawie ankiet w podmiotach sektora kosmicznego (POLSA⁶, ESA⁷, ZPSK⁸) przeprowadzonych na przestrzeni kilku ostatnich lat, analizy projektów realizowanych przez polskie podmioty w ramach programów Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), w szczególności w ramach programu PLIIS⁹, programu UE Horyzont 2020¹⁰ oraz programów NCBR¹¹ opracowano listę kluczowych obszarów technologicznych, które odzwierciedlają zaangażowanie

Rys. 13. Liczba technologii na poziomie TRL 8-9 w polskim sektorze kosmicznym



Źródło: opracowanie własne autora na podstawie danych POLSA.

w dwóch kluczowych zakresach poziomu gotowości technologicznej (TRL).

TRL 5-7: W tej kategorii największą liczbę technologii opracowano w domenie TD2: Space System Software (13 technologii), co podkreśla silną pozycję polskich firm w tworzeniu oprogramowania kosmicznego. Na kolejnych miejscach znajdują się TD15: Mechanisms (9 technologii), a także TD6: RF Payload Systems i TD20: Structures & Pyrotechnics (po 5 technologii każda).

TRL 8-9: W tej kategorii, odnoszącej się do najwyższych poziomów gotowości technologicznej, dominują również technologie z domeny TD2: Space System Software (8 technologii). Kolejne miejsca zajmują TD15: Mechanisms (5 technologii), TD20: Structures & Pyrotechnics (4 technologie) oraz TD6: RF Payload Systems i TD1: On-board Data Systems (po 3 technologie każda).

polskiego sektora kosmicznego w rozwój technologii zgodnie z klasyfikacją ESA Technology Domains.

Najważniejsze domeny technologiczne w polskim sektorze kosmicznym:

TD1: On-board Data Systems (Pokładowe systemy danych)

Technologie przetwarzania, przechowywania i zarządzania danymi na pokładzie statków kosmicznych, w tym integracja sztucznej inteligencji i uczenia maszynowego dla systemów pokładowych.

TD2: Space System Software (Oprogramowanie systemu kosmicznego)

Rozwiązania IT dla stacji kosmicznych i naziemnych, zaawansowane technologie informatyczne, systemy pokła-

6 Tamże.
7 ZPSK - Katalog, 2024, s. 78-79.
8 POLSA – Katalog, 2022.
9 POLSA, 2021, s. 66.
10 Tamże, s. 73.
11 Tamże, s. 74.



dowe i naziemne oraz narzędzia do przetwarzania danych w skali globalnej.

TD6: RF Payload Systems (Podsystemy radiowe i łądunki)

Telekomunikacja, radionawigacja i technologie łączności radiowej wspierające telemetrię, śledzenie i kontrolę misji kosmicznych.

TD8: System Design & Verification (Projektowanie i weryfikacja systemów)

Technologie testowania, oznakowania i kontroli ryzyka w procesie projektowania systemów kosmicznych.

TD9: Mission Operation and Ground Data Systems (Obsługa misji i systemy danych naziemnych)

Technologie wspierające obsługę i kontrolę systemów kosmicznych oraz naziemnych, w tym narzędzia systemów kontroli misji.

TD15: Mechanisms (Mechanizmy)

Mechanizmy sterujące, siłowniki, narzędzia eksploracyjne, technologie projektowania i testowania ruchomych części systemów kosmicznych.

TD19: Propulsion (Napęd)

Technologie chemicznych, elektrycznych i zaawansowanych systemów napędowych dla satelitów i pojazdów startowych.

TD20: Structures & Pyrotechnics (Struktury i pirotechnika)

Technologie projektowania, analizy i testowania struktur kosmicznych oraz osłon przed meteoroidami i śmieciami kosmicznymi, a także technologie pirotechniczne.

TD24: Materials & Processes (Materiały i procesy)

Zaawansowane materiały kompozytowe, wytwarzanie przyrostowe, badania nieniszczące, modelowanie i procesy produkcyjne związane z aplikacjami kosmicznymi.

Lista najważniejszych domen technologicznych wskazuje na szerokie spektrum kompetencji rozwijanych przez polski sektor kosmiczny, które obejmują zarówno kluczowe elementy systemów kosmicznych, jak i narzędzia wspierające misje. Wyróżnione domeny odzwierciedlają zaangażowanie polskich firm i instytucji w międzynarodowe projekty kosmiczne oraz ich potencjał w budowie nowoczesnych rozwiązań technologicznych. Dane z programu PLIIS, ankiet i wywiadów posłużyły jako fundament do określenia tych obszarów, co czyni je wiarygodnym punktem odniesienia dla przyszłych inwestycji i strategii rozwoju sektora kosmicznego w Polsce.

W badaniu ankietowym zapytano respondentów o specjalizacje polskich firm kosmicznych. Wskazane przez nich główne obszary specjalizacji obejmowały mechanikę,

Ekspertcy wskazali kilka głównych obszarów specjalizacji w polskim sektorze kosmicznym:

- Mechanika precyzyjna – komponenty misji, robotyka, przyrządy badawcze,
- Technologie informatyczne – oprogramowanie, przetwarzanie danych satelitarnych, cloud computing,
- Elektronika i telekomunikacja – komunikacja satelitarna, odbiorniki GNSS
- Segment Downstream

oprogramowanie, elektronikę oraz analizę danych w segmencie downstream. Zwrócono uwagę, że większość rozwijanych rozwiązań to komponenty i podzespoły do większych systemów. Zauważono również, że duża część tych rozwiązań pozostaje jeszcze na niskich poziomach gotowości technologicznej.

Ponadto, na podstawie przedstawionych odpowiedzi ekspertów można przeprowadzić analizę specjalizacji polskich firm kosmicznych oraz czynników, które wpłynęły na ich rozwój.

Ekspertcy wskazują ponadto na kilka kluczowych czynników, które przyczyniły się do rozwoju tych specjalizacji:

Kapitał Ludzki

- Wysoki poziom kreatywności i determinacji polskich specjalistów
- Doświadczenie zdobyte w dużych firmach międzynarodowych
- Dostęp do wykwalifikowanych kadr z różnorodnych uczelni

Strategia Biznesowa

- Koncentracja na niszach rynkowych, gdzie konkurencja jest mniejsza
- Wykorzystanie możliwości dual-use (zastosowań podwójnych)
- Pasja i zaangażowanie założycieli firm

Wsparcie Systemowe

- Dostępność programów akceleratorycznych
- Współpraca między przemysłem a administracją
- Możliwości finansowania poprzez programy ESA

Polski sektor kosmiczny, mimo swojego stosunkowo

młodego wieku, zdołał wypracować szereg specjalizacji, szczególnie w obszarach mechaniki precyzyjnej, IT oraz elektroniki. Sukces ten wynika z kombinacji czynników, w tym wysokich kompetencji technicznych, strategicznego podejścia do wyboru nisz rynkowych oraz determinacji przedsiębiorców. Dalszy rozwój specjalizacji będzie jednak wymagał bardziej skoordynowanego wsparcia systemowego oraz zwiększenia dostępnego finansowania.

Specjalizacje przyszłości w sektorze kosmicznym

Sektor kosmiczny odgrywa kluczową rolę w kształtowaniu przyszłości technologicznej, gospodarczej i społecznej na świecie. Jego dynamiczny rozwój wyznacza nowe kierunki dla innowacji, które nie tylko umożliwiają eksplorację przestrzeni kosmicznej, ale także wpływają na rozwój technologii wykorzystywanych w codziennym życiu. Współczesne wyzwania, takie jak zmiany klimatyczne, bezpieczeństwo narodowe, zarządzanie kryzysowe czy rozwój gospodarki cyfrowej, coraz częściej znajdują swoje rozwiązania dzięki zastosowaniu technologii kosmicznych. W związku z tym specjalizacje i kompetencje w tej dziedzinie stają się kluczowe dla konkurencyjności zarówno na poziomie globalnym, jak i regionalnym.

W ostatnich latach wzrost znaczenia sektora kosmicznego można zaobserwować w niemal każdym aspekcie gospodarki. Postępująca miniaturyzacja technologii, rozwój sztucznej inteligencji oraz zaawansowanych systemów robotycznych, a także potrzeba tworzenia zrównoważonych rozwiązań technologicznych przyczyniają się do tego, że przestrzeń kosmiczna staje się dostępna dla coraz większej liczby podmiotów, w tym państw rozwijających swoje kompetencje technologiczne oraz prywatnych firm, które odgrywają kluczową rolę w komercjalizacji usług kosmicznych.

Europa, a w szczególności Polska, stawiają na zrównoważony rozwój tego sektora, kładąc nacisk na innowacyjność, współpracę międzynarodową i dostosowanie do globalnych trendów. Europejska Agencja Kosmiczna (ESA), Komisja Europejska oraz krajowe strategie kosmiczne, takie jak Polska Strategia Kosmiczna, wyznaczają konkretne obszary priorytetowe, które mają zapewnić Europie niezależność technologiczną, bezpieczeństwo oraz globalną konkurencyjność. Kluczowe znaczenie mają także projekty takie jak Horyzont Europa czy inicjatywy ESA, które wspierają rozwój nowych technologii i współpracę między państwami członkowskimi.

Dla Polski, jako państwa rozwijającego swoje kompetencje w sektorze kosmicznym, kluczowe jest odpowiednie zidentyfikowanie i rozwijanie specjalizacji, które mogą przynieść zarówno korzyści gospodarcze, jak i naukowe. Wykorzystanie lokalnego potencjału w połączeniu z międzynarodową współpracą otwiera szanse na zaistnienie w wybranych niszach technologicznych, takich jak robotyka kosmiczna, systemy teledetekcji czy technologie związane z przetwarzaniem danych satelitarnych.

Podrozdział ten skupia się na przedstawieniu kluczowych specjalizacji i kompetencji przyszłości w sektorze kosmicznym, uwzględniając globalne trendy, priorytety europejskie oraz potencjał polskiego sektora kosmicznego. Podjęte zostaną także kwestie związane z wykorzystaniem najnowszych technologii, takich jak sztuczna inteligencja, analiza dużych zbiorów danych (Big Data), zrównoważone systemy energetyczne czy technologie



obronne. Wyodrębnienie tych obszarów pozwoli zrozumieć, w jaki sposób polski sektor kosmiczny może odpowiedzieć na przyszłe potrzeby technologiczne i wzmocnić swoją pozycję na arenie międzynarodowej.

Technologie satelitarne i nawigacyjne

- **Kierunki globalne:** Systemy GNSS, takie jak Galileo, oraz satelity komunikacyjne i obserwacyjne to fundament dla nowoczesnych aplikacji downstream (np. transport, logistyka, rolnictwo precyzyjne).
- **Polski potencjał:** Polska wspiera rozwój aplikacji opartych na danych GNSS oraz projektowanie komponentów satelitarnych, np. w projektach realizowanych w ramach programów ESA i Horyzont Europa.

Teledetekcja i analiza danych

- **Kierunki globalne:** Dane z misji Copernicus (Sentinel) znajdują zastosowanie w monitorowaniu zmian klimatycznych, urbanizacji, bezpieczeństwa i zarządzania kryzysowego.
- **Polski potencjał:** Polska rozwija zdolności przetwarzania danych teledetekcyjnych, czego przykładem jest projekt Sat4Envi. POLSA wspiera rozwój aplikacji teledetekcyjnych w ochronie środowiska i rolnictwie.

Robotyka i eksploracja kosmosu

- **Kierunki globalne:** Eksploracja Księżyca, Marsa i asteroid wymaga zaawansowanych technologii robotycznych i autonomicznych systemów.
- **Polski potencjał:** Polskie firmy, takie jak PIAP Space, opracowują manipulatory kosmiczne i roboty do pracy w ekstremalnych warunkach. Polska rozwija również technologie do misji eksploracyjnych realizowanych przez ESA.

AI, Big Data i oprogramowanie kosmiczne

- **Kierunki globalne:** Automatyzacja przetwarzania dużych zbiorów danych satelitarnych i wykorzystanie sztucznej inteligencji w analizach oraz autonomii systemów.
- **Polski potencjał:** Krajowe firmy i instytuty naukowe specjalizują się w opracowywaniu algorytmów AI do przetwarzania danych i symulacji misji kosmicznych.


Zielone technologie kosmiczne

- **Kierunki globalne:** Redukcja odpadów orbitalnych, zrównoważone systemy zasilania i wykorzystanie odnawialnych źródeł energii.
- **Polski potencjał:** Polska może rozwijać rozwiązania do utylizacji odpadów kosmicznych i projektowania ekologicznych satelitów w ramach współpracy z ESA i KE.

Technologie obronne i bezpieczeństwo

- **Kierunki globalne:** Satelity do obserwacji Ziemi i komunikacji w celach strategicznych, w tym bezpieczeństwa narodowego.
- **Polski potencjał:** Polska inwestuje w rozwój radarowych systemów SAR i zdolności obserwacyjnych, wspierających systemy obronne i zarządzanie kryzysowe.

Rozwój mikrosatelitów i nanosatelitów

- **Kierunki globalne:** Miniaturyzacja technologii obniża koszty misji kosmicznych i zwiększa ich dostępność.
- **Polski potencjał:** Projekty takie jak PW-Sat czy rozwój CubeSatów są przykładem wkładu Polski w ten obszar technologii kosmicznych. 

Otoczenie sektora kosmicznego

Rozwój sektora kosmicznego nie odbywa się w próżni – jest ściśle powiązany z otaczającym go ekosystemem instytucjonalnym, edukacyjnym, finansowym i regulacyjnym. W przeciwieństwie do bardziej tradycyjnych branż,

przemysł kosmiczny wymaga współdziałania wielu podmiotów, często reprezentujących różne sektory: naukę, administrację, przemysł, finansowanie, a także społeczeństwo obywatelskie.

**POLSKI EKOSYSTEM
KOSMICZNY 2026**

**ADMINISTRACJA
PUBLICZNA**



**MEDIA BRANŻOWE /
PORTALE**



**ORGANIZACJE
BRANŻOWE**



**POPULARYZACJA
WIEDZY O KOSMOSIE**



UCZELNIE/ NAUKA



KLASTRY

FINANSOWANIE



Rysunek 1: Mapa ekosystemu kosmicznego, Paweł Pacek – opracowanie własne autora



W przypadku Polski, ten ekosystem ukształtował się intensywnie w ostatnich kilkunastu latach, a jego dynamika wzrosła szczególnie po przystąpieniu do Europejskiej Agencji Kosmicznej w 2012 roku. Duże znaczenie miały również inicjatywy krajowe – zarówno legislacyjne, jak i wdrożeniowe – wspierające budowę krajowego potencja-

łu w obszarach takich jak: technologie satelitarne, systemy obserwacji Ziemi, robotyka, optoelektronika czy przetwarzanie danych.

Pod pojęciem otoczenia sektora kosmicznego rozumiemy zbiór instytucji i organizacji, które – choć niekoniecznie

**WSPARCIE
W PROWADZENIU
DZIAŁALNOŚCI
BIZNESOWEJ**

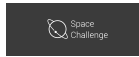
**INKUBACJA
I AKCELERACJA**



**PARKI
NAUKOWO-TECHNOLOGICZNE**



**INICJATYWY EDUKACYJNE /
ROZWÓJ KADR**



PLANETARIA



**KOŁA NAUKOWE
I PROJEKTY STUDENCKIE**



WYDARZENIA




prowadzą działalność stricte kosmiczną – odgrywają kluczową rolę w tworzeniu warunków dla rozwoju tego sektora. Wśród nich znajdują się m.in.:

- ministerstwa, agencje i organy administracji publicznej,
- uczelnie i instytuty badawcze,
- parki technologiczne, inkubatory i akceleratory,
- fundusze inwestycyjne i grantodawcy,
- organizacje branżowe i eksperckie,
- media, fundacje i organizacje popularyzujące wiedzę o kosmosie.

Zależności między tymi podmiotami, ich funkcje i wzajemne oddziaływania można przedstawić w formie syntetycznej mapy, która obrazuje główne komponenty ekosystemu i ich powiązania. Mapa ta stanowi punkt wyjścia do dalszej analizy – każdy z jej segmentów zostanie rozwinięty w kolejnych podrozdziałach.

Co ważne, polski ekosystem kosmiczny nieustannie się rozwija i dojrzewa, a jego struktura podlega zmianom w odpowiedzi na wyzwania technologiczne, geopolityczne i rynkowe. Coraz większe znaczenie mają mechanizmy koordynacji, zdolność do absorpcji środków europejskich, rozwój instrumentów komercjalizacji oraz wspólne platformy współpracy między nauką a przemysłem.

Równolegle rośnie świadomość potrzeby budowy synergii między różnymi segmentami otoczenia, w tym także z sektorem obronnym i bezpieczeństwem, który coraz częściej staje się beneficjentem lub odbiorcą rozwiązań kosmicznych. Współdzielenie infrastruktury, transfer wiedzy, rozwój kompetencji dual-use oraz systemowe podejście do kształcenia i mobilności kadr stają się elementami nieodzownymi dla efektywnego funkcjonowania całego systemu.

Złożoność ekosystemu i jego strategiczny charakter sprawiają, że polityka rozwoju sektora kosmicznego nie może być analizowana w oderwaniu od jego otoczenia. To właśnie jakość i dojrzałość ekosystemu – a nie tylko potencjał techniczny czy liczba firm – będzie w najbliższych latach decydować o zdolności Polski do konkurowania w międzynarodowej gospodarce kosmicznej. 



Administracja publiczna i polityka kosmiczna

Administracja publiczna odgrywa kluczową rolę w kreowaniu warunków dla rozwoju sektora kosmicznego. Choć działalność operacyjną prowadzą głównie firmy, instytuty i uczelnie, to właśnie instytucje państwowe nadają kierunek polityce kosmicznej, koordynują współpracę międzynarodową oraz zapewniają finansowanie i ramy regulacyjne. Polska przyjęła model rozwoju sektora oparty na współpracy międzyresortowej i delegowaniu kompetencji do wyspecjalizowanych instytucji. Ministerstwo Rozwoju i Technologii (MRiT)

Ministerstwo Rozwoju i Technologii jest instytucją odpowiedzialną za kształtowanie i koordynację krajowej polityki kosmicznej w ujęciu gospodarczym. Sprawuje nadzór nad Polską Agencją Kosmiczną (POLSA), odpowiada za wyznaczanie priorytetów polityki kosmicznej oraz reprezentowanie Polski na forum międzynarodowym, w tym:

- przewodniczenie polskiej delegacji do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA),
- koordynowanie współpracy z Unią Europejską i udziału Polski w programach takich jak Copernicus, Galileo, IRIS²,
- formułowanie strategii krajowej, w tym projektowanie i opiniowanie Krajowego Programu Kosmicznego,
- określanie kierunków finansowania składek do programów opcjonalnych ESA i ich rozliczanie.

W strukturze MRiT funkcjonuje Wydział Polityki Kosmicznej w Departamencie Przemysłu Obronnego. Wydział ten prowadzi bieżące działania analityczne, współpracuje z interesariuszami sektora oraz przygotowuje dokumenty strategiczne. Przykładem jego aktywności jest m.in. udział w pracach nad Polską Strategią Kosmiczną czy organizacja konsultacji branżowych.

Polska Agencja Kosmiczna (POLSA)

POLSA została powołana ustawą z dnia 26 września 2014 r. jako centralna instytucja wspierająca rozwój sektora kosmicznego w Polsce. Jej zadaniem jest nie tylko wdrażanie Krajowego Programu Kosmicznego, ale także pełnienie funkcji doradczych, integracyjnych i koordynacyjnych. Agencja ma status wykonawczy – realizuje politykę wyznaczoną przez MRiT oraz inne resorty, ale jednocześnie odgrywa aktywną rolę jako inicjator działań w sektorze.

Do zadań POLSA należą m.in.:

- prowadzenie analiz strategicznych i planistycznych dla sektora,
- wsparcie udziału polskich podmiotów w programach ESA, UE i bilateralnych (np. NASA, JAXA),
- rozwijanie zastosowań danych satelitarnych w administracji publicznej, m.in. w geodezji, zarządzaniu kryzysowym, rolnictwie i planowaniu przestrzennym,

- prowadzenie działań edukacyjnych i popularyzacyjnych (m.in. konkursy, kampanie medialne, materiały dla szkół),
- inicjowanie projektów B+R i wspieranie ich realizacji (np. poprzez organizację przetargów narodowych),
- integracja sektora cywilnego i wojskowego, m.in. poprzez współpracę z MON, Agencją Uzbrojenia oraz udział w projektach dual-use.

POLSA pełni także funkcję krajowego punktu kontaktowego dla wielu inicjatyw międzynarodowych, takich jak Copernicus Relays czy GOVSATCOM. Współpracuje z administracją samorządową, uczelniami, instytutami badawczymi oraz organizacjami branżowymi. Agencja buduje także kompetencje w zakresie certyfikacji i standaryzacji technologii kosmicznych.

W strukturze POLSA wyodrębnione są departamenty merytoryczne zajmujące się m.in. strategią i współpracą międzynarodową, programami kosmicznymi, edukacją i komunikacją, a także pion wojskowy, który stanowi łącznik z sektorem obronnym.

Zespół ds. Polityki Kosmicznej

Zespół ds. Polityki Kosmicznej jest organem pomocniczym ministra właściwego do spraw gospodarki, którego celem jest zapewnienie wsparcia przy realizacji polityki kosmicznej Polski. Do jego zadań należą m.in.

- opiniowanie i rekomendowanie ministrowi projektów do finansowania z polskiej składki w poszczególnych programach Europejskiej Agencji Kosmicznej dla polskich podmiotów;
- współpraca z Task Force Europejskiej Agencji Kosmicznej w zakresie działań wynikających z artykułu 6 umowy Polski z ESA;
- proponowanie rozwiązań sprzyjających pozyskiwaniu projektów przemysłowo-naukowych i zapewnieniu optymalnego wykorzystania składki ESA przez Polskę;
- analiza i ocena realizacji założeń polskiej polityki kosmicznej oraz krajowego programu dotyczącego sektora kosmicznego;
- rekomendowanie ministrowi kwot wkładu finansowego do programów opcjonalnych ESA oraz odpowiednich zapisów budżetowych dotyczących tych składek.

W skład Zespołu wchodzi przedstawiciele wielu resortów i podmiotów, m.in. ministra właściwego do spraw gospodarki, finansów, informatyzacji, szkolnictwa wyższego i nauki, obrony narodowej, transportu, środowiska, energii i klimatu, spraw wewnętrznych i zagranicznych, rozwoju regionalnego, ARP S.A. a także POLSA.

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW)

Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego (MNiSW) odgrywa kluczową rolę w zakresie rozwoju naukowego sektora kosmicznego w Polsce. Odpowiada za kształtowanie polityki naukowej, finansowanie badań podstawowych i stosowanych, a także wspieranie umiędzynarodowienia polskiej nauki, w tym poprzez członkostwo w międzynarodowych organizacjach naukowych i programach europejskich.

Ministerstwo nadzoruje dwie główne instytucje wykonawcze:

- Narodowe Centrum Nauki (NCN)
– odpowiedzialne za finansowanie badań podstawowych, w tym projektów z zakresu astrofizyki, inżynierii kosmicznej, nauk o materiałach, fizyki kwantowej czy chemii stosowanej. NCN wspiera również międzynarodowe projekty badawcze i programy współpracy bilateralnej, w których uczestniczą polskie jednostki naukowe zaangażowane w tematykę kosmiczną.
- Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR)
– instytucja wspierająca projekty badawczo-rozwojowe realizowane przez konsorcja naukowo-przemysłowe. W ramach licznych programów (np. szybka ścieżka, projekty strategiczne, konkursy sektorowe) NCBR finansował inicjatywy z komponentem kosmicznym, w tym związane z systemami satelitarnymi, sensoryką, przetwarzaniem danych czy robotyką.

MNiSW nadzoruje również udział Polski w programie PRODEX (Programme de Développement d'Expériences scientifiques), zarządzanym przez Europejską Agencję Kosmiczną. Program ten umożliwia finansowanie udziału polskich instytucji naukowych w budowie instrumentów naukowych dla misji ESA, co pozwala na realny wkład Polski w misje takie jak Solar Orbiter czy Euclid. Udział w PRODEX stanowi ważny mechanizm integracji środowisk naukowych z europejską infrastrukturą badawczą i technologiczno-kosmiczną.

W gestii ministerstwa leży także koordynacja udziału Polski w Europejskim Obserwatorium Południowym (ESO) – jednej z najważniejszych organizacji astronomicznych na świecie, do której Polska przystąpiła w 2015 roku. Dzięki temu polskie ośrodki naukowe uzyskały dostęp do najnowocześniejszej infrastruktury obserwacyjnej, a także możliwość udziału w kontraktach technologicznych realizowanych przez ESO.

Ministerstwo, poprzez swoje instrumenty, wspiera również rozwój infrastruktury badawczej w kraju (np. teleskopów, clean roomów, laboratoriów), mobilność naukową oraz umiędzynarodowienie kadr, co przekłada się na wzrost kompetencji sektora akademickiego i jego gotowość do współpracy z przemysłem kosmicznym.

Ministerstwo Obrony Narodowej (MON)

Ministerstwo Obrony Narodowej pełni kluczową rolę w rozwoju zdolności kosmicznych o znaczeniu strategicznym dla bezpieczeństwa i obronności państwa.

Zakres działań resortu obejmuje m.in.:

- rozpoznanie satelitarne – w tym zakup wysoko-rozdzielczych obrazów satelitarnych z konstelacji Pléiades Neo (Airbus Defence and Space) oraz dostęp do danych z włoskiego systemu COSMO-SkyMed;
- rozwój krajowych zdolności obserwacyjnych, m.in. poprzez realizację programów MikroGlob i MikroSAR, z których ten ostatni ma być realizowany w Polsce przez firmę ICEYE;
- rozwój satelitarnej łączności i systemów nawigacyjnych;
- wzmacnianie odporności infrastruktury na zagrożenia kosmiczne (SSA), w tym udział w projektach ESA i NATO z zakresu Space Situational Awareness.

Ministerstwo współpracuje z Agencją Uzbrojenia, która odpowiada za formalny proces pozyskiwania systemów satelitarnych i infrastruktury naziemnej, a także deleguje ekspertów do zespołów doradczych przy Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA) i Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA).

W 2024 roku powołano Agencję Rozpoznania Geoprzestrzennego i Usług Satelitarnych (ARGUS) – nową strukturę organizacyjną w ramach MON, której zadaniem jest integracja krajowych zdolności rozpoznania obrazowego, zarządzanie danymi satelitarnymi oraz koordynacja operacyjnego wykorzystania technologii kosmicznych na potrzeby Sił Zbrojnych RP. ARGUS stanowi odpowiedź na rosnące znaczenie danych geoprzestrzennych i przetwarzania informacji w czasie rzeczywistym w nowoczesnym teatrze działań zbrojnych.

Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji (MSWiA)

MSWiA wykorzystuje technologie satelitarne w obszarze bezpieczeństwa wewnętrznego i zarządzania kryzysowego. Należy do nich m.in.:

- integracja danych satelitarnych z systemami GIS używanymi przez służby,
- wsparcie ochrony granic i infrastruktury krytycznej,
- implementacja usług zobrazowań satelitarnych w monitoringu środowiskowym.

MSWiA ma pośredni wpływ na rozwój sektora, m.in. poprzez zamówienia publiczne i udział w projektach dual-use.

Współpraca administracji publicznej z sektorem kosmicznym nie ogranicza się do roli „regulatora” – instytucje państwowe są również kluczowym klientem i użytkownikiem usług kosmicznych.



Instytucje badawcze i zaplecze technologiczne

Instytuty badawcze odgrywają w polskim ekosystemie kosmicznym rolę pomostu między nauką a przemysłem. To właśnie w tych jednostkach powstają prototypy, testowane są nowe technologie oraz prowadzone są zaawansowane analizy i badania, które trafiają później do zastosowań komercyjnych i misji satelitarnych. Różnorodność profili instytutów – od automatyki i robotyki, przez lotnictwo, aż po telekomunikację i geodezję – odpowiada złożonej strukturze technologicznej sektora kosmicznego.

Centrum Badań Kosmicznych PAN (CBK PAN)

CBK PAN jest najważniejszym i najbardziej znanym polskim instytutem specjalizującym się w badaniach kosmicznych. Powstałe w 1977 roku, łączy działalność naukową z inżynierską, projektując i budując instrumenty oraz systemy przeznaczone do misji realizowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną, NASA, CNES i inne agencje. Posiada oddziały w Warszawie, Borówcu, Wrocławiu i Zielonej Górze.

Instytut zajmuje się m.in. fizyką przestrzeni kosmicznej, geodynamiką, budową instrumentów naukowych i sensorów, a także przetwarzaniem danych satelitarnych. CBK PAN odgrywa również rolę integratora, uczestnicząc w misjach takich jak Rosetta, Solar Orbiter, JUICE czy BRITE-PL. Wokół instytutu powstały spółki spin-off, m.in. Astronika i Spacive, co czyni CBK jednym z liderów transferu technologii w sektorze kosmicznym.

Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN (CAMK PAN)

CAMK PAN to jednostka wyspecjalizowana w badaniach z zakresu astronomii i astrofizyki. Choć nie prowadzi działalności inżynierskiej, jej prace mają istotne znaczenie dla zrozumienia zjawisk kosmicznych i przygotowania misji obserwacyjnych. CAMK uczestniczy w wielu projektach międzynarodowych, takich jak LISA, BRITE czy Euclid. Jego kompetencje w zakresie modelowania astrofizycznego i analizy danych są wysoko cenione w środowisku naukowym.

Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa (ILOT)

Instytut Lotnictwa, działający w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz, prowadzi działalność badawczo-rozwojową w obszarze aerodynamiki, mechaniki lotu, struktur kompozytowych oraz napędów raketowych. W kontekście sektora kosmicznego szczególną rolę odgrywa w pracach nad technologiami wynoszenia oraz projektami dual-use. Instytut uczestniczy w projektach ESA i krajowych inicjatywach obronnych. Jego doświadczenie wykorzystywane jest również w ramach międzynarodowych konsorcjów badawczych.

Łukasiewicz – Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów (PIAP)

Instytut PIAP specjalizuje się w automatyce, robotyce i mechatronice. Posiada wieloletnie doświadczenie w budowie manipulatorów, systemów mobilnych i urządzeń chwytających. Na bazie jego kompetencji powstała spółka PIAP Space, której zadaniem jest rozwój mechanizmów satelitarnych (np. mechanizmów chwytających, aktuatorów) i podsystemów do misji serwisowania satelitów. PIAP Space uczestniczy w misjach ESA i rozwija technologie, które mogą znaleźć zastosowanie w segmentach in-orbit servicing oraz active debris removal.

Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych (ITWL)

ITWL od wielu lat prowadzi prace badawcze w zakresie systemów lotniczych i satelitarnych o znaczeniu strategicznym dla obronności państwa. W obszarze kosmicznym zajmuje się m.in. analizą trajektorii lotu obiektów orbitalnych, bezpieczeństwem satelitarnym oraz integracją danych pochodzących z systemów GNSS. Instytut współpracuje z MON i Agencją Uzbrojenia, a jego infrastruktura badawcza jest wykorzystywana w projektach testowych o charakterze wojskowym i cywilnym.

Instytut Łączności – Państwowy Instytut Badawczy

Instytut Łączności (IŁ-PIB) posiada kompetencje w zakresie telekomunikacji, systemów łączności i bezpieczeństwa sieci. W kontekście sektora kosmicznego istotny jest jego wkład w rozwój naziemnych stacji odbiorczych, testowanie urządzeń i systemów transmisji danych oraz udział w analizach technologicznych dla administracji. Instytut może pełnić ważną funkcję doradczą i certyfikującą w kontekście wdrażania usług opartych o dane satelitarne oraz technologii 5G/6G związanych z projektami UE i ESA.

Instytut Geodezji i Kartografii (IGiK)

IGiK to jednostka wyspecjalizowana w wykorzystaniu danych satelitarnych w teledetekcji, geodezji i analizie przestrzennej. Jego działalność obejmuje monitoring środowiska, analizy pokrycia terenu, ocenę suszy rolniczej oraz wsparcie polityki rolnej i przestrzennej państwa. Instytut realizuje projekty z wykorzystaniem danych Sentinel i Landsat, współpracuje z jednostkami samorządu terytorialnego oraz instytucjami państwowymi. IGiK pełni ważną funkcję łącznika między światem nauki a zastosowaniami praktycznymi danych satelitarnych.

Uczelnie wyższe i środowisko akademickie

Uczelnie techniczne i uniwersytety pełnią istotną rolę w polskim ekosystemie kosmicznym, dostarczając zarówno wiedzy naukowej, jak i kadr inżynierskich oraz inicjatyw technologicznych. Środowisko akademickie nie tylko uczestniczy w badaniach i projektach międzynarodowych, lecz także buduje własne zespoły inżynierskie i realizuje ambitne przedsięwzięcia studenckie. Poniżej

przedstawiono uczelnie, które wykazują najwyższy poziom zaangażowania w sektorze.

Politechnika Warszawska

Politechnika Warszawska od lat pozostaje jednym z głównych ośrodków akademickich w Polsce związanych z technologiami kosmicznymi. W szczególności Wydział Mechaniczny Energetyki i Lotnictwa prowadzi zajęcia i badania z zakresu inżynierii satelitarnej, dynamiki lotu, systemów sterowania i projektowania konstrukcji kosmicznych. Kluczowym elementem aktywności uczelni jest Studenckie Koło Astronautyczne (SKA), które od ponad dekady realizuje projekty w trzech sekcjach: satelitarnej, raketowej balonowej. Do najważniejszych osiągnięć należą satelity PW-Sat1 i PW-Sat2 – pierwsze polskie studenckie misje satelitarne, które przyczyniły się do rozwoju krajowych kompetencji w zakresie miniaturyzacji, deorbitacji oraz zarządzania misją. Politechnika Warszawska uczestniczy także w projektach realizowanych we współpracy z ESA i NCBR, a jej pracownicy biorą udział w pracach komitetów technicznych i grup roboczych związanych z sektorem kosmicznym.

Politechnika Wrocławska

Uczelnia ta konsekwentnie rozwija aktywność w obszarze technologii kosmicznych, zarówno w wymiarze dydaktycznym, jak i projektowym. Zespół PWRInSpace jest odpowiedzialny za projekty raketowe, platformy suborbitalne i systemy zasilania. Politechnika Wrocławska współpracowała z ESA w ramach programu REXUS/BEXUS, umożliwiając studentom realizację eksperymentów w warunkach mikrogravitacji i wysokich pułapów atmosferycznych. Z uczelnią związani są także inżynierowie z firmy Scanway, której początki sięgają projektów studenckich. Współpraca środowiska akademickiego i komercyjnego przekłada się na realne wdrażanie innowacji – m.in. w dziedzinie optyki kosmicznej i systemów obserwacyjnych.

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

AGH to jeden z najbardziej aktywnych akademickich ośrodków badawczo-dydaktycznych w Polsce w zakresie inżynierii kosmicznej. W kwietniu 2025 roku powołano Wydział Technologii Kosmicznych – pierwszy tego typu wydział w kraju. Jest to symboliczny krok potwierdzający zaangażowanie uczelni w rozwój sektora kosmicznego oraz zapotrzebowanie na wysoce wyspecjalizowane kadry w tej dziedzinie.

Wydział koncentruje się na edukacji w obszarze technologii kosmicznych, rozwijając równolegle innowacyjne technologie poprzez interdyscyplinarny zespół naukowo-badawczy. Zespół ten aktywnie angażuje się w badania naukowe oraz wspiera współpracę pomiędzy środowiskiem akademickim a przemysłem. Wydział realizuje projekty z zakresu edukacji kosmicznej, rozwoju nowych technologii oraz współpracy międzynarodowej, m.in. w ra-

mach europejskiego sojuszu uniwersytetów UNIVERSEH, promującego mobilność, wymianę wiedzy i wspólne kształcenie w dziedzinie eksploracji kosmosu.

Na AGH działa również Centrum Technologii Kosmicznych, które prowadzi projekty naukowe, wdraża nowe rozwiązania technologiczne i współpracuje z przemysłem oraz instytucjami publicznymi. W otoczeniu uczelni rozwijają się także inicjatywy komercyjne – przykładem może być firma SATIM Monitoring Satelitarny, specjalizująca się w analizie radarowych danych satelitarnych, powiązana ze środowiskiem AGH.

Wojskowa Akademia Techniczna im. gen. Jarosława Dąbrowskiego w Warszawie

WAT jest uczelnią o strategicznym znaczeniu dla krajowego sektora kosmicznego, zwłaszcza w jego wymiarze bezpieczeństwa i zastosowań wojskowych. Uczelnia prowadzi badania w dziedzinie optoelektroniki, systemów obrazowania i komunikacji satelitarnej. Pracownicy naukowcy uczestniczą w projektach współfinansowanych przez NCBR oraz MON, dotyczących m.in. odporności systemów na zakłócenia, satelitarnego rozpoznania oraz integracji danych z różnych źródeł orbitalnych. Uczelnia współpracuje z instytucjami wojskowymi i cywilnymi, a także oferuje specjalistyczne kierunki studiów w zakresie zastosowań satelitarnych i technologii kosmicznych w systemach bezpieczeństwa.

Politechnika Gdańska (w ramach konsorcjum trójmiejskiego)

Politechnika Gdańska uczestniczy w unikalnym przedsięwzięciu akademickim – wspólnie z Uniwersytetem Morskim w Gdyni, Akademią Marynarki Wojennej, Uniwersytetem Gdańskim a także Hochschule Bremen (City University of Applied Sciences) w Bremie prowadzi interdyscyplinarny kierunek „Technologie kosmiczne i satelitarne”. Studia te, realizowane w języku angielskim, obejmują zagadnienia związane z mechatroniką kosmiczną, systemami pokładowymi, napędami oraz aspektami prawnymi działalności kosmicznej. Program został zaprojektowany tak, aby łączyć wiedzę teoretyczną z komponentem praktycznym, a także odpowiadać na potrzeby sektora przemysłowego.

Akademia Leona Koźmińskiego (ALK)

ALK to przykład uczelni nieinżynierskiej, która aktywnie uczestniczy w budowie kompetencji sektora kosmicznego – głównie w obszarach zarządzania, analityki i ekonomii. W ramach swojej struktury powołała Centrum Studiów Kosmicznych, które prowadzi działalność badawczo-analityczną, wspiera rozwój zarządzania projektami kosmicznymi oraz integruje wiedzę z zakresu prawa kosmicznego, ekonomii sektora i zarządzania ryzykiem. Centrum angażuje się także w dialog między środowiskiem akademickim a przemysłem, prowadząc analizy i rekomendacje na potrzeby



polityki publicznej oraz wspierając wydarzenia edukacyjne i konferencyjne. Działalność ALK dowodzi, że w sektorze kosmicznym istnieje coraz większe zapotrzebowanie na kompetencje interdyscyplinarne – nie tylko techniczne, ale również menedżerskie, finansowe i strategiczne.

Inne aktywne uczelnie

Obok wiodących ośrodków akademickich, w rozwój sektora kosmicznego angażuje się szereg innych uczelni, które rozwijają własne kompetencje, uczestniczą w projektach krajowych i europejskich lub prowadzą specjalistyczne kursy, konferencje i badania. Do aktywnych instytucji należą m.in.:

- **Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu (UMK)** – prowadzący badania astronomiczne, geofizyczne i instrumentacyjne w ramach Obserwatorium Astronomicznego w Piwnicach;
- **Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu (UAM)** – specjalizujący się w analizie danych satelitarnych i badaniach środowiskowych z wykorzystaniem teledetekcji;
- **Uniwersytet Łódzki (UŁ)** – uczestniczący w projektach edukacyjnych ESA i realizujący badania z zakresu fizyki i zastosowań kosmicznych;
- **Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie (UWM)** – z rozwijającym się potencjałem w zakresie geodezji satelitarnej i przetwarzania danych przestrzennych;
- **Politechnika Rzeszowska** – realizująca kierunki związane z lotnictwem i kosmonautyką, uczestnicząca w projektach studenckich i współpracy z przemysłem lotniczym;
- **Politechnika Śląska, Politechnika Poznańska, Politechnika Łódzka i inne uczelnie techniczne** – podejmujące inicjatywy projektowe, organizujące zespoły studenckie oraz rozwijające specjalności związane z technologiami kosmicznymi.

Choć wiele z tych ośrodków nie posiada jeszcze dedykowanych wydziałów kosmicznych, ich aktywność ma znaczący wpływ na rozwój kompetencji, popularyzację wiedzy i budowę potencjału ludzkiego w sektorze.

Warto dodać, że w maju 2021 roku zainaugurowano działalność Sieci Uczelni Kosmicznych – inicjatywy mającej na celu integrację środowiska akademickiego zaangażowanego w rozwój edukacji i badań w dziedzinie technologii kosmicznych. Sieć powstała z inicjatywy jednej z czołowych uczelni technicznych we współpracy z Polską Agencją Kosmiczną i przy wsparciu Ministerstwa Edukacji i Nauki. Jej głównym celem jest ułatwienie współpracy między zespołami naukowymi na różnych uczelniach, wymiana doświadczeń dydaktycznych oraz tworzenie platformy dialogu z sektorem przemysłowym. Sieć wspiera rozwój wspólnych projektów badawczych, komercjalizację wyników badań oraz działania na rzecz budowy konkurencyjności polskiej nauki i gospodarki kosmicznej.

Organizacje studenckie i koła naukowe

Organizacje studenckie i akademickie zespoły projektowe stanowią jedno z najważniejszych źródeł rozwoju kompetencji i innowacyjności w sektorze kosmicznym. W wielu przypadkach to właśnie te środowiska inicjują pierwsze działania badawcze i konstrukcyjne, które z czasem przekształcają się w startupy lub zasoby kadrowe dla firm i instytucji. Polska scena studencka w tym obszarze należy do najbardziej aktywnych w Europie.

Do najważniejszych i najlepiej rozpoznawalnych inicjatyw należą:

- **Studenckie Koło Astronautyczne (SKA PW) przy Politechnice Warszawskiej** – z sekcjami satelitarną (PW-Sat), raketową i balonową. Koło działa nieprzerwanie od 1996 r. i współpracuje z ESA w projektach inżynieryjnych.
- **AGH Space Systems** – interdyscyplinarny zespół realizujący projekty łazików marsjańskich, rakiet, lądowców oraz CanSatów. Jeden z najbardziej utytułowanych zespołów w międzynarodowych zawodach URC i ERC.
- **PWr Aerospace / PWr in Space** – zespoły z Politechniki Wrocławskiej specjalizujące się w konstrukcji rakiet i systemów suborbitalnych.
- **PUT Rocketlab z Politechniki Poznańskiej** – zespół odnoszący sukcesy w międzynarodowych zawodach raketowych (m.in. EuRoC).
- **Silesian Phoenix z Politechniki Śląskiej** – zespół łazikowy z doświadczeniem w zawodach ERC.
- **PRz Space Team i SKN Inżynierii Satelitarnej z Politechniki Rzeszowskiej** – zespoły łączące wiedzę z zakresu awioniki, telekomunikacji i misji edukacyjnych.
- **SpaceTeam UŁ** – koło naukowe przy Uniwersytecie Łódzkim, angażujące studentów w projekty edukacyjne i popularyzatorskie.
- **Koło Naukowe KOSMOS (UMK)** – aktywne w zakresie popularyzacji astronomii i nauk kosmicznych.
- **Cansat Team Poland** – ogólnopolska inicjatywa reprezentująca kraj w europejskich zawodach CanSat.

Obok tych zespołów na wielu uczelniach działają mniejsze koła, np. zajmujące się astrofizyką, teledetekcją, analizą danych satelitarnych czy mechatroniką kosmiczną. Choć ich aktywność jest zróżnicowana, wspólnie budują żywe środowisko młodych pasjonatów kosmosu, często we współpracy z przemysłem i instytucjami publicznymi.

Dodatkowym mechanizmem wspierającym integrację młodego pokolenia z sektorem jest Rada Studentów przy Prezesie Polskiej Agencji Kosmicznej, powołana w 2022 roku. Ciało to stanowi platformę dialogu między młodymi inżynierami, naukowcami i menedżerami a instytucjami odpowiedzialnymi za rozwój polityki kosmicznej w Polsce.

Inkubacja, akceleracja i rozwój przedsiębiorstw kosmicznych

Sektor kosmiczny w Polsce w coraz większym stopniu rozwija się dzięki młodym, innowacyjnym firmom, które wnoszą do branży świeże spojrzenie, elastyczność i odwagę technologiczną. Kluczowym czynnikiem umożliwiającym ich rozwój są wyspecjalizowane instrumenty wsparcia – zarówno w postaci inkubatorów i akceleratorów, jak i infrastruktury parków technologicznych, mentoringu oraz dostępu do finansowania.

Inkubacja firm kosmicznych

Najbardziej kompleksowym instrumentem inkubacji startupów kosmicznych w Polsce jest ESA Business Incubation Centre Poland (ESA BIC Poland), uruchomiony w 2022 roku przez Agencję Rozwoju Przemysłu S.A. we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA). Program stanowi część europejskiej sieci ESA BIC i umożliwia polskim firmom dostęp do prestiżowego ekosystemu wsparcia przedsiębiorczości kosmicznej.

Każdy zakwalifikowany startup otrzymuje:

- do 50 000 euro bezzwrotnego finansowania na rozwój swojego rozwiązania,
- doradztwo techniczne, biznesowe i prawne,
- dostęp do partnerów krajowych, partnerów sieci ESA BIC i samej ESA,
- możliwość skorzystania z przestrzeni biurowej w jednym z ośrodków inkubatora.
- międzynarodową promocję projektu oraz możliwość korzystania z logotypu ESA BIC Poland.

Obecnie działają dwa ośrodki ESA BIC Poland – w Warszawie i Rzeszowie – a trzeci ośrodek jest w trakcie organizacji. Do tej pory z programu skorzystało lub korzysta 19 startupów, które rozwijają rozwiązania w takich obszarach jak systemy i podsystemy satelitów, obserwacja Ziemi, przetwarzanie danych satelitarnych, robotyka, inżynieria materiałowa i wiele innych. Inkubacja w ESA BIC Poland umożliwia im przejście od etapu technologicznego do biznesowego, przy aktywnym wsparciu ESA i polskich podmiotów naukowych i przemysłowych.

ESA BIC Poland wspierając startupy na wczesnym etapie daje impuls do powstawania nowych projektów, które od początku nakierunkowane są na działanie komercyjne. Jednocześnie jako program sektorowy daje znacznie lepsze efekty wsparcia technicznego w rozwoju produktu/usługi oraz pozwala na szybką weryfikację założeń biznesowych.

Akceleracja firm

Inkubacja to dopiero pierwszy etap rozwoju – kolejnym krokiem dla wielu startupów jest udział w programach akceleryjnych, które umożliwiają walidację modelu biznesowego, rozwój produktu oraz pozyskanie inwestorów i klientów.

W latach 2016–2021 istotną rolę odegrał program Space3ac – gdański akcelerator tematyczny, który łączył startupy z partnerami przemysłowymi i instytucjami publicznymi, m.in. w obszarze zastosowań danych satelitarnych, IoT i rozwiązań dual-use. Dla wielu firm był to pierwszy kontakt z dużymi odbiorcami technologii i sektorem kosmicznym.

W 2025 roku uruchomiony zostanie program akceleryjny SpaceTech przez Akces NCBR – nowy program skoncentrowany będzie na wsparciu startupów z segmentów „upstream” oraz firm rozwijających technologie podwójnego zastosowania (dual-use). Akcelerator ma wspierać budowę ścieżek komercjalizacji, dopracowanie modelu biznesowego i przygotowywać do wejścia na rynek. Akcelerowany startup oprócz środków na rozwój biznesowy otrzyma szerokie wsparcie mentorów.

Polskie podmioty mają również możliwość ubiegania się o udział w Akceleratorze DIANA (Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic), który działa pod auspicjami NATO i koncentruje się na wsparciu innowacyjnych rozwiązań z potencjałem zastosowań wojskowych i cywilnych. DIANA zapewnia dostęp do finansowania, infrastruktury testowej oraz sieci mentorów i partnerów z państw członkowskich NATO. Program promuje szczególnie technologie o podwójnym zastosowaniu, w tym m.in. zaawansowane sensory, systemy nawigacji i komunikacji, cyberbezpieczeństwo oraz technologie kosmiczne.

Wiele startupów wykorzystuje dodatkowo ogólnodostępne programy wsparcia, w tym finansowane ze środków PARP czy funduszy regionalnych.

Infrastruktura wsparcia: parki naukowo-technologiczne

Ważnym elementem ekosystemu wspierającego rozwój sektora kosmicznego w Polsce są parki naukowo-technologiczne. Stanowią one miejsca koncentracji startupów i firm technologicznych, oferując dostęp do infrastruktury laboratoryjnej, zaplecza biurowego, doradztwa biznesowego oraz programów wsparcia publicznego i unijnego. Choć nie są wyspecjalizowane wyłącznie w obszarze kosmicznym, wiele z nich aktywnie wspiera firmy z tego sektora.

- Wrocławski Park Technologiczny (WPT) – jeden z najbardziej rozwiniętych parków technologicznych w kraju. Na jego terenie swoją siedzibę ma m.in. firma Scanway, rozwijająca systemy optyczne i sensory dla zastosowań satelitarnych i przemysłowych. W przeszłości w WPT mieściły się również takie firmy jak Thorium Space i SatRev, które odegrały ważną rolę w rozwoju segmentu satelitarnego w Polsce. Park aktywnie wspiera firmy z obszarów fotoniki, telekomunikacji, robotyki i analityki danych, czyli dziedzin blisko powiązanych z sektorem kosmicznym. Wrocławski Park Technologiczny jest również jednym z planowanych ośrodków ESA BIC Poland.



- Gdański Park Naukowo-Technologiczny (GPNT) – ważny ośrodek wspierający startupy i firmy z sektora IT, AI, geoinformacji i przetwarzania danych satelitarnych. GPNT współpracował z akceleratorem Space3ac, a jego infrastruktura sprzyja rozwojowi rozwiązań dual-use oraz zastosowaniom satelitarnym w logistyce i bezpieczeństwie morskim. Na terenie GPNT swoją siedzibę ma także Polska Agencja Kosmiczna, co wzmacnia rolę tego miejsca jako centrum koordynacji i integracji działań sektora na Pomorzu.
- Krakowski Park Technologiczny (KPT) – partner regionalny licznych projektów innowacyjnych i międzynarodowych. Wspiera firmy z obszaru przemysłu 4.0, AI, fotoniki i robotyki, a także startupy rozwijające technologie kosmiczne. KPT jest aktywnym konsorcjantem w projekcie ESA Technology Broker & Ambassador Poland, którego celem jest transfer technologii kosmicznych do innych sektorów gospodarki. Ponadto, realizował międzynarodowy projekt BalticSatApps – Speeding up Copernicus Innovation for the BSR Environment and Security, ukierunkowany na przyspieszenie komercjalizacji danych Copernicus w regionie Morza Bałtyckiego.

Parki te stanowią ważne ogniwo łączące przedsiębiorczość, innowacje i transfer technologii. Ułatwiają firmom wczesnego etapu skalowanie działalności, dostęp do nowoczesnej infrastruktury oraz nawiązywanie współpracy z sektorem publicznym, instytucjami naukowymi i inwestorami.

Organizacje branżowe i klastry

Istotnym elementem otoczenia sektora kosmicznego w Polsce są organizacje branżowe i klastry technologiczne, które integrują podmioty przemysłowe, naukowe i eksperckie. Ułatwiają one dialog wewnątrz środowiska, reprezentację interesów sektora wobec administracji i instytucji międzynarodowych oraz rozwój projektów wspólnych. w polskim ekosystemie kosmicznym szczególną rolę odgrywają trzy struktury: Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK), Polskie Stowarzyszenie Profesjonalistów Sektora Kosmicznego (PSPA) oraz Klaster Technologii Kosmicznych (KTK).

Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK)

ZPSK to najstarsza i najbardziej reprezentatywna organizacja branżowa sektora kosmicznego w Polsce, powołana w 2012 roku. Zrzesza kilkadziesiąt firm i instytucji badawczych działających w obszarach projektowania i produkcji komponentów, integracji systemów, przetwarzania danych oraz usług downstream. Związek pełni ważną rolę w dialogu sektora z administracją rządową, Europejską Agencją Kosmiczną, Komisją Europejską i innymi podmiotami międzynarodowymi. Organizuje konsultacje, konferencje i wydarzenia środowiskowe oraz współtworzy opinie i stanowiska dotyczące polityki kosmicznej w Polsce i Europie. ZPSK wspiera również działania na rzecz kształ-

cenia kadr oraz wzmacniania pozycji polskich firm w europejskich łańcuchach dostaw.

Polskie Stowarzyszenie Profesjonalistów Sektora Kosmicznego (PSPA)

PSPA zostało oficjalnie zarejestrowane w 2016 roku. Stowarzyszenie skupia osoby fizyczne – specjalistów i entuzjastów związanych z sektorem kosmicznym, zarówno w Polsce, jak i za granicą. Jego misją jest integracja środowiska zawodowego, rozwój kompetencji i popularyzacja wiedzy o sektorze. PSPA realizuje projekty edukacyjne i networkingowe, m.in. Akademię PSPA i Studencką Konferencję Astronautyczną, a także angażuje się w wydarzenia branżowe, konsultacje publiczne i działania wspierające rozwój kadr. Stowarzyszenie stanowi unikalną platformę łączącą osoby pracujące w różnych obszarach sektora – od techniki, przez naukę, po zarządzanie i politykę kosmiczną.

Klaster Technologii Kosmicznych (KTK)

KTK to klaster zrzeszający firmy i instytucje naukowe rozwijające technologie kosmiczne w Polsce. Wśród członków klastra znajdują się m.in. Creotech Instruments, PIAP Space, KP Labs, PCO S.A. oraz jednostki naukowe i uczelnie techniczne. Klaster wspiera współpracę projektową, wymianę wiedzy, transfer technologii i integrację działań na styku przemysłu, badań i edukacji. Działa na rzecz rozwoju innowacyjnych rozwiązań, w tym o charakterze dual-use, i promuje współpracę z partnerami krajowymi i zagranicznymi. Choć KTK nie posiada statusu Krajowego Klastra Kluczowego, pełni rolę aktywnej platformy środowiskowej, wzmacniającej pozycję polskiego sektora technologii kosmicznych.

Finansowanie i instrumenty wsparcia

Szczegółowe informacje dotyczące źródeł finansowania sektora kosmicznego w Polsce zostały przedstawione w odrębnym rozdziale raportu. Niniejszy fragment ma charakter syntetycznego przeglądu najważniejszych mechanizmów, z podziałem na główne typy wsparcia: publiczne, prywatne oraz narzędzia wspierające bieżącą działalność firm.

Finansowanie publiczne

Podstawowym mechanizmem finansowania rozwoju technologii kosmicznych w Polsce są składki do Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) – zarówno obowiązkowe, jak i opcjonalne – które umożliwiają polskim podmiotom udział w programach technologicznych, naukowych i operacyjnych ESA. Uzupełniają je programy Unii Europejskiej, takie jak Horyzont Europa, Europejski Fundusz Obrony (EDF) czy IRIS², wspierające rozwój technologii o charakterze przełomowym i dual-use.

Na poziomie krajowym istotną rolę odgrywają instrumenty dotacyjne i pożyczkowe oferowane przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) oraz Polską Agencję

Rozwoju Przedsiębiorczości (PARP). W ramach konkursów tematycznych i ogólnych wspierane są projekty B+R, internacjonalizacja, cyfryzacja, rozwój kadr oraz wdrażanie innowacji w sektorze kosmicznym i pokrewnych.

Finansowanie prywatne

Rosnącą rolę w sektorze kosmicznym odgrywają prywatne źródła kapitału – przede wszystkim fundusze venture capital (VC), fundusze seed/early stage oraz aniołowie biznesu. Wspierają one rozwój startupów technologicznych, w tym firm oferujących usługi downstream (np. przetwarzanie danych satelitarnych, AI, aplikacje mobilne).

Dodatковым źródłem finansowania są także pożyczki komercyjne i produkty quasi-kapitałowe oferowane przez wyspecjalizowane instytucje, w tym Agencję Rozwoju Przemysłu S.A. (ARP), która w wybranych przypadkach wspiera projekty wysokiego ryzyka w ramach funduszy lub instrumentów mieszanych (kapitał + dług).

Instrumenty wspierające działalność biznesową

Poza kapitałem, sektor kosmiczny korzysta również z szerokiego wachlarza usług i produktów wspierających codzienną działalność gospodarczą. Obejmują one m.in.:

- kredyty eksportowe i gwarancje ubezpieczeniowe, oferowane m.in. przez KUKE i BGK;
- leasing technologiczny i operacyjny, wykorzystywany do pozyskiwania sprzętu laboratoryjnego czy produkcyjnego;
- ubezpieczenia specjalistyczne, w tym polisy kosmiczne (np. na starty, misje, odpowiedzialność cywilną);
- usługi bankowe i faktoringowe dla firm realizujących projekty międzynarodowe lub działających w modelu B2G.
- Tego typu instrumenty stają się coraz ważniejsze, zwłaszcza dla firm przechodzących z fazy inkubacji do operacyjnego scale-upu oraz działających na styku z rynkami zagranicznymi, obronnymi i wysokiego ryzyka technologicznego.

Popularyzacja wiedzy i media branżowe

Rozwój sektora kosmicznego wymaga nie tylko zaplecza technologicznego i finansowego, ale także społecznego – w postaci zrozumienia, zainteresowania i akceptacji społecznej dla inwestycji w kosmos. Popularyzacja wiedzy o technologiach kosmicznych, ich zastosowaniach i znaczeniu strategicznym odgrywa zatem istotną rolę w kształtowaniu długofalowego otoczenia sektora.

Organizacje i inicjatywy popularyzatorskie

W Polsce działa szereg instytucji edukacyjnych i popularyzatorskich, które przyczyniają się do budowania społecznej świadomości wokół tematów kosmicznych. Należą do nich m.in. Centrum Nauki Kopernik w Warszawie, Hevelianum w Gdańsku, Planetarium Śląskie w Chorzowie czy lokalne

planetaria i centra nauki. Wydarzenia takie jak Noc Naukowców, Festiwal Przemiany, World Space Week, konferencje studenckie i dni otwarte ESA BIC Poland przybliżają zagadnienia kosmiczne szerokiej publiczności – od dzieci i młodzieży po samorządowców i przedstawicieli biznesu.

Media i portale branżowe

Istotną rolę informacyjną pełnią również polskojęzyczne media i portale specjalistyczne, takie jak Kosmonauta.net, Space24.pl, forum Astropolis.pl czy czasopismo Urania – Postępy Astronomii. Tworzą one przestrzeń debaty publicznej, upowszechniają informacje o misjach, technologiach i polityce kosmicznej oraz wspierają dialog między ekspertami a społeczeństwem.

Działania popularyzatorskie mają znaczenie strategiczne – zwiększają zainteresowanie młodzieży karierą w sektorze kosmicznym, budują zaufanie społeczne do inwestycji publicznych oraz wspierają rozwój krajowej kultury innowacji. Otwarte i zrozumiałe komunikowanie tematów kosmicznych sprzyja także międzypokoleniowemu przekazowi wiedzy i budowie kapitału społecznego wokół technologii przyszłości.


Nowi aktorzy ekosystemu: profesjonalne usługi dla sektora kosmicznego

Wraz z rozwojem sektora kosmicznego w Polsce pojawia się coraz więcej podmiotów oferujących profesjonalne usługi wspierające działalność firm i instytucji kosmicznych. Choć nie są one bezpośrednimi producentami technologii, odgrywają rosnącą rolę w budowaniu zdolności operacyjnych, komunikacyjnych i inwestycyjnych branży. Ich obecność jest sygnałem postępującej profesjonalizacji i komercjalizacji sektora.

Wśród nowych aktorów ekosystemu można wyróżnić kilka kategorii:

- **Agencje komunikacyjne i PR** specjalizujące się w tematyce innowacji i sektora kosmicznego, takie jak Planet PR czy Space Agency, które wspierają firmy w budowaniu wizerunku, prowadzeniu kampanii edukacyjnych i relacjach z mediami.
- **Podmioty rekrutacyjne i społecznościowe**, np. **JoinThe.Space**, skupiające się na tworzeniu platform kontaktów między młodymi specjalistami a firmami sektora. Ułatwiają pozyskiwanie talentów i wspierają rozwój kariery w przemyśle kosmicznym.
- **Firmy doradcze i analityczne**, takie jak **ABGI Poland**, zajmujące się m.in. doradztwem w zakresie ulg B+R, dotacji i rozliczania projektów innowacyjnych.
- **Firmy zajmujące się relacjami inwestorskimi i komunikacją finansową**, np. **CC Group** czy **Inner Value**, które wspierają spółki technologiczne – w tym notowane na giełdzie – w zakresie IR, pozyskiwania kapitału i przygotowania do debiutu.
- **Kancelarie prawne i firmy ubezpieczeniowe**,

specjalizujące się w obsłudze podmiotów high-tech, kontraktach międzynarodowych, zamówieniach publicznych oraz polisach kosmicznych i odpowiedzialności cywilnej.

- **Think-tanki i organizacje eksperckie**, takie jak **Space Entrepreneurship Institute**, prowadzące działalność analityczną, edukacyjną i wspierającą rozwój przedsiębiorczości w sektorze. 

Wnioski i rekomendacje

- Choć podmioty te dopiero budują swoją trwałą pozycję w ekosystemie, ich rola będzie rosła wraz z dojrzywaniem rynku i potrzebą profesjonalnych usług wspierających rozwój sektora na poziomie operacyjnym, inwestycyjnym i międzynarodowym.
- Rozwój sektora kosmicznego w Polsce możliwy jest wyłącznie w ramach sprawnie działającego ekosystemu instytucjonalnego, edukacyjnego, finansowego i regulacyjnego. W ciągu ostatnich dziesięciu lat udało się stworzyć kompleksowe otoczenie sektora – z udziałem agencji publicznych, uczelni, instytutów badawczych, inkubatorów, funduszy, organizacji branżowych oraz wyspecjalizowanych podmiotów usługowych. Skala i tempo tego rozwoju są godne podkreślenia – w mniej niż dekadę Polska przeszła drogę, którą wiele państw realizowało przez kilkadziesiąt lat.
- Na tle regionu Europy Środkowo-Wschodniej Polska wyróżnia się dojrzałością i strukturą ekosystemu – zarówno pod względem liczby aktywnych podmiotów, jak i ich specjalizacji. Udało się zbudować środowisko, które jest nie tylko liczebne, ale też funkcjonalnie zróżnicowane i coraz lepiej zintegrowane. Systemy inkubacji i akceleracji, powiązania z ESA i UE, wsparcie dla start-upów, rozwój edukacji i pojawienie się wyspecjalizowanych usług to oznaki dojrzywania rynku.
- Jednocześnie – w porównaniu z dojrzałymi ekosystemami Europy Zachodniej (takimi jak Francja, Niemcy, Włochy czy Holandia) – Polska wciąż znajduje się na etapie budowania spójności systemowej i długoterminowej stabilności. Brakuje trwałych mechanizmów koordynacji, pełnej synchronizacji działań polityki naukowej, przemysłowej i obronnej, a także kompleksowej strategii rozwoju sektora kosmicznego w horyzoncie 15–20 lat.
- Warto zauważyć, że sektor przekroczył już fazę inicjalną i wchodzi w etap profesjonalizacji – czego wyrazem są m.in. notowania firm na giełdzie, międzynarodowe projekty B+R, obecność wyspecjalizowanych agencji PR i HR, funduszy VC, kancelarii czy doradców. Polska zmierza w kierunku modelu hybrydowego, w którym koegzystują mechanizmy publiczne i rynkowe.
- Najbliższe lata przesądzą o tym, czy uda się przekształcić ten ekosystem z dynamicznego, lecz wciąż rozproszonego, w zintegrowany system wsparcia sektora kosmicznego z ambicjami międzynarodowymi. To właśnie jakość współpracy, zdolność do transferu wiedzy i elastyczność instytucjonalna zadecydują o przyszłej konkurencyjności polskiej gospodarki kosmicznej.

Inwestycje i finansowanie w sektorze kosmicznym

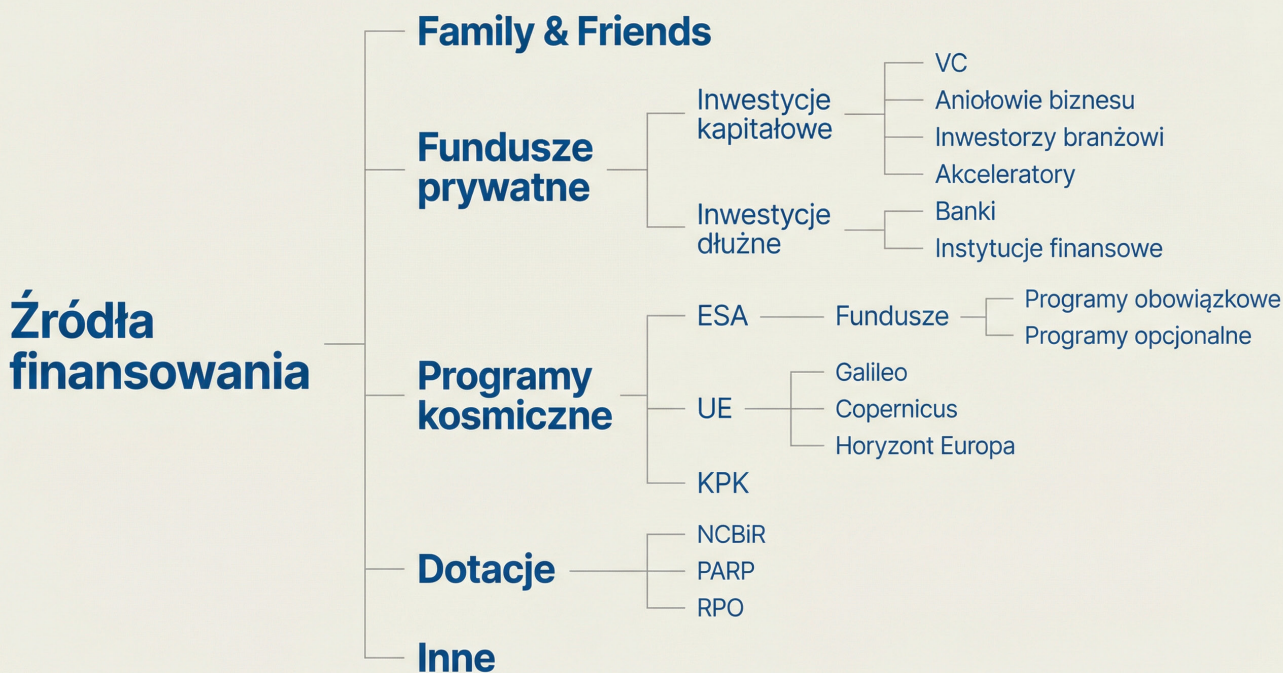
Rozwój przedsiębiorczości kosmicznej w Polsce w ostatnich latach stał się jednym z kluczowych elementów polityki innowacyjnej i przemysłowej państwa. Sektor ten charakteryzuje się wyjątkową specyfiką – wymaga ogromnych nakładów kapitałowych, długiego czasu przygotowania i realizacji projektów oraz wiąże się z wysokim ryzykiem technologicznym. Z jednej strony to właśnie te cechy czynią go trudnym obszarem dla prywatnych inwestorów, z drugiej jednak podkreślają jego znaczenie jako pola, na którym obecność państwa oraz instytucji publicznych jest niezbędna.

Polska branża kosmiczna, mimo że relatywnie młoda, rozwinęła się w imponującym tempie. Jeszcze dekadę temu sektor w praktyce ograniczał się do kilku instytutów badawczych i kilku niewielkich firm. Dziś szacuje się, że działa w nim około siedemdziesięciu podmiotów, w tym kilkanaście firm średniej i dużej wielkości, a także liczne startupy i mikroprzedsiębiorstwa. Zatrudnienie sięga blisko trzech tysięcy osób, a roczne przychody branży oscylują wokół 300 mln złotych¹. Choć to wciąż niewielka skala w porównaniu do najbardziej rozwiniętych ekosystemów kosmicznych Europy Zachodniej, w perspektywie regionu Europy Środkowo-Wschodniej Polska należy do liderów, a osiągnięcia ostatniej dekady stanowią solidną podstawę do dalszego wzrostu.

Ekosystem finansowania projektów kosmicznych w Polsce i Europie jest wielowarstwowy i obejmuje zarówno instrumenty prywatne, publiczne, jak i instytucjonalne. Na wczesnym etapie rozwoju startupów podstawową rolę odgrywają środki własne założycieli oraz tzw. „family & friends”. Wraz z dojrzewaniem przedsiębiorstwa pojawiają się kolejne kategorie finansowania: inwestorzy prywatni (aniołowie biznesu, fundusze venture capital, inwestorzy branżowi), kredyty i pożyczki instytucjonalne, a także system dotacji publicznych – przede wszystkim z NCBR, PARP oraz regionalnych programów operacyjnych. Szczególną rolę w tym systemie pełnią programy kosmiczne ESA i UE, które pozwalają firmom zdobywać referencje i budować pozycję w międzynarodowych łańcuchach wartości.

W polskim ekosystemie trzeba także podkreślić znaczenie Agencji Rozwoju Przemysłu S.A., która jako inwestor instytucjonalny i dostawca finansowania dłużnego wspiera rozwój kluczowych firm sektora, oraz rynku kapitałowego – NewConnect i GPW – które umożliwiły spółkom kosmicznym, takim jak Creotech Instruments czy Scanway, pozyskanie znacznych środków rozwojowych.

Poniższy schemat prezentuje pełną mapę źródeł finansowania, od najprostszych po najbardziej złożone. W kolejnych częściach raportu dokonano szczegółowego omówienia poszczególnych kategorii, pokazując zarówno ich specyfikę, jak i przykłady praktycznego wykorzystania przez polskie spółki kosmiczne.



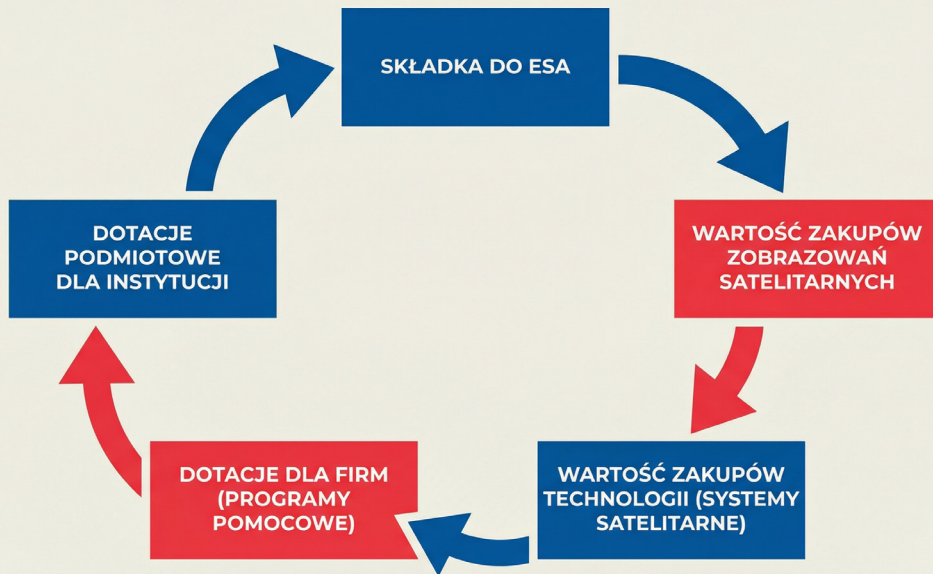
Rysunek 1. Źródła finansowania działalności kosmicznej w Polsce, Paweł Pacek – opracowanie własne autora



Publiczne źródła finansowania w Polsce

Publiczne źródła finansowania stanowią fundament rozwoju przedsiębiorczości kosmicznej. W warunkach wysokiej kapitałochłonności projektów kosmicznych środki prywatne są zbyt ograniczone, aby umożliwić samodzielne prowadzenie prac badawczo-rozwojowych czy przygotowanie technologii do wdrożenia. Dlatego to właśnie fun-

Najważniejszym instrumentem publicznym pozostaje składka Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej. Jej roczna wartość sięga około 200 milionów euro (2025 r.) i dzieli się na część przeznaczoną na programy obowiązkowe oraz na programy opcjonalne. To właśnie dzięki uczestnictwu w programach opcjonalnych polskie przedsiębiorstwa mogą ubiegać się o kontrakty w takich obszarach jak technologie satelitarne, obserwacja Ziemi czy robotyka kosmiczna.



Rysunek 6: Schemat finansowania publicznego (ze środków budżetu państwa) dla firm kosmicznych. Paweł Pacek - opracowanie własne autora.

Równoległe istotne znaczenie mają środki krajowe, w szczególności programy Narodowego Centrum Badań i Rozwoju. NCBR od lat prowadzi konkursy dedykowane rozwojowi innowacyjnych technologii, w tym w obszarze kosmicznym¹. Szczególną rolę odgrywa program Ścieżka SMART, w ramach którego konsorcja przedsiębiorstw i jednostek naukowych mogą ubiegać się o dofinansowanie projektów badawczo-rozwojowych. Alokacja środków sięga miliarda zło-

tych w poszczególnych edycjach, a poziom dofinansowania waha się od 65% dla dużych firm do nawet 80% dla małych i średnich przedsiębiorstw². Dzięki tym programom powstały i są rozwijane technologie o potencjale komercjalizacji nie tylko w Polsce, lecz także w ramach projektów europejskich.

Drugim kluczowym krajowym źródłem finansowania jest Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości. PARP koncentruje się na wspieraniu mikro, małych i średnich przedsiębiorstw poprzez programy wdrożeniowe i rozwojowe. Firmy z sektora kosmicznego korzystają m.in. z programu Fundusze Europejskie dla Nowoczesnej Gospodarki, który umożliwia pozyskiwanie środków na wdrażanie innowacyjnych technologii oraz ekspansję międzynarodową. Istotne znaczenie mają również programy kompetencyjne, takie jak „Kompetencje dla sektorów” czy „Kompetencje wysokich lotów”³, które umożliwiają finansowanie szkoleń i doradztwa dla pracowników przemysłu lotniczo-kosmicznego. Dzięki nim podnoszone są kwalifikacje kadr, co stanowi niezbędny element w procesie budowy

duże publiczne, zarówno krajowe, jak i europejskie, pełnią rolę katalizatora, pozwalając obniżyć ryzyko dla inwestorów i przygotować firmy do wejścia na rynki komercyjne.

Powyższy schemat pokazuje, że finansowanie sektora kosmicznego ze środków publicznych nie ogranicza się jedynie do klasycznych dotacji czy grantów. Państwo, oprócz przekazywania środków w formie programów pomocowych czy dotacji podmiotowych dla instytucji, może także wspierać rozwój rynku poprzez działanie jako klient. Zakup obrazowań satelitarnych czy systemów satelitarnych jest dla firm równie istotnym źródłem przychodów jak granty, a dodatkowo buduje trwały rynek i długofalowe relacje.

W praktyce oznacza to, że wsparcie publiczne przyjmuje różne formy: od bezzwrotnych dotacji, przez zamówienia instytucjonalne, aż po składkę do ESA, która wraca do krajowych podmiotów w postaci kontraktów. Dzięki temu środki „od państwa” mogą trafiać do firm nie tylko w logice dotacyjnej, ale także rynkowej – zapewniając popyt i zachęcając do inwestycji w rozwój technologii.

1 Np. Konkurs 5/1.1.1/2019 - Szybka ścieżka Technologie kosmiczne z 2020 r.: https://archiwum.ncbr.gov.pl/index.php?id=33717&L=0%23a6_u1%23a54_u2%23a54_u2%23a6

2 <https://www.gov.pl/web/ncbr/platforma-konkursowa#/ncbr?sort=announcementDate,desc¤tPage=0&limit=10>

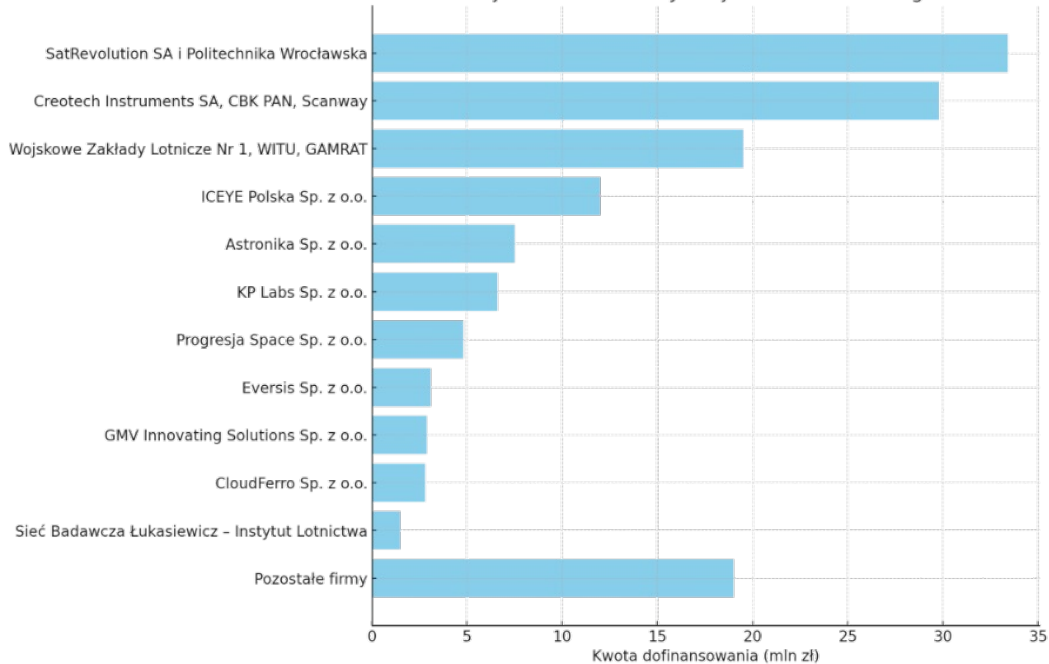
3 <https://www.parp.gov.pl/component/content/article/83232:oferta-szkoleniowa-dla-sektora-lotniczego-i-kosmicznego>

nowoczesnego sektora kosmicznego.

W tym systemie szczególną rolę pełni Agencja Rozwoju Przemysłu S.A. ARP nie tylko inwestuje w kluczowe podmioty, jak Creotech Instruments czy PIAP Space, lecz także udziela dedykowanych pożyczek na rozwój technologii kosmicznych. w przeciwieństwie do instytucji grantowych, ARP działa jako spółka prawa handlowego, a jej środki – jeśli nie są związane z programami dotacyjnymi – mają charakter komercyjny. Jednocześnie misja strategicznej spółki Skarbu Państwa pozwala ARP na podejmowanie działań wspierających ekosystem technologiczny, nawet gdy rentowność projektu nie jest celem bezpośrednim. Dzięki temu ARP pełni unikalną rolę inwestora i organizatora ekosystemu, łącząc podejście rynkowe z realizacją polityk publicznych. ARP jest także współorganizatorem programów inkubacyjnych ESA BIC Poland, które zapewniają startupom nie tylko środki finansowe, lecz również dostęp do wiedzy i sieci kontaktów Europejskiej Agencji Kosmicznej. Takie podejście wyraźnie odróżnia ARP od klasycznych inwestorów instytucjonalnych – spółka odgrywa rolę aktywnego budowniczego ekosystemu, a jej działania tworzą efekt synergii z programami krajowymi i europejskimi.

Nie można też pominąć roli administracji publicznej jako odbiorcy usług kosmicznych. Wsparcie sektora nie musi przyjmować formy bezzwrotnych dotacji – równie ważne jest budowanie rynku poprzez zamówienia instytucjonalne. Polskie podmioty państwowe już dziś należą do klientów firm kosmicznych, nabywając produkty i usługi oparte na danych satelitarnych. Do najważniejszych należą: Ministerstwo Obrony Narodowej (finansujące również prace B+R w ramach dedykowanej części budżetu NCBR), Agencja Restrukturyzacji i Modernizacji Rolnictwa oraz Krajowy Ośrodek Wsparcia Rolnictwa (wykorzystujące dane satelitarne do monitoringu upraw i dopłat rolnych), Lasy Państwowe (monitoring stanu lasów i zagrożeń środowiskowych), Rządowe Centrum Bezpieczeństwa i inne służby kryzysowe (wykorzystanie zobrazowań w sytuacjach klęsk żywiołowych), a także IMGW i Wody Polskie (zarządzanie ryzykiem powodziowym, analiza zjawisk hydrometeorologicznych). Zamówienia publiczne w tych obszarach zapewniają firmom kosmicznym stały strumień przychodów, a jednocześnie pozwalają państwu korzystać z nowoczesnych technologii w obszarach bezpieczeństwa, rolnictwa, gospodarki wodnej i zarzą-

Dofinansowanie dla firm i konsorcjów w ramach "Szybkiej Ścieżki – Technologie kosmiczne"



Rysunek 7: Wyniki konkursu Konkurs 5/1.1.1/2019 - Szybka ścieżka Technologie kosmiczne (2020 r.).

dzania kryzysowego.

Europejskie źródła finansowania

Rozwój przedsiębiorczości kosmicznej w Polsce jest nierozdzielnie związany z dostępem do mechanizmów finansowania oferowanych na poziomie Unii Europejskiej i Europejskiej Agencji Kosmicznej. Dla wielu firm środki europejskie są pierwszym poważnym źródłem kapitału, które pozwala na przejście od fazy koncepcyjnej do etapu badań, a następnie wdrożenia. W praktyce zdecydowana większość kontraktów i dotacji trafiających do polskich podmiotów pochodzi z programów ESA, Horyzontu Europa czy agencji EUSPA.

Szczegółowa rola Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) oraz Agencji Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego (EUSPA) została omówiona w rozdziale 11.3 raportu „Współpraca regionalna”. W niniejszym rozdziale zaznaczamy jedynie obecność tych instytucji jako kluczowych źródeł finansowania dla polskich podmiotów sektora kosmicznego, koncentrując się przede wszystkim na ogólnych mechanizmach dostępu do środków europejskich oraz znaczeniu programu Horyzont Europa.

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA)

ESA jest najważniejszym partnerem instytucjonalnym polskich przedsiębiorstw kosmicznych. Od przystąpienia Polski do Agencji rodzime firmy i instytuty zdobyły doświadczenie w realizacji projektów badawczo-rozwojowych, a także w dostarczaniu komponentów i systemów dla satelitów oraz misji badawczych. Łączna wartość kontraktów zdobytych przez polskie podmioty w latach 2014–2024 wyniosła 144 mln euro¹. Choć ta kwota może wyda-



wać się umiarkowana, należy pamiętać, że Polska należy do najmłodszych państw członkowskich ESA i wciąż znajduje się w fazie budowy kompetencji.

Dla przedsiębiorstw praktycznym warunkiem uczestnictwa w projektach ESA jest uzyskanie tzw. listu poparcia od polskiej delegacji⁴. Ten dokument gwarantuje, że w przypadku wygrania przetargu koszty zostaną pokryte z zadeklarowanego wkładu finansowego Polski. Procedura, choć czasochłonna, jest kluczowa – umożliwi bowiem start w przetargach, które w dłuższej perspektywie pozwalają firmom na zdobycie międzynarodowych kontraktów i referencji.

Polska branża korzysta również z programu inkubacyjnego ESA BIC Poland, prowadzonego w formule partnerstwa z ARP SA. Inkubator oferuje startupom finansowanie w postaci 50 tys. euro wsparcia finansowego. Jest to unikatowe narzędzie w polskim ekosystemie, które pozwala młodym firmom przejść od koncepcji do pierwszych wdrożeń.

Agencja Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego (EUSPA)

Drugim filarem europejskiego finansowania jest EUSPA, która zarządza programami Galileo, EGNOS, Copernicus oraz GOVSATCOM. Agencja ta łączy funkcję operatora systemów kosmicznych z rolą instytucji wdrażającej instrumenty finansowe.

EUSPA oferuje przedsiębiorstwom kilka rodzajów wsparcia:

- granty na działania (Action Grants), przeznaczone na projekty badawczo-rozwojowe i demonstracyjne,
- granty operacyjne (Operating Grants), wspierające działalność organizacji realizujących cele o ogólnym znaczeniu dla UE,
- konkursy innowacyjne, takie jak #myEUspace, w których młode firmy mogą zdobyć finansowanie oraz dostęp do międzynarodowej sieci partnerów,
- zamówienia publiczne, związane z obsługą systemów Galileo i Copernicus, a także usługami analizy danych satelitarnych.

Dla polskich firm szczególnie atrakcyjne są przetargi EUSPA publikowane na platformie TED (Tenders Electronic Daily). Dotyczą one nie tylko dostaw komponentów czy oprogramowania, lecz także usług downstream – takich jak aplikacje do rolnictwa precyzyjnego, transportu czy zarządzania kryzysowego. Udział w przetargach EUSPA jest wymagający formalnie, ale daje możliwość wejścia na europejski rynek kontraktów o stabilnym finansowaniu i przewidywalnych perspektywach.

Program Horyzont Europa

Trzecim istotnym źródłem finansowania jest program Horyzont Europa, największa inicjatywa badawczo-innowacyjna Unii Europejskiej o budżecie przekraczającym 95 mld euro na lata 2021–2027⁵. Z tego aż 14,8 mld euro⁶ przeznaczono bezpośrednio na projekty kosmiczne, w tym 9,1 mld euro na systemy nawigacji satelitarnej Galileo i EGNOS oraz 5,4 mld euro na program obserwacji Ziemi Copernicus⁷.

Horyzont Europa umożliwi finansowanie projektów badawczych, demonstracyjnych i wdrożeniowych. Poziom dofinansowania sięga do 100% w przypadku projektów stricte badawczych i 70% w przypadku projektów bliskich rynkowi. Przykłady obszarów wsparcia obejmują rozwój aplikacji opartych na danych Galileo i Copernicus, projekty demonstracyjne dla transportu i mobilności, a także integrację danych kosmicznych z technologiami cyfrowymi, takimi jak sztuczna inteligencja czy big data.

Dla polskich podmiotów uczestnictwo w Horyzoncie Europa oznacza konieczność budowy konsorcjów międzynarodowych, co bywa wyzwaniem organizacyjnym. Jednocześnie udział w takich konsorcjach daje nieporównywalną możliwość zdobycia doświadczenia i referencji, które w przyszłości zwiększają szanse na komercjalizację projektów.

Prywatne źródła kapitału

Finansowanie publiczne stanowi fundament rozwoju przedsiębiorczości kosmicznej w Polsce, jednak bez udziału prywatnych inwestorów sektor nie osiągnie dojrzałości. W krajach Europy Zachodniej, a zwłaszcza w Stanach Zjednoczonych, to właśnie prywatny kapitał – fundusze venture capital, aniołowie biznesu czy giełda papierów wartościowych – napędza najbardziej dynamiczne przedsięwzięcia. W Polsce rynek ten dopiero się rozwija, a jego potencjał jest ograniczony, jednak rola prywatnych inwestorów sukcesywnie rośnie i w kolejnych latach będzie miała kluczowe znaczenie dla dalszego wzrostu.

Bootstrapping i finansowanie ze środków własnych

Pierwszym źródłem kapitału, z którego korzystają niemal wszystkie młode firmy, są środki własne założycieli. Ten model, określany jako bootstrapping, oznacza rozwój przedsiębiorstwa w oparciu o oszczędności prywatne, kredyty osobiste bądź niewielkie pożyczki od rodziny i przyjaciół. Bootstrapping wymusza rygorystyczną kontrolę kosztów i szybkie poszukiwanie przychodów, zarówno z działalności podstawowej, jak i z aktywności pobocznej. W przypadku startupów kosmicznych ten model ma ograniczone zastosowanie – wysokie koszty badań i rozwoju, zakupu

4 <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/wsparcie-dla-polskich-firm>

5 https://research-and-innovation.ec.europa.eu/funding/funding-opportunities/funding-programmes-and-open-calls/horizon-europe/how-horizon-europe-was-developed_en?utm

6 <https://www.consilium.europa.eu/en/press/press-releases/2021/04/19/council-adopts-position-on-148-billion-eu-space-programme-for-2021-2027/?utm>

7 European Parliament, Directorate-General for External Policies, The European Defence Fund and Space: Added Value and Priorities, European Union, 2020, [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/603483/EXPO_STU\(2020\)603483_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/STUD/2020/603483/EXPO_STU(2020)603483_EN.pdf)

sprzętu czy przeprowadzenia testów orbitalnych sprawiają, że środki prywatne wystarczają jedynie na najwcześniejszą fazę działalności, pozwalającą przygotować koncepcję czy wstępny prototyp. W polskich realiach jest to jednak etap niemal niezbędny, ponieważ pozwala przedsiębiorcy zbudować pierwsze kompetencje i zaprezentować inwestorom choćby minimalny dowód słuszności projektu.

Aniołowie biznesu

Kolejnym krokiem w ścieżce finansowania są aniołowie biznesu, czyli prywatni inwestorzy, którzy angażują własne środki w młode, innowacyjne spółki. Oprócz kapitału finansowego wnoszą oni zazwyczaj doświadczenie w prowadzeniu biznesu, wiedzę branżową i szeroką sieć kontaktów, dzięki czemu ich rola wykracza poza klasyczne wsparcie finansowe.

Specyfiką inwestycji aniołów biznesu w sektorze kosmicznym jest ich długoterminowy charakter. Zwrot z inwestycji następuje zazwyczaj dopiero po wielu latach, często dopiero w momencie kolejnej rundy finansowania od funduszy venture capital albo wejścia spółki na giełdę. Średnia wartość pojedynczej inwestycji anioła biznesu w Europie wynosi od kilkudziesięciu do kilkuset tysięcy euro, a w przypadku projektów kosmicznych często jest uzupełniana grantami z ESA BIC lub funduszami publicznymi⁸.

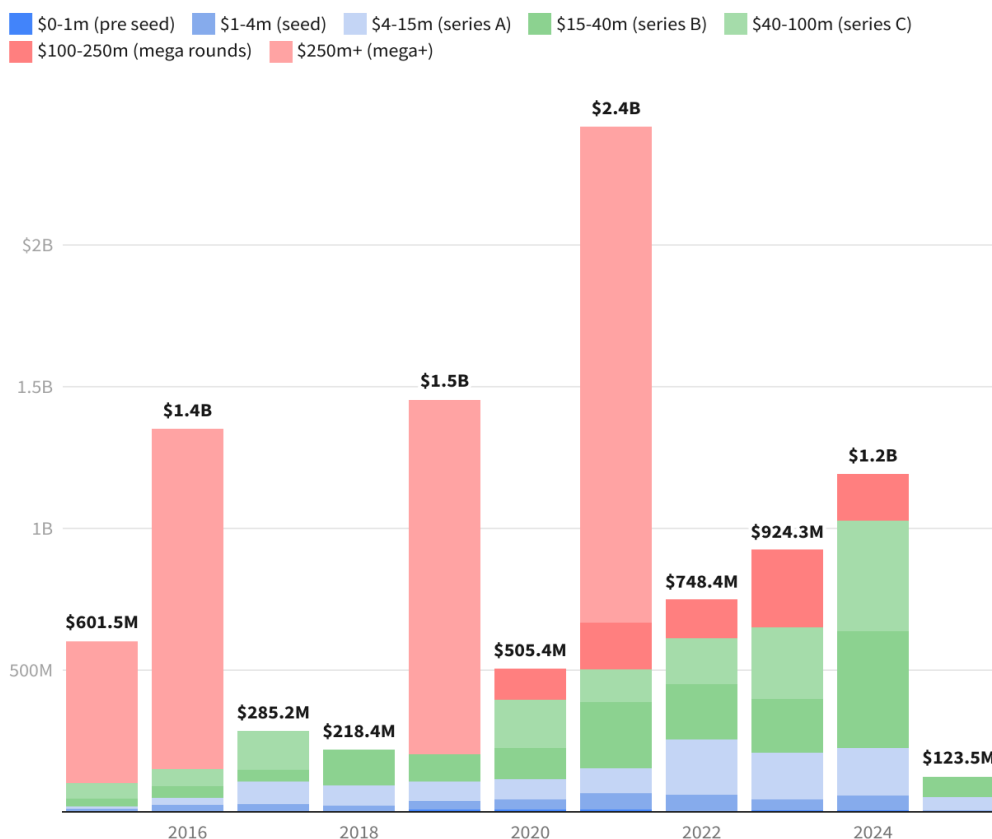
Fundusze venture capital

Najważniejszym źródłem prywatnego kapitału dla rozwijających się firm są fundusze venture capital. Ich istotą jest dostarczanie finansowania spółkom znajdującym się na różnych etapach wzrostu – od fazy załóżkowej po późne rundy przed wejściem na giełdę.

W przypadku sektora kosmicznego inwestycje VC mają kilka specyficznych cech. Po pierwsze, charakteryzują się dłuższym horyzontem czasowym niż w innych branżach – zwykle od pięciu do dziesięciu lat. Wynika to z konieczności przeprowadzenia kosztownych testów technologicznych, certyfikacji i misji demonstracyjnych. Po drugie, oczekiwana stopa zwrotu jest wysoka – fundusze zakładają, że rentowność inwestycji powinna wynosić około 20–30% rocznie, co rekompensuje wysokie ryzyko niepowodzenia⁹.

W Europie wartości rund venture capital rosną systematycznie wraz z dojrzałością spółek, choć struktura finansowania pozostaje nierównomierna. Na etapie seed typowe inwestycje zamykają się w przedziale 1–2 mln euro, co jest wartością kilkukrotnie niższą niż w Stanach Zjednoczonych, gdzie średnie rundy seed przekraczają 5 mln USD¹⁰. W Polsce transakcje seed są jeszcze mniejsze – najczęściej 0,2–0,5 mln euro, sporadycznie do miliona euro.

Space Tech VC investment by stage



Source: Live Dealroom data

Rysunek 8. Inwestycje Funduszy venture capital w technologii kosmiczne – podział wg etapów rozwoju spółek. Źródło: Dealroom.co, Space Tech: Europe – The ecosystem of European space startups and scaleups

⁸ European Business Angels Network (EBAN), Boston Consulting Group (BCG), State of European Angel Investing 2024, Brussels, 2024. <https://web-assets.bcg.com/8b/7a/ef219bc54e97b761d3fccde345ff/state-of-european-angel-investing-2024.pdf>

⁹ European Space Policy Institute, Bridging the Financing Gap in the European Space Sector: Alternative funding pathways in tightening markets, ESPI Report 90, March 2024, <https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2024/03/ESPI-Report-Bridging-the-Financing-Gap-in-the-European-Space-Sector.pdf>

¹⁰ Dealroom.co, Space Tech: Europe – The ecosystem of European space startups and scaleups, Dealroom.co, 2023, <https://dealroom.co/guides/space-tech-europe>



W fazie early stage (Series A/B) europejskie spółki kosmiczne pozyskują zwykle 2–10 mln euro, a w przypadku bardziej dojrzałych rund B – do 15–20 mln euro¹¹. Polskie podmioty mogą liczyć na 1–3 mln euro, co sytuuje je bliżej dolnej granicy europejskiej.

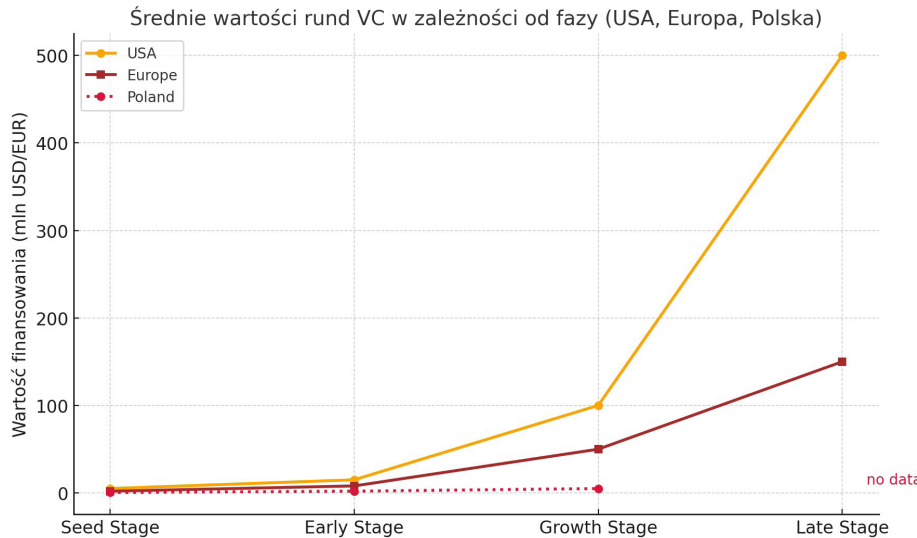
Największe różnice ujawniają się na etapie growth stage (Series C/D). W Europie typowe wartości to 10–50 mln euro, a w wyjątkowych przypadkach przekraczają 100 mln euro, jak w rundach Isar Aerospace czy ICEYE¹². W Polsce takich transakcji praktycznie nie ma – maksymalne wartości to

latywnie niewielkie w porównaniu z Europą Zachodnią czy USA, to jednak udział funduszy venture capital ma istotne znaczenie dla skalowania młodych firm technologicznych.

W ostatnich latach w polskie spółki kosmiczne zainwestowały m.in.:

- **OTB Ventures** – w fińsko-polską spółkę ICEYE, której polski oddział rozwija działalność operacyjną i inżynijną,
- **Innova Capital** – w warszawską firmę CloudFerro, dostawcę infrastruktury chmurowej dla Copernicus DIAS oraz obecnie Copernicus Data Access Service,
- **Sunfish Partners** – w start-upy kosmiczne nowej generacji, takie jak Liftero, Asynchronics i Orbital Matter (wszystkie są alumunami ESA BIC Poland),
- **Balnord VC** – w krakowski spin-out AGH SATIM Monitoring Satelitarny,
- **Leonardo VC** – w spółkę Thorium Space, rozwijającą technologie satelitów telekomunikacyjnych.

Polska branża kosmiczna wciąż działa na znacznie mniejszą skalę niż firmy w krajach Europy Zachodniej. Dobrym punktem odniesienia są rundy finansowania VC.



Rysunek 9: Średnie wartości rund finansowania VC w zależności od etapu rozwoju spółek. Opracowanie własne autora.

3–5 mln euro, i to w pojedynczych przypadkach. Warto zaznaczyć, że większe kwoty (20–70 mln zł) pozyskiwał Creotech Instruments, ale poprzez giełdę, a nie rynek VC.

Late stage w Europie obejmuje nieliczne rundy powyżej 100 mln euro – to przypadki wyjątkowe, związane z firmami o globalnych ambicjach i wsparciu inwestorów spoza UE. W Polsce takie transakcje jeszcze się nie zdarzyły¹³.

W praktyce projekty związane z aplikacjami satelitarnymi (downstream) przyciągają większe zainteresowanie funduszy VC, ponieważ szybciej generują przychody i wymagają mniejszych nakładów niż przedsięwzięcia upstreamowe, takie jak budowa satelitów czy rakiet. Dla inwestorów łatwiejsze do zaakceptowania są modele biznesowe oparte na subskrypcjach, analizie danych czy integracji usług, które dają perspektywę powtarzalnych przychodów w krótkim czasie.

Na polskim rynku pojawia się coraz więcej przykładów inwestycji VC w spółki kosmiczne, zarówno w formule rund seed, jak i w kolejnych etapach rozwoju. Choć kwoty są re-

- **Isar Aerospace** (Niemcy) – w 2021 roku pozyskał 75 mln euro w rundzie B, a w 2023 kolejne 155 mln euro.
- **ICEYE** (Finlandia) – od 2015 roku zebrał ponad 300 mln dolarów, w tym 136 mln dolarów w rundzie D w 2022 roku.
- **Spire Global** (USA) – przed wejściem na giełdę zebrał ponad 200 mln dolarów od funduszy VC¹⁴.

Na tym tle polskie spółki, które w najlepszym razie pozyskują kilka milionów euro w rundach VC, działają w znacznie bardziej ograniczonej skali. To pokazuje, że mimo aktywności aniołów biznesu i funduszy seed, brakuje w Polsce dużych rund growth stage, które umożliwiałyby budowę konstelacji satelitarnych czy rozwój systemów nośnych.

Crowdfunding

Coraz większą popularność wśród młodych przedsiębiorstw zdobywa również crowdfunding, czyli finansowanie społecznościowe. W Polsce od 2022 roku obowiązują

¹¹ European Space Policy Institute, Bridging the Financing Gap in the European Space Sector: Alternative funding pathways in tightening markets, ESPI Report 90, March 2024

¹² Dealroom.co, Space Tech: Europe – The ecosystem of European space startups and scaleups, Dealroom.co, 2023,

¹³ Bloomberg Terminal, „Private Capital Raising – Aerospace & Space Tech”, dostęp: 15 września 2025 r

¹⁴ Bloomberg Terminal, „Private Capital Raising – Aerospace & Space Tech”, dostęp: 15 września 2025 r

ustawa o finansowaniu społecznościowym, która wdrożyła unijne regulacje ECSP i ujednotociła zasady funkcjonowania platform. Dzięki temu inwestorzy indywidualni mogą uczestniczyć w finansowaniu startupów na przejrzystych zasadach, a przedsiębiorcy zyskali nowe źródło kapitału.

Crowdfunding w sektorze kosmicznym przybiera różne formy: equity crowdfunding, w którym inwestorzy obejmują udziały w spółce; crowdfunding nagrodowy, oparty na przedsprzedaży produktów czy usług; crowdfunding pożyczkowy, umożliwiający społecznościowe udzielanie pożyczek; oraz crowdfunding donacyjny, stosowany głównie w projektach edukacyjnych i naukowych. Dla startupów kosmicznych szczególnie interesujący jest model equity, który pozwala pozyskać kapitał bez konieczności oddawania pełnej kontroli nad firmą. Jednocześnie crowdfunding stanowi doskonałe narzędzie budowania społeczności klientów i ambasadorów marki, którzy wspierają przedsiębiorstwo nie tylko finansowo, ale również marketingowo⁹.

W polskim ekosystemie finansowania kosmicznego crowdfunding nie odegrał jeszcze tak istotnej roli jak fundusze VC czy dotacje publiczne. Niemniej jednak można wskazać przykłady udanych kampanii, które pozwoliły sfinansować badania lub pierwsze prototypy satelitów studenckich i startupowych. W miarę wzrostu świadomości społecznej oraz rozwoju regulacji można oczekiwać, że to źródło finansowania będzie odgrywać coraz większe znaczenie, zwłaszcza dla przedsięwzięć o dużym potencjale popularyzatorskim.

Znaczenie prywatnych źródeł finansowania

W Polsce prywatny kapitał nadal odgrywa mniejszą rolę niż w rozwiniętych ekosystemach zachodnioeuropejskich, ale jego znaczenie systematycznie rośnie. Obserwujemy pojawianie się coraz liczniejszych funduszy VC zainteresowanych inwestycjami w deep tech, a także większą aktywność aniołów biznesu. W tym procesie istotne jest wsparcie publiczne, które obniża poziom ryzyka i zachęca prywatnych inwestorów do zaangażowania. Programy takie jak ESA BIC czy granty NCBR mogą być traktowane jako element współfinansowania, dzięki któremu inwestor prywatny jest w stanie zaryzykować wejście w sektor kosmiczny.

Dla wielu podmiotów, w tym przykładowo dla ARP SA, rosnąca rola prywatnych źródeł finansowania oznacza możliwość realizacji polityki współinwestowania – łączenia środków publicznych z kapitałem prywatnym. Takie podejście nie tylko zwiększa skalę dostępnych środków, lecz także pozwala weryfikować rynkowy potencjał projektów i budować bardziej zrównoważony ekosystem finansowy.

Instrumenty dłużne i rynek kapitałowy

W sektorze kosmicznym, obok dotacji i inwestycji kapitałowych, istotną rolę odgrywają także instrumenty dłużne

oraz finansowanie rynkowe. Choć ich zastosowanie bywa ograniczone z uwagi na ryzyko technologiczne i długotrwały cykl zwrotu, to w przypadku bardziej dojrzałych firm kosmicznych stanowią one niezbędny element miksu finansowego. Kredyty bankowe, pożyczki instytucjonalne, obligacje korporacyjne czy debiuty giełdowe pozwalają na pozyskanie znacznych środków, a jednocześnie zwiększają wiarygodność przedsiębiorstw w oczach partnerów międzynarodowych.

Kredyty bankowe

Finansowanie bankowe w sektorze kosmicznym napotyka na istotne bariery. Projekty kosmiczne są kapitałochłonne, obciążone wysokim ryzykiem technologicznym i wymagają wielu lat, zanim zaczną generować stabilne przychody. Banki oczekują zwykle twardych zabezpieczeń, których młode spółki kosmiczne nie są w stanie zapewnić. Brakuje im bowiem aktywów materialnych, które można by zastawić – takich jak nieruchomości czy sprzęt o wysokiej wartości rynkowej. Z tego powodu tradycyjny kredyt bankowy jest dostępny głównie dla firm, które mają już ugruntowaną pozycję na rynku i kontrakty z instytucjami takimi jak ESA czy duzi klienci przemysłowi.

W przypadku sektora kosmicznego finansowanie bankowe dotyczy zazwyczaj inwestycji infrastrukturalnych – budowy clean roomów, laboratoriów badawczych czy linii produkcyjnych. Kredyty mogą być także wykorzystywane do finansowania kapitału obrotowego, jeśli firma realizuje duże kontrakty i potrzebuje płynności na bieżące wydatki. W polskich warunkach kredyty dla sektora kosmicznego są jednak relatywnie rzadkie i zazwyczaj uzupełniają inne formy finansowania, a nie stanowią ich głównego źródła.

Pożyczki Agencji Rozwoju Przemysłu

Znacznie istotniejszym narzędziem w Polsce są pożyczki oferowane przez Agencję Rozwoju Przemysłu S.A. ARP pełni w tym zakresie rolę quasi-bankową, dostarczając firmom kosmicznym finansowania dostosowanego do specyfiki branży. Przewagą pożyczek ARP nad kredytami komercyjnymi jest większa elastyczność warunków i możliwość dopasowania harmonogramu spłat do etapów realizacji projektu¹⁵.

W ostatnich latach z pożyczek ARP skorzystały m.in.:

- **KP Labs** – 5 mln zł przeznaczone na budowę centrum badawczo-rozwojowego w Gliwicach oraz rozwój systemów sztucznej inteligencji do analizy danych satelitarnych¹⁶,
- **Jakusz** – finansowanie badań nad paliwami kosmicznymi, w tym nad wykorzystaniem nadtlenu wodoru jako alternatywnego napędu satelitarnego,
- **Adaptronica** – środki na rozwój systemów adaptacyjnych dla urządzeń kosmicznych i realizację kontraktów ESA.

¹⁵ <https://space24.pl/dedykowane-pożyczki-arp-dla-firm-sektora-kosmicznego>

¹⁶ <https://arp.pl/pl/aktualnosci/arp-s-a--wspolfinansuje-rozwoj-technologiei-kosmicznych-firmy-kp-labs/>



Tego rodzaju instrumenty są dla sektora kosmicznego niezwykle cenne, ponieważ umożliwiają finansowanie projektów na etapie, gdy rynek bankowy pozostaje niedostępny. Równocześnie wpisują się w strategię ARP jako instytucji wspierającej rozwój nowych technologii w Polsce i zwiększającej zdolność rodzimych firm do konkurencji w skali międzynarodowej.

Obligacje korporacyjne

Innym instrumentem finansowania dłużnego są obligacje korporacyjne, które pozwalają przedsiębiorstwom na pozyskiwanie środków bezpośrednio od inwestorów instytucjonalnych i indywidualnych. W przeciwieństwie do kredytu bankowego emisja obligacji nie wymaga klasycznych zabezpieczeń hipotecznych, choć wiąże się z koniecznością regularnej obsługi długu w postaci wypłaty odsetek.

Proces emisji obligacji obejmuje decyzję o parametrach emisji, przygotowanie dokumentacji informacyjnej oraz sprzedaż papierów inwestorom. W Polsce obligacje mogą być notowane na rynku Catalyst Giełdy Papierów Wartościowych, co zwiększa ich atrakcyjność i przejrzystość. W praktyce na taki instrument mogą sobie pozwolić firmy o odpowiedniej skali działalności i stabilnych perspektywach rozwoju. Choć obligacje korporacyjne stanowią popularny instrument w wielu krajach Europy Zachodniej, w Polsce rynek Catalyst boryka się z ograniczoną płynnością i stosunkowo niskim zainteresowaniem inwestorów instytucjonalnych. W przypadku firm kosmicznych dodatkową barierą są wymagania formalne i konieczność regularnej obsługi długu, co w branży o długich cyklach zwrotu jest szczególnie trudne. W efekcie, mimo że obligacje mogłyby być użytecznym narzędziem do finansowania infrastruktury, niewiele polskich spółek zdecydowało się na tę drogę.

Giełda Papierów Wartościowych

Polski rynek kapitałowy odgrywa coraz większą rolę w rozwoju przedsiębiorstw kosmicznych. Obok instrumentów dłużnych i inwestorów instytucjonalnych, giełda oferuje młodym spółkom możliwość pozyskania kapitału w przejrzysty i prestiżowy sposób.

Szczególnie atrakcyjnym rozwiązaniem dla młodych firm technologicznych jest rynek **NewConnect**, funkcjonujący od 2007 roku jako alternatywny system obrotu prowadzony przez Giełdę Papierów Wartościowych w Warszawie. NewConnect został zaprojektowany z myślą o małych i średnich spółkach innowacyjnych, które dopiero rozpoczynają swoją drogę rynkową. Atutami tego rynku są: niższe wymogi formalne w porównaniu z głównym parkietem, możliwość szybkiego pozyskania inwestorów i relatywnie niższe koszty debiutu.

W sektorze kosmicznym **Creotech Instruments** w 2021 roku jako pierwsza firma branżowa wykorzystała NewConnect do zebrania środków (11,3 mln zł) i budowy historii giełdowej przed przeniesieniem się na główny rynek GPW. Kilka lat później, w 2023 roku, podobną ścieżkę obrała wrocławska spółka **Scanway**, specjalizująca się w optyce satelitarnej i systemach obserwacji Ziemi. Debiutując na NewConnect, Scanway pozyskał kapitał na rozwój swojej technologii i przygotowanie projektów satelitarnych, a jednocześnie zwiększył swoją rozpoznawalność wśród inwestorów instytucjonalnych i branżowych.

Giełda oferuje młodym spółkom szereg korzyści:

- możliwość pozyskania kapitału na rozwój przy jednoczesnym zachowaniu kontroli właścicielskiej,
- zwiększenie wiarygodności w oczach partnerów zagranicznych i instytucji publicznych,
- dostęp do szerokiego grona inwestorów, co pozwala dywersyfikować bazę finansowania,
- budowę marki i rozpoznawalności w mediach i środowisku biznesowym.

Jednak wejście na giełdę wiąże się również z istotnymi wyzwaniem. Spółki muszą być gotowe na pełną transparentność, regularne raportowanie i spełnianie wymogów nadzorczych Komisji Nadzoru Finansowego. Notowania giełdowe narażają je także na zmienność kursu akcji, co może być czynnikiem destabilizującym w przypadku młodych, jeszcze niedochodowych przedsiębiorstw. Koszty związane z obsługą prawną, audytem i relacjami inwestorskimi również nie są bez znaczenia.

Mimo tych wyzwań giełda, a w szczególności rynek NewConnect, pozostaje jednym z najbardziej atrakcyjnych narzędzi pozyskiwania kapitału dla firm kosmicznych w Polsce. Przypadki Creotech i Scanway pokazują, że nawet w wymagającej branży, gdzie projekty mają długie horyzonty realizacji, obecność giełdowa może stanowić silny impuls rozwojowy i ułatwić dostęp do kolejnych źródeł finansowania.

Znaczenie dla polskiego sektora

Instrumenty dłużne i rynek kapitałowy nie zastępują dotacji czy inwestycji kapitałowych, lecz stanowią ich ważne uzupełnienie. Pozwalają firmom dywersyfikować źródła finansowania, a także zwiększają ich wiarygodność i rozpoznawalność na rynku. W przypadku Polski szczególną rolę odgrywa ARP SA, która poprzez pożyczki kosmiczne pełni funkcję pomostu między finansowaniem publicznym a prywatnym, umożliwiając przedsiębiorstwom wejście na ścieżkę dojrzałych instrumentów rynkowych.

Z perspektywy rozwoju całego sektora istotne jest, aby coraz więcej firm było w stanie korzystać z obligacji czy giełdy jako narzędzi pozyskiwania kapitału. To właśnie one w największym stopniu świadczą o dojrzałości rynku i gotowości przedsiębiorstw do konkurowania w skali globalnej.

Case studies – Finansowanie

Creotech Instruments S.A.

Creotech Instruments powstał w 2008 roku z inicjatywy polskich inżynierów i naukowców związanych wcześniej z doświadczeniami w ośrodkach badań dużej skali (CERN). W pierwszej fazie działalności spółka koncentrowała się na produkcji zaawansowanej elektroniki i systemów sterowania dla projektów naukowych i przemysłowych — to doświadczenie inżynierskie stało się później naturalną podstawą dla wejścia w technologię kosmiczną.

Pierwsze etapy rozwoju finansowane były ze środków założycieli oraz z grantów B+R. Przejście od działalności o charakterze dostawcy specjalistycznej elektroniki do integratora systemów kosmicznych było procesem stopniowym: spółka rozwijała kompetencje w obszarze systemów pokładowych, integracji satelitów i produkcji elementów dla misji naukowych i komercyjnych. W miarę zdobywania referencji i pierwszych zleceń zaczęły się pojawiać inwestycje prywatne oraz wsparcie instytucjonalne.

Zwrot nastąpił wraz z zaangażowaniem Agencji Rozwoju Przemysłu S.A. (ARP). Inwestycja ARP w Creotech istotnie wzmocniła pozycję kapitałową spółki i zwiększyła jej wiarygodność wobec partnerów krajowych i zagranicznych. Wsparcie instytucjonalne umożliwiło rozbudowę infrastruktury (lokalizacje produkcyjne i clean roomy) oraz inwestycje w rozwój platformy satelitarnej HyperSat — elementu, który stał się centralnym produktem komercyjnym Creotech. Dodatkowo firma systematycznie pozyskiwała dotacje B+R z NCBR i innych programów, co uzupełniało finansowanie inwestycyjne i obniżało ryzyko wejścia w kosztowne projekty demonstracyjne.

Strategia finansowa spółki uwzględniała stopniowe przejście na finansowanie rynkowe. W 2021 roku Creotech zadebiutował na rynku NewConnect, pozyskując kapitał z emisji akcji skierowanej do inwestorów detalicznych i instytucjonalnych. Ten etap był przygotowaniem do wejścia na główny parkiet i służył zarówno pozyskaniu środków, jak i zwiększeniu rozpoznawalności rynkowej. W 2022 roku spółka przeprowadziła ofertę na głównym rynku GPW (IPO), pozyskując środki, które pozwoliły na skalowanie produkcji i rozwój kolejnych modułów platformy satelitarnej. W kolejnych latach Creotech realizował dodatkowe emisje prywatne, uzupełniając kapitał na rozwój i komercjalizację projektów. Konkretnie etapy finansowania (NewConnect → GPW → emisje prywatne) są istotnym elementem modelu „kaskadowego” pozyskiwania kapitału, który firma zastosowała w praktyce.

Wejście na rynki kapitałowe miało wymierne konsekwencje operacyjne: zwiększenie skali produkcji (linie montażowe, clean roomy), szybsze tempo rozwoju platformy HyperSat oraz możliwość prowadzenia prac nad programami demonstracyjnymi, takimi jak projekt satelity EagleEye. Równolegle spółka potwierdzała swoją pozycję w obszarze kontraktów instytucjonalnych. Szczególnie istotne było zawarcie umów o charakterze strategicznym z instytucjami państwowymi, w tym kontraktów związanych z programami obserwacji Ziemi. Realizacja zleceń o charakterze narodowym i obronnym potwierdziła dojrzałość Creotech jako partnera zdolnego dostarczać kompleksowe rozwiązania satelitarne.

Do kluczowych obserwacji z perspektywy polityki i finansowania należą następujące wnioski: po pierwsze, połączenie finansowania publicznego (dotacje, inwestycje instytucjonalne) z prywatnym (aniolowie, emisje giełdowe) stworzyło efektywną ścieżkę skalowania — każda z tych warstw odgrywała uzupełniającą rolę. Po drugie,



obecność na rynku kapitałowym zwiększyła zdolność spółki do realizacji dużych kontraktów i budowy zdolności produkcyjnych, ale jednocześnie wymagała znacznej transparentności raportowej i zdolności zarządczej. Po trzecie, współpraca z podmiotami publicznymi (w tym instytucjami odpowiedzialnymi za wyposażenie i bezpieczeństwo państwa) pokazuje, że firmy kosmiczne osiągają pełne możliwości dopiero wtedy, gdy inwestycje komercyjne są uzupełnione o zaufanie i zamówienia instytucjonalne.

PIAP Space sp. z o.o.

PIAP Space powstała w 2016 r. jako spółka spin-off Przemysłowego Instytutu Automatyki i Pomiarów (obecnie Łukasiewicz – PIAP), aby komercjalizować rozwijane tam technologie robotyczne i mechaniczne przeznaczone do zastosowań kosmicznych. Od początku działalności spółka miała jasny profil: projektowanie i produkcja mechanizmów satelitarnych (m.in. systemów mocowania i zwalniania) oraz robotyki kosmicznej (chwytki i ramiona robotyczne).

Kluczowym momentem w historii PIAP Space było wejście kapitałowe Agencji Rozwoju Przemysłu S.A. w 2018 r. ARP objęła większościowy pakiet udziałów (obecnie 94,65%), inwestując ponad 18 mln zł. Dzięki temu spółka zyskała stabilne finansowanie, pozwalające na rozwój technologii o wysokim poziomie ryzyka, które w praktyce trudno byłoby sfinansować prywatnym kapitałem. Inwestycja ARP umożliwiła rozbudowę zespołu inżynierskiego oraz rozwój produktów, które zostały włączone do międzynarodowych misji kosmicznych realizowanych pod kierownictwem ESA.

PIAP Space finansuje swoją działalność przede wszystkim z kontraktów z ESA – spółka z sukcesem uczestniczy m.in. w programach robotyki orbitalnej, systemów GNC i OSAM. Zdobyte kontrakty pozwoliły jej na wejście do globalnego łańcucha dostaw, a jednocześnie na budowanie kompetencji, które mogą znaleźć zastosowanie w przyszłych europejskich i krajowych programach kosmicznych.

Model finansowania PIAP Space jest więc oparty na połączeniu kapitału publicznego (ARP jako inwestor strategiczny) oraz przychodów z kontraktów międzynarodowych. Przypadek tej spółki dobrze pokazuje, że bez aktywnego udziału instytucji publicznych firmy specjalizujące się w niszowych, ale strategicznych technologiach kosmicznych miałyby znacznie utrudnione możliwości rozwoju.

KP Labs Sp. z o.o.

KP Labs zostało założone w Gliwicach w 2016 roku przez grupę inżynierów związanych wcześniej ze środowiskiem Politechniki Śląskiej. Od początku działalności spółka koncentrowała się na wykorzystaniu sztucznej inteligencji do przetwarzania i analizy danych satelitarnych. Jej flagowym produktem stał się Smart Mission Ecosystem oraz komputer pokładowy Antelope, który pozwala na autonomiczne przetwarzanie obrazów już na orbicie.

Rozwój KP Labs był możliwy dzięki połączeniu kilku źródeł finansowania. Spółka korzystała z grantów badawczo-rozwojowych NCBR, co umożliwiło prowadzenie prac nad własnym oprogramowaniem i komponentami satelitarnymi. W 2020 roku firma otrzymała także pożyczkę z Agencji Rozwoju Przemysłu S.A. w wysokości 5 mln zł, przeznaczoną na budowę nowoczesnego centrum badawczo-rozwojowego w Gliwicach. To finansowanie pozwoliło nie tylko na rozbudowę infrastruktury, lecz także na zatrudnienie dodatkowych specjalistów i rozpoczęcie przygotowań do projektów komercyjnych.

KP Labs regularnie zdobywa kontrakty z Europejską Agencją Kosmiczną, m.in. na rozwój algorytmów analizy danych oraz testy komputerów pokładowych. Dzięki temu mogło zbudować portfolio referencji i uwiarygodnić swoje produkty na rynku międzynarodowym.

Model finansowania spółki wykorzystywał różne dostępne instrumenty: granty B+R (NCBR), instrumenty dłużne (pożyczka ARP) oraz kontrakty: z ESA oraz z podmiotami prywatnymi. Taka kombinacja pozwoliła KP Labs na przejście od młodego startupu do firmy rozpoznawalnej w europejskim sektorze kosmicznym, której technologie mają szansę stać się standardem w przyszłych misjach satelitarnych.

SATIM Monitoring Satelitarny Sp. z o.o.

SATIM Monitoring Satelitarny powstał jako spin-out Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie. Zespół badawczy specjalizujący się w metodach przetwarzania obrazów radarowych (SAR) zdecydował się na komercjalizację opracowanych rozwiązań w obszarze monitoringu infrastruktury, detekcji zmian powierzchniowych i analiz środowiskowych. Firma od początku wyróżniała się koncentracją na danych radarowych, co pozwoliło jej zająć unikalną niszę w polskim sektorze kosmicznym.

Na wczesnym etapie działalności SATIM skorzystał z programu Sieć Otwartych Innowacji, dystrybuowanego przez ARP S.A. ze środków unijnych (FENG). Grant umożliwił zakup wartości niematerialnych i prawnych, które były niezbędne do dalszego rozwoju oferty komercyjnej. Był to kluczowy krok w przejściu od fazy spin-outu akademickiego do dojrzałego startupu gotowego do wejścia na rynek.

W kolejnych latach spółka rozwijała się w oparciu o przychody z kontraktów dla administracji publicznej oraz projekty badawczo-rozwojowe realizowane we współpracy z ESA i NCBR. Pozwoliło to zbudować wiarygodność i rozpoznawalność marki na rynku europejskim.

Kolejnym kamieniem milowym dla spółki było w 2024 r. pozyskanie finansowania od funduszu Balnord VC. Kwota całej rundy nie została ujawniona; Balnord deklaruje, że do tej pory zainwestował w spółkę 1,4 mln EUR, z możliwością dalszego zaangażowania do 7 mln EUR. W rundzie uczestniczyli także dotychczasowi inwestorzy: Cultivation Capital, Verissimo Ventures oraz Techstars. Finansowanie przeznaczone zostało m.in. przekierowanie działalności

spółki z monitoringu szkód kopalnianych na zastosowania SAR na morzu a także na rozwój rozwiązań opartych na sztucznej inteligencji do analizy obrazów radarowych oraz skalowanie działalności międzynarodowej¹⁷. Wsparcie funduszu oznaczało nie tylko dostęp do kapitału, ale również kompetencje menedżerskie i sieć kontaktów biznesowych.

Model finansowania SATIM można opisać jako trzystopniowy: granty i wsparcie instytucjonalne (w tym program ARP Sieć Otwartych Innowacji), przychody z projektów B+R i kontraktów komercyjnych (ESA, instytucje publiczne) oraz kapitał prywatny VC (Balnord, 2024). Dzięki tej kombinacji firma przeszła drogę od akademickiego spin-outu do podmiotu zdolnego konkurować w europejskiej niszy technologii SAR.¹⁸

Podsumowanie

Polski sektor kosmiczny w ostatniej dekadzie przeszedł imponującą drogę – od kilku firm i instytutów do dynamicznego ekosystemu liczącego kilkadziesiąt podmiotów. Finansowanie publiczne odegrało w tym procesie fundamentalną rolę, umożliwiając powstanie i rozwój firm takich jak Creotech, PIAP Space czy KP Labs. Równolegle zaczęły pojawiać się pierwsze przykłady prywatnych inwestycji, w tym zaangażowanie aniołów biznesu i funduszy VC.

Na tle Europy Zachodniej Polska pozostaje jednak wciąż na etapie budowy kompetencji. Brakuje dużych rund inwestycyjnych na poziomie kilkudziesięciu milionów euro, które pozwoliłyby na realizację ambitnych programów kosmicznych. Również rynek kapitałowy w Polsce, choć otwarty na spółki technologiczne, nie zapewnia jeszcze takiej skali finansowania jak we Francji, Niemczech czy Włoszech.

W tym kontekście rola ARP SA pozostaje kluczowa. Spółka pełni funkcję inwestora, kredytodawcy i organizatora ekosystemu, a jej działania pozwalają obniżyć ryzyko i przyciągać kapitał prywatny. W perspektywie kolejnych lat warto rozważyć utworzenie dedykowanego funduszu kosmicznego w Polsce, który łączyłby środki publiczne i prywatne, a także dalsze wzmocnienie roli giełdy i rynku obligacji jako narzędzi pozyskiwania kapitału.

Polska ma potencjał, aby w perspektywie dekady stać się regionalnym hubem kosmicznym Europy Środkowo-Wschodniej. Aby tak się stało, niezbędne będzie: zwiększenie dostępności prywatnego kapitału, dalsze wsparcie publiczne dla projektów upstreamowych, rozwój programów inkubacyjnych i edukacyjnych oraz aktywna promocja polskich firm na rynkach międzynarodowych.

¹⁷ <https://www.balnord.vc/article/satim-raises-a-round-led-by-balnord-to-boost-ai-driven-sar-technology>



Zatrudnienie i rozwój kadr

Znaczenie kadr w sektorze opartym na wiedzy

Sektor kosmiczny należy do najbardziej wymagających i zaawansowanych technologicznie obszarów gospodarki. W odróżnieniu od wielu tradycyjnych branż przemysłowych, jego rozwój nie opiera się na dostępności surowców czy przewagach kosztowych, lecz przede wszystkim na jakości i kompetencjach ludzi. Kapitał ludzki jest w tym przypadku kluczowym zasobem, determinującym zdolność podmiotów do tworzenia innowacyjnych technologii, utrzymywania konkurencyjności oraz uczestnictwa w międzynarodowych łańcuchach wartości.

Kadry sektora kosmicznego rekrutują się głównie spośród specjalistów STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics). To oni odpowiadają za projektowanie, budowę i integrację systemów satelitarnych, rozwój oprogramowania, analizę danych czy tworzenie zaawansowanych technologii materiałowych i fotonicznych. Powszechnie uważa się, że inżynierowie kosmiczni stanowią elitę wśród zawodów inżynierskich – z uwagi na konieczność łączenia wiedzy z wielu dziedzin, precyzję pracy oraz brak marginesu błędów w projektach, które muszą funkcjonować w ekstremalnych warunkach przestrzeni kosmicznej.

Jednocześnie sektor kosmiczny wymaga coraz większej liczby specjalistów spoza obszaru technicznego. Oprócz inżynierów potrzebni są menedżerowie projektów, ekonomiści, prawnicy specjalizujący się w prawie kosmicznym, eksperci od zarządzania ryzykiem, marketingu i rozwoju biznesu. Interdyscyplinarność staje się fundamentem funkcjonowania branży – skuteczne projekty kosmiczne powstają na styku nauki, technologii, prawa, finansów i komunikacji.

Znaczenie kadr potęguje także fakt, że sektor kosmiczny ma charakter strategiczny. Technologie rozwijane w jego ramach często mają podwójne zastosowania (dual-use) – cywilne i obronne – a dostęp do wykwalifikowanych pracowników decyduje nie tylko o potencjale gospodarczym, ale i o bezpieczeństwie państwa. Dlatego budowa i utrzymanie zasobu kompetencji w sektorze kosmicznym należy do jednych z najważniejszych wyzwań strategicznych, przed którymi stoją zarówno Polska, jak i inne kraje rozwijające swoje ekosystemy kosmiczne.

Specyfika pracy w branży kosmicznej

Praca w sektorze kosmicznym charakteryzuje się wyjątkową specyfiką, wynikającą z wysokiego stopnia złożoności technologii oraz interdyscyplinarności projektów. Trzon zatrudnienia stanowią specjaliści z obszarów STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics), których wiedza i umiejętności są niezbędne do projektowania, budowy i integracji systemów satelitarnych, platform orbitalnych czy segmentu naziemnego. Inżynierowie i naukowcy zaangażowani w projekty kosmiczne muszą łączyć kompetencje z wielu dziedzin – elektroniki, automatyki, infor-

matyki, mechaniki precyzyjnej, fotoniki, a nawet biologii czy chemii w przypadku eksperymentów prowadzonych w przestrzeni kosmicznej.

Tym, co wyróżnia sektor kosmiczny na tle innych dziedzin inżynierii, jest elitarność kompetencji. Projekty realizowane w tym obszarze wymagają najwyższej jakości wykonania – zarówno ze względu na ekstremalne warunki panujące w przestrzeni kosmicznej (promieniowanie, próżnia, wahania temperatury), jak i brak możliwości naprawy czy poprawy błędów po starcie. Stąd często mówi się, że inżynierowie kosmiczni stanowią elitę wśród zawodów inżynierskich – ich praca łączy zaawansowaną teorię z praktyką, a każdy projekt staje się wyzwaniem na granicy tego, co możliwe technologicznie.

Równocześnie, w miarę dojrzewania sektora, rośnie znaczenie kompetencji uzupełniających. Projekty kosmiczne to złożone przedsięwzięcia, które wymagają nie tylko zaplecza technologicznego, lecz także skutecznego zarządzania, pozyskiwania finansowania, ochrony praw własności intelektualnej, zapewnienia zgodności z międzynarodowymi regulacjami czy budowania modeli biznesowych. Dlatego w strukturach zatrudnienia coraz większą rolę odgrywają menedżerowie projektów, prawnicy, specjaliści ds. rozwoju biznesu, marketingu czy komunikacji. Interdyscyplinarność staje się jednym z kluczowych wyróżników sektora kosmicznego, a sukces rynkowy firm zależy od zdolności integrowania kompetencji technicznych i pozatechnicznych.

Struktura zatrudnienia

Dotychczasowe publiczne szacunki zatrudnienia w polskim sektorze kosmicznym są rozproszone i metodologicznie niejednorodne. POLSA wskazuje, że w kraju działa ponad 300 firm zatrudniających blisko 12 tys. osób – liczba ta oddaje szerokość całych organizacji, nie zaś wyłącznie zespołów pracujących nad projektami kosmicznymi. ZPSK podał z kolei 6095 pracowników wśród członków Związku, co również obejmuje pełne zatrudnienie danych podmiotów (często wielobranżowych). Źródła międzynarodowe, takie jak The Space Report (dla 2021 r.: 790 osób w podmiotach komercyjnych) czy jeszcze wcześniejsze ujęcia Eurospace (2019 r.: 290 osób), są wyraźnie zaniżone względem dzisiejszej skali i nie obejmują rosnącej części ekosystemu.

Aby uzyskać porównywalny rok-do-roku obraz rdzenia komercyjnego, w ARP przeanalizowaliśmy 21 firm, które regularnie publikują sprawozdania zarządów z działalności. To firmy o największym ciężarze zatrudnieniowym i ekspozycji na kontrakty kosmiczne: GMV, Sener, CloudFerro, Creotech, PIAP Space, Arobs Polska, ICEYE Polska, SatRev, KP Labs, WB Kompozyty, Liftero, Thorium, Sybilla Technologies, SpaceForest, Solaris Optics, SatAgro, N7 Space, Jakusz SpaceTech, Astronika, ITTI.

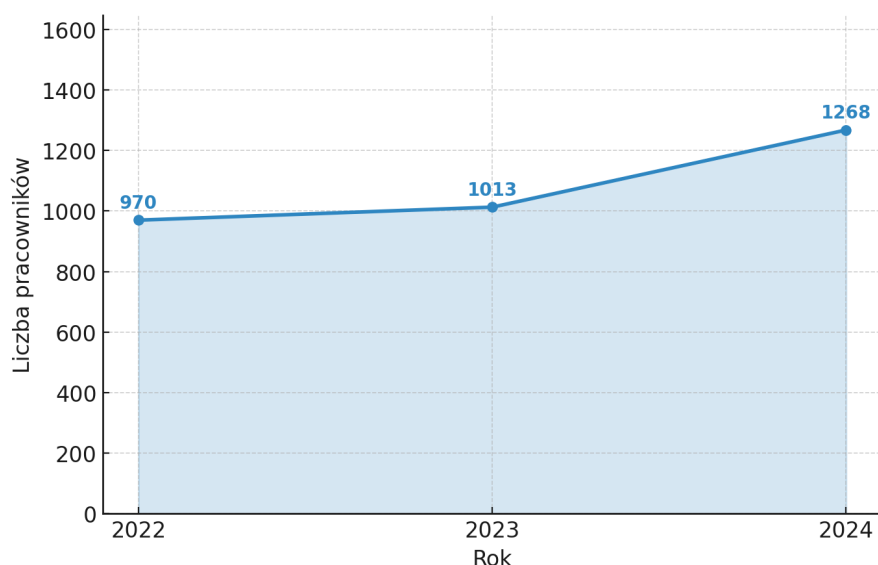
Wynik (ta sama grupa 21 firm):
2022: 970 osób → **2023:** 1 013 osób → **2024:** 1 268 osób.

W tej samej, spójnie zdefiniowanej grupie 21 spółek zatrudnienie wzrosło o 205 osób r/r ($\approx +19,3\%$) oraz o 298 osób względem 2022 r. ($\approx +30,7\%$). To twardy dowód szybkiej ekspansji rdzenia komercyjnej części sektora i potwierdzenie, że oficjalne, szerokie sumy (POLSA/ZPSK) należy traktować jako górne ograniczenie wielkości ekosystemu, podczas gdy realną dynamikę „kosmicznych etatów” najlepiej pokazuje badany rdzeń 21 firm.

Silna koncentracja oznacza, że kilka firm średniej wielkości pełni rolę „lokomotywu” zatrudnienia, podczas gdy reszta rynku składa się z mniejszych podmiotów, liczących zwykle kilkanaście do kilkudziesięciu osób.

Średnia wielkość firmy w badanej próbie to około 60 pracowników, jednak mediana wynosi jedynie **39–45 osób**. Oznacza to, że „typowa” polska firma kosmiczna to niewielki zespół kilkudziesięciu osób, natomiast średnią zawyżają największe podmioty, takie jak CloudFerro czy Creotech Instruments.

Zatrudnienie w 21 wiodących firmach kosmicznych (2022–2024)



Rysunek 10: Zatrudnienie w 21, wiodących spółkach sektora kosmicznego w latach 2022-2024, opracowanie własne autora. Źródło: dane firm ze sprawozdań Zarządów z działalności

Analiza zatrudnienia w 21 wiodących firmach kosmicznych (1268 pracowników na koniec 2024 r.) pokazuje wyraźną **koncentrację kadr w największych podmiotach**. Dziesięciu największych pracodawców zatrudnia łącznie **około 940 osób**, co stanowi blisko **75% całego rdzenia sektora**.

Top 10 pracodawców kosmicznych w Polsce (koniec 2024):

- CloudFerro – 272 (łącznie z pracownikami kontaktowymi)
- Creotech Instruments – 219
- WB Kompozyty - dawne ŚCNTdPL – 72
- ICEYE Polska – 69
- Scanway – 69
- Astronika – 65
- GMV Polska (kosmos) – 58
- Sener Polska – 56
- KP Labs – 56
- Thorium Space – 54

Zróżnicowanie widoczne jest także w modelach zatrudnienia. Firmy IT i usługowe, jak CloudFerro, korzystają w dużej mierze z kontraktorów B2B i umów cywilnoprawnych, co pozwala im szybko skalować zespoły. Z kolei spółki upstreamowe, takie jak Creotech, KP Labs czy PIAP Space, budują kadry głównie na etatach inżynierskich.

Zatrudnienie w całym sektorze kosmicznym – szacunki

Najbardziej wiarygodny obraz komercyjnej części sektora kosmicznego dają dane zebrane dla grupy 21 firm, które regularnie publikują sprawozdania zarządów i raportują poziom zatrudnienia. Jak to było wyżej wspomniane na koniec 2024 r. spółki te zatrudniały łącznie **1268 pracowników**. Dane te można traktować jako twardy punkt odniesienia dla dalszych szacunków.

Aby oszacować całkowitą skalę zatrudnienia w polskim sektorze kosmicznym, przyjęto następującą metodologię:

- 1. Identyfikacja rdzenia sektora** – 21 największych i średnich firm stanowi zasadniczą część zatrudnienia w branży.
- 2. Udział w rynku** – analiza wskazuje, że spółki te koncentrują około **2/3–3/4 zatrudnienia komercyjnego**. Pozostałą część tworzą mniejsze podmioty, w tym kilkunastoosobowe start-upy.
- 3. „Długi ogon”** – w Polsce funkcjonuje dodatkowo około 30–40 firm kosmicznych o niewielkiej skali działania. Przy średnim zatrudnieniu 20–30 osób daje to kolejne **600–900 pracowników**.
- 4. Instytuty i uczelnie** – poza częścią komercyjną, istotnym elementem sektora są instytuty badawczo-rozwojowe

¹ Uwagi metodologiczne (ważne dla interpretacji):

w ITTI sp. z o.o. i GMV Space Solutions sp. z o.o. ujęto wyłącznie pracowników zaangażowanych w projekty kosmiczne, Liftero uwzględniono w latach 2023 i 2024, źródłem są sprawozdania Zarządów z działalności (najbardziej wiarygodne do porównań r/r).



(m.in. CBK PAN, CAMK PAN, ILOT, IGIK, instytuty Sieci Badawczej Łukasiewicz) oraz wyspecjalizowane jednostki akademickie. W podmiotach tych projekty kosmiczne realizuje łącznie **500–600 osób**. Dodatkowo należy uwzględnić pracowników podmiotów wspierających (doradztwo, prawo, IT).

Na tej podstawie można wskazać trzy poziomy szacunków:

- rdzeń komercyjny (21 firm) – 1268 osób,
- cały sektor komercyjny (duże i średnie firmy + mniejsze podmioty) – ok. 1800–2200 osób,
- pełny ekosystem (komercja + instytuty + uczelnie + otoczenie) – ok. 2500–3000 osób.

Faktyczne zatrudnienie w sektorze kosmicznym w Polsce można szacować na 2,5–3 tys. osób, z czego ok. 1,3 tys. pracuje w rdzeniu komercyjnym. Nasze analizy uzupełniają szersze dane instytucjonalne, pokazując rzeczywisty zasób kadr bezpośrednio zaangażowanych w projekty kosmiczne.

Trendy zatrudnienia – spojrzenie na wybrane spółki²

Dotychczasowa analiza koncentrowała się na skali całego sektora i jego rdzenia. Dzięki temu udało się uchwycić ogólny obraz rynku: silną koncentrację zatrudnienia w największych podmiotach, zróżnicowane modele kadrowe oraz szybkie tempo wzrostu, sięgające niemal 20% rok do roku.

Aby lepiej zrozumieć dynamikę rozwoju polskiego sektora kosmicznego, warto jednak zejść na poziom pojedynczych firm. To na przykładach poszczególnych spółek najlepiej widać różne ścieżki wzrostu – od gwałtownych skoków liczebności kadr, przez równomierny rozwój, aż po stabilizację charakterystyczną dla spin-offów instytucjonalnych. Analiza trendów w firmach pokazuje, że w polskim ekosystemie współistnieje kilka modeli skalowania działalności, a każdy z nich ma własne uwarunkowania i logikę.

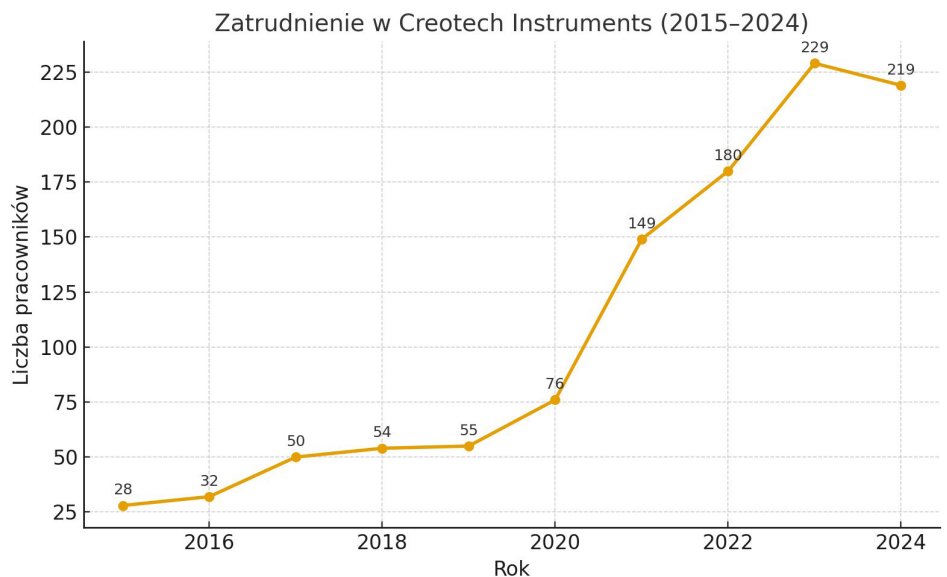
Poniżej przedstawione zostały studia przypadku, które obrazują te różnice.

Creotech Instruments S.A.

Creotech Instruments, największa polska spółka upstramowa, jest dobrym przykładem pokazującym ewolucję zatrudnienia w sektorze kosmicznym. W 2015 r. firma zatrudniała 28 osób, a do 2019 r. liczba ta wzrosła umiarkowanie – do 55 pracowników. Skokowy wzrost nastąpił w latach 2020–2021, kiedy zatrudnienie niemal się podwoiło – z 76 osób w 2020 r. do 149 w 2021 r. Był to efekt zarówno intensyfikacji kontraktów z Europejską Agencją Kosmiczną, jak i przygotowań do wejścia na rynek kapitałowy.

W kolejnych latach dynamika była nadal wysoka. W 2022 r. Creotech zatrudniał 180 osób, a w 2023 r. liczba pracowników osiągnęła rekordowy poziom 229 osób. W 2024 r. zatrudnienie ustabilizowało się na poziomie 219 osób, co może odzwierciedlać proces optymalizacji po wcześniejszym, bardzo intensywnym wzroście.

W ciągu dekady (2015–2024) zatrudnienie w Creotech wzrosło więc niemal ośmiokrotnie. Firma przeszła drogę od małego przedsiębiorstwa zatrudniającego kilkudziesięciu inżynierów do średniej spółki technologicznej z ponad dwustoma pracownikami, posiadającej kompetencje w zakresie budowy satelitów i systemów kosmicznych. Jest to przykład charakterystyczny dla polskiego sektora – początkowo opartego na mikro- i małych firmach, które stopniowo dojrzewają, budując większe struktury organizacyjne i przyciągając coraz liczniejsze kadry.



Rysunek 11: Zatrudnienie w Creotech Instruments w latach 2015-2024, opracowanie własne autora na podstawie danych spółki – Sprawozdań Zarządu z działalności spółki Creotech Instruments sp. z o.o. i S.A. za lata 2015-2024

² Dane ze spółek pozyskane zostały ze dokumentów „Sprawozdanie Zarządu z działalności”. Podawanie zatrudnienia w spółce w ww. dokumencie nie jest obligatoryjne (poza spółkami giełdowymi) i nawet w tej samej spółce te informacje wymieniane są w niektórych latach a w innych nie. W tej części podane są przykłady firm w których możliwe było uchwycenie trendu co najmniej w okresie 2021 – 2024.

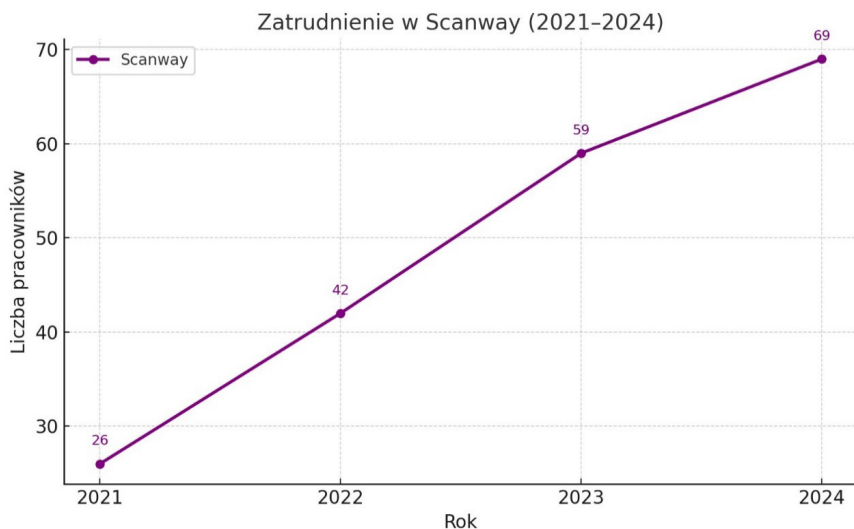
CloudFerro S.A.

CloudFerro, największa polska spółka IT działająca w sektorze kosmicznym (m.in. operator chmury Copernicus Data Access Service), rozwija swoje zespoły w modelu charakterystycznym dla branży informatycznej. Obok pracowników etatowych istotną część kadry stanowią specjaliści zatrudniani na umowach B2B i cywilnoprawnych.

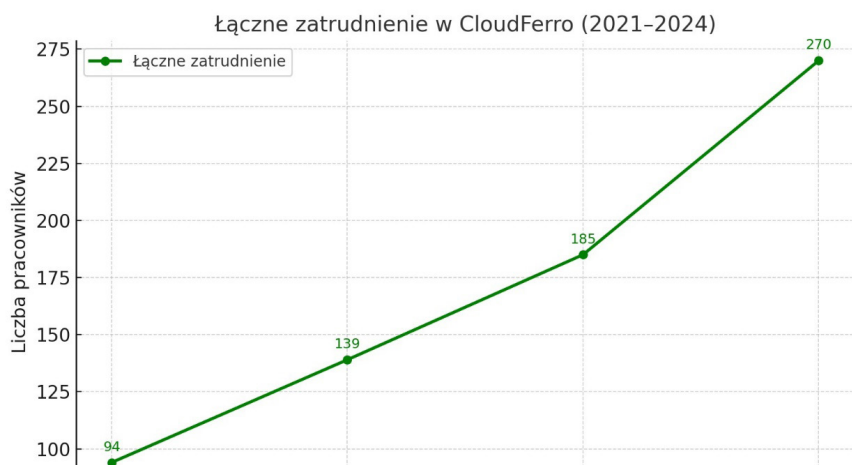
W 2021 r. firma liczyła 36 pracowników etatowych i 58 kontraktorów. Do 2024 r. skala ta wzrosła do 112 etatów i 158 pracowników kontraktowych, co łącznie daje 270 osób. Oznacza to blisko trzykrotny wzrost zatrudnienia w ciągu zaledwie trzech lat.

Specyfika CloudFerro dobrze ilustruje różnorodność struktur kadrowych w polskim sektorze kosmicznym. Podczas gdy spółki upstreamowe, takie jak Creotech, budują kadry głównie na etatach inżynierskich,

lejných projektów satelitarnych i rosnącą obecnością firmy na rynkach międzynarodowych. Firma jest przykładem polskiego przedsiębiorstwa, które z fazy start-upowej wchodzi



Rysunek 13: Zatrudnienie w Scanway w latach 2021-2024, opracowanie własne autora na podstawie danych spółki



Rysunek 12: Zatrudnienie w CloudFerro w latach 2021-2024, opracowanie własne autora na podstawie danych spółki

firmy IT częściej sięgają po elastyczne formy współpracy, co pozwala im szybciej skalować zespoły w odpowiedzi na zapotrzebowanie kontraktowe.

Scanway S.A.

Scanway, wrocławska spółka specjalizująca się w systemach optycznych i instrumentach do obserwacji Ziemi, konsekwentnie zwiększa zatrudnienie w ostatnich latach. W 2021 r. zespół liczył 26 osób, a do 2024 r. rozrósł się do 69 pracowników. Oznacza to prawie trzykrotny wzrost w ciągu trzech lat.

Rozwój kadry Scanway jest ściśle powiązany z realizacją ko-

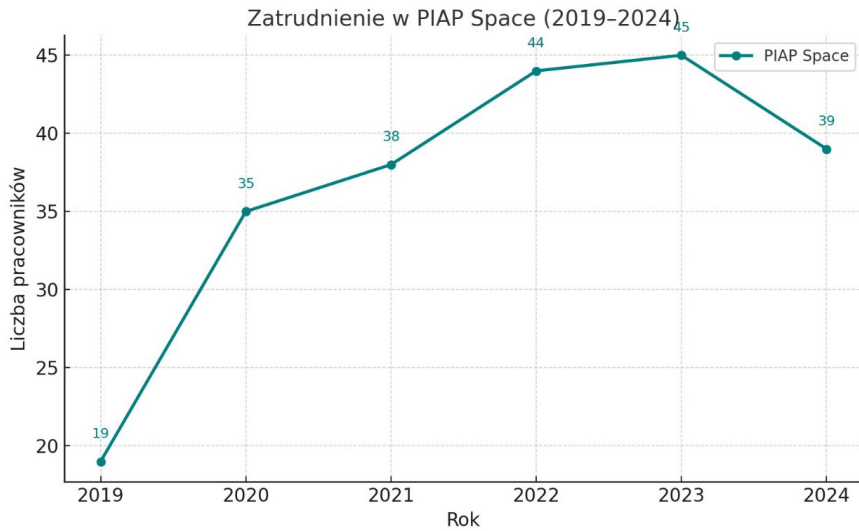
w etap średniej wielkości organizacji technologicznej, budującej stabilne zespoły inżynierskie. Ten model rozwoju pokazuje, że w polskim sektorze kosmicznym obok firm gwałtownie rosnących istnieją także spółki, które skalują się krok po kroku, w tempie dostosowanym do portfela zamówień i własnych możliwości organizacyjnych.

PIAP Space sp. z o.o.

Historia PIAP Space pokazuje odmienny model budowania kadr w polskim sektorze kosmicznym. Spółka została powołana w 2016 r. w oparciu o zasoby Łukasiewicz-PIAP oraz kapitał Agencji Rozwoju Przemysłu. Dzięki temu już od początku działalności dysponowała stabilnym zapleczem i finansowaniem, które umożliwiło jej funkcjonowanie w większej skali niż typowy start-up.

Dane o zatrudnieniu potwierdzają tę specyfikę. W 2019 r. spółka liczyła 19 osób, a rok później – już 35 pracowników. W kolejnych latach zatrudnienie rosło umiarkowanie: 38 osób w 2021 r., 44 w 2022 r., 45 w 2023 r. W 2024 r. liczba pracowników nieco spadła – do 39 osób.

W przeciwieństwie do firm prywatnych, które przechodzą fazę gwałtownego wzrostu zatrudnienia wraz z rozwojem kontraktów, PIAP Space od początku miała zapewnioną bazę kadrową umożliwiającą realizację projektów w sektorze kosmicznym. Jej ścieżka pokazuje model rozwoju instytucjonalnego spin-offu – mniej dynamiczny, ale stabilny i oparty na transferze kompetencji z sektora publicznego do spółki kapitałowej.

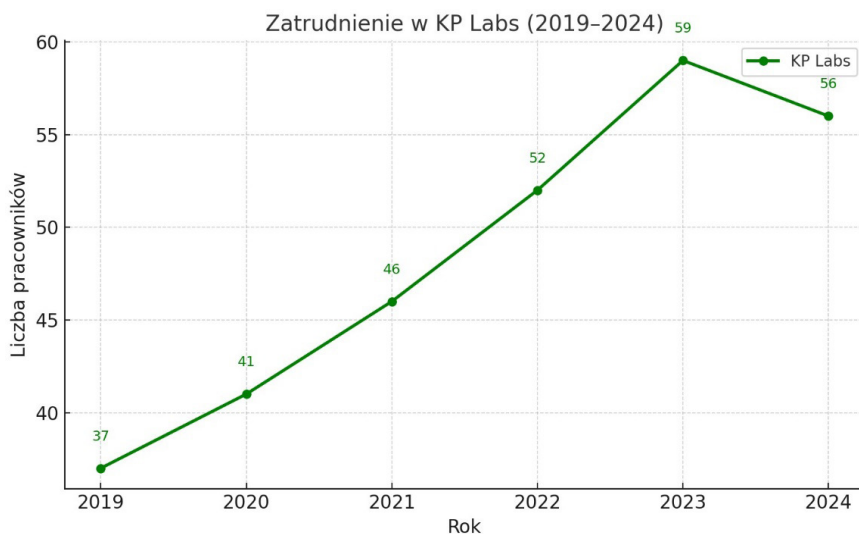


Rysunek 14: Zatrudnienie w PIAP Space sp. z o.o. w latach 2019-2024, opracowanie własne autora na podstawie danych spółki

KP Labs sp. z o.o.

KP Labs, gliwicka spółka specjalizująca się w rozwiązaniach z zakresu sztucznej inteligencji i przetwarzania danych satelitarnych, rozwija zatrudnienie w sposób stabilny i zrównoważony. Od 2019 r. zespół wzrósł z 37 do 59 pracowników w 2023 r., a w 2024 r. ustabilizował się na poziomie 56 osób.

Model rozwoju KP Labs kontrastuje z gwałtownymi wzrostami obserwowanymi w takich firmach jak Creotech czy CloudFerro. Jest to przykład spółki, która od początku budowała kadrę systematycznie, w tempie dostosowanym do realizowanych projektów i możliwości finansowych. Stabilność ta świadczy o dojrzywaniu rynku – obok podmiotów dynamicznie rosnących funkcjonują firmy, które w przewidywalny sposób zwiększają swoje zasoby kadrowe, zachowując równowagę organizacyjną.



Rysunek 15: Zatrudnienie w KP Labs sp. z o.o. w latach 2019-2024, opracowanie własne autora na podstawie danych spółki

Modele rozwoju zatrudnienia w polskich firmach kosmicznych

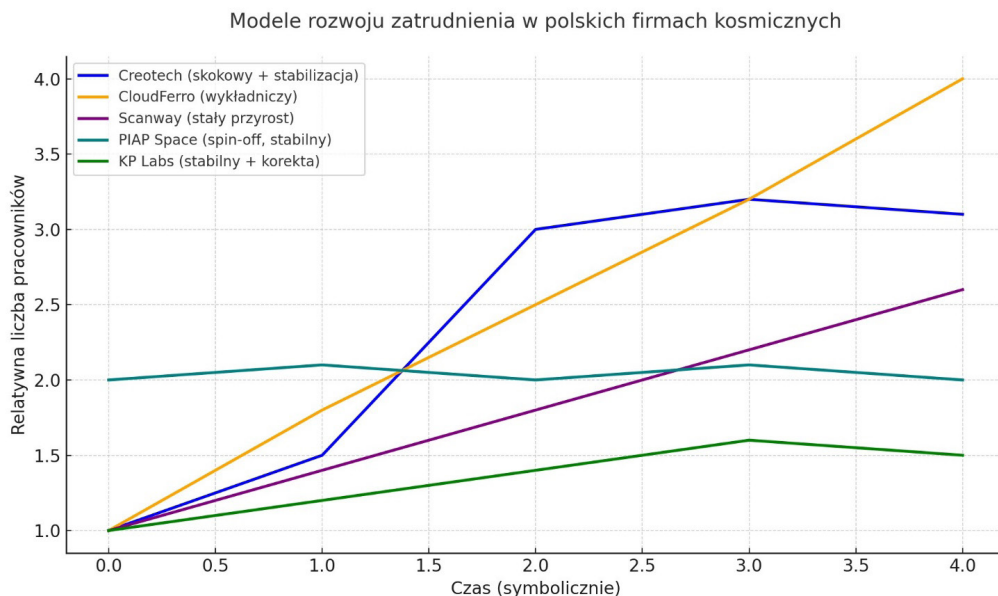
Analiza dynamiki zatrudnienia w wybranych spółkach pokazuje, że polski sektor kosmiczny nie rozwija się według jednego schematu, lecz obejmuje **różne modele skalowania kadr**, wynikające z charakteru działalności, źródeł finansowania i dojrzałości organizacyjnej firm.

- 1. Model skokowy** – Creotech Instruments
- 2. Model wykładniczy** – CloudFerro
- 3. Model stałego przyrostu** – Scanway
- 4. Model spin-offu instytucjonalnego** – PIAP Space
- 5. Model stabilnego wzrostu z korektą** – KP Labs

Analiza pięciu wybranych spółek pokazuje, że polski sektor kosmiczny rozwija się w kilku odmiennych modelach. Są firmy, które rosną skokowo w rytmie dużych kontraktów (Creotech), takie które dynamicznie skalują się dzięki elastycznym formom zatrudnienia (CloudFerro), oraz te które rozwijają się równomiernie krok po kroku (Scanway). Obok nich działają spin-offy instytucjonalne o stabilnym zatrudnieniu (PIAP Space) oraz spółki łączące systematyczny wzrost z okresowymi korektami (KP Labs).

Mozaika modeli pokazuje, że sektor kosmiczny w Polsce jest **różnorodny i dojrzewa wielotorowo**. Firmy inżynierskie i upstreamowe budują kadry głównie poprzez stabilny rozwój etatów, podczas gdy podmioty IT korzystają z kontraktorów i rosną szybciej. Spin-offy instytucjonalne zapewniają stabilne zaplecze kompetencyjne, a młodsze spółki – krok po kroku zwiększają swoje zasoby.

W efekcie sektor charakteryzuje się **jednocześnie wysoką dynamiką wzrostu** (średnio +20% r/r w badanej próbie) oraz **wewnętrznym zróżnicowaniem ścieżek rozwoju**, co czyni go bardziej odpornym na wahania koniunkturalne i pozwala równolegle rozwijać różne nisze technologiczne.



Rysunek 16: Modele rozwoju zatrudnienia w polskich firmach kosmicznych na przykładzie spółek: Creotech Instruments S.A., CloudFerro S.A., KP Labs sp. z o.o., Scanway S.A., PIAP Space sp. z o.o.

Najbardziej poszukiwane obecnie są:

- **zarządzanie projektami** – szczególnie znajomość metodyk zgodnych ze standardami ESA (ECSS), które stają się „paszportem” do udziału w dużych kontraktach,
- **prawo i regulacje** – zwłaszcza w obszarze własności intelektualnej, kontraktów międzynarodowych, compliance czy prawa kosmicznego (licencje, ubezpieczenia, odpowiedzialność za obiekty),
- **marketing i komuni-**

kacja – umiejętność budowania marki na rynkach globalnych, prezentowania innowacyjnych rozwiązań w konkurencyjnym otoczeniu,

- **rozwój biznesu i sprzedaż** – tworzenie oferty produktowej, przygotowanie do skalowania, nawiązywanie relacji z klientami komercyjnymi spoza sektora publicznego,
- **zarządzanie finansami i projektami inwestycyjnymi** – szczególnie w kontekście korzystania z funduszy unijnych, krajowych i venture capital.

Coraz częściej poszukiwani są także specjaliści ds. bezpieczeństwa cybernetycznego, data science oraz integracji rozwiązań IT/AI z systemami kosmicznymi.

Znaczenie interdyscyplinarności i pracy zespołowej

Projekty kosmiczne wymagają **integracji kompetencji wielu dziedzin**. Zespoły projektowe składają się nie tylko z inżynierów, ale także naukowców, menedżerów, prawników, ekspertów finansowych i specjalistów od rozwoju biznesu. Sukces polskich firm w projektach ESA czy Komisji Europejskiej zależy w dużej mierze od zdolności do pracy w takich interdyscyplinarnych środowiskach.

Znaczenie ma także **umiejętność współpracy międzynarodowej** – język angielski jako roboczy, znajomość specyficznych procedur i kultur pracy, gotowość do pracy w sieci partnerów z wielu krajów. To sprawia, że obok kompetencji technicznych coraz większą wagę przywiązuje się do tzw. **soft skills**: komunikacji, współpracy w zespołach zróżnicowanych, zdolności adaptacji.

Przekształcanie struktury kompetencyjnej

Można powiedzieć, że struktura kompetencyjna polskiego sektora kosmicznego **poszerza się poza STEM**. Nadal dominują inżynierowie i informatycy, ale rosnące znaczenie mają

Kompetencje w sektorze kosmicznym

Podstawę polskiego sektora kosmicznego tworzą wysoko wykwalifikowani **inżynierowie i specjaliści techniczni**. Jest to cecha charakterystyczna dla całej branży kosmicznej, której istotą są prace badawczo-rozwojowe i projektowe o wysokim stopniu złożoności technologicznej. W firmach dominują zespoły zajmujące się:

- elektroniką i systemami wbudowanymi,
- mechaniką precyzyjną i materiałami kompozytowymi,
- optyką i optoelektroniką,
- oprogramowaniem i przetwarzaniem danych,
- robotyką, automatyką i mechatroniką,
- technologiami telekomunikacyjnymi i systemami zasilania.

To właśnie te kompetencje umożliwiają polskim spółkom udział w projektach Europejskiej Agencji Kosmicznej czy Komisji Europejskiej oraz wchodzenie w międzynarodowe łańcuchy dostaw. Inżynierowie i specjaliści STEM stanowią dziś **ponad 70–80% zatrudnienia w spółkach stricte kosmicznych**, a w niektórych przypadkach – jak Creotech Instruments czy KP Labs – nawet więcej.

Rosnące zapotrzebowanie na kompetencje uzupełniające

Choć trzonem są kadry techniczne, to w miarę dojrzywania sektora i przesuwania się ciężaru z fazy „R&D” do fazy „komercjalizacji”, coraz większe znaczenie zyskują kompetencje **uzupełniające**. Ich brak często staje się barierą dla dalszego wzrostu firm, które posiadają świetne technologie, ale nie zawsze potrafią je skutecznie sprzedać, chronić prawnie czy zarządzać nimi w skali międzynarodowej.



kadry „około-techniczne”, które pozwalają łączyć doskonałość inżynierską z umiejętnością komercjalizacji, ochrony prawnej i ekspansji międzynarodowej.

Ten trend oznacza, że w najbliższych latach sektor kosmiczny będzie w coraz większym stopniu potrzebował **zespołów wieloprofilowych**, zdolnych nie tylko projektować i budować technologie, lecz także skutecznie je wdrażać, sprzedawać i chronić. Dla uczelni i instytucji wspierających ekosystem oznacza to konieczność **przemyslenia modeli kształcenia i szkoleń**, tak aby zapewnić dopływ zarówno inżynierów, jak i specjalistów wspierających rozwój biznesu.

Luka kadrowa – zmienność zapotrzebowania

Średnia z lat 2022–2024 wskazuje, że sektor absorbuje około **150 nowych pracowników rocznie**. Jednak dane szczegółowe pokazują wyraźnie, że zapotrzebowanie na kadry nie jest liniowe:

2022–2023 → przyrost o **43 osoby** (+4,4%),

2023–2024 → przyrost o **255 osób** (+25,2%).

Oznacza to, że w okresach przyspieszenia, związanych z realizacją nowych kontraktów i projektów, sektor potrzebuje nawet **250–270 nowych specjalistów rocznie**.

Warto podkreślić, że dynamika ta jest silnie skorelowana z dostępnością finansowania publicznego, w szczególności ze składką Polski do ESA. Zwiększenie składki członkowskiej oznacza większy udział polskich firm w programach Agencji, a tym samym – znaczący wzrost zapotrzebowania na kadry inżynierskie, projektowe i biznesowe.

Z perspektywy planowania polityki kadrowej należy więc zakładać, że:

- minimalny roczny dopływ to ok. 100–150 osób (utrzymanie status quo),
- w okresach rozwojowych sektor potrzebuje 200–270 nowych pracowników rocznie,
- system edukacji i programy wsparcia muszą być przygotowane na obsłużenie takich pików wzrostowych, nie tylko średnich wartości.

Potencjał uczelni wyższych w dostarczaniu kadr

System szkolnictwa wyższego jest głównym źródłem nowych kadr dla sektora kosmicznego. Co roku uczelnie techniczne i uniwersytety wypuszczają na rynek tysiące absolwentów kierunków związanych z inżynierią, informatyką, telekomunikacją, optoelektroniką czy automatyką i robotyką – czyli obszarów bezpośrednio powiązanych z potrzebami branży.

Najważniejsze ośrodki kształcenia:

- **Politechnika Warszawska** – kierunki mechanika i budowa maszyn, elektronika i telekomunikacja, informatyka, automatyka i robotyka; silne zaplecze projektowe, w tym **Studenckie Koło Astronautyczne (PW-Sat 2, PW-Sat 3)**.
- **Politechnika Wrocławska** – optoelektronika, informatyka, elektronika; doświadczenia w projektach **REXUS/BEXUS (projekt DREAM)**.
- **Politechnika Gdańska** – elektronika, telekomunikacja, informatyka; studenckie projekty raketowe i satelitarne.
- **Politechnika Łódzka** – mechanika, mechatronika, materiały; projekty studenckie w obszarze rakiet.
- **Akademia Górniczo-Hutnicza** – utworzone **Centrum Technologii Kosmicznych**, kształcenie w zakresie elektroniki, inżynierii materiałowej i systemów sterowania.
- **Wojskowa Akademia Techniczna** – elektronika, optoelektronika, technologie satelitarne, kursy integracji systemów kosmicznych.
- **Uniwersytet Warszawski, Uniwersytet Jagielloński** – informatyka, fizyka, matematyka stosowana, które są istotnym źródłem talentów w zakresie analizy danych, algorytmów i badań podstawowych.
- **Akademia Leona Koźmińskiego** – Centrum Studiów Kosmicznych, inicjatywy edukacyjne w zakresie gospodarki kosmicznej.

Ważnym źródłem doświadczenia praktycznego są również **projekty studenckie**, które pełnią rolę inkubatora kompetencji. Programy takie jak **PW-Sat 2 i 3**, polskie projekty w ramach **REXUS/BEXUS**, studenckie łaziki marsjańskie czy eksperymenty balonowe i raketowe pozwalają młodym inżynierom zdobywać unikalne doświadczenie projektowe w warunkach zbliżonych do rzeczywistych misji.

Choć potencjał uczelni jest znaczący, trzeba zauważyć, że **liczba absolwentów realnie trafiających do sektora kosmicznego jest ograniczona**. Dzieje się tak z kilku powodów:

- wysoka konkurencja ze strony branż pokrewnych (IT, automotive, energetyka, przemysł lotniczy), które oferują atrakcyjne warunki zatrudnienia,
- brak dostatecznej liczby wyspecjalizowanych programów „kosmicznych” – większość studentów trafia do sektora z kierunków ogólnych (informatyka, elektronika, mechanika),
- wciąż ograniczona liczba jednostek akademickich w pełni dedykowanych technologiom kosmicznym.

Obserwowane tempo wzrostu zatrudnienia pokazuje, że **średnio sektor potrzebuje ok. 150 nowych pracowników rocznie**, jednak w okresach przyspieszonego rozwoju – takich jak lata 2023–2024 – zapotrzebowanie może

wzrosnąć do **250–270 osób w ciągu roku**. Przy założeniu zwiększenia składki Polski do ESA i rosnącego udziału rodzimych firm w programach Agencji należy się spodziewać, że podobne „piki” staną się częstsze.

Oznacza to, że **tradycyjna podaż absolwentów uczelni technicznych może nie wystarczyć do obsłużenia dynamicznego wzrostu sektora**. Niezbędne są instrumenty uzupełniające, które pozwolą:

- systematycznie zwiększać dopływ młodych kadr (PSFP, programy stażowe),
- podnosić kwalifikacje pracowników już zatrudnionych w sektorze (ARP Space Academy, kursy specjalistyczne),
- przekwalifikowywać specjalistów z innych branż (IT, automotive, lotnictwo),
- systemowo analizować i prognozować potrzeby kompetencyjne (Sektorowa Rada ds. Kompetencji).

Bez dodatkowych działań luka kadrowa może stać się **jednym z głównych ograniczeń wzrostu polskiego sektora kosmicznego** i osłabić jego zdolność do wykorzystania szans, jakie stwarza większy udział w programach ESA oraz rozwój międzynarodowych łańcuchów dostaw.

Wsparcie systemowe dla rozwoju kadr

Rozwój kadr w sektorze kosmicznym nie jest efektem wyłącznie działań samych firm – istotną rolę odgrywają tu także instytucje publiczne, które tworzą systemowe mechanizmy dopływu nowych specjalistów i podnoszenia kwalifikacji już zatrudnionych pracowników. W Polsce centralne znaczenie mają programy prowadzone przez Polską Agencję Kosmiczną oraz Agencję Rozwoju Przemysłu S.A.

POLSA odpowiada za szereg inicjatyw edukacyjnych i integracyjnych skierowanych do studentów i absolwentów. Kluczowym instrumentem jest **Polish National Trainee Programme by ESA (PNT)**³ – polska wersja programu **ESA Young Graduate Trainee (YGT)**⁴. Program ten, współfinansowany przez POLSA i ESA, umożliwi młodym absolwentom zdobycie doświadczenia w strukturach Agencji oraz w międzynarodowych zespołach projektowych. Dzięki temu polscy uczestnicy mają możliwość bezpośredniego kontaktu z praktyką inżynierską i zarządczą ESA, a zdobyte tam kompetencje wracają na krajowy rynek pracy.

POLSA angażuje się także w działania integrujące środowisko akademickie. Ważną rolę pełni tu **Rada Studentów przy Prezesie POLSA**⁵, która stanowi forum wymiany

opinii i konsultacji z młodym pokoleniem. Agencja organizuje również **ogólnopolskie spotkania kół naukowych**⁶, wspierając budowę społeczności studenckiej zainteresowanej kosmosem oraz promując pierwsze projekty realizowane przez studentów i doktorantów.

Z kolei ARP koncentruje się na wsparciu kadr w ramach przedsiębiorstw. Najważniejszym instrumentem jest Polish Space Fellowship Program (PSFP) – program stażowy, który umożliwi studentom i absolwentom pracę w polskich firmach kosmicznych. PSFP działa komplementarnie wobec PNT prowadzonego przez POLSA: o ile PNT kieruje uczestników do struktur ESA, o tyle PSFP pozwala zdobywać doświadczenie w rodzimym sektorze przemysłowym. W ten sposób oba programy tworzą spójny mechanizm rozwoju młodych kadr – od międzynarodowych doświadczeń w ESA po praktykę w krajowych spółkach.

Agencja Rozwoju Przemysłu od 2016 r. prowadzi **Kompleksowy program wsparcia sektora technologii kosmicznych w Polsce**⁷, w którym jednym z czterech priorytetów jest **„Rozwój kadr”**. Analiza wykonana na potrzeby Programu zidentyfikowała najważniejsze wyzwania kompetencyjne sektora – m.in. potrzebę kształcenia kadr w obszarze technologii kosmicznych także po etapie studiów I i II stopnia, konieczność przekwalifikowania specjalistów z innych branż oraz brak standaryzacji programów kształcenia w Polsce. W odpowiedzi ARP zaprojektowała i wdrożyła zestaw narzędzi, które dziś tworzą spójny system rozwoju kadr kosmicznych w Polsce.

Polish Space Fellowship Program (PSFP)⁸

Polish Space Fellowship Program (PSFP) to pierwszy w Polsce i jeden z nielicznych w Europie programów stażowo-mentorskich dedykowanych sektorowi kosmicznemu, realizowany przez ARP we współpracy ze Związkiem Pracodawców Sektora Kosmicznego. Staże trwają pięć miesięcy, odbywają się w firmach i instytucjach branżowych, a ARP współfinansuje wynagrodzenia stażystów (do 50% w przypadku MŚP i 20% w dużych firmach).

Efekty programu są wymierne i długofalowe. W ciągu **dziesięciu edycji** odbyło się ponad **120 staży w 44 firmach**. Spośród **920 kandydatów** wyłoniono **127 stażystów**, z których ponad **80% kontynuuje dziś pracę w sektorze kosmicznym**. Wśród absolwentów PSFP są liderzy technologii, wykładowcy uczelni międzynarodowych i osoby zarządzające strategicznymi projektami.

Program został uhonorowany w 2021 r. nagrodą **Parlamentu Studentów RP „Pro Juvenes”**⁹ jako najlepszy program stażowy w Polsce i stał się benchmarkiem dla wielu innych inicjatyw wspierających rozwój młodych ta-

3 <https://polsa.gov.pl/en/news/polish-national-trainee-programme-by-esa/>

4 https://www.esa.int/About_Us/Careers_at_ESA/Graduates_ESA_Graduate_Trainees

5 <https://polsa.gov.pl/uczniowie-i-studenci/rada-studentow/>

6 <https://polsa.gov.pl/kalendarz/konferencja-up/>

7 <http://big-science.pl/wp-content/uploads/Kompleksowy-program-wsparcia-sektora-technologii-kosmicznych-w-Polsce-A.pdf>

8 <https://arp.pl/pl/jak-dzialamy/projekty-kosmiczne/space-fellowship-program/>

9 <https://psrp.org.pl/nagrody-pro-juvenes-rozdane/>



lentów w sektorach zaawansowanych technologii.

PSFP pełni więc funkcję inkubatora kadr dla sektora, zapewniając płynny dopływ nowych pracowników, ułatwiając firmom proces rekrutacji i wzmacniając długoterminowe

ARP Space Academy¹⁰

ARP Space Academy odpowiada na potrzebę kształcenia ustawicznego i podnoszenia kwalifikacji osób już pracujących w sektorze lub planujących z nim związać swoją karierę. Program obejmuje intensywne kursy weekendowe, organizowane w formule hybrydowej we współpracy z najlepszymi uczelniami w kraju. ARP zamawia programy kursów (otrzymując pięcioletnią licencję wyłączną), a następnie zleca ich cykliczną organizację.

W odróżnieniu od stażowego PSFP, który koncentruje się na „wejściu do branży”, ARP Space Academy skupia się na dalszym rozwoju kompetencji, pozwalając uczestnikom zdobyć wiedzę o standardach zarządzania projektami ESA (ECSS), procesach certyfikacji, aspektach prawnych i regulacyjnych, a także w zakresie komercjalizacji technologii kosmicznych.

Do chwili obecnej zrealizowano m.in.:

- 5 edycji kursu **„Wstęp do inżynierii kosmicznej. Cykl projektowy integracji satelity – faza O/A/B”** (Politechnika Warszawska),
- 3 edycje kursu **„Wstęp do inżynierii kosmicznej – faza C/D”** (Wojskowa Akademia Techniczna w Warszawie),
- 2 edycje kursu **„Wstęp do gospodarki kosmicznej”** (program Akademii Leona Koźmińskiego, Space Entrepreneurship Institute),
- 2 edycje kursu **„Zarządzanie zakupami i łańcuchem dostaw w sektorze kosmicznym”** (Space Entrepreneurship Institute).

Łącznie w kursach wzięło udział około 350 kursantów.

Program stanowi ważne uzupełnienie tradycyjnej edukacji akademickiej, dostarczając wiedzy praktycznej, której często brakuje w formalnych programach studiów. Dzięki temu zwiększa gotowość polskich kadr do pracy w projektach międzynarodowych oraz ułatwia przedsiębiorstwom budowę zespołów spełniających wymagania ESA i Komisji Europejskiej.

ARP Space Academy ma również ambicję stać się benchmarkiem dla innych branż wysokich technologii – pokazując, jak można systemowo organizować proces doskonalenia kadr w sektorach opartych na wiedzy i innowacjach.

ESA BIC Poland – centrum rozwoju kompetencji biznesowych¹¹

ESA Business Incubation Centre Poland (ESA BIC Poland), zarządzany przez Agencję Rozwoju Przemysłu, to nie tylko inkubator startupów kosmicznych, lecz także centrum rozwoju kompetencji biznesowych w sektorze kosmicznym. Jego celem jest wspieranie młodych spółek w przejściu od fazy koncepcji technologicznej do fazy rynkowej, z równoległym rozwijaniem kompetencji niezbędnych do prowadzenia działalności gospodarczej w branży wysokich technologii.

Program zapewnia kompleksowe wsparcie: finansowanie załączkowe, mentoring technologiczny i biznesowy, dostęp do sieci ekspertów ESA, a także doradztwo prawne i marketingowe. Kluczowym elementem ESA BIC jest jednak edukacja przedsiębiorców i budowanie praktycznych umiejętności biznesowych. Startupy uczestniczące w inkubacji uczą się przygotowywać modele biznesowe, strategie wejścia na rynek, plany ekspansji międzynarodowej, a także pozyskiwać finansowanie od funduszy venture capital i instytucji publicznych.

ESA BIC Poland pełni zatem podwójną rolę: z jednej strony inkubuje innowacyjne spółki, które wnoszą nowe rozwiązania do sektora kosmicznego i branż pokrewnych, a z drugiej – kształci kadry menedżerskie i przedsiębiorcze, które po zakończeniu inkubacji pozostają w ekosystemie i wzmacniają jego długofalowy potencjał. Dzięki temu ESA BIC Poland można uznać za akademię przedsiębiorczości kosmicznej, uzupełniającą inicjatywy stażowe i szkoleniowe ARP oraz programy edukacyjne POLSA.

Sektorowa Rada ds. Kompetencji – Przemysł Kosmiczny

Kolejnym ważnym elementem systemu wspierania rozwoju kadr, inicjowanym przez Agencję Rozwoju Przemysłu, jest Sektorowa Rada ds. Kompetencji dla Przemysłu Kosmicznego (SRK). Rada jest tworzona w ramach ogólnopolskiego systemu sektorowych rad kompetencji, działających pod auspicjami Polskiej Agencji Rozwoju Przedsiębiorczości. w sektorze kosmicznym rolę koordynatora SRK pełnić będzie ARP w partnerstwie ze Związkiem Pracodawców Sektora Kosmicznego.

Celem Rady jest systemowe zidentyfikowanie i monitorowanie potrzeb kadrowych branży kosmicznej oraz przygotowanie rekomendacji dla uczelni, instytucji szkoleniowych i administracji publicznej. SRK ma pełnić rolę platformy współpracy między firmami, instytucjami badawczymi, uczelniami i instytucjami państwowymi.

Wśród planowanych zadań Rady znajdują się:

- przygotowanie analiz dotyczących aktualnych i przyszłych potrzeb kompetencyjnych sektora,
- opracowywanie rekomendacji dotyczących kierunków studiów i programów kształcenia,
- inicjowanie projektów szkoleniowych i certyfikacyjnych,

¹⁰ <https://arp.pl/pl/jak-dzialamy/projekty-kosmiczne/arp-space-academy/>

¹¹ <https://esabic.pl/>

- wspieranie integracji działań edukacyjnych i biznesowych,
- monitorowanie trendów rynkowych i technologicznych w kontekście zapotrzebowania na kadry.

Choć Rada formalnie nie rozpoczęła jeszcze działalności (październik 2025 r.), jej utworzenie stanowi ważny krok w kierunku systemowego podejścia do polityki kadrowej w branży kosmicznej. Dzięki SRK polski sektor zyska narzędzie umożliwiające bieżące dostosowywanie oferty edu-

Wnioski strategiczne

Sektor kosmiczny w Polsce jest intensywnie rozwijającym się pracodawcą. W 2024 r. w 21 wiodących firmach zatrudnionych było 1268 osób – o ponad 30% więcej niż dwa lata wcześniej. Ekstrapolacja na cały sektor wskazuje, że obecnie w branży pracuje 2,5–3 tys. osób, z czego ok. 1,8–2,2 tys. w części komercyjnej.

Dynamika zatrudnienia jest zmienna i silnie skorelowana z dostępnością kontraktów, zwłaszcza z ESA. Średni przyrost wynosi ok. 150 nowych pracowników rocznie, ale w okresach przyspieszenia – takich jak 2023–2024 – sektor potrzebuje nawet 250–270 osób w ciągu roku. Przy założeniu zwiększenia polskiej składki do ESA, należy się spodziewać podobnych „pików” w przyszłości.

Obecny system edukacji wyższej stanowi kluczowe źródło dopływu kadr, jednak w większości absolwenci trafiają do sektora z kierunków ogólnych (informatyka, elektronika, mechanika). Liczba jednostek w pełni dedykowanych tematyce kosmicznej (np. Centrum Technologii Kosmicznych AGH, Centrum Studiów Kosmicznych ALK) jest ograniczona, a konkurencja o absolwentów ze strony IT, automotive czy energetyki bardzo silna.

Powstaje luka kadrowa, wynikająca z różnicy między potencjałem podaży absolwentów a potrzebami rosnącego sektora. Jej istotą jest nie tylko niedobór liczbowy, ale również niedostosowanie profili kompetencyjnych do specyfiki branży kosmicznej (zarządzanie projektami ESA, inżynieria systemów, prawo kosmiczne, komercjalizacja technologii).

Instrumenty wsparcia rozwijane przez ARP i POLSA pełnią rolę systemowych uzupełnień.

Programy stażowe (PSFP ARP, Polish National Trainee by ESA koordynowany przez POLSA) zapewniają dopływ młodych talentów.

ARP Space Academy dostarcza kursów specjalistycznych i szkoleń przekwalifikowujących.

ESA BIC Poland rozwija kompetencje przedsiębiorcze i wspiera innowacyjność.

Planowana Sektorowa Rada ds. Kompetencji umożliwi monitorowanie i prognozowanie potrzeb rynku pracy.

Utrzymanie i dalszy rozwój tych instrumentów jest warunkiem utrzymania tempa wzrostu sektora. Tylko w ten sposób możliwe będzie zapewnienie podaży co najmniej 150 nowych pracowników rocznie, z elastycznością pozwalającą na obsłużenie okresowych pików sięgających 250 i więcej osób.

cyjnej i szkoleń do potrzeb rynku pracy, a także forum dialogu wszystkich kluczowych interesariuszy.



Współpraca międzynarodowa

Niniejszy Rozdział został poświęcony kluczowym formatom formaty współpracy: ESA i programy unijne, inicjatywy NATO oraz partnerstwa bilateralne i regionalne. Koncentrujemy się w nim na instrumentach, które realnie otwierają dostęp do finansowania, technologii i rynków. Pokazujemy, jak współpraca wzmacnia kompetencje integracyjne oraz zdolność do udziału w projektach o wyższym TRL. Wyróżniamy dobre praktyki transferu wiedzy i budowy referencji. Wnioski przekładamy na priorytety dla administracji i przemysłu.

Wprowadzenie

Polski sektor kosmiczny jest częścią globalnego ekosystemu, w którym współpraca międzynarodowa od początku stanowi warunek rozwoju. Przestrzeń kosmiczna z definicji wykracza poza granice państw, dlatego zarówno najwięksi gracze (USA, Francja, UK), jak i państwa dopiero wchodzące do sektora, rozwijają zdolności poprzez sojusze. Polska – dysponując umiarkowanymi zasobami, lecz długim doświadczeniem – widzi wymierne korzyści z partnerstw i dzielenia się kompetencjami; efekt synergii jest kluczowy i stanowi przedmiot niniejszej analizy.

Korzyści są widoczne we wszystkich typach misji. Wspólne badania łączą specjalistyczną wiedzę i wyniki historyczne, co podnosi jakość metod i rezultatów. Dostęp do kosztownych, skomplikowanych laboratoriów (np. ISS) staje się możliwy dzięki podziale zasobów: czasu załogi, sprzętu i wyniesienia, a współpraca ogranicza dublowanie eksperymentów. Z satelitarnych danych korzystają też państwa bez własnych agencji, a programy edukacyjne i konkursy międzynarodowe angażują studentów na całym świecie. Współpraca zwiększa efektywność kosztową, stabilność programów i trwałość kadr, sprzyja standaryzacji oraz interoperacyjności, a zarazem przynosi korzyści polityczne i gospodarcze¹. Kluczowe powody to: (1) podział kosztów drogiego przedsięwzięcia, (2) wzmocnienie prestiżu i wpływów dyplomatycznych, (3) większa odporność programów dzięki wspólnym zasadom i długoterminowym umowom.

W ostatnich czterech dekadach ponad 80 instrumentów zaprojektowanych w Polsce poleciało w międzynarodowych misjach; siedem lat członkostwa w ESA przyspieszyło rozwój krajowego sektora, dziś obejmującego 350+ firm. Polskie podmioty współpracują nie tylko z ESA, lecz także z NASA, DLR, JAXA i CNSA; przykładem są czujniki i elementy sond na lądownikach NASA Curiosity i InSight².

Z tego względu współpraca międzynarodowa jest istotnym elementem oceny stanu sektora i jednym z celów

Polskiej Strategii Kosmicznej (współpraca dwustronna; udział w inicjatywach UE/ESA/EUMETSAT) oraz instrumentem Krajowego Programu Kosmicznego. W dalszej części rozdział podzielono na trzy perspektywy: (1) organizacje międzynarodowe, (2) współpraca regionalna, (3) współpraca bilateralna.

Współpraca w ramach organizacji międzynarodowych

Organizacja Narodów Zjednoczonych (UNOOSA (UNCOPUOS))

Polska jest aktywnym członkiem ONZ we wszystkich trzech filarach (prawa człowieka, pokój i bezpieczeństwo, rozwój) i realizuje cele Karty Narodów Zjednoczonych. W obszarze kosmosu działa poprzez Stałą Misję RP przy Biurze ONZ i Organizacjach Międzynarodowych w Wiedniu, koordynując stanowiska z resortami i instytucjami krajowymi. UNOOSA promuje pokojowe wykorzystanie przestrzeni kosmicznej i obsługuje COPUOS, powołany w 1959 r.; jednym z jego inicjatorów była Polska (prof. Manfred Lachs). Komitet COPUOS służy jako forum rozwoju międzynarodowego prawa kosmicznego, a w ramach jego prac powstało pięć międzynarodowych Traktatów kosmicznych oraz zbiory zasad dotyczących działań związanych z przestrzenią kosmiczną.³ Polska ratyfikowała cztery ze wspomnianych powyżej pięciu traktatów tj. Traktatu o przestrzeni kosmicznej⁴, Umowy o ratowaniu astronautów⁵, Konwencji o odpowiedzialności⁶ oraz Konwencji rejestracyjnej.⁷

W 2021 r. Podkomitet Prawny COPUOS utworzył grupę ds. aspektów prawnych zasobów kosmicznych; przewodniczy jej ambasador Andrzej Misztal (wcześniej przewodniczący Podkomitetu). COPUOS pozostaje jedyną globalną platformą współpracy w pokojowym wykorzystaniu kosmosu: od 24 państw w roku utworzenia urósł do 104 członków, a liczne organizacje międzyrządowe i pozarządowe mają status obserwatora, co wzmacnia przejrzystość i inkluzywność prac. Na forum COPUOS coraz częściej odnosi się też do Artemis Accords; wiele delegacji podkreśla, że powiązanie dyskusji sygnatariuszy z procesami COPUOS sprzyja otwartej wymianie informacji i ułatwia koordynację standardów.

Polska konsekwentnie akcentuje multilateralizm: przez 23 lata przewodziła Podkomitetowi Prawnemu, obecnie kieruje pracami nad regulacjami dot. zasobów kosmicznych i zapowiedziała na 2025 r. wstępny zestaw rekomendowanych zasad. Równolegle zgłoszono akces do zespołów dotyczących działalności księżycowej i ochrony środowiska Księżyca, budując kompetencje i widoczność kraju

1 Broniatowski, Faith & Sabathier, 2006.

2 CBK PAN – Realizowane Projekty.

3 COPUOS.

4 Układ o zasadach działalności państw w zakresie badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi z 27 stycznia 1967 r. (Dz.U. 1968 nr 14 poz. 82).

5 Umowa o ratowaniu kosmonautów, powrocie kosmonautów i zwrocie obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną z 22 kwietnia 1968 r. (Dz.U. 1969 nr 15 poz. 110).

6 Konwencja o międzynarodowej odpowiedzialności za szkody wyrządzone przez obiekty kosmiczne z 29 marca 1972 r. (Dz.U. 1973 nr 27 poz. 154).

7 Konwencja o rejestracji obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną z 14 stycznia 1975 r.

w kluczowych obszarach. W 2024 r. Polska mocno podkreśliła konieczność zachowania centralnej roli COPUOS, przy równoległej współpracy w ramach Artemis Accords — tak, aby rozwój norm odbywał się w sposób spójny i inkluzywny.

W 2024 roku Polska zajmowała zdecydowane stanowisko w przedmiocie połączenia dorobku COPUOS ze współpracą w ramach takich platform jak Artemis Accords. W ocenie Polskiej delegacji, sygnatariusze Artemis Accords stale uznają COPUOS jako najważniejsze wielostronne forum działań w przestrzeni kosmicznej. Ponieważ Artemis Accords określają ramy współpracy w zakresie cywilnej eksploracji i pokojowego wykorzystania Księżyca, Marsa i innych ciał niebieskich, mogą one przyczynić się do rozwoju istniejących norm międzynarodowego prawa kosmicznego. Według stanowiska Stałego Przedstawicielstwa RP przy Biurze Narodów Zjednoczonych w Wiedniu:

„Mamy do dyspozycji tak wyjątkowe instrumenty współpracy wielostronnej jak COPUOS i jego Podkomitety. Naszym obowiązkiem wobec przyszłych pokoleń jest zapewnić pokojowe i zrównoważone użytkowanie przestrzeni kosmicznej, chronić naturalne środowisko przestrzeni kosmicznej poprzez współpracę, odpowiedzialne zarządzanie działaniami w przestrzeni kosmicznej oraz poprzez rozwój norm przyjętych w drodze konsensusu”.

Jednocześnie, mimo szerokiej aktywności międzynarodowej, Polska nie wypełnia części zobowiązań wynikających z Traktatu o przestrzeni kosmicznej: wciąż brak kompleksowych mechanizmów nadzoru i licencjonowania prywatnej działalności kosmicznej oraz krajowego rejestru obiektów kosmicznych. Prace nad ustawą o działalności kosmicznej prowadzone przez właściwe ministerstwo trwają; ich finalizacja jest warunkiem pełnej zgodności z prawem międzynarodowym i ważnym sygnałem dla inwestorów oraz partnerów instytucjonalnych.

NATO

Przestrzeń kosmiczna ma zasadnicze znaczenie dla odstraszania i obrony NATO. W 2019 r. Sojusz przyjął wspólną politykę kosmiczną i uznał kosmos za nową domenę operacyjną obok powietrza, lądu, morza i cyberprzestrzeni. Dokument ukierunkowuje wykorzystanie zasobów kosmicznych w łączności, nawigacji i rozpoznaniu, zapewniając wsparcie operacji i misji NATO (obrona zbiorowa, reagowanie kryzysowe, zwalczanie terroryzmu). Dostęp do danych satelitarnych skraca czas reakcji i podnosi precyzję działań, a NATO pozostaje kluczowym forum wymiany informacji i koordynacji w tej dziedzinie. W 2020 r. utworzono Centrum Kosmiczne NATO w Ramstein, zaś Koncepcja Strategiczna z 2022 r. wzmocniła rolę kosmosu w postawie odstraszania i obrony.

Włączenie kosmosu do misji obrony zbiorowej stwarza

impuls do rozwoju zdolności kosmicznych państw członkowskich, w tym Polski: systemów satelitarnych (łączność, obserwacja Ziemi), zdolności SSA/SST (wykrywanie, śledzenie i identyfikacja obiektów) oraz kompetencji analitycznych. Część tych zdolności powinna być udostępniana na potrzeby NATO w ramach sprawiedliwego podziału obciążeń. Optymalne warunki rozwoju zapewnia równoległa współpraca w NATO i w UE (PESCO, EDF), w tym projekty małych satelitów o dużej pojemności oraz bardziej efektywne kosztowo i przyjaźniejsze środowisku sposoby wynoszenia ładunków.

Sztandarową inicjatywą jest APSS (Alliance Persistent Surveillance from Space) – wirtualna konstelacja „Aquila”⁸ łącząca rządowe i komercyjne zasoby państw NATO, zorientowana na dane, chmurę i analitykę AI. Zainicjowana w 2023 r. przez 17 sojuszników (m.in. Polskę, USA, Wielką Brytanię, Francję, Włochy, Hiszpanię; z udziałem ówczesnie aspirujących Finlandii i Szwecji), bazuje na finansowym zaangażowaniu państw. Start umożliwiła inwestycja Luksemburga (16,5 mln EUR); łączna wartość programu w ciągu pięciu lat ma przekroczyć 1 mld USD. Polska podpisała memorandum (MoU) 9 lipca 2024 r. podczas szczytu w Waszyngtonie, otwierając fazę realizacyjną integracji systemów i danych.

Uzupełnieniem są ćwiczenia wielodomenowe, m.in. F2T2 (Find, Fix, Track, Target) z udziałem sił Danii, Niemiec, Holandii, Polski, Hiszpanii, USA i Wielkiej Brytanii, które wykorzystują zasoby ISR do wykrywania celów oraz przekazywania danych do środków rażenia w skoordynowanym czasie.

Artemis Accords

NASA, we współpracy z Departamentem Stanu USA i siedmioma innymi początkowymi krajami-sygnatariuszami, przyjęła w 2020 roku porozumienia Artemis (Artemis Accords). Artemis Accords mają na celu ustanowienie wspólnych zasad współpracy w celu poprawy zarządzania cywilną eksploracją i wykorzystaniem przestrzeni kosmicznej. Według zamierzeń, Artemis Accords mają wzmocnić zobowiązanie państw-sygnatariuszy do przestrzegania Traktatu o Przestrzeni Kosmicznej, Konwencji Rejestracyjnej, Porozumienia o Ratowaniu i Powrocie, a także wprowadzić najlepsze praktyki i normy odpowiedzialnego zachowania w przestrzeni kosmicznej.

W 2021 roku podczas 72 Międzynarodowego Kongresu Astronautycznego w Dubaju, w obecności zastępcy administratora NASA Pamela A. Melroy Artemis Accords zostało podpisane przez Prezesa Polskiej Agencji Kosmicznej. Polska stała się wówczas trzynastym sygnatariuszem Artemis Accords i czwartym państwem europejskim (na 31 grudnia 2024, porozumienie liczy 52 sygnatariuszy). Artemis Accords to umożliwiła Polsce udział w wielostronnych programach NASA związanych z eksploracją Księżyca, Marsa oraz innych ciał niebieskich. Zaangażowanie Polskiej Agencji



Kosmicznej w ramach porozumienia jest obecnie istotne także ze względu na współprzewodniczenie razem z Brazylijską Agencją Kosmiczną jedną z grup roboczych (Artemis Accords Emerging Space Actors Working Group) oraz zorganizowanie warsztatów dla sygnatariuszy porozumienia w czerwcu 2023 r. w Gdańsku. Organizacja warsztatów przez POLSA w Gdańsku znacząco podniosła rangę Polski wśród państw-sygnatariuszy Porozumienia z Artemis.

W ramach programu Artemis polski sektor kosmiczny może dostarczyć instrumenty badawcze, aparaturę pomiarową, robotykę i elementy sterowania, przy wsparciu sztucznej inteligencji. Podczas misji na powierzchnię Księżyca szczególnie potrzebna będzie umiejętność poszukiwania, wydobywania i przetwarzania lokalnych zasobów na potrzeby budowy baz księżycowych. Oznacza to początki górnictwa kosmicznego, które może stać się nową polską specjalizacją. Polskie uczelnie już zaczęły kształcić ekspertów w tej dziedzinie.

Jednym z ważnych dla Polski przedsięwzięć może być projekt Gateway, a ponadto plany stałych baz na Księżycu. Gateway jest również punktem etapowym dla misji na Marsa, ponieważ może być łatwiej zmontować obiekt kosmiczny na orbicie wokół Księżyca z części dostarczonych z Ziemi. W programie Artemis jest wiele tematów, w których polskie instytuty i firmy będą miały szansę wziąć udział, dostarczając instrumenty badawcze, np. sprzęt do badań na powierzchni Księżyca i w jego okolicach, części techniczne, ale także oprogramowanie, które również zaczyna być polską specjalnością w sektorze kosmicznym.⁹

„Przystąpienie Polski do Artemis Accords to kolejny ważny krok w rozwoju potencjału polskiego sektora kosmicznego na arenie międzynarodowej.”

– **Grzegorz Wrochna – Prezes POLSA**

”Chcę podziękować Polsce za jej zaangażowanie w ustanawianie pokojowych norm zachowania w kosmosie” – powiedział. „Żaden naród nie jest w stanie osiągnąć tych celów w pojedynkę – będzie to wymagało silnego międzynarodowego zaangażowania we współpracę z krajami partnerskimi, aby zapewnić długoterminową stabilność przestrzeni kosmicznej. To ekscytujące widzieć ciągły rozmach Artemis Accords, ponieważ coraz więcej krajów pracuje nad zabezpieczeniem przyszłości kosmosu dla całej ludzkości”.

– **Administrator NASA Bill Nelson**

Działając na zlecenie Ministerstwa Rozwoju, Pracy i Technologii, POLSA zidentyfikowała obszary możliwej współpracy w ramach programu ARTEMIS, w których zarówno ośrodki badawcze, jak i podmioty polskiego sektora kosmicznego będą mogły rozwijać swoje kompetencje, tj:

- automatyka i robotyka,
- technologie związane z teledetekcją;
- zasilanie (energiami elektryczną i słoneczną) i systemy napędowe;
- budowa systemów i podsystemów;

W ramach przeprowadzonych przez Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii uzgodnień międzyresortowych dotyczących ARTEMIS ACCORDS, członkowie Rady Ministrów przedstawili następujące dziedziny, w których istnieje potencjał współpracy z NASA:

- analiza oraz przetwarzanie danych pozyskanych z systemów satelitarnych, analiza zjawisk pogodowych na Marsie, symulacje numeryczne i prognozowanie, implementacja Algorytmów Sztucznej Inteligencji w automatyzacji procesów, detekcji obiektów kosmicznych oraz tworzenie systemów pogody kosmicznej w zakresie monitorowania i prognozowania
- rozwój segmentu naziemnego, budowa platform satelitarnych wraz z systemami i podsystemami, systemy komunikacji, sensory (Minister Obrony Narodowej);
- badania naukowe (Minister Edukacji i Nauki);
- technologie satelitarne, dane satelitarne (Minister Rolnictwa i Rozwoju Wsi);
- geologiczne lub geofizyczne badania obiektów kosmicznych, sedymentologia, tektonika, mineralogia, geomorfologia, geochemia (Minister Klimatu i Środowiska, Państwowy Instytut Geologiczny – PIB).

Współpraca w ramach Międzynarodowej Stacji Kosmicznej

„Te międzynarodowe partnerstwa na ISS mają kluczowe znaczenie dla rozwoju wiedzy naukowej i badań oraz pokazują, co jest możliwe, gdy kraje współpracują ze sobą.”

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna (ISS) to międzynarodowy projekt, który wszedł w trzecią i najbardziej produktywną dekadę użytkowania, obejmującą badania naukowe, działalność komercyjną i współpracę międzynarodową. Pierwsza dekada poświęcona była montażowi stacji, a druga – rozwojowi badań i technologii oraz doskonaleniu metod pracy w warunkach kosmicznych. Stacja powstała dzięki współpracy wielu państw – pierwszy moduł Zaria, zaprojektowany przez Boeinga, sfinansowany przez USA i zbudowany w Rosji, został wyniesiony na orbitę 20 listopada 1998 roku. Kolejne lata przyniosły jej rozbudowę i rozwój infrastruktury badawczej.

ISS jest symbolem globalnego partnerstwa, w którym uczestniczą NASA, CSA, ESA, JAXA i Roskosmos. Każdy z partnerów odpowiada za wybrane moduły i obsługę

techniczną, co czyni stację przedsięwzięciem współzależnym i wspólnie utrzymywanym. Polska uczestniczy w projekcie pośrednio – poprzez ESA, odpowiedzialną za moduł Columbus, oraz w ramach porozumień bilateralnych¹⁰.

W 2013 roku Polska brała udział w eksperymencie Obstanovka-1, zrealizowanym w rosyjskim segmencie ISS. Jego celem było badanie promieniowania elektromagnetycznego i właściwości plazmy, a jedną z kluczowych części instrumentu była antena opracowana przez CBK PAN¹¹.

Kolejnym krokiem we współpracy jest udział Sławosza Uznańskiego w misji IGNIS (z łacińskiego „ogień”) (Ax-4), będącej częścią programu ESA i firmy Axiom Space. Misja, zrealizowana w 2025 roku, objęła czternaście dni (od 25 czerwca 2025 r. do 15 lipca 2025 r.) eksperymentów dotyczących mikrobiomu, wpływu mikrogravitacji na zdrowie człowieka, nowych materiałów i zastosowań sztucznej inteligencji. Jej elementem jest również program edukacyjny dla polskich uczniów.

„Nazwanie misji Ignis symbolizuje iskrę innowacji i ambitny wkład Polski w eksplorację kosmosu. Partnerstwo między ESA, Polską i Axiom Space stanowi znaczący kamień milowy dla komercyjnych lotów kosmicznych, umożliwiając drugą misję z astronautą projektowym ESA i podkreślając gotowość Europy do zaawansowanej eksploracji kosmosu, wzmacniając jej rolę w kształtowaniu przyszłości technologii kosmicznej”

Daniel Neuenschwander, dyrektor Dyrektoriatu Human and Robotic Exploration ESA.

„Misja »Ignis« to przełomowe wydarzenie nie tylko dla naszego sektora kosmicznego, ale także dla polskiej nauki i gospodarki”.

Prof. Grzegorz Wrochna, Prezesa Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA)

„Razem przygotowujemy się na przyszłość poza niską orbitą okołoziemską, podkreślając możliwości Polski i moc naszych wspólnych ambicji. Pragnę wyrazić wdzięczność Ministerstwu Rozwoju i Technologii za zaufanie okazane ESA”.

Josef Aschbacher, dyrektor generalny ESA

Współpraca regionalna

Współpraca w ramach ESA

Rzeczpospolita Polska została pełnoprawnym członkiem Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) w 2012 roku, na mocy umowy o przystąpieniu do Konwencji o utworzeniu Agencji¹². Wcześniej, w 1994 roku, podpisano porozumienie o współpracy kosmicznej w celach pokojowych, które zapoczątkowało relacje Polski z ESA i stanowiło jeden z pierwszych przykładów otwarcia Agencji na kraje Europy Środkowo-Wschodniej. Umowa ta przewidywała realizację wspólnych projektów, wymianę informacji, dostęp do laboratoriów i baz danych oraz przyznawanie stypendiów¹³.

Rys. 16. Przystąpienie Polski do Konwencji ESA



Źródło: ESA.int.

Od momentu akcesji rola Polski w ESA systematycznie rośnie – zarówno dzięki zwiększaniu składki, jak i rozwojowi kompetencji krajowych ekspertów oraz doświadczeniu polskiego sektora kosmicznego. W ostatnich latach Polska odgrywa coraz bardziej widoczną rolę, m.in. poprzez wybór dr Aleksandry Bukały na stanowisko wiceprzewodniczącej Komitetu Polityki Przemysłowej ESA (IPC) czy organizację w 2023 roku w Gdańsku konferencji z okazji 30-lecia programu GSTP (*General Support Technology Program*), gromadzącej blisko 200 przedstawicieli ESA z całej Europy¹⁴. Współpraca z ESA ma kluczowe znaczenie dla

¹⁰ NASA.

¹¹ CBK PAN - RFA (misja Obstanovka / ISS).

¹² Umowa pomiędzy Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Europejską Agencją Kosmiczną w sprawie przystąpienia Polski do Konwencji o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej i związane z tym warunki, podpisana w Warszawie dnia 31 lipca 2012 r., oraz Konwencja o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej, sporządzona w Paryżu dnia 30 maja 1975 r. (Dz.U. 2013 poz. 61).

¹³ ESA, 1994.

¹⁴ POLSA's year in space 2024.



rozwoju polskiego sektora kosmicznego, co szerzej omówiono w rozdziale 2 niniejszego raportu.

Na mocy umowy akcesyjnej Polska zobowiązana jest do wnoszenia składki do budżetu ESA. Zasady jej finansowania określa uchwała nr 121 Rady Ministrów z 22 czerwca 2012 r., ustanawiająca „Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystania technologii satelitarnych w Polsce”. Przewiduje ona coroczną wpłatę składki na programy obowiązkowe (płatną w trzech ratach) oraz dobrowolne uczestnictwo w programach opcjonalnych. Składkę przekazuje minister właściwy ds. gospodarki na podstawie corocznego porozumienia z ESA. Do 2023 roku składka na programy opcjonalne stanowiła średnio 50% składki obowiązkowej, natomiast Polska Strategia Kosmiczna z 2017 roku zakłada jej zwiększenie do 150–200% do roku 2030.

Programy obowiązkowe. Działalność ESA opiera się częściowo na programach obowiązkowych, które stanowią ok. 20% finansowania Agencji i są realizowane w ramach *Space Science Programme* oraz budżetu ogólnego. Wysokość składki członkowskiej jest proporcjonalna do dochodu narodowego państwa. Programy te obejmują badania przestrzeni kosmicznej, rozwój sprzętu i technologii badawczych, programy naukowe w dziedzinie fizyki Układu Słonecznego, astronomii, fizyki podstawowej, a także działania edukacyjne i wymianę informacji między państwami członkowskimi.

Programy opcjonalne. Około 80% budżetu ESA stanowią programy opcjonalne, w których państwa członkowskie samodzielnie określają poziom zaangażowania w drodze negocjacji. Obejmują one m.in. obserwację Ziemi, transport kosmiczny, telekomunikację, nawigację satelitarną oraz udział w Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS) i programach lotów załogowych. Część działań ESA finansowana jest także przez Unię Europejską i inne instytucje zewnętrzne. Wkład państw członkowskich może mieć zarówno formę finansową, jak i przemysłową lub technologiczną¹⁵.

W listopadzie 2019 roku, podczas Rady Ministerialnej ESA w Sewilli (Space19+) Polska zadeklarowała uczestnictwo w 7 programach opcjonalnych na lata 2020–2022. Zgodnie z zasadami realizacji niektórych programów opcjonalnych ESA (tj. GSTP, ARTES 4.0, NAVISP, PRODEX). Polska zobowiązała się wówczas do pokrycia opcjonalnych kosztów projektu w wypadku, gdy pochodzący z tego państwa wykonawca wygra przetarg ESA. Programy, w których Polska wyraziła chęć udziału to:

GSTP (*General Support Technology Programme*) – program wspierający przekształcenie obiecujących koncepcji technologicznych w szerokie spektrum dojrzałych produktów – od pojedynczych komponentów po podsystemy i kompletne satelity do etapu lotu kosmicznego.

ARTES 4.0 (*Programme of Advanced Research in Telecommunications Systems*) – program umożliwia opracowy-

wanie innowacyjnych produktów, usług, aplikacji (w szczególności integrujących różne rodzaje danych satelitarnych), jak również kompleksowych systemów satelitarnych, co ma zapewnić przewagę konkurencyjną przedsiębiorstwom na dynamicznie rozwijającym się rynku światowym.

NAVISP phase 2 (*Navigation, Innovation and Support Programme*) – program 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. Obejmuje on 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 (*PROgramme de Développement d'Expériences scientifiques*) – program rozwoju eksperymentów naukowych dla misji kosmicznych, który pozwala na prowadzenie polityki naukowej państwa w zakresie badań kosmicznych.

S2P (*Space Safety Programme*) – program mający na celu uzyskanie przez Europę niezależnej zdolności 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** – program obserwacji Ziemi, dostarczający dokładnych, aktualnych i łatwo dostępnych informacji w celu poprawy zarządzania środowiskiem, zrozumienia i złagodzenia skutków zmiany klimatu oraz zapewnienia bezpieczeństwa cywilnego.

E3P 2 (*European Exploration Envelope Programme period 2*) – program mający na celu 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.¹⁶

O rosnącym znaczeniu polskiego sektora kosmicznego świadczy zwiększenie składki do ESA w latach 2023–2025, co umożliwiło Polsce szerszy udział w programach Agencji, wsparcie budowy krajowych satelitów obserwacyjnych, dostęp do badań na pokładzie ISS oraz udział w stażach ESA. Dodatkowa składka w wysokości 360 mln euro obejmuje 295 mln euro na programy opcjonalne i umowy bilateralne (2024–2025) oraz 65 mln euro na realizację misji technologicznej na ISS z udziałem Sławosza Uznańskiego. Ze środków tych finansowany jest również Narodowy Program Stażowy, którego pierwszy nabór odbył się w IV kwartale 2023 r. Program umożliwi polskim studentom zdobycie doświadczenia w strukturach ESA, wspierając rozwój przyszłych kadr krajowego sektora kosmicznego.

¹⁵ ESA, an intergovernmental customer.

¹⁶ Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2021.

29 sierpnia 2023 r. podpisano dwie umowy z ESA: na wsparcie rozwoju polskiego sektora kosmicznego oraz na program stażowy dla absolwentów. Porozumienie Requesting Party Agreement (7 mln euro) zapewnia polskim firmom dostęp do projektów rozwojowych na różnych poziomach gotowości technologicznej, które nie kwalifikują się do programów opcjonalnych ESA. Druga umowa – National Trainee Programme (3 mln euro) – umożliwi udział 30 polskich absolwentów w dwuletnich stażach w ESA w latach 2023–2027.

W październiku 2024 r. weszła w życie umowa z ESA na budowę co najmniej czterech satelitów obserwacyjnych (jednego radarowego i trzech optycznych) o wartości 85 mln euro. System ma zostać uruchomiony w 2027 r., a ESA zapewni wsparcie przy projektowaniu, budowie, wyniesieniu i uruchomieniu satelitów. Wysokość polskich wpłat do ESA w 2023 r. była porównywalna z Norwegią (75 mln euro) i Austrią (66 mln euro)¹⁷.

Podsumowanie przeznaczenia polskiej składki zadeklarowanej w latach 2023-2025:

Podstawową zasadą polityki przemysłowej ESA jest zlecenie zadań, o ile to tylko możliwe, przemysłowi europejskiemu oraz takie rozdzielanie kontraktów, aby do przedsiębiorstw danego państwa trafiały zamówienia o wartości zbliżonej do jego wkładu do budżetu ESA (jest to tzw. zasada zwrotu geograficznego). Zgodnie z tą zasadą realizowane są obecnie we współpracy z polskimi firmami następujące projekty:

- misja technologiczno-naukowa ESA z udziałem polskiego astronauty na Międzynarodową Stację Kosmiczną, testowanie polskiej technologii i przeprowadzenie eksperymentów przygotowanych przez polskie instytuty naukowe (umowa w tym względzie została zawarta pomiędzy MRIT a ESA w dniu 4

sierpnia 2023 roku);

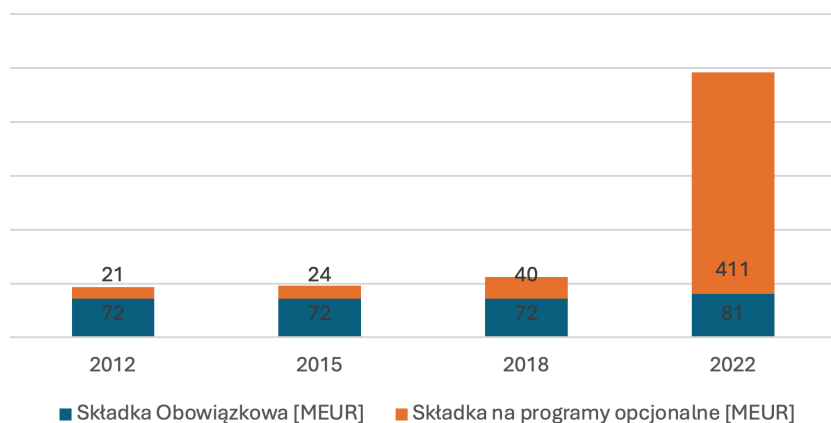
- program dwustronny: wsparcie krajowych projektów kosmicznych niezrealizowanych w ramach programów opcjonalnych ESA (umowa w tym względzie została zawarta pomiędzy MRIT a ESA w dniu 29 sierpnia 2023 roku na kwotę 7 mln EUR);
- Narodowy program stażowy (National Trainee Programme): uczestnictwo polskich absolwentów nauk ścisłych w stażach organizowanych przez ESA (umowa w tym względzie została zawarta pomiędzy MRIT a ESA w dniu 29 sierpnia 2023 roku na kwotę 3 mln EUR);
- Program dwustronny: Pomoc ESA dla Polski w zakresie wsparcia budowy krajowego satelitarnego systemu obserwacji Ziemi w Polsce (umowa na kwotę 85 mln EUR);
- realizacja projektów polskich podmiotów sektora kosmicznego w ramach programów opcjonalnych ESA i zwiększenie subskrypcji E3P o wartości 200 mln EUR. Przykładem może być dołączenie w listopadzie polskiej spółki Thorium Space S.A. do programu HummingSAT, partnerskiego projektu ESA mającego na celu budowę nowej linii produktowej małych europejskich satelitów telekomunikacyjnych na orbitę GEO.

Innym działaniem jest utworzenie przez ESA, we współpracy z Ministerstwem Rozwoju i Technologii, Zespołu Zadaniowego ds. Polityki Przemysłowej ESA – PL (Industrial Policy Task Force ESA – PL).

Podczas posiedzenia Komitetu Przemysłu ESA IPC2 w dniach 29-30 września 2021 r., delegacje państw członkowskich przegłosowały utworzenie Zespołu dla Polski. ESA wskazała kwotę 5,6 mln EUR na projekty adresowane wyłącznie do polskich podmiotów finansowane ze składki obowiązkowej. W ramach przeglądu okresowego zwrotu geograficznego w latach 2022 -2024, w czerwcu 2023 r., ESA zaproponowała zwiększenie puli środków dla Polski o 2 mln EUR. Ze strony Polski w pracach Zespołu uczestniczą przedstawiciele: Ministerstwa Rozwoju i Technologii, Polskiej Agencji Kosmicznej, Ministerstwa Edukacji i Nauki, Ministerstwa Spraw Zagranicznych, Ministerstwa Cyfryzacji.

Rys. 17. Roczne składki Polski do ESA (2013-2015, mln EUR)

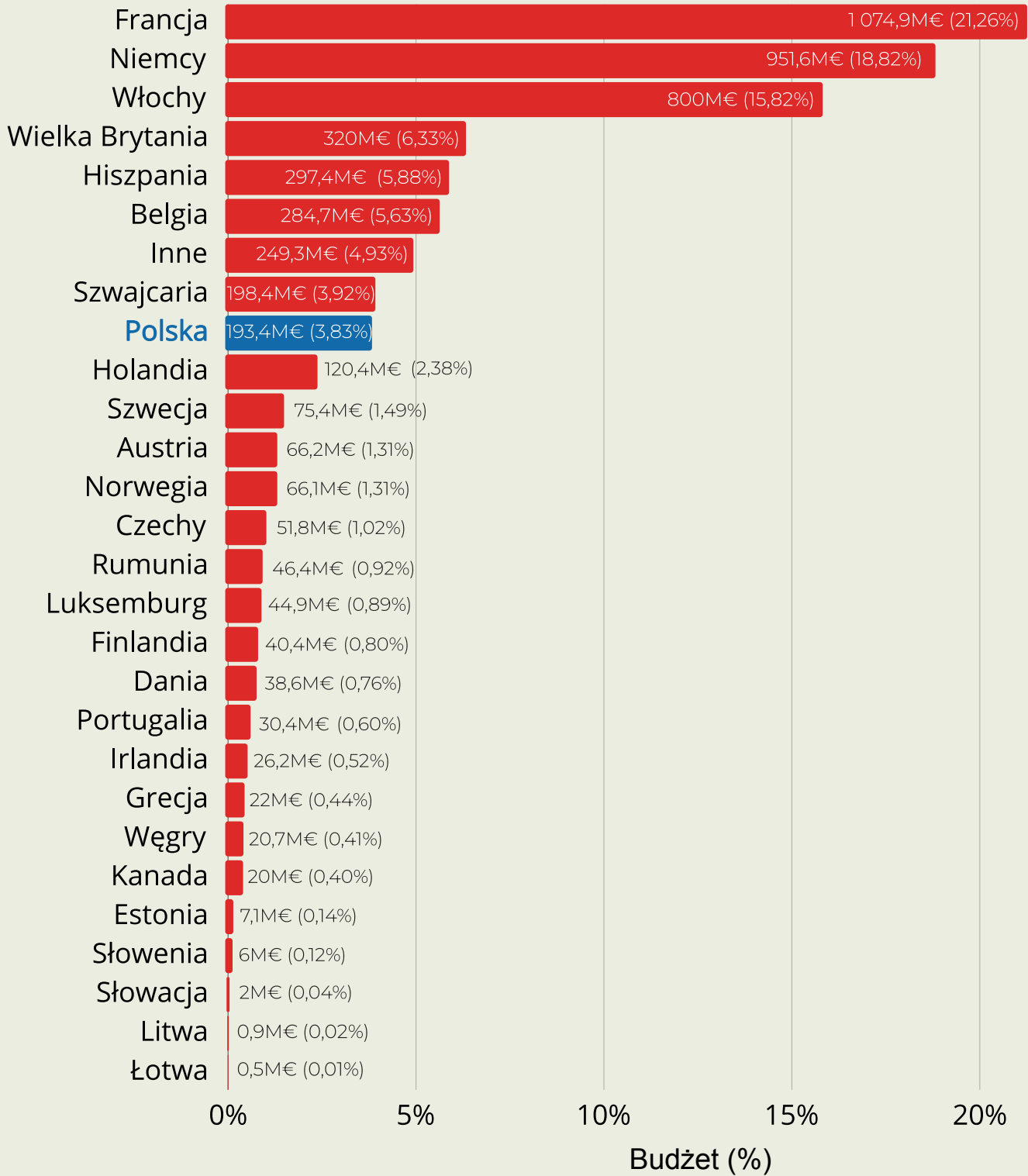
Składka Polski do ESA w mln EUR na okres 3 lat



Źródło: opracowanie własne autorów.



Rys. 18 **Budżet ESA 2025 na zadania i programy w podziale na kraje członkowskie (mln EUR).**



Źródło: Europejska Agencja Kosmiczna

Inicjatywa ZERO DEBRIS (Zero Debris Charter)

Karta Zero Debris to wiodąca inicjatywa na rzecz „neutralności śmieciowej” w przestrzeni kosmicznej do 2030 r., ogłoszona na Szczycie Kosmicznym ESA w Sewilli (XI 2023). Zainicjowana przez ESA, ma ambicję szybko wyjść poza Europę i stać się standardem globalnym. Dokument podpisało 12 państw – Austria, Belgia, Cypr, Estonia, Niemcy, Litwa, Polska, Portugalia, Rumunia, Słowacja, Szwecja i Wielka Brytania – oraz sama ESA jako organizacja międzynarodowa. Aktualnie lista sygnatariuszy Karty rozszerzyła się już do 19 krajów¹⁸. Do 2030 r. powstanie mapa drogowa standardów i technologii ograniczających generowanie odpadów, a sygnatariusze zobowiązali się także do działań edukacyjnych. Polska już dziś odgrywa ważną rolę w europejskim monitoringu orbity, wykorzystując sieć teleskopów (naukowych, komercyjnych i własnych) na sześciu kontynentach do ostrzegania przed kolizjami i upadkami obiektów. Wdrażanie Karty stwarza szanse dla krajowych firm na on-orbit servicing (diagnostyka, naprawy, tankowanie) oraz deorbitację po misji. Deklaracja jest spójna ze „Statement for a Responsible Space Sector”, podpisanym przez Polskę 23 maja 2023 r. podczas konferencji GLOC 2023.

Komisja Europejska

Współpraca regionalna Polski jest w dużej mierze determinowana przez członkostwo w Unii Europejskiej. Kluczową rolę odgrywa udział w pracach Komisji Europejskiej oraz w zarządzanych przez nią programach kosmicznych, które wynikają z polityki kosmicznej Unii, Strategii kosmicznej UE na rzecz bezpieczeństwa i obrony¹⁹ oraz przyjętego programu kosmicznego. Strategia ta wzmacnia zaangażowanie Unii na forach międzynarodowych i promuje normy oraz zasady odpowiedzialnego zachowania w przestrzeni kosmicznej. Zakłada również pogłębianie współpracy z dotychczasowymi partnerami, w szczególności ze Stanami Zjednoczonymi i NATO, a także z innymi krajami o zbieżnych poglądach. Z tego względu uczestnictwo Polski w działaniach Komisji Europejskiej ma istotne znaczenie dla wzmacniania jej międzynarodowej pozycji w domenie kosmicznej.

W kwietniu 2021 roku Rada i Parlament Europejski przyjęły rozporządzenie ustanawiające nowy Program Kosmiczny Unii Europejskiej na lata 2021–2027, który wszedł w życie z mocą wsteczną od 1 stycznia 2021 roku. Komisja Europejska zainicjowała proces legislacyjny dotyczący programu, a obecnie odpowiada za jego wdrażanie, określanie priorytetów i długofalowego rozwoju. Ponadto zarządza programem ramowym Horyzont Europa w zakresie badań na-

ukowych i innowacji oraz koordynuje Europejski Fundusz Obronny²⁰. Europejski Program Kosmiczny obejmuje pięć głównych komponentów: Copernicus (obserwacja Ziemi), Galileo i EGNOS (nawigacja satelitarna), GOVSATCOM (łączność rządowa) oraz SSA (zarządzanie ruchem w przestrzeni kosmicznej).

Copernicus. Copernicus to unijny system obserwacji Ziemi, którego właścicielem jest Komisja Europejska, a za segment kosmiczny odpowiada ESA. Program opiera się na satelitach Sentinel oraz misjach wspomagających – obecnie działa ich około 20, a kolejne 10 jest w przygotowaniu. Nowe misje mają monitorować m.in. powierzchnię lądów, oceany, jakość powietrza i temperaturę Ziemi. Copernicus zrewolucjonizował dostęp do danych satelitarnych, zapewniając otwarty i bezpłatny dostęp użytkownikom na całym świecie. To obecnie największe źródło danych obserwacyjnych na świecie.

Dane z misji Sentinel i innych satelitów umożliwiają bieżące monitorowanie stanu środowiska, klimatu i procesów gospodarczych. Wykorzystuje się je także w rolnictwie – np. ARiMR używa danych Copernicusa do automatycznego monitorowania obszarów wiejskich, co pozwala ograniczyć liczbę kontroli nawet o 40%.

Polska uczestniczy w programie jako członek UE i ESA. Na mocy porozumienia z ESA z 2018 r. Polska przystąpiła do Collaborative Ground Segment, a Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB został krajowym operatorem danych, finansowanym przez MEiN (w 2023 r. kwotą 140 tys. zł). Polska firma CloudFerro jest jednym z siedmiu konsorcjantów platformy DIAS, której budżet wynosi 150 mln euro oraz od 2023 r. współtworzy Copernicus Data Space Ecosystem i Copernicus Data Access Service.

System obsługi danych Copernicusa dla polskich użytkowników działa od 2020 r.²¹ i cieszy się dużym zainteresowaniem – Polska znajduje się w pierwszej dziesiątce państw korzystających z danych programu²². Z zasobów korzystają m.in. jednostki resortu rolnictwa oraz instytuty badawcze. W latach 2014–2020 polskie przedsiębiorstwa zrealizowały sześć kontraktów ESA związanych z Copernicusem, o wartości od 18,4 tys. do 13,7 mln euro, obejmujących rozwój i obsługę systemu informacyjnego²³.

Galileo i EGNOS. Komisja Europejska odpowiedzialna jest za wdrażanie Programu nawigacji Galileo, zarządzają środkami na jego realizację oraz sprawuje nadzór nad programami Galileo oraz EGNOS. Programy Galileo i EGNOS są finansowane z budżetu ogólnego UE, tj. w ramach skład-

18 ESA Space Debris Office, ESA's Annual Space Environment Report, Issue 9.0, ref. GEN-DB-LOG-00288-OPS-SD, Darmstadt: European Space Agency (ESOC), 31 III 2025, www.sdo.esoc.esa.int/environment_report/Space_Environment_Report_latest.pdf

19 Kukołowicz et al., 2024; Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/696 z dnia 28 kwietnia 2021 r. ustanawiające Unijny program kosmiczny i Agencję Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego oraz uchylające rozporządzenia (UE) nr 912/2010, (UE) nr 1285/2013 i (UE) nr 377/2014 oraz decyzję nr 541/2014/UE.

20 Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/697 z dnia 29 kwietnia 2021 r. ustanawiające Europejski Fundusz Obronny i uchylające rozporządzenie (UE) 2018/1092 (Tekst mający znaczenie dla EOG) (Dz.Urz. UE L 170 z 12.5.2021, p. 149–177).

21 NIK, 2020, s. 11.

22 Tamże, s. 50.

23 Tamże, s.65.



ki członkowskiej Państw Członkowskich do UE.²⁴ Udział Polski w roku 2023 w finansowaniu systemu Galileo i EGNOS wynosił 4,69% (51,308,6 tys. EUR)²⁵. Jedyłą samodzielnie wdrażaną usługą, wchodzącą w skład globalnego systemu nawigacji Galileo, przez państwa członkowskie Unii Europejskiej jest usługa publiczna o regulowanym dostępie tzw. PRS (*Public Regulated Service*)²⁶. Funkcjonujący od września 2014 r. Zespół CPA Polska w Ministerstwie Spraw Wewnętrznych i Administracji jest odpowiedzialny za usługę PRS, która jest dokładniejsza od zwykłej nawigacji, a dostęp do niej uzyskują jedynie służby prowadzące działania w sytuacjach kryzysowych oraz administracja publiczna.²⁷ W programach i projektach związanych z usługami mogą wziąć udział polskie podmioty gospodarcze pod warunkiem posiadania świadectw bezpieczeństwa przemysłowego i uzyskania odpowiednich akredytacji.²⁸

SST (*Space Surveillance and Tracking*) to inicjatywa mająca na celu rozszerzenie zdolności w zakresie świadomości w przestrzeni kosmicznej Unii Europejskiej. W ramach komponentu świadomości sytuacyjnej w przestrzeni kosmicznej SSA, a konkretniej segmentu związanego z programem Obserwacji i Śledzenia Obiektów Kosmicznych SST funkcjonuje partnerstwo EU SST działające pod auspicjami ESA, którego Polska stała się członkiem od 19 grudnia 2018 r. W 2022 roku weszła w życie nowa umowa o partnerstwie w zakresie SST, która obejmuje 15 państw członkowskich, w tym Polskę²⁹ i ma na celu połączenie krajowych zasobów w celu poprawy wydajności i autonomii SST w dziedzinie SSA.³⁰

GOVSATCOM (*Governmental Satellite Communications*) to unijna inicjatywa, której celem jest stworzenie niezależnego, autonomicznego i bezpiecznego systemu łączności satelitarnej dla rządów państw członkowskich Unii Europejskiej. Program prowadzony jest wspólnie przez Komisję Europejską, Europejską Agencję Obrony oraz Europejską Agencję Kosmiczną. GOVSATCOM i jest czwartym flagowym komponentem programu Unii Europejskiej w obszarze przestrzeni kosmicznej. W 2024 roku Polska Agencja Kosmiczna roku podpisała umowę z Prezesem Urzędu Komunikacji Elektronicznej na potrzeby komponentu GOVSATCOM i związaną z nim koniecznością utworzenia odpowiedniego organu CGA (*Competent Govsatcom Authority*), odpowiedzialnego za przydzielanie i zarządzanie usługami

w ramach programu bezpiecznej rządowej łączności satelitarnej. Podjęta współpraca ma wesprzeć formalizację utworzenia CGA przez Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji.³¹

IRIS2. Wiele powiązań z komponentem GOVSATCOM Europejskiego Programu Kosmicznego ma konstelacja IRIS², która jako unijny system bezpiecznej łączności satelitarnej jest trzecim sztandarowym program Unii Europejskiej. w marcu 2023 roku Rada Europejska przyjęła rozporządzenie o unijnym programie bezpiecznej łączności na lata 2023–2027, które wyznaczyło Unii Europejskiej cel polegający na rozmieszczeniu unijnej konstelacji satelitów IRIS² (infrastruktura na rzecz odporności, wzajemnych połączeń i bezpieczeństwa za pośrednictwem satelitów).

Rys. 19. Filary Horyzont Europa.

Rozszerzanie Uczestnictwa i Wzmacnianie Europejskiej Przestrzeni Badawczej		
Filar 1: Nauka	Filar 2: Wyzwania Globalne i Europejska Konkurencyjność Przemysłowa	Filar 3: Innowacyjna Europa
Europejska Rada ds. Badań Naukowych	Zdrowie	Europejska Rada ds. Innowacji
Działania Marii Skłodowskiej-Curie (Marie Skłodowska-Curie Actions)	Kultura, Kreatywność i Społeczeństwo Integracyjne	Europejskie Ekosystemy Innowacji
Infrastruktury Badawcze	Bezpieczeństwo Cywilne dla Społeczeństwa	Europejski Instytut Innowacji i Technologii
	Technologia Cyfrowa, Przemysł i Przestrzeń Kosmiczna	
	Klimat, Energia i Mobilność	
	Żywność, Biogospodarka, Zasoby Naturalne, Rolnictwo i Środowisko	
	Wspólne Centrum Badawcze	
Elementy przekrojowe: Poszerzanie uczestnictwa i upowszechnianie doskonałości · Reforma i wzmocnienie europejskiego systemu badań i innowacji		

Źródło: Opracowanie własne autorów na podstawie danych Komisji Europejskiej

IRIS² finansowany jest w ramach partnerstwa publiczno-prywatnego, tj. współfinansowany poprzez środki publiczne Unii Europejskiej, środki publiczne Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz przez prywatny kapitał SpaceRISE. Komisja Europejska 16 grudnia 2024 roku podpisała umowę koncepcyjną z konsorcjum SpaceRISE na infrastrukturę - wieloorbitálną konstelację 290 satelitów.³² Dodatkowo podwykonawcami zostały firmy Airbus i Deutsche Telekom. Współpraca ta kładzie nacisk na zaangażowanie na rzecz konkurencyjności i innowacji. Ma więc w swoich założeniach zapewnić małym i średnim przedsiębiorstwom (MŚP) oraz nowym podmiotom wchodzącym na rynek możliwości w ramach łańcucha dostaw. Na obecnym etapie brak jest jednak danych na temat zaangażowania podmiotów polskich.

Horyzont Europa³³. Komisja Europejska odpowiedzialna jest za realizację programów B+R związanych z domeną

24 Tamże, s. 55.

25 NIK, 2023, s.22.

26 MSWiA, Usługa PRS; NIK, 2023 s. 55.

27 MSWiA, Usługa PRS.

28 Tamże.

29 Francja, Niemcy, Włochy, Polska, Portugalia, Rumunia, Hiszpania, Austria, Czechy, Dania Finlandia, Grecja, Łotwa, Holandia, Szwecja.

30 EU SST.

31 POLSA, Porozumienie z UKE, 2024.

32 Komisja Europejska, IRIS2, 2024.

33 Rada Unii Europejskiej, „Horyzont Europa”.

kosmiczną. Następcą programu Horyzont 2020, będącego katalizatorem europejskich badań i innowacji, jest program Horyzont Europa. Program Horyzont Europa składa się z trzech filarów ((1) doskonała baza naukowa, (2) globalne wyzwania i europejska konkurencyjność przemysłowa, (3) Innowacyjna Europa). Technologie związane z przestrzenią kosmiczną są wspierane także w ramach programu Horyzont Europa w ramach Klastra 4: Technologie cyfrowe, przemysł i przestrzeń kosmiczna, stanowiącego część filaru drugiego³⁴, z proponowaną kwotą 15,349 mld EUR, w tym 1,35 mld EUR z unijnego funduszu odbudowy *Next Generation UE* (NGEU). Cały program jest zarządzany przez Dyрекcję Generalną odpowiedzialną za badania i innowacje. Komponent kosmiczny jest zarządzany przez Europejską Agencję Wykonawczą ds. Zdrowia i Cyfryzacji (HaDEA), a w niektórych przypadkach również przez EUSPA.³⁵ W ramach programu i związanych z nim konkursów finansowane są badania w obszarze: strategicznej autonomii w opracowaniu, wdrażaniu i wykorzystaniu z globalnej infrastruktury kosmicznej, usług, aplikacji i danych. Szczegółowe projekty na najbliższe konkursy można znaleźć w planie pracy i są to m.in.³⁶:

HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-11: Kompleksowe systemy łączności satelitarnej i powiązane usługi

HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-12: Przyszłe ekosystemy kosmiczne: operacje na orbicie, nowe koncepcje systemów

HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-21: Możliwość ponownego wykorzystania europejskich strategicznych wyrzutni kosmicznych - dojrzewanie technologii i operacji, w tym demonstracja testów w locie

HORIZON-CL4-2021-SPACE-01-22: Niskokosztowy napęd o dużym ciągu dla europejskich strategicznych rakiet nośnych - dojrzewanie technologii, w tym testy naziemne.

W ramach programu Horyzont Europa w konkursach ogłoszonych w latach 2021–2022, w 10 spośród 49 wybranych do finansowania projektach znalazło się 12 instytucji z Polski, a wśród nich:

Firma **PIAP Space Sp. z o.o.** w ramach projektu EROSS IOD o budżecie 26 mln EUR z zakresu robotyki kosmicznej otrzymała finansowanie w kwocie 1 mln EUR. Projekt EROSS IOD dotyczy rozwoju usług i operacji satelitarnych na orbicie okołoziemskiej i ma na celu poprawę funkcjonowania satelitów umieszczonych w przestrzeni kosmicznej poprzez serwis, uzupełnienia paliwa, przechwycenie śmieci kosmicznych i wiele innych zadań. Projekt EROSS IOD jest kontynuacją wcześniejszych działań w ramach projektu dofinansowanego w programie Horyzont 2020.

Ponadto firma **Spaceforest Sp. z o.o.** otrzymała finansowa-

nie w kwocie 0,83 mln EUR w ramach projektu SALTO (dofinansowanie 39 mln EUR). Projekt SALTO (*reusable strategic space Launcher Technologies & Operations*) dotyczy rozwoju demonstracyjnych wersji europejskich środków wynoszenia celem redukcji kosztów wystrzeliwania i poprawy wpływu środowiskowego w strategicznych misjach kosmicznych Unii Europejskiej.

Również firma **Rectangle Sp. z o.o.** otrzymała 0,84 mln euro dofinansowania w ramach projektu CHRISS (*Critical infrastructure High accuracy and Robustness increase Integrated Synchronization Solutions*) z budżetem 2,3 mln EUR.

Dodatkowe warte uwagi inicjatywy, w których bierze udział Polska poprzez Polską Agencję Kosmiczną to **Konsorcjum EUSST**, które realizuje programy na bazie Horyzont Europa oraz Program Kosmiczny UE, a także **Peraspera** - projekt związany z rozwojem technologii związanych z robotyką kosmiczną, która należy do obszarów działalności kosmicznej istotnych z punktu widzenia europejskiego interesu gospodarczego, oraz **Space hUbs Network** – projekt dotyczący zwiększenia komercjalizacji rozwiązań związanych z przestrzenią kosmiczną oraz rozwój europejskich firm typu start-up i scale-up w sektorach downstream i upstream.

Agencja Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego (EUSPA)

Wraz z implementacją Europejskiego Programu Kosmicznego w 2021 roku, do życia powołano Agencję Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego (EUSPA), która jest zdecentralizowaną agencją UE odpowiedzialną za program kosmiczny. EUSPA stała się operacyjnym zarządcą EGNOS, Galileo i wszystkich komponentów programu kosmicznego pod względem bezpieczeństwa oraz koordynatorem aspektów związanych z użytkownikami GOVSTACOM. EUSPA jest odpowiedzialna za promowanie dalszych i zintegrowanych aplikacji opartych na Galileo, EGNOS i Copernicus. Agencja wykorzystuje mechanizmy finansowania również z programu Horyzont Europa.³⁷ Polska współpracuje z EUSPA poprzez POLSA w ramach wymienionych wyżej programów.

Przykładem wieloletniego projektu, realizowanych w ramach grantów przyznawanych przez Agencję był projekt GRC-MS (*Galileo Reference Centre with Member States*) polegający na monitorowaniu systemu Galileo, niezależnie od administracji systemu, przez instytuty badawcze z krajów należących do Unii Europejskiej. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk brało udział w projekcie od 2018 roku do 2022 roku.³⁸

Od 1 lipca 2023 roku EUSPA jest odpowiedzialna za operacje SST Front Desk w ramach unijnego programu kosmicznego, który jest głównym interfejsem do dostarczania usług

34 POLSA, Ocena, 2024.

35 Komisja Europejska, Horizon Europe strategic plan, 2021.

36 Komisja Europejska, Horizon Europe Work Programme.

37 EUSPA, 2022.

38 CBK PAN, GRC-MS. Centrum Referencyjne Galileo.



i informacji SST między partnerstwem UE SST a społecznością użytkowników. Informacje operacyjne są tworzone na podstawie zasobów SSA i krajowych centrów operacyjnych należących do państw członkowskich.³⁹

Europejska Agencja Obrony (EDA)

Znaczenie Europejskiej Agencji Obrony (EDA) dla sektora kosmicznego wzrosło wraz z wdrożeniem pierwszej Strategii Kosmicznej UE na rzecz Bezpieczeństwa i Obrony, w której rola EDA jest kluczowa. EDA, wraz z KE i ESA, koordynuje działania w zakresie krytycznych technologii kosmicznych i definiuje wymogi wojskowe (m.in. dla SSA i GOVSATCOM; „Forum Obrony w Przestrzeni Kosmicznej”⁴⁰). Zgodnie ze Strategią EDA identyfikuje potrzeby obronne państw członkowskich związane z przestrzenią kosmiczną⁴¹.

W ekosystemie funkcjonuje European Defence Fund (EDF) – główny instrument KE dla wspólnych projektów B+R w obronności, z budżetem 8 mld EUR na lata 2021–2027. Struktura EDF sprzyja długoterminowym partnerstwom. w 2022 r. na segment kosmiczny (m.in. responsive space, innowacyjne ISR z orbity, wczesne ostrzeżenie) przeznaczono 150 mln EUR. EDF, wraz z poprzednikami (Działania Przygotowawcze w zakresie Badań Obronnych (PADR) i Europejski Program Rozwoju Przemysłu Obronnego (EDIDP)) wskazano w Strategii jako narzędzie wzmacniania odporności infrastruktury kosmicznej i łańcuchów dostaw⁴².

Projekty badawcze EDA powstają w panelach technologicznych z udziałem resortów obrony, przemysłu i nauki; po stronie polskiej współpracę B+R z EDA koordynuje Departament Innowacji MON. Polska uczestniczy w kilkunastu projektach EDA (m.in. przeciwdziałanie IED, BSP, walka minowa, łączność, materiały wysokoenergetyczne, świadomość sytuacyjna na morzu, radiolokacja); finansowanie krajowych wykonawców pochodzi z budżetu MON na badania. Polskie podmioty biorą też udział w co najmniej 8 z 18 projektów PADR, co daje 6. miejsce wśród 29 państw europejskich.

Europejska Organizacja Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych (EUMETSAT).

EUMETSAT – międzyrządowa organizacja z siedzibą w Darmstadt zrzeszająca 30 państw członkowskich. Od 1986 r. zapewnia ciągłość europejskich satelitarnych obserwacji dla meteorologii i klimatologii. Wynosi, utrzymuje i eksploatuje system satelitów (geostacjonarne Meteosat-9/10/11, polarne MetOp w ramach IJPS z NOAA) oraz współprowadzi morskie misje Jason-3 i Jason-CS/Sentinel-6. Na zlecenie UE obsługuje komponent kosmiczny

Copernicus (m.in. Sentinel-3, Sentinel-6) we współpracy z ESA. Dane EUMETSAT są podstawą prognoz pogody i monitoringu klimatu/środowiska.

Polska od 1999 r. miała status współpracujący EUMETSAT, a od 2009 r. jest pełnoprawnym członkiem. Członkostwo w EUMETSAT daje Polsce prawo do operacyjnego i nieprzerwanego dostępu do danych satelitarnych na potrzeby osłony meteorologicznej, hydrologicznej oraz morskiej, a także do prowadzenia działań z zakresu osłony cywilnej i dóbr kultury. Współpraca obejmuje udział w organach EUMETSAT oraz programach badawczych, szkoleniowych i wsparcia technicznego. Instytucją wiodącą jest Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy IMGW-PIB, którego przedstawiciele zasiadają w ciałach doradczych; Instytut współkoordynuje też H-SAF (walidacja hydrologiczna produktów) w ramach sieci ośmiu Satelitarnych Centrów Aplikacyjnych.

Składka Polski zależy od PKB oraz udziału w realizowanych przez EUMETSAT programach obowiązkowych i opcjonalnych: Meteosat Transition Programme (MTP), Meteosat Second Generation (MSG), EUMETSAT Polar System, (EPS), programie związanym z konstrukcją satelitów geostacjonarnych trzeciej generacji MTG oraz EUMETSAT Polar System - Second Generation (EPS-SG)⁴³. Zgodnie z ostatnim raportem finansowym EUMETSAT, za rok 2023, wkład Polski wyniósł 12,769 mln EUR⁴⁴. Po ratyfikacji Protokołu o przywilejach i immunitetach EUMETSAT (2014) polskie firmy mogą startować w przetargach poprzez platformę EUMITS. W EUMETSAT nie ma zastosowania zasada geograficznego zwrotu, lecz ogólne zasady konkurencji obowiązujące w Unii Europejskiej. EUMETSAT wraz z ECMWF (Europejskie Centrum Średnioterminowych Prognoz Pogody) oraz Mercator Ocean zawarł z CloudFerro sp. z o.o. i Thales Alenia Space w kwietniu 2019 roku umowę na stworzenie piątej platformy DIAS – WEKEO, mającej na celu zapewnienie bezpłatnego, pełnego i nieograniczonego dostępu do danych i informacji z programu Copernicus⁴⁵. Kolejną umową podpisaną przez Cloudferro z EUMETSAT to umowa na usługę Cloud Computing Elasticity, która jest hybrydową infrastrukturą chmurową, mającą współpracować z istniejącymi już w EUMETSAT platformami usługowymi Big Data.⁴⁶

Grupa Wyszehradzka (V4)

Grupa Wyszehradzka, będąca nieformalną formą współpracy regionalnej czterech państw Europy Środkowej tj. Polski, Węgier, Czech oraz Słowacji powstała 15 lutego 1991 r. Grupa pełni rolę platformy do wymiany doświadczeń oraz wypracowywania wspólnych stanowisk w kwestiach kluczowych dla przyszłości regionu i całej Unii Europejskiej.⁴⁷

39 EUSPA, EU SST.

40 Wspólny Komunikat do Parlamentu Europejskiego i Rady Strategia kosmiczna UE na rzecz bezpieczeństwa i obrony, op.cit.

41 Rada Unii Europejskiej, 2023, s. 18.

42 Wspólny Komunikat do Parlamentu Europejskiego i Rady Strategia kosmiczna UE na rzecz bezpieczeństwa i obrony, op.cit.

43 NIK, 2020, s. 75.

44 EUMETSAT, 2023.

45 CloudFerro- WekEO.

46 Space24, 2022.

47 PAP, 2024.

Grupa Wyszehradzka ma istotne znaczenie dla kształtowania się współpracy w ramach sektora kosmicznego. Dowodem na to było podpisane 13 grudnia 2021 roku *Memorandum of Understanding* pomiędzy szefami rządów państw Grupy, w celu wzmocnienia współpracy w dziedzinie badań kosmicznych i pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Porozumienie zakłada wspieranie współpracy akademickiej, naukowej i przemysłowej w zakresie badań rozwoju oraz innowacji związanych z przestrzenią kosmiczną, wymianę doświadczeń, wsparcie tworzenia wspólnych konsorcjów w celu zwiększenia konkurencyjności przemysłu kosmicznego w międzynarodowych programach i przetargach kosmicznych. Porozumienie również dąży do możliwości uruchomienia wspólnych projektów kosmicznych i współpracy nad zwiększeniem widoczności Wyszehradzkiej współpracy w zakresie sektora kosmicznego poza Europę Środkową. Wzmocnienie współpracy między sektorami kosmicznymi państw należących do Grupy Wyszehradzkiej ma również na celu przyczynienie się do wzrostu oraz wzmocnienia przemysłu kosmicznego oraz zwiększeniu zarówno spójności jak i konkurencyjności Europy Środkowej w tym segmencie.⁴⁸

Europejskie Obserwatorium Południowe (ESO)

Polska jest członkiem ESO od 28 października 2014 r. (jako piętnasty sygnatariusz). Obsługę funkcji Oficera Łącznikowego ds. Przemysłu ESO zapewnia Polska Agencja Kosmiczna. ESO to międzyrządowa organizacja założona w 1962 r., wspierana przez 16 państw członkowskich oraz przez kraj goszczący, Chile, i partnerów strategicznych. Zrzesza ponad 750 pracowników z ponad 30 krajów.

Europejskie Obserwatorium Południowe umożliwia badania kosmosu przy użyciu naziemnych obserwatoriów zlokalizowanych na pustyni Atakama w Chile. ESO eksploatuje trzy ośrodki: La Silla, Paranal i Chajnantor. W budowie znajduje się Ekstremalnie Duży Teleskop (ELT) na Cerro Armazones, który zostanie włączony do Obserwatorium Paranal. W La Silla działają dwa wyjątkowo wydajne teleskopy klasy 4 m. Paranal mieści Bardzo Duży Teleskop (VLT) wraz z Interferometrem VLT (VLTI) oraz teleskopy przeglądowe, takie jak VISTA. W przyszłości kompleks Paranal będzie także siedzibą Cherenkov Telescope Array (CTA) South, największego i najbardziej czułego obserwatorium promieniowania gamma.

Europejski Instytut Polityki Kosmicznej (ESPI)

Podczas 74 Międzynarodowego Kongresu Astronautycznego w Mediolanie Polska Agencja Kosmiczna dołączyła do grona członków Europejskiego Instytutu Polityki Kosmicznej, który obecnie wspierany jest i finansowany przez dwóch członków założycieli oraz 21 członków zwyczajnych. Instytut jest niezależnym think-tankiem ds. przestrzeni kosmicznej i został założony w 2003 roku przez Europejską Agencję Kosmiczną oraz Austriacką Agencję Kosmiczną

z siedzibą w Wiedniu – Austrii. Członkostwo w ESPI może uzyskać agencja krajowa, firma prywatna czy organizacja międzynarodowa. Instytut działa jako niezależna platforma do opracowywania strategii oraz stanowisk, dostarczając informacji na temat średnio i długoterminowych kwestii związanych z europejską działalnością kosmiczną.⁴⁹

Przystępując do ESPI, Polska uznała istotne znaczenie polityki kosmicznej, podejmowanie nowych wyzwań, diagnozowanie obecnych trendów i wskazywanie przyszłych rozwiązań. Członkostwo w ESPI to zatem według Vice-Prezesa POLSY Marcina Mazura to krok w świat możliwości, w którym współpraca sprzyja kreatywności, tworzenie sieci kontaktów buduje relacje, a wspólne cele prowadzą do wspólnego europejskiego sukcesu. Głównym celem Polski w ramach tego członkostwa jest stać się aktywnym członkiem europejskiego ekosystemu kosmicznego i stworzyć potężną sieć, która przekształca aspiracje w osiągnięcia.

„Członkostwo POLSA w ESPI stanowi ważny krok w budowaniu zróżnicowanej bazy członków ESPI na kontynencie europejskim, zapewniając zrównoważony zestaw perspektyw w Zgromadzeniu Ogólnym ESPI. Rosnące ambicje Polski w dziedzinie przestrzeni kosmicznej, zwłaszcza w zakresie wspierania krytycznych wyzwań polityki publicznej wykraczających poza przestrzeń kosmiczną, takich jak bezpieczeństwo i obrona, mogą stymulować dynamikę polityki w całej Europie, zwiększać europejskie ambicje i napędzać Europę, aby stała się pełnoprawną potęgą kosmiczną i zaufanym partnerem na arenie globalnej.” Tomas Horozensky, Senior Researcher ESPI.

Współpraca bilateralna

Polska, działając przez Polską Agencję Kosmiczną współpracuje z agencjami narodowymi krajów europejskich i pozaeuropejskich, a także konsoliduje interesariuszy polskiego sektora kosmicznego.

Luksemburg

W dniu 12 października 2018 r. Wielkie Księstwo Luksemburga i Rzeczpospolita Polska podpisały *Memorandum of Understanding (MoU)*⁵⁰, ze szczególnym naciskiem na eksplorację i wykorzystanie zasobów kosmicznych. Pięcioletnie porozumienie obejmowało wymianę informacji i ekspertyz w obszarach polityki, prawa, regulacji oraz technologii kosmicznych.

Strony uzgodniły regularną wymianę informacji o zasobach kosmicznych oraz promowanie dialogu z państwami członkowskimi ONZ w celu doprecyzowania i zwiększenia przejrzystości międzynarodowych ram prawnych, a także zachęcania inwestycji i innowacji. Luksemburg zawarł podobne porozumienia m.in. z Portugalią, Czechami, Japonią,

⁴⁸ V4, PMs sign MoU on enhancing space cooperation.

⁴⁹ UNOOSA, ESPI.

⁵⁰ Ambasada Luksemburga w Warszawie.



Chinami i ZEA, rozwijając sieć współpracy w tym zakresie.

W związku z powyższym porozumieniem, sygnatariusz po stronie Luksemburga, wicepremier i minister gospodarki, Étienne Schneider oświadczył: „*Zarówno gospodarka Luksemburga, jak i Polski należą do najbardziej dynamicznych i najszybciej rozwijających się w Europie. Duże firmy z branży przemysłowej prowadzą działalność w obu naszych krajach. SES posiada swoją regionalną siedzibę na Europę Środkowo-Wschodnią w Warszawie. Opierając się na tych więzach gospodarczych, umowa ta będzie dalej wspierać współpracę na poziomie dwustronnym i wielostronnym w celu wspólnego postępu wraz z innymi krajami w zakresie przyszłego systemu zarządzania i globalnych ram regulacyjnych dotyczących wykorzystania zasobów kosmicznych.*”⁵¹

Stany Zjednoczone

24 października 2019 r., podczas 70. Międzynarodowego Kongresu Astronautycznego w Waszyngtonie, prezes POLSA Michał Szaniawski i administrator NASA James Bridenstine podpisali Joint Statement on Cooperation in Space Exploration⁵². Deklaracja miała przełomowy charakter: sformalizowała ramy współpracy roboczej i otworzyła drogę do ewentualnych rozmów na szczeblu międzyrządowym, obejmujących koordynację działań w eksploracji kosmosu oraz wspólne, wzajemnie korzystne przedsięwzięcia.

Kolejny krok nastąpił 19 kwietnia 2023 r. na Space Symposium 38 w Colorado Springs. USSPACECOM, MON i POLSA zawarły porozumienie o wymianie informacji SSA, podpisane przez gen. Jamesa Dickinsona, gen. broni Piotra A. Błazusza i prezesa POLSA prof. Grzegorza Wrochnę. USSPACECOM zwiększa bezpieczeństwo, ochronę, stabilność a także zrównoważony charakter lotów kosmicznych. USSPACECOM posiada ponad 170 umów o wymianie informacji sytuacyjnych w przestrzeni kosmicznej z partnerami zarówno z sektora komercyjnego, środowisk akademickich jak i agencji zagranicznych i międzynarodowych. Równolegle wzrost polskiej składki do ESA podniósł rozpoznawalność i ocenę potencjału naszego rynku. U.S. Commercial Service rekomendowała amerykańskim firmom uważne śledzenie nowych projektów oraz możliwości kooperacji w Polsce

Na szczególną uwagę należy zwrócić współpracę z amerykańską firmą Axiom Space. W 2025 r. POLSA wraz z Axiom zrealizowały misję Ax-4 na ISS z udziałem polskiego astronauty Sławosza Uznańskiego. Start nastąpił 25 czerwca 2025 r. z LC-39A na Cape Canaveral, a kapsuła Dragon zamocowała do stacji następnego dnia. Powrót na Ziemię nastąpił 15 lipca 2025 r. po kilkunastu dniach badań w mikrogravitacji na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej. Jak podkreśla kierownictwo Axiom, udział Polski w misji na ISS wzmacnia europejską sieć państw korzystających z mikro-

gravitacji i pozycjonuje region w segmencie komercyjnych lotów kosmicznych. Podczas 75. IAC w Mediolanie POLSA i Axiom zawarły kolejne porozumienie o długoterminowej współpracy w rozwoju technologii, badaniach mikrogravitacyjnych⁵³ i wsparciu polskiego ekosystemu startupów, co ma zapewnić w przyszłości szerszy dostęp krajowych podmiotów do infrastruktury i usług na orbicie⁵⁴.

Ukraina

Podpisanie w 2015 roku MoU w dziedzinie badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej do celów pokojowych, między Państwową Agencją Kosmiczną Ukrainy a Polską Agencją Kosmiczną stworzyło fundamenty pod współpracę tych obu krajów w zakresie sektora kosmicznego. Celem podpisania dokumentu było zapewnienie współpracy między ukraińskimi oraz polskimi przedsiębiorstwami oraz instytucjami w zakresie działalności kosmicznej. W memorandum zostały uzgodnione obiecujące obszary rozwoju ukraińsko-polskiej współpracy w przestrzeni kosmicznej, w tym badania kosmiczne, teledetekcja Ziemi, możliwości współpracy dwustronnej w kontekście członkostwa Rzeczypospolitej Polskiej w Europejskiej Agencji Kosmicznej, współpraca w ramach programu Unii Europejskiej Horyzont 2020, utworzenie wspólnej grupy roboczej ds. przestrzeni kosmicznej w ramach Międzyrządowej Ukraińsko-Polskiej Komisji ds. Handlu i Współpracy Gospodarczej, a także możliwości tworzenia wspólnych przedsięwzięć kosmicznych.⁵⁵

Współpraca w obszarze sektora kosmicznego jest kontynuowana także po wybuchu wojny w Ukrainie. W latach 2022 i 2023 Polska zakupiła i przekazała Ukrainie prawie 20 000 terminali systemu łączności satelitarnej Starlink (w ramach pożyczki). Polska pokryła opłaty abonamentowe, a wsparcie jest kontynuowane w 2024 roku. W roku 2024 Ukraina i Polska uzgodniły dalsze kroki w celu realizacji wspólnych projektów kosmicznych. W konsekwencji spotkania ukraińsko-polskiej grupy roboczej ds. wykorzystania przestrzeni kosmicznej ukraińsko-polskiej międzyrządowej komisji ds. współpracy gospodarczej dotyczącego w zakresie teledetekcji Ziemi, wynoszenia satelitów na orbitę oraz możliwości budowy wspólnego nośnika raketowego, zawarto w dniu 8 lipca 2024 roku umowę o współpracy w dziedzinie bezpieczeństwa pomiędzy Ukrainą a Rzeczypospolitą Polską. Zgodnie z umową: „uznając strategiczne znaczenie przemysłu kosmicznego, uczestnicy nadadzą priorytet opracowywaniu projektów we wspólnie uzgodnionych obszarach działalności kosmicznej w oparciu o prace przeprowadzone do tej pory przez odpowiednie agencje kosmiczne.” Uzgodniono również, że obydwa Państwa „będą dążyć do wzmocnienia wysiłków na rzecz zmniejszenia istniejących barier dla współpracy przemysłowej, w tym w ramach przemysłu kosmicznego, przy jednoczesnym uwzględnieniu ogólnej sytuacji w zakresie bezpieczeństwa i uzasadnionych interesów ich branż, w tym poprzez ocenę najlepszych

51 The Luxembourg Government, 2018.

52 SpaceWatch.Global, 2019.

53 Tamże.

54 Odpowiedź na Interpelację nr 3064 Posła Pana Daniela Milewskiego w sprawie współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną; Znak pisma DIP-V.054.1.2024 r.

55 State Space Agency of Ukraine, 2022.

opcji lokalizacji produkcji w Ukrainie lub Polsce, a także poprzez zbadanie możliwości wspólnej produkcji.” Polska potwierdziła także swoje poparcie dla członkostwa Ukrainy w Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA).

Chiny

Przedmiotem porozumień podpisanych w 2016 roku przez rządy Polski i Chin była współpraca między Polską a Chinami w dziedzinie eksploracji kosmosu i pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej, a także współpraca między uczelniami wyższymi.⁵⁶

Podczas wizyty Prezydenta Chińskiej Republiki Ludowej Xi Jinpinga w Polsce, reprezentanci Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA) oraz chińskiej Narodowej Agencji Kosmicznej (CNSA) podpisali porozumienie w zakresie współpracy w dziedzinie eksploracji przestrzeni kosmicznej i wykorzystania przestrzeni kosmicznej do celów pokojowych. Porozumienie zapewnia ramy organizacyjne i narzędzia, które umożliwiają agencjom współpracę w tym zakresie. Współpraca ma obejmować badania kosmiczne (w tym astrofizykę i badania Układu Słonecznego), rozwój technologii kosmicznych w obszarach telekomunikacji, narzędzi naukowych i infrastruktury kosmicznej oraz wymianę i wykorzystanie danych satelitarnych do rozwoju nauk o Ziemi, obserwacji, monitorowania zmian klimatycznych i środowiska. Zgodnie z umową, ułatwieniom ma zostać poddane m.in. planowanie i realizacja wspólnych projektów kosmicznych, programy wymiany i szkolenia personelu, wymiana sprzętu, wyników eksperymentów i informacji naukowej, dokumentacji, danych a także organizacja sympozjów naukowych i warsztatów. Ponadto, w celu stworzenia przyjaznego środowiska dla wspólnych projektów, oba kraje mogą rozwijać i promować współpracę między swoimi organizacjami, instytucjami oraz firmami a także wspierać tworzenie wspólnych ośrodków badawczych i laboratoriów.⁵⁷

Do dotychczasowych, polsko-chińskich wspólnych przedsięwzięć w tym zakresie należy m.in. udane wyniesienie 19 sierpnia 2014 r., polskiego satelity BRITE PL-Heweliusz przez chińską rakietę Długi Marsz 4B.⁵⁸

Ponadto podczas wizyty Prezydenta Chin, podpisana została umowa o wzajemnym uznawaniu dyplomów i tytułów zawodowych w szkolnictwie wyższym, która ma na celu ułatwienie współpracy i wymiany, co również ma wpływ na kierunki specjalizujące się w szeroko pojętym sektorze kosmicznym. Zdecydowanie wzmacnia ona mobilność studentów i rozwój edukacji w ramach partnerstwa międzynarodowego.

Rwanda

Porozumienie pomiędzy Rwandyjską Agencją Kosmiczną a Polską Agencją Kosmiczną zostało podpisane 26 lutego

2024 roku w celu zwiększenie partnerstwa między krajami w dziedzinie technologii kosmicznych. Założenia MoU dotyczą głównie wsparcia współpracy między agencyjnej w celu zwiększenia zdolności w zakresie technologii kosmicznych, za pomocą instrumentów ułatwiających transfer wiedzy i promujących inicjatywy dostosowane do potrzeb badawczo rozwojowych, między przemysłem a środowiskiem akademickim. Jak podkreślił Pułkownik Francis Ngabo współpraca z Polskim sektorem kosmicznym otwiera unikalne możliwości zarówno dla wymiany wiedzy jak i wspólnych inicjatyw w celu przyspieszenie powstającego sektora kosmicznego Rwandy.⁵⁹

Inne porozumienia

Ponadto Polska Agencja kosmiczna podpisała szereg umów dwustronnych z innymi agencjami kosmicznymi, a w tym z:

- **Memorandum o zawarciu porozumienia między Francuską Agencją Kosmiczną (CNES)** na rzecz wzmocnienia współpracy w zakresie działań kosmicznych (12. 03. 2015 r.);
- **Memorandum o Porozumieniu z Brazylijską Agencją Kosmiczną (AEB)** dotyczącą współpracy w zakresie działań w przestrzeni kosmicznej w celach pokojowych (2015 r.);
- **Deklarację intencyjną z Włoską Agencją Kosmiczną (ASI)** dotyczącą współpracy w zakresie działań w przestrzeni kosmicznej w celach pokojowych (16.06. 2016 r.);
- **Memorandum o Porozumieniu z Chińską Narodową Agencją Kosmiczną (CNSA)** dotyczące współpracy w zakresie eksploracji kosmosu i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w celach pokojowych (20. 06. 2016 r.);
- **Porozumienie z Meksykańską Agencją Kosmiczną** – 26 kwietnia 2017 roku - POLSA podpisała porozumienie o współpracy z Meksykańską Agencją Kosmiczną. Celem porozumienia jest nawiązanie współpracy w obszarze zarządzania danymi satelitarnymi (w tym m.in. rozbudowy infrastruktury naziemnej oraz wykorzystania danych w administracji państwowej) oraz wymiany informacji dotyczących technologii komunikacyjnych i obserwacji Ziemi. Trzy potencjalne kierunki wspólnych przedsięwzięć PAK i AEM dotyczą budowy i rozwoju małych satelitów, monitorowania zanieczyszczenia atmosfery oraz wspólnych projektów naukowych związanych m.in. z badaniami pogody kosmicznej.
- **List intencyjny z Agencją Kosmiczną Izraela (ISA)** w sprawie wzmocnionej współpracy w przestrzeni kosmicznej (20. 06. 2018 r.);
- **List intencyjny między POLSA a Stanami Zjednoczonymi o współpracy kosmicznej** (ang. Joint Statement Agreement on Cooperation in Space

⁵⁶ Prawo.pl, 2016.

⁵⁷ Tamże.

⁵⁸ Tamże.

⁵⁹ Spacewatch.global, 2024.

Exploration, 24. 10. 2019 r.).

- **Porozumienie z Argentyńską agencją CONAE – 13** kwietnia 2022 br. POLSA podpisała porozumienie z Argentyńską Agencją Kosmiczną CONAE. Porozumienie reguluje wstępne warunki współpracy pomiędzy polskim a argentyńskim sektorem kosmicznym. Jego celem jest umożliwienie wymiany informacji i koordynacji działań obu agencji dzięki czemu polskie i argentyńskie firmy będą mogły realizować wspólne projekty.
- **Porozumienie z Azerkosmos (Azerbejdżańska Agencja Kosmiczna) – październik 2023 rok** Podczas IAC w Baku POLSA podpisała porozumienie o współpracy z Azercosmos – agencją kosmiczną Azerbejdżanu w zakresie pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Przewiduje ono m.in. utworzenie wspólnych grup roboczych w obszarze budowy i rozwoju stacji naziemnych oraz organizację Dni Przemysłu Kosmicznego w Polsce i w Azerbejdżanie.

Promowanie współpracy międzynarodowej pomiędzy przedsiębiorcami

Jak wynika z analizy przeprowadzonej w poprzednich sekcjach niniejszego Rozdziału współpraca międzynarodowa prowadzona na różnych poziomach (międzynarodowym, regionalnym i bilateralnym) ma zarówno wymiar publiczny, jak i prywatny, a obydwa te konteksty przyczyniają się do rozwoju polskiego sektora kosmicznego. Współpraca instytucjonalna polskiej administracji rządowej, nawet jeżeli tylko pośrednio, prowadzi do ułatwienia pozyskiwania kontraktów przez polskie firmy kosmiczne. Podobnemu celowi służą także inicjatywy wspomagające współpracę międzynarodową bezpośrednio pomiędzy podmiotami prywatnymi. Inicjatywy te podejmowane są przez podmioty publiczne, przede wszystkim przez POLSE, a także przez organizacje branżowe, tj. przede wszystkim przez ZPSK.

POLSA, w ramach swych kompetencji wynikających z ustawy o Polskiej Agencji Kosmicznej, art. 3 ust. 1 pkt 12) ("podejmowanie oraz wspieranie działań na arenie międzyarodo-

wej na rzecz promocji polskiej gospodarki i myśli naukowej w dziedzinie użytkowania przestrzeni kosmicznej") organizuje różnego rodzaju misje gospodarcze, w których udział biorą polscy przedsiębiorcy sektora kosmicznego.

Podobnie ZPSK organizuje spotkania z partnerami w kraju i za granicą, co pomaga przedsiębiorcom nawiązywać relacje z zagranicznymi firmami oraz uczestniczyć w ponadnarodowych projektach.

Podmioty polskiego sektora kosmicznego angażują się w różnorodne współprace międzynarodowe. Polega to jednak w przeważającej mierze na pozostawaniu w roli podwykonawcy. W mniejszym stopniu występują partnerstwa pomiędzy podmiotami z innych państw.

Taki obraz potwierdzają także publikacje branżowe, takie jak Raport branżowy za rok 2024 opublikowany przez ZPSK. Pokazuje one, że członkowie ZPSK (ponad 60 firm na rok 2024) działają w roli dostawców rozwiązań w ponad 95 różnych misjach kosmicznych, satelity BRITE, STAR VIBE, Intuition-1, EagleEye, stworzenie i utrzymanie chmury danych CreoDIAS, dostarczenie instrumentów optycznych na satelity PIAST, dostarczenie instrumentów naukowych m.in. dla misji JUICE, ATHENA, InSight, Rosetta czy Proba-3, budowę platform satelitarnych, organizację zawodów European Rover Challenge. Ponad 90% członków ZPSK zadeklarowało w 2024 roku współpracę z partnerami międzynarodowymi.

Analiza przeprowadzonych wywiadów branżowych wskazuje na silną dominację Europejskiej Agencji Kosmicznej jako głównego partnera międzynarodowego. Ta koncentracja na ESA ma zarówno pozytywne, jak i negatywne implikacje. Z jednej strony zapewnia dostęp do zaawansowanych projektów i stabilnego finansowania, z drugiej może prowadzić do nadmiernej zależności od jednego partnera instytucjonalnego. Z odpowiedzi wynika jednak także, że współpraca międzynarodowa poza ESA jest niewystarczająca. Zamówienia komercyjne z zagranicy są określane jako „rzadkie” „na niskie kwoty”. Polskie firmy działają jako podwykonawcy dla firm europejskich, co sugeruje jednak pewien stopień integracji z międzynarodowymi łańcuchami dostaw.

Podsumowanie

Współpraca międzynarodowa w domenie kosmicznej jest kluczowa dla pozycji sektora kosmicznego danego państwa. Współpraca ta ma znaczenie zarówno na poziomie rządowym, jak i na poziomie prywatnym. Brak ustawodawstwa kosmicznego regulującego kwestię licencjonowania i nadzoru, a w tym także krajowego rejestru obiektów kosmicznych oznacza, że Polska nie wykonuje swoich zobowiązań wynikających z Traktatu o Przestrzeni Kosmicznej. Polska jest aktywna w obszarze współpracy międzynarodowej i jest to jedyny obszar wskaźników uznanych za zrealizowane w ramach Polskiej Strategii Kosmicznej. Decyzja o zwiększeniu składki Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej przynosi efekty nie tylko w zakresie pozycji Polski w ESA, ale już ma i może mieć dalej idące skutki. Polska zaczyna być postrzegana jako państwo angażujące istotne środki w sektor kosmiczny, a tym samym jako wiarygodny partner w nowej erze kosmicznej. Współpraca międzynarodowa powinna być ważną częścią zrewidowanej strategii kosmicznej oraz Krajowego Programu Kosmicznego. Nacisk powinien być położony nie tylko na utrzymanie przez Polskę statusu podwykonawcy, ale aktywną współpracę promującą partnerstwa w sferach, w których Polski sektor kosmiczny ma szansę na uzyskanie pozycji partnera lub lidera.

Perspektywy rozwoju w latach 2024 – 2030

Rozdział niniejszy zawiera analizę perspektyw rozwoju polskiego sektora kosmicznego w latach 2024-2030. W szczególności zawarto opracowanie globalnych tendencji i kierunków rozwoju w sektorze kosmicznym, w kontekście umiejscowienia Polski, oraz przeanalizowano podstawowe szanse i zagrożenia. Ponadto dokonano analizy optymalizacyjnej kondycji krajowego przemysłu kosmicznego, likwidacji barier rozwoju polskiego sektora kosmicznego, a także wpływu polityki państwa na rozwój polskiego sektora kosmicznego. Ostatnia część rozdziału pokazuje szanse rozwojowe polskiego sektora kosmicznego w kontekście polityki finansowania sektora kosmicznego. Zakresem analizy objęto także wpływ krajowego prawa (kosmicznego) na perspektywy rozwoju sektora kosmicznego.

Globalne tendencje i kierunki rozwoju w sektorze kosmicznym (umiejscowienie Polski)

Globalne tendencje rozwoju rynku kosmicznego są kształtowane przez rywalizację między Stanami Zjednoczonymi a Chinami. O ile XX wiek charakteryzował się wyścigiem kosmicznym między USA a ZSRR, obecnie główna oś konkurencji przebiega między USA a Chinami. Chiny, które z sukcesem przeprowadziły lądowanie na Księżycu i zarządzają stacją kosmiczną Tiangong, planują wysłanie własnych astronautów na Księżyc do 2030 roku. W 2023 roku kraj ten przeprowadził 67 startów raketowych, wykorzystując technologie inspirowane rozwiązaniami SpaceX.

Stany Zjednoczone odpowiadają na te działania poprzez program Artemis, którego celem jest powrót astronautów na Księżyc i ustanowienie tam stałej obecności. Pentagon modernizuje infrastrukturę kosmiczną, a Space Development Agency (SDA) realizuje program budowy 370 satelitów nowej generacji. US Space Force rozwija zaawansowane systemy satelitarne, wzmacniając zdolności w zakresie komunikacji i nawigacji.

Ze względu na ograniczenia budżetowe, NASA zwiększa współpracę z sektorem prywatnym, angażując zarówno tradycyjne firmy aerospace, jak i nowych graczy, takich jak SpaceX czy Blue Origin. Ta współpraca, choć korzystna, rodzi pytania o potencjalną konkurencję między sektorem publicznym a prywatnym w realizacji misji kosmicznych.

W tym globalnym kontekście Polska rozwija własny sektor kosmiczny, koncentrując się na specjalizacji w obszarze małych satelitów i technologii obserwacji Ziemi. Polskie firmy, takie jak Creotech Instruments, SatRevolution, ScanWay czy KpLabs, próbują wypłynąć na międzynarodowe rynki, uczestnicząc w globalnym wyścigu kosmicznym. Członkostwo Polski w Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) oraz współpraca z NASA otwierają możliwości udziału w międzynarodowych projektach kosmicznych. Polski

sektor kosmiczny, choć nie dorównuje skali amerykańskiej czy chińskiej, rozwija się dynamicznie, a krajowe firmy i instytucje badawcze coraz częściej uczestniczą w globalnych łańcuchach dostaw dla przemysłu kosmicznego.

Analiza, przeprowadzona przez Światowe Forum Ekonomiczne i McKinsey & Company, przy udziale ponad 60 ekspertów z całego świata, ujawnia kilka kluczowych trendów rozwojowych. Raport prezentuje transformacyjną wizję rozwoju gospodarki kosmicznej do 2035 roku, podkreślając, jak technologia kosmiczna staje się głęboko zintegrowana z naszym codziennym życiem, wykraczając daleko poza tradycyjne zastosowania sektora aerospace.

Przewiduje się, że gospodarka kosmiczna doświadczy niezwykłego wzrostu, rozszerzając się z 630 miliardów dolarów w 2023 roku do 1,8 biliona dolarów do 2035 roku, przy rocznym tempie wzrostu na poziomie 9%, które przewyższa globalny PKB. Ten wzrost jest napędzany przez cztery główne czynniki: dramatycznie zredukowane koszty wystrzeliwania (dziesięciokrotny spadek w ciągu dwóch dekad), ciągłe innowacje komercyjne w zakresie komponentów i oprogramowania, dywersyfikację inwestycji i zastosowań, oraz zwiększoną świadomość kulturową i entuzjazm wobec rozwoju związanego z przestrzenią kosmiczną.

Wpływ tych trendów widać również w polskim sektorze kosmicznym. Zredukowane koszty wystrzelenia pozwalają na uwzględnienie tych kosztów w krajowych projektach badawczo rozwojowych. Wysłanie satelity EagleEye Creotech Instruments, czy też misji Intuition-1 KPLabs², było możliwe, dzięki niższemu kosztowi wyniesienia. Rozwój nowych platform satelitarnych na niskiej orbicie ziemskiej (LEO), jest możliwy dzięki intensywnemu rozwojowi komponentów, które są w stanie przetrwać warunki na LEO. Satelity, które były w ostatnich latach wysłane przez polskie podmioty, jest to dowód na obecność trendów światowych na polskim rynku, czyli zwiększona świadomość technologiczna, kulturową oraz ogromne pokłady entuzjazmu

To, co czyni zmianę modelu biznesowego, opartego na kontraktach instytucjonalnych na komercyjne, szczególnie znaczącą, to sposób, w jaki przekształca ona inne gałęzie przemysłu. Pięć sektorów – łańcuch dostaw i transport, żywność i napoje, obronność, handel detaliczny/dobra konsumpcyjne oraz komunikacja cyfrowa – ma wygenerować ponad 60% wzrost gospodarki kosmicznej. Raport podkreśla, że tradycyjne firmy kosmiczne zobaczą spadek swojego udziału w rynku, podczas gdy nietradycyjni gracze, tacy jak usługi przewozu osób, będą coraz częściej wykorzystywać technologie oparte na przestrzeni kosmicznej.³

Jak wskazują eksperci, optymistyczny scenariusz sugeruje, że gospodarka kosmiczna mogłaby osiągnąć 2,3 biliona

1 Wyman, 2024; World Economic Forum, 2024; PWC, 2024; ESA, 2024.

2 KPLabs, Projekty.

3 PWC, 2024.

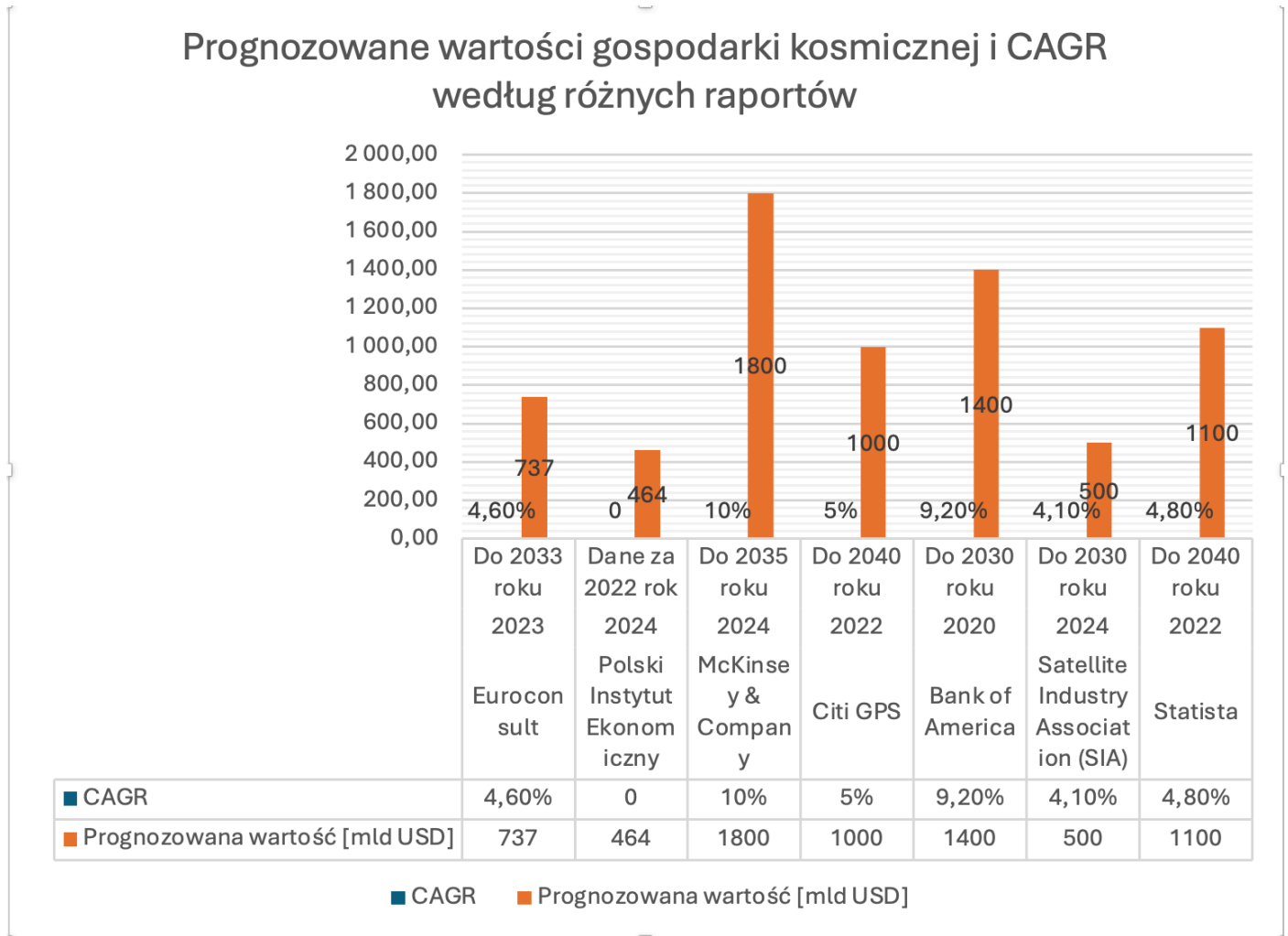


dolarów do 2035 roku przy lepszym dostępie do danych kosmicznych i zredukowanych kosztach wejścia.⁴ Jednak bardziej konserwatywne szacunki wskazują na 1,4 biliona dolarów w przypadku ograniczonego dostępu lub konkurencyjnych technologii naziemnych. Kluczem do maksymalizacji tych możliwości jest współpraca między sektorami publicznym i prywatnym, wysiłki standaryzacyjne i poprawa dostępności.⁵

Poza czystymi korzyściami ekonomicznymi, należy pod-

dekady rozwoju sektora kosmicznego pokazują, że podlega on cyklom życia, które mocno związane są koniunkturami geopolitycznymi. Od początku dwudziestego pierwszego wieku, gospodarka kosmiczna stara się uniezależnić od trendów politycznych, poprzez skupienie się działalności komercyjnej. W gospodarce pojawiają się nowe rozwiązania technologiczne, wykorzystujące szerokopasmowy Internet z wykorzystaniem infrastruktury satelitarnej. Technologia ta może wedrzeć się bardzo szybko do codziennego użytku, a jej rozprzestrzenianie się będzie limitowała ludzka

Rys. 21. Prognozowane wartości gospodarki kosmicznej i CAGR (w mld USD)



Źródło: opracowanie własne autorów na podstawie raportów eksperckich.⁷⁵

kreślić kluczową rolę technologii kosmicznej w rozwiązywaniu globalnych wyzwań, od ostrzegania przed klęskami żywiołowymi po monitoring klimatu i pomoc humanitarną. Sugeruje to, że inwestycje w technologię kosmiczną nie dotyczą tylko zwrotów finansowych – chodzi o tworzenie narzędzi i możliwości, które mogą pomóc rozwiązać niektóre z najpilniejszych wyzwań ludzkości.

Podstawowe szanse i zagrożenia

wyobraźnia. Gospodarka kosmiczna przechodzi od modelu zdominowanego przez tradycyjne zastosowania aerospace w kierunku szerokiego ekosystemu usług i zastosowań w różnych sektorach gospodarki. Ten trend transformacji sugeruje, że technologie kosmiczne stają się fundamentalnym elementem infrastruktury wielu branż, a nie tylko specjalistycznym sektorem technologicznym.

Prawa fizyki oraz ekonomii wydają się być niezmiennie.

⁴ Oliver Wyman, 2024.

⁵ Euroconsult, 2023; Kukołowicz et al., 2024; McKinsey, 2024; Citigroup, 2022; New Space Economy 2023; SIA, 2023; Statista, 2023.

Zatem komercyjny rynek kosmiczny będzie borykał się z wyzwaniami technologicznymi oraz koniecznym pokryciem finansowym tych inwestycji. Wyzwania te rozumiane jako szanse i zagrożenia, poddawane są wpływom otoczenia danego sektora kosmicznego, który osadzony jest w zmiennych warunkach makroekonomicznych.

Główne szanse rozwojowe wiążą się przede wszystkim z postępem technologicznym. Znaczący spadek kosztów wynoszenia ładunków w kosmos, który w ostatnich dwóch dekadach zmniejszył się dziesięciokrotnie, otwiera drogę dla nowych podmiotów komercyjnych. Miniaturyzacja

nia. Rosnąca liczba obiektów na orbicie okołoziemskiej zwiększa ryzyko kolizji i generowania kolejnych śmieci kosmicznych. Pojawia się też konkurencja ze strony alternatywnych technologii naziemnych, które w niektórych zastosowaniach mogą okazać się bardziej efektywne kosztowo.

Nie można również pominąć aspektów geopolitycznych. Przestrzeń kosmiczna staje się areną rywalizacji międzynarodowej, co rodzi obawy o jej militaryzację. Brak kompleksowych regulacji międzynarodowych dotyczących wykorzystania przestrzeni kosmicznej stanowi dodatkowe źródło

Tabela 7. Główne szanse i zagrożenia rozwoju sektora kosmicznego w Polsce.

Szanse	Zagrożenia
<ul style="list-style-type: none">• Znaczący wzrost sektora kosmicznego - prognozowany rozwój z 630 mld USD w 2023 do 1,8 bln USD w 2035 (średnioroczne tempo wzrostu 9%).• Dziesięciokrotny spadek kosztów wynoszenia ładunków w kosmos w ostatnich dwóch dekadach.• Rozwój zastosowań komercyjnych w transporcie, logistyce i handlu detalicznym.• Nowe możliwości biznesowe w zakresie infrastruktury satelitarnej, jej serwisowania i utrzymania.• Rosnący rynek usług opartych na danych satelitarnych.• Rozwój systemów nawigacji satelitarnej dla autonomicznych pojazdów.• Możliwość świadczenia usług internetowych w rejonach pozbawionych tradycyjnej infrastruktury telekomunikacyjnej.	<ul style="list-style-type: none">• Konkurencja ze strony alternatywnych technologii naziemnych wywierających presję na obniżenie cen usług i infrastruktury satelitarnej• Rosnące ryzyko kolizji i generowania śmieci kosmicznych na orbicie okołoziemskiej• Możliwa reglamentacja działań komercyjnych ze względu na strategiczny charakter branży• Brak kompleksowych regulacji międzynarodowych dotyczących wykorzystania przestrzeni kosmicznej• Silne wpływy geopolityczne i postępująca militaryzacja przestrzeni kosmicznej• Stale, silna rola administracji państwowej w definiowaniu sektora kosmicznego w Polsce. Oddziaływanie to jest niezwykle widoczne podziałki na programy opcjonalne do ESA.• Duża konkurencja na rynku europejskim, szczególnie ze strony doświadczonych podmiotów z Europy wschodniej.

Źródło: opracowanie własne autorów.

ryzacja komponentów satelitarnych oraz rozwój technologii obserwacji Ziemi umożliwiają tworzenie coraz bardziej zaawansowanych i jednocześnie tańszych systemów kosmicznych.

Szczególnie obiecujący jest rozwój zastosowań komercyjnych. Dane satelitarne znajdują coraz szersze wykorzystanie w transporcie, logistyce i handlu detalicznym. Systemy nawigacji satelitarnej stają się kluczowe dla rozwoju autonomicznych pojazdów, a Internet satelitarne może zapewnić łączność w rejonach pozbawionych tradycyjnej infrastruktury telekomunikacyjnej.

Transformacji towarzyszą również poważne wyzwania

niepewności.

Kluczem do wykorzystania potencjału gospodarki kosmicznej będzie efektywna współpraca międzynarodowa oraz partnerstwo sektora publicznego i prywatnego. Niezbędne jest wypracowanie globalnych standardów bezpieczeństwa i zasad zrównoważonego rozwoju sektora kosmicznego. Tylko takie podejście pozwoli w pełni wykorzystać szanse przy jednoczesnej minimalizacji zagrożeń związanych z ekspansją działalności człowieka w kosmosie.

Szanse i zagrożenia w rozwoju sektora kosmicznego powiązane są od początku XXI wieku z gospodarką globalną. Przełomową zmianą jest powiązanie innych sektorów z sek-



torem kosmicznym. Produkty i usługi z innych sektorów posiadają przewagę konkurencyjne bazujące na funkcjonalnościach, które może zaoferować tylko sektor kosmiczny. Nowy trend na rynku motoryzacji, jakim jest pojazd definiowany oprogramowaniem (*software defined vehicle*), nie jest możliwy bez stałego łącza z Internetem oraz lokalizacji w czasie rzeczywistym. Rozwój rynku usług taksówkarskich w ostatnich latach zmienił się całkowicie. Klient oraz kierowca mają możliwość bezpośredniego łączenia, udostępniania lokalizacji, śledzenia trasy przejazdu i szacowania czasu dojazdu. Zmiana ta bez rozwoju precyzyjnych systemów lokalizacji oraz oprogramowania, nie byłaby możliwa. Podobnie jak nowoczesna infrastruktura dla autonomicznych pojazdów nie będzie możliwa, bez dokładnego pomiaru czasu, czyli systemu nawigacji satelitarnej.

Wszystkie powyższe punkty definiują szanse biznesowe. Szanse te powstają po stronie zapewnienia odpowiedniej infrastruktury satelitarnej, serwisu i utrzymania tej infrastruktury, odbioru danych, analizy danych etc. Dzięki dostępności powstają nowe obszary i nisze gospodarcze w postaci innowacyjnych usług, jak również poprawy życia i funkcjonowania społeczeństw.

Warto podkreślić, że gospodarka kosmiczna wchodzi w fazę transformacji z modelu zdominowanego przez instytucje państwowe w kierunku większego udziału podmiotów komercyjnych i szerszego wykorzystania technologii kosmicznych w różnych sektorach gospodarki.

Polska ma swój udział w tym procesie i trendy globalne są w kraju nad wyraz widoczne. W sektorze obserwacji Ziemi Creotech Instruments stanowi doskonały przykład tej transformacji. Firma obecnie rozwinęła własną platformę satelitarną EagleEye na potrzeby komercyjne. Jej technologia znajduje zastosowanie nie tylko w tradycyjnym sektorze kosmicznym, ale również w rolnictwie precyzyjnym, monitoringu środowiska i zarządzaniu kryzysowym.

Kolejnym przykładem jest rozwój usług downstream przez CloudFerro. Przedsiębiorstwo zaproponowało model biznesowy oparty na chmurze obliczeniowej. Ich usługi są obecnie wykorzystywane przez podmioty komercyjne w różnych sektorach gospodarki, od ubezpieczeń po planowanie przestrzenne.

SatRevolution reprezentuje nowe podejście do komercjalizacji przestrzeni kosmicznej. Firma ta, rozwija własną konstelację nanosatelitów do zastosowań komercyjnych. Ich rozwiązania znajdują zastosowanie w przemyśle, rolnictwie i smart cities.

Thorium Space Technology pokazuje, jak transformacja może przebiegać w obszarze komunikacji satelitarnej. Firma oferując zaawansowane systemy łączności dla sektora prywatnego.

W obszarze przetwarzania danych satelitarnych powstaje coraz więcej firm oferujących usługi dla rolnictwa, ubezpieczeń czy planowania przestrzennego. To pokazuje, jak

technologie pierwotnie rozwijane na potrzeby państwowe znajdują zastosowanie w różnych sektorach gospodarki.

Satim Monitoring Satelitarny specjalizuje się w dostarczaniu rozwiązań opartych na danych satelitarnych dla rolnictwa i leśnictwa. Firma rozwija narzędzia do monitorowania upraw, szacowania szkód w rolnictwie oraz oceny stanu lasów. Ich usługi są wykorzystywane zarówno przez indywidualnych rolników, jak i przez większe przedsiębiorstwa rolne oraz firmy państwowe.

SmallGIS przekształca dane satelitarne w rozwiązania dla planowania przestrzennego i zarządzania infrastrukturą. Firma dostarcza narzędzia do analizy zmian w zagospodarowaniu terenu, monitorowania infrastruktury krytycznej oraz wsparcia procesów decyzyjnych w samorządach.

Wasat rozwija aplikacje wykorzystujące dane satelitarne w obszarze zarządzania kryzysowego i monitorowania środowiska. Ich rozwiązania znajdują zastosowanie w ocenie skutków klęsk żywiołowych oraz w planowaniu działań prewencyjnych.

Wpływ polityki państwa na rozwój polskiego sektora kosmicznego

W początkowych latach (1955-2003) rządy państw odgrywały kluczową rolę w rozwoju sektora kosmicznego, będąc głównymi inicjatorami i nabywcami technologii i usług kosmicznych. Główne obszary zaangażowania państw obejmowały między innymi realizację narodowych programów kosmicznych i finansowanie badań i rozwoju technologii kosmicznych. Podstawowym motywem obecności państwa w rozwoju sektora kosmicznego było wykorzystanie przestrzeni kosmicznej jako kolejnego wymiaru militarnego, podobnego w swej naturze do przestrzeni morskiej i powietrznej, który pozwalał - z pominięciem posiadanych w tym czasie środków obrony - na obserwację potencjalnych przeciwników i ewentualny szybki atak.

Dopiero w drugiej kolejności motywem działalności było wykorzystanie technologii opracowanych na potrzeby obronności również w działalności badawczej i naukowej. Obie sfery były ze sobą zresztą do pewnego momentu mocno związane - znajomość środowiska kosmicznego była również istotna z przyczyn militarnych, ponieważ miała wpływ na działania wojskowe i funkcjonowanie infrastruktury nie tylko badawczej, ale również wojskowej.

Sfera ekonomiczna - czyli potrzeby i aktywności gospodarcze - przez bardzo długi czas odgrywała znikomą lub wręcz żadną rolę. Wynikało to głównie z braku przystosowania gospodarki do wykorzystania rodzących się technologii kosmicznych. Dopiero po jakimś czasie technologie stworzone na potrzeby wojska lub badań naukowych zaczęto wykorzystywać również w celach ekonomicznych (głównie w procesie komercjalizacji uzyskiwanych wyników badań naukowych lub jako rozszerzenie możliwości wykorzystania wyników prac sektora wojskowego). Systematyczny rozwój cywilnych technologii kosmicz-

nych ukierunkowanych przede wszystkim na tworzenie produktów i realizację usług skierowanych do odbiorców biznesowych nastąpił względnie późno - dopiero na początku lat 80-.

Dopiero powstanie ram tak zwanego wyścigu kosmicznego, czyli rywalizacji mocarstw i państw aspirujących do wiodącej roli politycznej w świecie, głównie w osiągnięciach w ekspansji w przestrzeni kosmicznej, doprowadziło do stopniowego rozdzielania aktywności militarnej i cywilnych, czego skutkiem było powierzenie roli koordynatora i realizatora strategii cywilnych wyspecjalizowanym rządowym agencjom kosmicznym i zapewnienie im regularnego finansowania. Niejednokrotnie dochodziło przy tym do rozdzielania budżetów na działalność militarną i cywilną - przy czym na ogół budżet kosmiczny wojska był większy niż budżet agencji kosmicznych (przeznaczony na cele cywilne).

Powstanie agencji kosmicznych miało poważny skutek dla przemysłu: stworzyło regularny rynek zamówień na sprzęt, infrastrukturę i usługi kosmiczne, który w dużej mierze opierał się na programach, i wynikających z nich zamówieniach, narodowych agencji kosmicznych. Agencje rządowe zaczęły również od pewnego momentu uwzględniać w swoich strategiach cele nie tylko naukowe i polityczne, ale również coraz częściej ekonomiczne, środowiskowe i społeczne.

Stany Zjednoczone

Stany Zjednoczone postrzegają przestrzeń kosmiczną jako domenę o kluczowym znaczeniu dla bezpieczeństwa narodowego, wzrostu gospodarczego i przywództwa technologicznego. Ramy priorytetów kosmicznych USA kładą nacisk na utrzymanie przewagi w przestrzeni kosmicznej, wspieranie solidnego komercyjnego przemysłu kosmicznego i zapewnienie odporności systemów kosmicznych. Dlatego strategia kosmiczna tego kraju koncentruje się na utrzymaniu wiodącej pozycji w eksploracji kosmosu, wspieraniu komercyjnej działalności kosmicznej i zapewnieniu bezpieczeństwa kosmicznego. Współpraca z partnerami międzynarodowymi i sektorem prywatnym jest integralną częścią tej strategii.

Unia Europejska

Unia Europejska uznaje przestrzeń kosmiczną za kluczową dla dobrobytu społecznego, rozwoju gospodarczego i bezpieczeństwa. Unijna strategia kosmiczna na rzecz bezpieczeństwa i obrony nakreśla plany ochrony zasobów kosmicznych, odstraszania wrogich działań i zwiększania autonomii strategicznej. Obejmuje to rozwój niezależnego dostępu do przestrzeni kosmicznej i wzmocnienie europejskiego przemysłu kosmicznego. Strategia kosmiczna Unii Europejskiej kładzie nacisk na niezależność technologiczną, wzrost gospodarczy i podejmowanie wyzwań społecznych. Kluczowe priorytety obejmują system nawigacji Galileo, program obserwacji Ziemi Copernicus oraz wspieranie europejskiego przemysłu kosmicznego.

Chiny

Chiński program kosmiczny ma na celu zdobycie pozycji głównej potęgi kosmicznej. Kraj ten uwzględnia również w swoich planach eksplorację Księżyca, misje marsjańskie i rozwój własnej stacji kosmicznej, postrzegając te działania jako niezbędne dla wzrostu prestiżu Chin na arenie międzynarodowej i utrzymania tempa postępu technologicznego, zagrożonego przez wyczerpywanie się możliwości wynikających z korzystania z technologii kupowanych od innych i ewentualne sankcje lub inne nieprzyjazne działania ze strony konkurentów handlowych i politycznych. Dlatego chińska strategia kosmiczna koncentruje się na osiągnięciu samodzielności, rozwijaniu możliwości technologicznych i zwiększaniu prestiżu narodowego. Chiny poświęcają dużo uwagi również rozwijaniu wszechstronnych wojskowych zdolności kosmicznych, w tym systemów nawigacji satelitarnej, łączności i systemów anty-satelitarnych, których zadaniem jest wspieranie działań gospodarczych i wojskowych kraju.

Indie

Indie dążą do wykorzystania technologii kosmicznych do rozwoju kraju, wzrostu gospodarczego i bezpieczeństwa strategicznego. Indyjska Organizacja Badań Kosmicznych (ISRO) koncentruje się na komunikacji satelitarnej, obserwacji Ziemi i systemach nawigacyjnych w celu wspierania różnych sektorów, w tym rolnictwa, zarządzania kłękami żywiołowymi i obronności.

Japonia

Japońska polityka kosmiczna kładzie nacisk na zapewnienie bezpieczeństwa narodowego, promowanie konkurencyjności przemysłowej i przyczynianie się do współpracy międzynarodowej. Podstawowy plan polityki kosmicznej obejmuje rozwój systemów satelitarnych do komunikacji, nawigacji i rozpoznania, a także udział w międzynarodowych inicjatywach eksploracji kosmosu.

Rosja

Rosja postrzega przestrzeń kosmiczną jako strategiczną domenę bezpieczeństwa narodowego i postępu technologicznego. Kraj ten utrzymuje szereg zdolności kosmicznych, w tym systemy nawigacji satelitarnej i rozpoznania, a także opracował technologie przeciw przestrzenne, aby wzmocnić swoje wpływy w kosmosie. Głównym wymiarem wywierającym największy wpływ na rosyjskie programy kosmiczne jest wymiar militarny, chociaż do pewnego momentu pewne znaczenie miał też wymiar komercyjny, kiedy Rosja traktowała działalność kosmiczną również jako sposób pozyskiwania środków na utrzymanie rosyjskiego państwowego sektora kosmicznego. Stosunkowo niedużą rolę odgrywał natomiast czynnik wizerunkowy - był używany w relacjach wewnętrznych, natomiast w kontaktach międzynarodowych i budowaniu pozycji międzynarodowej Rosji odgrywał rolę raczej drugoplanową względem pozycji militarnej, a nawet ekonomicznej.

Korea Południowa



Strategia kosmiczna Korei Południowej koncentruje się na zwiększaniu możliwości technologicznych, wspieraniu wzrostu gospodarczego i zapewnianiu bezpieczeństwa narodowego. Kraj ten opracował systemy satelitarne do komunikacji i obserwacji Ziemi oraz inwestuje w technologię rakiet nośnych, aby uzyskać niezależny dostęp do przestrzeni kosmicznej.

We wszystkich Państwach polityka odgrywa kluczową rolę w rozwoju sektora kosmicznego. Główne zadania administracji państwowej to określenie długoterminowych celów i priorytetów przy zapewnieniu stabilnego finansowania oraz zapewniając jasne ramy prawne i regulacyjne. Działania te powinny być odpowiednio koordynowane.

Mechanizmy finansowe wsparcia można podzielić na bezpośrednie takie jak, krajowy program kosmiczny, zamówienia publiczne, inwestycja w infrastrukturę, programy badawcze, czy też dedykowane granty i dotacje. Pośrednie mechanizmy wsparcia to ulgi podatkowe, gwarancje kredytowe, wsparcie eksportu poprzez promocję międzynarodową czy też działania dyplomatyczne.

Biorąc powyższe pod uwagę, należy stwierdzić, że wpływ polityki państwa na sektor kosmiczny jest kluczowy, a stabilna długoterminowa polityka jest istotnym czynnikiem rozwojowym. Zagadnienie to zostało poruszone w wywiadach prowadzonych z ekspertami i przedsiębiorcami.

Przedsiębiorcy jak również eksperci wskazali na konieczność aktywnego lobbowania na rzecz interesów polskiego przemysłu. Wskazano również na konieczność wsparcia w zakresie merytorycznym, administracyjnym oraz regulacyjnym, a także zaproponowano mechanizm finansowy, w postaci krótkoterminowych pożyczek nisko oprocentowanych, jako wsparcia działalności operacyjnej pomiędzy projektami.

Odpowiedzi ekspertów wskazują na kilka kluczowych obszarów wymagających usprawnienia.

Najczęściej wymienianym problemem jest brak krajowego, niezależnego od ESA źródła finansowania projektów kosmicznych. Eksperci wskazują na potrzebę stworzenia Krajowego Programu Kosmicznego oraz ustawy regulującej działalność kosmiczną. Brak tych podstawowych ram prawnych i programowych utrudnia rozwój sektora.

Eksperci podkreślają niewystarczającą rolę administracji państwowej jako klienta sektora kosmicznego. Wskazują na potrzebę zwiększenia zamówień narodowych, szczególnie ze strony Ministerstwa Obrony Narodowej i innych podmiotów krajowych. Problem stanowi również długotrwały proces decyzyjny związany z udzielaniem Listów Wsparcia oraz brak przejrzystych kryteriów ich przyznawania.

Znaczącym brakiem jest niewystarczające wsparcie dla

innowacyjności i startupów. Eksperci zwracają uwagę na potrzebę:

- Utworzenia polskiego odpowiednika DARPA
- Wprowadzenia skuteczniejszych ulg dla inwestorów lokujących środki w przedsięwzięcia wysokiego ryzyka
- Usprawnienia systemu grantów i konkursów innowacyjnych
- Wdrożenia mechanizmów preferencyjnych dla polskich rozwiązań

W odpowiedziach pojawia się również kwestia braku odpowiedniej organizacji sektora.

Eksperci wskazują na:

- Potrzebę lepszej centralizacji działań
- Konieczność wypracowania spójnej strategii
- Niedostateczną ewaluację prowadzonych działań

Na podstawie odpowiedzi można wnioskować, że polski sektor kosmiczny wymaga kompleksowych rozwiązań systemowych, począwszy od podstaw prawnych, poprzez mechanizmy finansowania, aż po usprawnienia organizacyjne. Szczególnie istotne wydaje się stworzenie krajowych mechanizmów finansowania, niezależnych od ESA, oraz zwiększenie roli państwa jako klienta sektora kosmicznego.

Likwidacja barier rozwoju polskiego sektora kosmicznego.

Polski sektor kosmiczny w dużej mierze skupiony jest na udziale w projektach Europejskiej Agencji Kosmicznej. Udział w niektórych programach ESA jest niewielki, mimo dużego budżetu tam zaangażowanego. Są również programy w których polskie podmioty radzą sobie doskonale. W sektorze pojawiają się również duże kontrakty rządowe. 20 grudnia 2024 została podpisana umowa na dostawę Satelitarnego Systemu Obserwacji Ziemi MIKROGLOB. Kontrakt został zawarty między Ministerstwem Obrony Narodowej i firmą Creotech Instrument S.A. Warto kontraktu opiewa na sumę 556,7 miliona złotych brutto, a jego realizacja, czyli wyniesienie satelitów na orbitę planowane jest w 2027 roku.⁶

Sumarycznie Polska inwestuje w rozwój sektora kosmicznego, a administracja rządowa coraz częściej korzysta z technologii rozwijanych przez krajowe podmioty. Wykorzystanie jednak funduszy jest nierównomiernie, zatem należy się zastanowić nad sposobem alokacji środków. Dane historyczne pozwalają już na analizę statystyczną oraz wyciągnięcie wniosków. Konieczna jest analiza efektywności podmiotów oraz poziomu technologicznego posiadanych rozwiązań. Przykładem może być program eksploracyjny, w którym wykorzystanie składki jest bardzo niskie. Etapy projektów realizowanych w ramach tego pro-

gramu, były już zaawansowane, a firmy sektora w dużej części nie są gotowe z technologiami, zatem udział w tych projektach nie jest możliwy, poza nielicznymi wyjątkami.

Na podstawie analizy danych ESA oraz polskiego sektora kosmicznego, można zidentyfikować kluczowe bariery rozwoju i zaproponować sposoby ich likwidacji:

Bariery Finansowe

W aspekcie barier finansowych, należy nadmienić przewidywalność alokacji środków, jeśli chodzi o rynek ESA. Firmy rozwijając kompetencje i specjalizacje, co powinno mieć odzwierciedlenie w podnoszeniu poziomu technologicznego rozwiązań, powinny mieć pewność, że kolejne lata pozwolą na utrzymanie zespołu i zarazem komercjalizację, czy to w wysoko technologicznych misjach ESA czy krajowych.

W przypadku rynku NewSpace, coraz częściej inwestorzy są zaniepokojeni długim okresem zwrotu z inwestycji, co w efekcie powoduje niechęć do inwestowania. Dodatkowo koszty rozwoju technologii na niskich poziomach gotowości technologicznej są wysokie a w miarę podnoszenia TRL rosną.

Proponowane rozwiązania:

- Ulgi podatkowe dla sektora wysokich technologii. Rozwiązania bliźniacze do ulgi B+R, lub ulg na innowacyjnych pracowników. Pozwalają one zmniejszyć obciążenie podatkowe firm, które prowadzą prace badawczo rozwojowe.
- Instrumenty finansowe dostosowane do specyfiki sektora, na przykład nisko oprocentowane pożyczki obrotowe, wspierające płynność finansową przedsiębiorstw, pomiędzy cyklami finansowania.

Bariery Kompetencyjne

Bariery kompetencyjne to głównie luka kompetencyjna w stosunku do wiodących krajów. Polska miała swój udział w misjach kosmicznych w ramach bloku sowieckiego, jednak w skali kraju była to działalność marginalna. Kadry sektora wywodziły się głównie z Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk. Doświadczona kadra z udziałem w kilku projektach kosmicznych dopiero się tworzy. Duże projekty kosmiczne dopiero się rozpoczynają, a ich efekty poznamy w perspektywie 2-3 lat.

Proponowane rozwiązania:

- Rozwój specjalizacji na studiach kierunkowych.
- Tworzenie programów stażowych we współpracy z ESA.
- Organizacja szkoleń i warsztatów specjalistycznych.
- Wspieranie transferu wiedzy od doświadczonych podmiotów.
- Rozwój programów wymiany ekspertów lub korzystanie z wiedzy ekspertów ESA.

Bariery Organizacyjne i Prawne

Bariery organizacyjne i prawne to głównie rozproszona administracja krajowa oddelegowana do konkretnych programów kosmicznych. Różne ministerstwa odpowiadają za programy, jednak nie widać spójności w działaniach administracji. Zadania Polskiej Agencji Kosmicznej, zależnej od Ministerstwa Rozwoju i Technologii są w dużej mierze ograniczone.

Proponowane rozwiązania:

- Centralizacja administracji związanej z sektorem kosmicznym.
- Wydzielenie Polskiej Agencji Kosmicznej, aby:
 - była instytucją publiczną posiadającą osobowość prawną,
 - posiadała autonomię finansową,
 - podlegała prawu publicznego w zakresie głównej działalności,
 - posiadała prawo do relacji handlowych,
 - finansowana była z budżetu Państwa, własnej działalności, środków europejskich, ESA,
 - powinna łączyć misję publiczną z działalnością gospodarczą, oraz realizować programy państwowe i międzynarodowe,
 - zarządzała polskim programem kosmicznym,
 - mogła zawierać umowy jako podmiot publiczny,
 - mogła tworzyć spółki zależne,
 - posiadać uprawnienia do reprezentowania Polski w organizacjach międzynarodowych.

Bariery Rynkowe

Rynek kosmiczny wbrew obiegowej opinii jest rynkiem silnie konkurencyjnym. Polskie podmioty konkurują o projekty ze wspólnej składki do ESA, oraz konkurują z firmami europejskimi o podobnych profilach specjalizacji. Rynek wewnętrzny krajowy de facto nie istnieje, gdyż duże programy nakierowane są na jednego wykonawcę tak zwanego „Prime Integrator”, bez zachęt na poziomie programowym do budowania krajowego łańcucha dostaw.

Proponowane rozwiązania:

- Krajowy Program Kosmiczny nakierowany na kluczowe potrzeby krajowe, uwzględniając rozwój kluczowych technologii jak również integrowanie dużych misji.
 - Posiadający jasne zasady partycypowania wraz z zachętami do budowania krajowej łańcucha dostaw.
 - Elastyczny i uwzględniający specyfikę branży, szczególnie na etapie realizacji projektów.
- Umowy związane z zakupem sprzętu obronnego, często negocjowane są ze specjalnym offset, część z tych środków mogłoby posłużyć na rozwój zdolności obrazowania satelitarnego, lub komunikacji satelitarnej i zaawansowanych systemów kryptografii.



Skuteczna implementacja powyższych rozwiązań wymaga skoordynowanych działań wszystkich interesariuszy oraz długoterminowego zaangażowania w rozwój sektora kosmicznego. Kluczowe jest systematyczne monitorowanie postępów i elastyczne dostosowywanie działań do zmieniających się warunków rynkowych i technologicznych.

Szanse rozwojowe polskiego sektora kosmicznego w kontekście polityki finansowania.

Szanse rozwojowe polskiego sektora kosmicznego w kontekście polityki finansowania należy rozważać w kontekście makrotrendów, gdyż globalny sektor kosmiczny ulega transformacji pod wpływem tych tendencji. Jak podaje PWC⁷, główne kierunki które kształtują sektor kosmiczny to:

- Geopolityka i handel globalny
- Rozwój technologii i innowacje
- Dbałość o środowisko i zrównoważony rozwój
- Zmiany struktury finansowania.

Sektor kosmiczny doświadcza zwiększonej regionalizacji, co oznacza, że interesy narodowe zaczynają równoważyć globalną współpracę w programach kosmicznych. Dla Polski jest to sygnał, aby rozpocząć aktywną politykę gospodarczą, w której działania nastawione na współpracę międzynarodową, głównie Europejską Agencję Kosmiczną równoważyć działaniami związanymi z Krajowym Programem Kosmicznym. Należy przy tym pamiętać o budowaniu stabilnych łańcuchów dostaw w gospodarce krajowej. Przykład projektu MIKROGLOB jest trendem pożądanym i powinien być utrzymany. Czas zweryfikuje, czy podejście programowe i organizacyjne spełni wymagania tak zaawansowanego projektu.

Rozwój technologii i innowacji, jest procesem, który wymaga czasu i odpowiedniego finansowania. Strategiczna ocena kluczowych obszarów jest nieodzownym elementem odpowiedzialnego budżetowania. Pogromy opcjonalne do ESA wspierają rozwój tego trendu, konieczna jest analiza poziomu wykorzystania i efektów programów opcjonalnych, aby możliwe było czerpanie z nich korzyści dla interesu narodowego pod kątem strategicznym oraz gospodarczym.

Zrównoważony rozwój coraz częściej staje się istotnym elementem ekonomicznym i gospodarczym. Jest to z jednej strony dodatkowy parametr, który należy brać pod uwagę definiując strategię na poziomie narodowym, jak również na poziomie poszczególnych przedsiębiorstw. Ten dodatkowy parametr rodzi również szanse biznesowe, gdyż dane satelitarne w krótkiej perspektywie czasu będą wymagane do weryfikacji spełnienia tego trendu gospodarczego.

Całość magatrendów zamyka zmiana w strukturze finansowania. Dotychczasowy model finansowania skupiony był

na kontraktorach i finansowaniu publicznym. W ostatnich latach coraz więcej pojawiało się firm w sektorze kosmicznym, bazujących na inwestycjach prywatnych. SpaceX, Planet czy ICEYE odniosły spektakularne sukcesy budując infrastrukturę kosmiczną, która dostarcza konkretne dane i usługi. Jest również wiele inwestycji, które nie powiodły się. Nowe trendy pokazują, że konieczny jest jeszcze mix finansowania, zapewniający stabilny rozwój, który może być lewarowany kapitałem prywatnym w celu przyspieszenia wyjścia na rynek komercyjny, jeśli pojawiają się szanse biznesowe.

Polski sektor kosmiczny w bardzo dużej części pokrywa domeny technologiczne potrzebne do zbudowania kompletnej infrastruktury satelitarnej oraz segmenty naziemnego. Nie wszystkie rozwiązania są na wysokich poziomach technologicznych. Jednak stabilna polityka finansowania oraz nakreślanie kluczowych kierunków, pozwoli na zdobycie pełnego pokrycia technologicznego z wysokim poziomem gotowości technologicznej.

Polski sektor kosmiczny kontynuuje dynamiczny rozwój, czego dowodem jest planowana misja CAMILA (Country Awareness Mission in Land Analysis). Ten narodowy projekt obserwacji Ziemi zakłada stworzenie kompleksowego systemu składającego się z segmentu kosmicznego oraz naziemnego. W ramach segmentu kosmicznego przewiduje się budowę czterech mikrosatelitów: trzech optoelektronicznych i jednego radarowego z syntetyczną aperturą (SAR). Segment naziemny będzie obejmował stacje obsługi misji, zapewniając pełną infrastrukturę do zarządzania i przetwarzania danych satelitarnych. Projekt CAMILA, realizowany we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA), ma na celu wzmocnienie krajowych zdolności w zakresie obserwacji Ziemi oraz dostarczanie wysokiej jakości danych w czasie rzeczywistym dla różnych sektorów gospodarki i administracji publicznej. Budżet przedsięwzięcia wynosi 85 mln euro, a wyniesienie satelitów na orbitę planowane jest na 2027 rok.

Grupa WB, poprzez swoją spółkę Radmor S.A., planuje wyniesienie na orbitę pierwszego satelity wyposażonego w radar z syntetyczną aperturą (SAR) w 2025 roku. Ten krok stanowi część szerszej strategii, zakładającej utworzenie konstelacji 16 satelitów SAR, które zapewnią Polsce niezależność w zakresie obserwacji Ziemi i komunikacji satelitarnej. Centrum Technologii Kosmicznych, zlokalizowane w Gdyni w ramach Radmor S.A., będzie odpowiedzialne za rozwój tych technologii, dążąc do pełnej suwerenności technologicznej kraju w sektorze kosmicznym. Planowana konstelacja ma umożliwić dostęp do danych obserwacyjnych 24 godziny na dobę, niezależnie od warunków pogodowych, z czasem rewizyty dla naszego regionu wynoszącym około 60 minut. Współpraca z partnerami, takimi jak Hanwha Systems, ma na celu wsparcie w transferze technologii i wspólnym rozwoju zaawansowanych systemów satelitarnych.⁸

⁷ PWC, 2024.

⁸ <https://space24.pl/przemysl/sektor-krajowy/pierwszy-satelita-grupy-wb-wkrotce-na-orbicie>

Polityka finansowania powinna opierać się na kluczowych czynnikach decyzyjnych. Podstawowe pytania które należy sobie postawić to:

- Jaka jest kluczowa własność intelektualna / technologia?
- Jak budować łańcuchy dostaw i czy korzystać z partnerów zewnętrznych?
- Jaka jest elastyczność na akceptację opóźnień?
- Jaki jest kluczowy know-how w procesie wytwarzania i produkcji?

Jak pokazuje raport PWC, spółki kosmiczne *New Space* wykazują znacznie niższe kapitalizacje rynkowe w porównaniu z początkowymi wycenami. Co jest zauważalne, to firmy posiadające kontrakty rządowe / publiczne wykazują większą skuteczność w przyciąganiu inwestycji prywatnych.

W ramach badania rozwoju sektora kosmicznego w Polsce, zapytano przemysł oraz ekspertów o szanse i zagrożenia dla Polskiego sektora kosmicznego. Respondenci zwrócili uwagę na misje Deep Space oraz eksploracyjne, jako szanse rozwoju w tych obszarach. Zaznaczono konieczność współpracy oraz konsolidacji sektora w celu sięgania po większe systemy. W odpowiedziach pokrywają się wątpliwości, czy jesteśmy w stanie konkurować na tym etapie o duże systemy, czy raczej szukać swoich szans w wysoko wyspecjalizowanych podsystemach.

Ekspertki wskazali kilka obszarów szans oraz warunków sukcesów. Jednym z obszarów jest segment *downstream*, szczególnie w zakresie analizy danych satelitarnych, przedstawia się jako znacząca szansa rozwojowa dla polskich firm. Ekspertki wskazują na nieodkryte możliwości w obszarach telekomunikacji i nawigacji, gdzie polska ekspertyza w przetwarzaniu i analizie danych może stanowić istotną przewagę konkurencyjną.

Rozwój komponentów satelitarnych stanowi kolejny obiecujący kierunek. Polskie firmy posiadają już sprawdzone rozwiązania, które zostały przetestowane w warunkach kosmicznych. Ta baza doświadczeń może służyć jako fundament do dalszej ekspansji na rynkach międzynarodowych.

Ekspertki zwracają szczególną uwagę na możliwości związane z trendem *New Space*, który może faworyzować bardziej elastyczne i innowacyjne podejście charakterystyczne dla polskich firm. W połączeniu z prognozowanym zmniejszeniem nakładów na sektor kosmiczny w niektórych krajach europejskich, może to stworzyć przestrzeń dla polskich podmiotów oferujących efektywne kosztowo rozwiązania.

Szanse dla polskich firm kosmicznych na rynkach międzynarodowych są znaczące, szczególnie w kontekście analizy danych satelitarnych, komponentów satelitarnych oraz trendu *New Space*. Kluczem do wykorzystania tych moż-

liwości będzie zapewnienie odpowiedniego finansowania, rozwijanie innowacyjnych i konkurencyjnych cenowo rozwiązań oraz umiejętne pozycjonowanie się w niszach rynkowych. Trudne warunki rynkowe, choć stanowią wyzwanie, mogą przyczynić się do wykształcenia silnych i konkurencyjnych podmiotów.

Głównym zagrożeniem, jakie przebiega się w odpowiedziach, jest duża obawa o składki członkowskie do ESA, głównie na programy opcjonalne. Zwrócono również uwagę na wzrost kosztów, które przekładają się na mniejszą rentowność działalności w branży kosmicznej i uniemożliwiają rozwój spółek.

Kluczowym zagrożeniem identyfikowanym przez ekspertów jest niedostateczne i niestabilne finansowanie sektora kosmicznego w Polsce. Problem ten przejawia się w kilku aspektach. Po pierwsze, brakuje dedykowanego krajowego źródła finansowania projektów kosmicznych. Po drugie, firmy napotykają trudności w pozyskiwaniu kapitału inwestycyjnego, co wynika częściowo z niezrozumienia specyfiki sektora przez inwestorów. Szczególnie problematyczny jest długi okres zwrotu z inwestycji oraz wydłużony czas wprowadzania produktów na rynek.

Polskie firmy kosmiczne borykają się z istotnymi ograniczeniami strukturalnymi. Większość podmiotów to małe spółki, które osiągają punkt krytyczny przy realizacji kilku równoczesnych projektów. Brak możliwości skalowania działalności stanowi poważną barierę rozwojową. Dodatkowo, stosunkowo niewielki protekcjonizm polskiego rynku w zestawieniu z silną ochroną rynków innych krajów europejskich stawia rodzime firmy w niekorzystnej pozycji konkurencyjnej.

Zagrożenia dla polskich firm kosmicznych mają charakter wielowymiarowy i wzajemnie się wzmacniają. Problemy z finansowaniem ograniczają możliwości rozwoju technologicznego, co z kolei utrudnia budowanie silnej pozycji konkurencyjnej na rynku międzynarodowym. Przewyciężenie tych wyzwań będzie wymagało skoordynowanych działań na poziomie strategicznym, wsparcia finansowego oraz rozwoju kultury organizacyjnej sprzyjającej innowacjom i podejmowaniu ryzyka.

Optymalizacja kondycji krajowego przemysłu kosmicznego

Optymalizację polskiego sektora kosmicznego należy wykonać na bazie analizy danych. Dane pochodzą z raportu Komitetu Polityki Przemysłowej Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA/IPC(2024)13,rev.1) z dnia 30 czerwca 2024 r., który śledzi geograficzny rozkład kontraktów ESA wśród państw członkowskich.⁹ Współczynnik zwrotu geograficznego jest kluczowym wskaźnikiem używanym przez ESA do zapewnienia sprawiedliwego udziału przemysłowego wszystkich państw członkowskich w stosunku do ich wkładu finansowego.

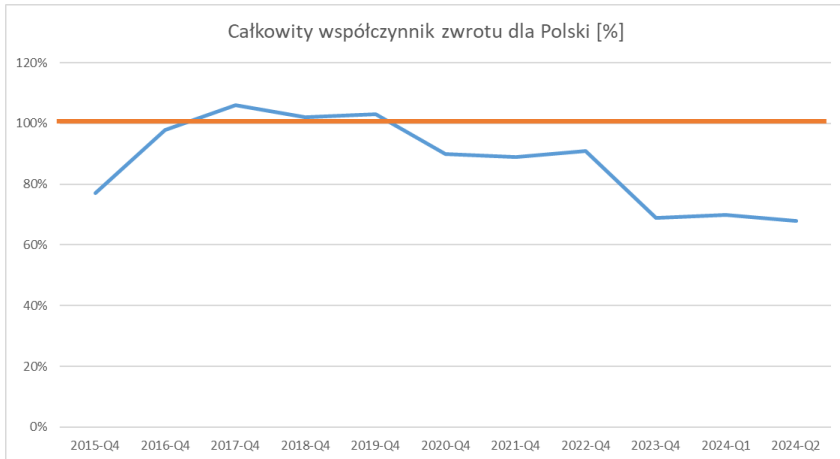
⁹ ESA/IPC(2024)13,rev1, Paris 30 July 2024.



Dane pokazują odchylenie Polski od idealnej wartości zwrotu całkowitej składki do ESA w okresie od IV kwartału 2015 do II kwartału 2024. Odchylenie reprezentuje różnicę między rzeczywistą ważoną wartością kontraktów otrzymanych

wiązkowych), a zatem tych najbardziej zaawansowanych i prestiżowych to okazuje się, że współczynnik zwrotu wynosi już tylko 45%. Zatem ponad połowa polskiej składki, która jest dedykowana wysoko technologicznym misjom ESA nie jest wykorzystywana przez Polskie podmioty. Całkowity wskaźnik zwrotu geograficzne dla Polski wynosi 68%, na dzień 30 czerwca 2024.

Rys. 22. Współczynnik zwrotu geograficznego dla Polski



Źródło: opracowanie własne autorów.

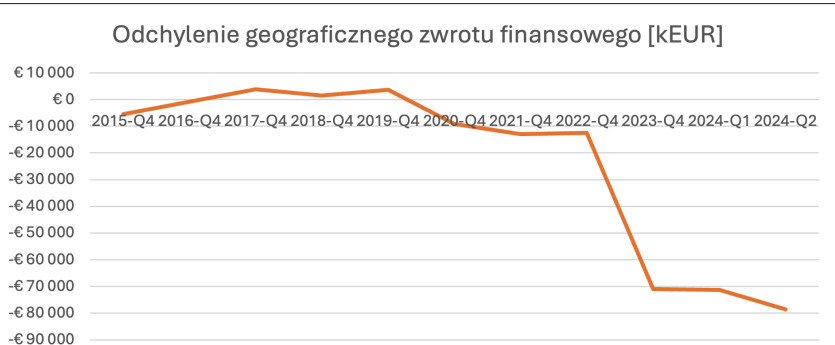
przez kraj a wartością idealną opartą na jego wkładzie. Skumulowane ujemne odchylenie w wysokości -252,354 tys. EUR wskazuje, że Polska konsekwentnie otrzymywała mniejszą wartość kontraktów niż jej idealny cel, ze znacznym pogorszeniem począwszy od IV kwartału 2023 roku. Ze względu na skokowy wzrost składki podczas rady ministerialnej w 2023 roku, wskaźnik ten teoretycznie znacznie się pogorszył. Polskie firmy zwiększyły wykorzystanie środków, a widać to po dużej liczbie ofert pracy w sektorze kosmicznym. Natomiast zmiana ta nie tak gwałtownego efektu, gdyż firmy muszą pozyskać projektu, zatrudnić nowe osoby przeszkolić je, aby mogły efektywnie realizować zadania. Zatem wzrost wykorzystania składki, czyli współczynnik zwrotu geograficznego jest przesunięty w czasie. Można się spodziewać, że współczynnik ten będzie poprawiany i korygowany w latach 2026-2028.

Analizując trend, Polska początkowo utrzymywała dodatnie odchylenie w latach 2017-2019, ale później doświadczyła gwałtownego spadku. Najbardziej niepokojącym aspektem jest przyspieszenie ujemnego odchylenia z -12,476 tys. EUR w IV kwartale 2022 do -78,678 tys. EUR w II kwartale 2024.

W raporcie możemy znaleźć również wskaźnik zwrotu geograficznego dla programów obowiązkowych. Na dzień 30 czerwca 2024, wskaźnik ten wynosił 77%, co wydaje się dobrym wynikiem. Jednak należy zwrócić uwagę na składowe tego wskaźnika, gdyż jeśli sprawdzimy zwrot geograficzny Polski w programach naukowych (science obo-

Dla porównania przedstawiono zestawienie całkowitego współczynnika zwrotu geograficznego dla krajów członkowskich. Kraje z długoletnim stażem w ESA, wykorzystują składkę nawet z nadwyżką. Przedsiębiorstwa z tych krajów przez lata zyskały doświadczenie, specjalizację oraz umiejętności realizacji projektów, posiadają również potrzeby „heritage”, tak istotny przy realizacji programów naukowych w ramach składki obowiązkowej. Należy zwrócić uwagę na wysoki poziom wykorzystania składki, w nowych krajach członkowskich oraz kandydujących. Tak wysoki wskaźnik nie ma nic wspólnego z doświadczeniem. Rynek w tych krajach jest na

Rys. 23. Różnica wartości zwrotu geograficznego w projektach ESA dla Polski (euro).

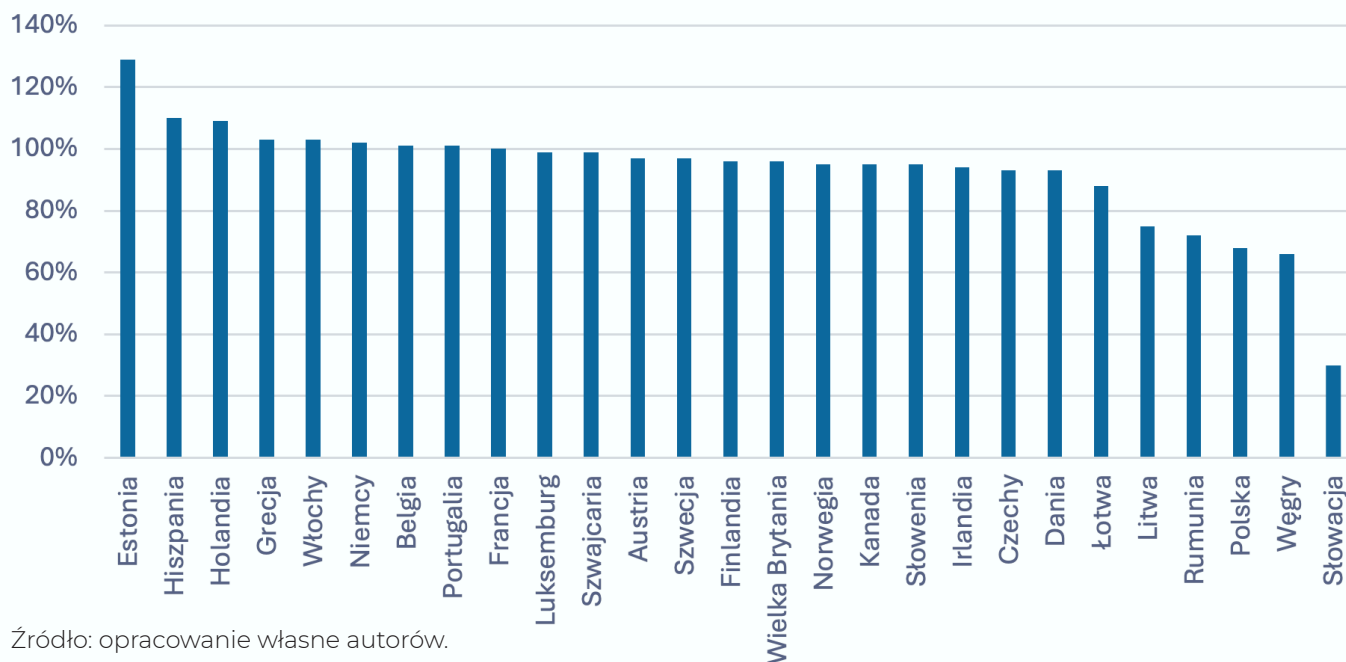


Źródło: opracowanie własne autorów.

tyle mały, że nieliczne firmy wykorzystują środki na rozwój technologii w ramach dedykowanych dla danego kraju.

Szczegółowa analiza wskaźników w poszczególnych programach, pozwala na opracowanie wysokopoziomowych rekomendacji, których celem powinna być optymalizacja kondycji krajowego przemysłu kosmicznego. Informacje pozyskane na bazie tej analizy w kolejnych etapach powinny być przeanalizowane w kontekście specjalizacji podmiotów sektora kosmicznego w danych domenach technologicznych ESA. Mogą one być wykorzystane również do analizy strategicznych kompetencji konkretnych podmiotów działających w polskim sektorze kosmicznym.

Całkowity współczynnik zwrotu geograficznego na dzień 30/06/2024



Źródło: opracowanie własne autorów.

Bazując na danych z Europejskiej Agencji Kosmicznej, Polska ma przestrzeń do optymalizacji wykorzystania składki członkowskiej. Należy zwrócić uwagę na alokację składki do konkretnych programów, biorąc pod uwagę interes strategiczny Kraju, jak również zdolności przemysłu. Dodatkowym parametrem są również same etapy projektów w ramach konkretnych programów ESA. Układanka warunkowań nie jest łatwa i wymaga skoordynowania działań samej administracji publicznej oraz otwartości przemysłu.

Ważnym aspektem, na który zwrócili uwagę eksperci, jak również przedsiębiorcy, to brak krajowego programu kosmicznego. Dokument ten miał już wiele odsłon, jednak jak dotychczas nie powstał w formie, która byłaby zaakceptowana przez rząd Rzeczypospolitej Polskiej. W dniu 26 stycznia 2017 r. Rada Ministrów zatwierdziła uchwałę nr 6 w sprawie przyjęcia Polskiej Strategii Kosmicznej. Dokument ten wymaga aktualizacji oraz nakreślenia kolejnych celów strategicznych, gdyż sektor ulega dynamicznym zmianom. Polska Strategia Kosmiczna powinna rysować wizję sektora w perspektywie kolejnych 20 lat, a Krajowy Program Kosmiczny powinien wskazywać konkretne działania, realizujące tą wizję.

Na bazie przeprowadzonej analizy wskaźników z programów ESA, ocenie barier sektora kosmicznego, analizie otoczenia konkurencyjnego oraz badaniach ankietowych wśród ekspertów oraz przedsiębiorców, autorzy opracowania zaproponowali działania optymalizacyjne, które w krótkiej i dłuższej perspektywie mogą przyczynić się do zwiększenia efektywności sektora kosmicznego w Polsce.

- Niezwykle ważna jest szczegółowa analiza wykorzystania obecnej składki do ESA. Na podstawie

danych z lat 2022-2024, widać, że programy takie jak GSTP (95% zwrotu) i EOEP (85% zwrotu) przyniosą najlepsze efekty.

- Identyfikacja kluczowych technologii oraz zrozumienie, w których domenach polskie podmioty mogą z sukcesem podnosić poziom technologicznych rozwiązań. Z drugiej zaś strony zdefiniowanie technologii, które są ważne z punktu widzenia strategicznego dla Państwa. W domenie tej można spodziewać się technologii zobrazowania w zakresie widzialnym oraz SAR, jak również technologii telekomunikacji satelitarnej i szyfrowania.
- Wzmocnienie udziału polskich firm w misjach naukowych ESA, poprzez zwiększenie budżetu programów rozwojowych służących podnoszeniu poziomu gotowości technologicznej, na przykładzie programu RPA – *Requested Party Activity*.
- Wsparcie budowy relacji z głównymi wykonawcami misji oraz wczesna identyfikacja planów podwykonawstwa we flagowych misjach kosmicznych. Jest to zadanie dla Administracji, jak również dla przemysłu. Działania takie są możliwe poprzez aranżowanie dedykowanych spotkań przemysłu w ramach danych misji na wczesnych etapach planowania misji
- Utrzymanie wsparcia programów stażowych w Europejskiej Agencji Kosmicznej. Jest to ogromna korzyść dla przemysłu. Z jednej strony jest to kształcenie kadr u źródła większości europejskich projektów. Z drugiej zaś strony jest to budowanie sieci relacji w ESA oraz przemyśle europejskim. Efekty tego działania, nie będą widoczne w pierwszym roku programu, ale w kolejnych latach, kiedy zdobyta wiedza oraz relacje zaczną owocować



zwiększeniem wykorzystania składki do ESA.

- Budowanie programów edukacyjnych opartych na zapotrzebowaniu przemysłu. Studia drugiego stopnia związane z technologiami kosmicznymi. powinny uwzględniać projekty praktyczne, choćby na etapie projektowania systemów. Doskonałym elementem uzupełniającym edukację wyższą są koła naukowe. Ważnym elementem byłaby możliwość finansowania systemowego przedsięwzięć podejmowanych przez te organizacje. Niejednokrotnie są to bardzo zaawansowane projekty, takie jak budowanie mikro-satelitów czy łazików marsjańskich.
- Tworzenie i wspieranie budowania infrastruktury do testowania technologii kosmicznych. Szczególnie istotne są laboratoria służące testowaniu urządzeń i podnoszenie poziomu gotowości technologicznej.
- Zdefiniowanie Krajowego Programu Kosmicznego, służącego realizacji kluczowych i strategicznych programów kosmicznych. Zadania zasugerowane powyżej mogłyby znaleźć swoje odzwierciedlenie w liniach programowych.
- Rewizja umocowania, zależności i finansowania Polskiej Agencji Kosmicznej, która umożliwiłaby niezależnie działanie oraz centralizację centrów decyzyjnych, dotyczących programów opcjonalnych, jak również Krajowego Programu Kosmicznego.

Appendix: Aktualne trendy i wydarzenia w polskim sektorze kosmicznym (jesień 2025)

Jesień 2025 r. upływa pod znakiem „efektu IGNIS”. Po lipcowym locie na ISS rozpoczęła się ogólnopolska trasa „Polska sięga gwiazd”: od 15 października astronauta Sławosław Uznański-Wiśniewski spotyka się ze studentami i uczniami na 17 uczelniach w całym kraju. Kampania – koordynowana przez MRiT i partnerów – scala komponent edukacyjny misji z agendą rozwojową państwa, budując realny pipeline talentów i projektów uczelnianych wokół danych orbitalnych i technologii kosmicznych.

Równoległe rząd finalizuje przesunięcia w KPO z przeznaczeniem ok. 2 mld zł na zakup satelitów (pakiet łączności) oraz krajowe centrum danych satelitarnych. W przekazach publicznych podkreśla się cel wzmocnienia suwerenności łączności i integracji narodowego segmentu naziemnego z europejską architekturą usług. Dla przemysłu to krótkookresowy impuls popytowy i szansa na wejście w dojrzałe łańcuchy dostaw usług satelitarnych².

Na poziomie legislacji przyspieszyły prace nad ustawą o działalności kosmicznej oraz Krajowym Rejestrem Obiektów Kosmicznych (KROK). W 2025 r. projekt przeszedł przez ścieżkę uzgodnień i otrzymał opinię Rady Legislacyjnej; pakiet reguluje licencjonowanie, nadzór oraz zasady odpowiedzialności, domykając kluczowy brak w implementacji zobowiązań traktatowych (m.in. art. VI Outer Space Treaty)³.

W sferze polityki europejskiej trwa proces konsultacji i uzgodnień przed Radą Ministerialną ESA (CM25, Brema). POLSA koordynuje zbieranie rekomendacji od środowiska i przekazuje je do MRiT. Odbywają się liczne spotkania (m.in. w CBK PAN z 7 października 2025 r. – z firmami, 17 października 2025 r. podczas posiedzenia Zespołu ds. Polityki Kosmicznej czy też spotkanie przedstawicieli sektora z Ministrem Andrzejem Domańskim 24 października 2025 r.) Proces ma doprowadzić do wypracowania krajowego portfela projektów i deklaracji udziału w programach opcjonalnych ESA na lata 2026–2029⁴.

W tle tych działań Polska wzmacnia wymiar sojuszniczy w sposób operacyjny. Po podpisaniu w lipcu 2024 r. memorandum w sprawie APSS (Alliance Persistent Surveillance from Space) Polska została uczestnikiem budowy wirtualnej konstelacji „Aquila”, której celem jest ciągła obserwacja z przestrzeni kosmicznej na potrzeby Sojuszu. W 2025 r. – równoległe z przyjęciem przez ministrów obrony NATO Commercial Space Strategy – ruszyły procesy wdrożeniowe (zapytania rynkowe, standaryzacja dostępu do danych). Dla Polski oznacza to możliwość i potrzebę włączenia krajowych zdolności (dane, infrastruktura, usługi) do architektury sojuszniczej w sposób zgodny z wymogami bezpieczeństwa, jakości i interoperacyjności⁵.

1 <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/ignis---polska-siega-gwiazd>

2 https://tek.info.pl/article/4914/2_mld_pln_z_kpo_na_satelity_szansa_dla_polskiego_sektora_kosmicznego

3 <https://www.gov.pl/web/raadalegislacyjna/opinia-z-13-czerwca-2025-r-o-rzadowym-projeckcie-ustawy-o-dzialalnosci-kosmicznej>

4 <https://space24.pl/przemysl/sector-krajowy/polski-przemysl-przygotowuje-sie-do-rady-ministerialnej-esa>

5 https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_236520.htm



Bibliografia

1. Ambasada Luksemburga w Warszawie, 100 lat stosunków dyplomatycznych między Luksemburgiem i Polską od A do Z, <https://varsovie.mae.lu/dam-assets/brochureatoz.pdf> (Dostęp: 06.01.2025).
2. Android.com.pl, Nowobilaska, D 2023, SpaceX i KP Labs: misja satelita, <https://android.com.pl/na-uka/653686-spacex-kp-labs-misja-satelita> (Dostęp: 29.01.2025).
3. Arobs, <https://arobs.com/arobs-polska> (Dostęp: 29.01.2025).
4. Astronika, Zastąpią Roskosmos? To m.in. polscy inżynierowie uratują historyczną misję Europejskiej Agencji Kosmicznej na Marsa, <https://astronika.pl/zastapia-roskosmos-to-m-in-polscy-inzynierowie-uratuja-historyczna-misje-europejskiej-agencji-kosmicznej-na-marsa> (Dostęp: 29.01.2025).
5. Axiom Space, 2023, Axiom Space, ESA Sign Agreement with Poland for Future Human Spaceflight Mission, <https://www.axiomspace.com/release/poland-esa-agreement> (Dostęp: 02.01.2025).
6. Baber, W.W. & Ajala, 2024, A New Space Era: Characteristics of the New Space Industry Landscape, in Ojala, A. & Baber, W.W. (red.), Space Business, Emerging Theory and Practice, str. 6-7.
7. Bank of America, 2023, The New Space Era: Expansion of the Space Economy, <https://newspaceconomy.ca/2023/05/10/report-the-new-space-era-expansion-of-the-space-economy-bank-of-america-2023/> (Dostęp: 29.01.2025).
8. Bankier.pl, 2023, Nowy rynek otwiera się przed sektorem kosmicznym. Polskie firmy znalazły swoją niszę, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Nowy-rynek-otwiera-sie-przed-sektorem-kosmicznym-Polskie-firmy-znalazly-swoja-nisze-8771637.html> (Dostęp: 29.01.2025).
9. Bankier.pl, 2024, Branża kosmiczna w 2024 r. w Polsce będzie bogata w nowe projekty - analiza, <https://www.bankier.pl/wiadomosc/Branza-kosmiczna-w-2024-r-w-Polsce-bedzie-bogata-w-nowe-projekty-analiza-8687089.html> (Dostęp: 29.01.2025).
10. Biuro Bezpieczeństwa Narodowego, Prezydent podpisał akcesję Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej <https://www.bbn.gov.pl/pl/wydarzenia/4210.Prezydent-podpisał-akcesje-Polski-do-Europejskiej-Agencji-Kosmicznej.html> (Dostęp 30.11.2024).
11. BiznesRadar.pl, 2023, Creotech Instruments zwiększa wydatki w obszarze B+R i intensyfikuje prace nad strategicznymi projektami, <https://www.biznesradar.pl/a/117243%2Ccreotech-instruments-zwieksza-wydatki-w-obszarze-b-r-i-intensyfikuje-prace-nad-strategicznymi-projektami> (Dostęp: 29.01.2025).
12. Broniatowski, D.A., Faith, G.R. & Sabathier, V.G., 2006, The Case for Managed International Cooperation in Space Exploration, Center for Strategic and International Studies.
13. Bushnell, D.M. & Moses, R.W., 2018, Commercial Space In The Age Of "New Space", Reusable Rockets and The Ongoing Tech Revolutions, Langley Research Center, Hampton, Virginia, (online) <https://ntrs.nasa.gov/api/citations/20180008444/downloads/20180008444.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
14. Centrum Badań Kosmicznych PAN, 2020, Solar Orbiter – wyprawa po tajemnice Słońca z udziałem Polski, <https://cbkpan.pl/solar-orbiter-wyprawa-po-tajemnicze-slonca-z-udzialem-polski> (Dostęp: 29.01.2025).
15. Centrum Badań Kosmicznych PAN, 2023, Satelity misji PROBA-3 zintegrowane – start misji w 2024 roku, <https://cbkpan.pl/satelity-misji-proba-3-zintegrowane-start-misji-w-2024-roku> (Dostęp: 29.01.2025).
16. Centrum Badań Kosmicznych PAN, 2024, System Monitoringu Satelitarnego Powódź 2024, <https://cbkpan.pl/system-monitoringu-satelitarnego-powodz-2024/> (Dostęp: 29.01.2025).
17. Centrum Badań Kosmicznych PAN, Aktualności, <https://cbkpan.pl/aktualnosci/> (Dostęp: 29.01.2025).
18. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk, GRC-MS. Centrum Referencyjne Galileo – współpraca z państwami członkowskimi Unii Europejskiej, <https://cbkpan.pl/grc-ms-centrum-referencyjne-galileo-wspolpraca-z-panstwami-czlonkowskimi-unii-europejskiej/> (Dostęp: 01.01.2025).
19. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk, Realizowane projekty w CBK PAN, <https://cbkpan.pl/badania/realizowane-projekty-w-cbk-pan/> (Dostęp: 01.01.2025).
20. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk, RFA (misja Obstanovka / ISS), <https://cbkpan.pl/rfa-misja-obstanovka-iss/> (Dostęp: 01.01.2025).
21. Citigroup, 2022, Space: Investing in the Final Frontier, https://www.citigroup.com/global/insights/space_20220509 (Dostęp: 29.01.2025).
22. CloudFerro, Case studies – WEkEO, <https://cloudferro.com/pl/cases/wekeo/> (Dostęp: 01.01.2025).
23. CloudFerro, Dostępne platformy, <https://cloudferro.com/pl/dane-i-narzedzia/dostepne-platformy> (Dostęp: 29.01.2025).

24. CloudFerro, O nas, <https://cloudferro.com/pl/o-nas> (Dostęp: 29.01.2025).
25. CNES, Financement Space Ticket, <https://cnes.fr/entreprises/financement-space-ticket> (Dostęp: 29.01.2025).
26. CONNECTBYCNES, Cosmicapital funding, <https://www.connectbycnes.fr/en/cosmicapital-funding> (Dostęp: 29.01.2025).
27. Creotech, 2022, Creotech Instruments z sukcesem zakończył ofertę publiczną, pozyskując prawie 40 mln zł brutto, <https://creotech.pl/pl/aktualnosci/creotech-instruments-z-sukcesem-zakonczy-l-oferte-publiczna-pozyskujac-prawie-40-mln-zl-brutto/> (Dostęp: 29.01.2025).
28. Creotech, 2023, Creotech z sukcesem zrealizował kolejny istotny etap projektu PIAST, <https://creotech.pl/pl/aktualnosci/creotech-z-sukcesem-zrealizowal-kolejny-istotny-etap-projektu-piast/> (Dostęp: 29.01.2025).
29. Creotech, 2024, Umowa na dostawę satelitarnego systemu obserwacji Ziemi w programie MikroGlob, <https://creotech.pl/pl/aktualnosci/umowa-na-dostawe-satelitarnego-systemu-obszary-ziemni-w-programie-mikroglob/> (Dostęp: 29.01.2025).
30. Dziennik Zbrojny, 2023, Wydatki na obronność planowane na 2024 rok bez istotnych zmian, <https://dziennikzbrojny.pl/aktualnosci/news,1,11978,aktualnosci-z-polski-wydatki-na-obronnosc-planowane-na-2024-rok-bez-istotnych-zmian> (Dostęp: 29.01.2025).
31. E. Morel de Westgaver, Poland's joining ESA – how the Polish space sector has changed, 27 October 2022, <https://www.gov.pl/attachment/dff36f68-1ecf-4a88-8637-b242ef97073f> (Dostęp 30.11.2024).
32. ESA, 1994, ESA/Poland cooperation agreement, https://www.esa.int/Newsroom/Press_Releases/ESA_Poland_cooperation_agreement (Dostęp: 06.01.2025).
33. ESA, 2012, ESA Council approves the accession of Poland, https://www.esa.int/About_Us/Corporate_news/ESA_Council_approves_the_accession_of_Poland (Dostęp 30.11.2024).
34. ESA, 2017, Polska utrzymuje preferencyjne warunki członkostwa w Europejskiej Agencji Kosmicznej, (https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Poland/Polska_utrzymuje_preferencyjne_warunki_czlonkostwa_w_Europejskiej_Agencji_Kosmicznej) (Dostęp: 29.01.2025).
35. ESA, 2019, Measuring the space economy, <https://space-economy.esa.int/article/34/measuring-the-space-economy> (Dostęp: 06.01.2025).
36. ESA, 2021, Powstaje demonstrator optycznego systemu do monitorowania obiektów w przestrzeni kosmicznej, https://www.esa.int/Space_in_Member_States/Poland/Powstaje_demonstrator_optycznego_systemu_do_monitorowania_obiektow_w_przestrzeni_kosmicznej (Dostęp: 29.01.2025).
37. ESA, 2021, Slides of the Final Presentation of NAVISP Project EL2-022 now available - Successful Development of GNSS Software Defined Radio Receiver for Microlaunchers and Microsatellites, <https://navisp.esa.int/news/article/Slides-of-the-Final-Presentation-of-NAVISP-Project-EL2-022-now-available-Successful-Development-of-GNSS-Software-Defined-Radio-Receiver-for-Microlaunchers-and-Microsatellites> (Dostęp: 29.01.2025).
38. ESA, 2023, ESA TECHNOLOGY TREE Version 4.1, <https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/STM-277/STM-277.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
39. ESA, 2024, SA Report on the Space Economy 2024, <https://space-economy.esa.int/article/220/esa-report-on-the-space-economy-2024> (Dostęp: 29.01.2025).
40. ESA, ESA an intergovernmental customer, https://www.esa.int/About_Us/Business_with_ESA/Business_Opportunities/ESA_an_intergovernmental_customer (Dostęp: 01.01.2025).
41. ESA/IPC(2024)13,rev1, Paris 30 July 2024.
42. ESA/IPC(2024)13,rev1, Paris 30 July 2024.
43. ESPI, 2017, The Rise of Private Actors in the Space Sector, <https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2022/06/ESPI-report-The-rise-of-private-actors-Executive-Summary-1.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
44. ESPI, 2019, Evolution of the Role of Space Agencies, <https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2022/06/ESPI-Public-Report-70-Evolution-of-the-Role-of-Space-Agencies-Full-Report.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
45. EU SST, New EU SST Partnership of 15 Member States signed, <https://www.eusst.eu/newsroom/new-eu-sst-partnership-signed-2/> (Dostęp: 01.01.2025).
46. EUMETSAT, 2023, AR36_EUMETSATAnnualReport2023, https://www-cdn.eumetsat.int/files/2024-06/AR36_EUMETSATAnnualReport2023_Web-v3.pdf (Dostęp: 01.01.2025).
47. Euroconsult, 2023, Space Economy Report - Extract, (online) https://digital-platform.euroconsult-ec.com/wp-content/uploads/2024/01/Sp_Economy_Extract_2023.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
48. European Commission, Jonsson S. CASSINI Space Entrepreneurship Initiative 2021-2027 <https://commercialisation.esa.int/wp-content/uploads/2023/10/Jonsson-S-CASSINI-Space-Entrepreneurship-Initiative-2021-2027.pdf>



- [son_Space-Entrepreneurship.pdf](#) (Dostęp: 29.01.2025).
49. European Investment Bank, 2019, The future of the European space sector How to leverage Europe's technological leadership and boost investments for space ventures, https://www.eib.org/attachments/thematic/future_of_european_space_sector_en.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
 50. European Space Policy Institute, 2023, Space Venture Europe 2023: Investment in the European and global space sector, https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2023/06/ESPI_Space_Venture_Europe_2023.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
 51. EUSPA, 2022, EUSPA EO and GNSS Market Report, 2022 / Issue 1, https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/uploads/euspa_market_report_2022.pdf (Dostęp: 01.01.2025).
 52. EUSPA, EU SST, <https://www.euspa.europa.eu/eu-space-programme/ssa/eu-sst> (Dostęp: 01.01.2025).
 53. Galluzzi, M., Zapata, E., de Weck, O. & Steele, M., 2006, Foundations of Supply Chain Management for Space Application, AIAA 2006-7234, Space 2006, wrzesień 2006.
 54. Gibbs, G., 1986, International Cooperation in Space – Developing New Approaches, ESA Bulletin.
 55. Gierszewska, G. & Romanowska, M., 2017, Analiza strategiczna przedsiębiorstwa, PWE.
 56. Harazim, A., 2024, Statement by the Head of the Delegation of Poland Mr. Artur Harazim, https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/lsc/2024/Statements/4_Poland_2.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
 57. Hasbrook, P. et al., 2017., Benefits of international collaboration on the international space station, International Space Station Program Science Forum, 68th International Astronautical Congress, Adelaide, Australia, IAC-17-B3.3.1.
 58. ICEYE, Projekty, RAMON, <https://www.iceye.com/pl-pl/projekty/ramon> (Dostęp: 29.01.2025).
 59. ICEYE, Strona internetowa firmy ICEYE, <https://www.iceye.com/pl> (Dostęp: 29.01.2025).
 60. Instalki.pl, 2024, Polska firma buduje robota, który będzie skakać po Księżycu, <https://www.instalki.pl/news/technika/polska-firma-buduje-robota-ktory-bedzie-skakac-po-ksiezycu> (Dostęp: 29.01.2025).
 61. ISBtech.pl, 2024, Arobs Polska i Arobs Engineering zbudują dla ESA jednostkę kontrolną do precyzyjnych operacji orbitalnych <https://www.isbtech.pl/2024/10/arobs-polska-i-arobs-engineering-zbuduja-dla-esa-jednostke-kontrolna-do-precyzyjnych-operacji-orbitalnych> (Dostęp: 29.01.2025).
 62. ITTI, 2019, H2020 – Dlaczego Warto? Perspektywa ITTI Dzień Z Horyzontem 2020, <https://www.kpk.gov.pl/wp-content/uploads/2019/04/ITTI.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
 63. ITTI, Cyber Sec, <https://www.itti.com.pl/cyber-sec> (Dostęp: 29.01.2025).
 64. Komisja Europejska, 2021, Horizon Europe strategic plan, (online) https://research-and-innovation.ec.europa.eu/system/files/2022-06/ec_rtd_he-investing-to-shape-our-future_0.pdf (Dostęp: 01.01.2025).
 65. Jones, H. (2018). The Recent Large Reduction in Space Launch Cost. <https://ttu-ir.tdl.org/handle/2346/74082>.
 67. Komisja Europejska, 2021, OTB Ventures launches new \$60m fund to back European businesses at the next stage of growth, (online) https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/sv/ip_21_3669 (Dostęp: 29.01.2025). - należy uzupełnić tytuł komunikatu prasowego
 68. Komisja Europejska, 2024, IRIS2: bezpieczna i zaawansowana łączność satelitarna <https://poland.representation.ec.europa.eu/news/iris2-bezpieczna-i-zaawansowana-laczność-satelitarna-2024-12-16-pl?prefLang=en> (Dostęp: 01.01.2025).
 69. Komisja Europejska, Horizon Europe Work Programme 2023-2025 7. Digital, Industry and Space, https://ec.europa.eu/info/funding-tenders/opportunities/docs/2021-2027/horizon/wp-call/2023-2024/wp-7-digital-industry-and-space_horizon-2023-2024_en.pdf (Dostęp: 01.01.2025).
 70. Konwencja o międzynarodowej odpowiedzialności za szkody wyrządzone przez obiekty kosmiczne z 29 marca 1972 r., 1972, (Dz.U. 1973 nr 27 poz. 154).
 71. Konwencja o rejestracji obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną z 14 stycznia 1975 r., 1975.
 72. KP Labs, 2023, Intuition-1: A Synthesis of Knowledge and Vision, <https://kplabs.space/blog/intuition-1-a-synthesis-of-knowledge-and-vision/> (Dostęp: 17.11.2024).
 73. KP Labs, phi-sat-2, (online) <https://kplabs.space/phi-sat-2> (Dostęp: 29.01.2025).
 74. KPLabs, Projekty, Intuition-1, <https://www.kplabs.space/projects-and-missions/intuition-1> (Dostęp: 29.01.2025).
 75. Krois, D., 2024, Statement by the Head of the Del-

- egation of Poland Amb. Dominika Krois, (https://www.unoosa.org/documents/pdf/copuos/2024/state-ments/5_Poland.pdf) (Dostęp: 06.01.2025).
76. Kukołowicz, P., Lubasiński, J., Mądry, T., Świącicki, I. & Witczak, J., 2024, Gospodarka Kosmiczna, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa. https://pie.net.pl/wp-content/uploads/2024/06/Raport_PIE_Gospodarka-kosmiczna.pdf (Dostęp: 01.01.2025)
77. Liftero, 2023 Liftero Successfully Closes Pre-Seed Round <https://liftero.com/liftero%E2%8C%9D-successfully-closes-pre-seed-round/> (Dostęp: 29.01.2025).
78. Lorenz, W., 2020, NATO Augments Its Space Policy, Polski Instytut Spraw Międzynarodowych, <https://pism.pl/upload/images/artykuly/94d52478-2f4b-4886-8a96-9382a19bddbd//1606913417283.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
79. Łapeta, B. & Struzik, P., Współpraca instytucjonalna EUMETSAT z krajami członkowskimi, IMGW, https://polsa.gov.pl/wp-content/uploads/2021/10/EUMETSAT_wspolpraca-Polski-z-EUMETSAT_instytucje_IMGW-1.pdf (Dostęp: 01.01.2025).
80. Łukasiewicz, 2024, Historyczne osiągnięcie polskich inżynierów – polska rakieta suborbitalna ILR-33 BURSZTYN 2K sięgnęła kosmosu, <https://lukasiewicz.gov.pl/historyczne-osiagniecie-polskich-inzynierow-polska-rakieta-suborbitalna-ilr-33-burszty-n-2k-siegnela-kosmosu/> (Dostęp: 17.11.2024).
81. Malik, T., 2019, SpaceX Successfully Launches Falcon 1 Rocket Into Orbit, <https://www.space.com/5905-spacex-successfully-launches-falcon-1-rocket-orbit.html> (Dostęp: 17.11.2024).
82. Malinowska, K., Sz wajewski, M. & Hopej, K., 2023, IAC-23-E.6 Investment Models In The Space Market Risk Analysis Approach For Long-Term Perspective Investment Or Short-Term Investment Approach?, 74th International Astronautical Congress (IAC), Baku, Azerbajjan, 2-6 October.
83. MamBiznes.pl, 2024, Creotech Instruments z ważną umową. Będzie badać pogodę kosmiczną, <https://mambiznes.pl/news/creotech-instruments-z-wazna-umowa-bedzie-badac-pogode-kosmiczna/> (Dostęp: 29.01.2025).
84. Matacz, M., 2021, Prof. Wrochna: polskie instytuty i firmy mogą uczestniczyć w wielu elementach programu Artemis, Nauka w Polsce, <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C90299%2Cprof-wrochna-polskie-instytuty-i-firmy-moga-uczestniczyc-w-wielu-elementach> (Dostęp: 01.01.2025)
85. Mathieu E., Roser M. Our World in Data, Space exploration and satellites <https://ourworldindata.org/space-exploration-satellites> (Dostęp: 29.01.2025).
86. McKinsey & Company, 2024, Space: The \$1.8 trillion opportunity for global economic growth, <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/space-the-1-point-8-trillion-dollar-opportunity-for-global-economic-growth> (Dostęp: 29.01.2025).
87. McKinsey, 2023, Space launch: Are we heading for oversupply or a shortfall?, <https://www.mckinsey.com/industries/aerospace-and-defense/our-insights/space-launch-are-we-heading-for-oversupply-or-a-shortfall>, (Dostęp: 29.01.2025).
88. Mikrokontroler.pl, 2024, KP Labs bierze udział w europejskiej misji badawczej na asteroidę, <https://mikrokontroler.pl/2024/06/11/kp-labs-bierze-udzial-w-europejskiej-misji-badawczej-na-asteroide/> (Dostęp: 29.01.2025).
89. Ministerstwo Edukacji i Nauki, 2021, Umowa MEiN i NASA – udział Centrum Badań Kosmicznych PAN w misji heliosferycznej IMAP, <https://www.gov.pl/web/nauka/umowa-mein-i-nasa--udzial-centrum-badan-kosmicznych-pan-w-misji-heliosferycznej-imap> (Dostęp: 29.01.2025).
90. Ministerstwo Nauki i Szkolnictwa Wyższego, 2023, Polska będzie miała drugiego w historii astronautę w kosmosie!, <https://www.gov.pl/web/nauka/polska-bedzie-miala-drugiego-w-historii-astronaute-w-kosmosie> (Dostęp: 01.01.2025).
91. Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2021, Prekonsultacje Krajowego Programu Kosmicznego na lata 2021-2026 (KPK), <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/prekonsultacje-krajowego-programu-kosmicznego-na-lata-2021--2026-kpk> (Dostęp: 01.01.2025).
92. Ministerstwo Rozwoju i Technologii, 2023, Polska w kosmosie – zwiększamy swoją aktywność, <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/polska-w-kosmosie--zwiększamy-swoja-aktywnosc> (Dostęp: 29.01.2025).
93. Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji, Usługa PRS (Public Regulated Service) systemu satelitarne go Galileo, (<https://www.gov.pl/web/mswia/usluga-prs-public-regulated-service-systemu-satelitarne-go-galileo>) (Dostęp: 01.01.2025).
94. Mogensen, A., 2024, Space station missions highlight importance of international collaboration, Johns Hopkins University, <https://washingtondc.jhu.edu/news/space-station-missions-highlight-importance-of-international-collaboration/> (Dostęp: 30.12.2024).
95. Mogensen, A., 2024, Space station missions highlight importance of international collaboration, Johns Hop-



- kins University, <https://washingtondc.jhu.edu/news/space-station-missions-highlight-importance-of-international-collaboration/> (Dostęp: 06.01.2025).
96. Money.pl, 2024, Thorium Space - polski satelita geostacjonarny w paśmie Ku-Ka to projekt, na który czekaliśmy od początku istnienia firmy, <https://www.money.pl/gospodarka/thorium-space-polski-satelita-geostacjonarny-w-pasmie-ku-ka-to-projekt-na-ktory-czekalismy-od-poczatku-istnienia-firmy-7030984407857856a.html> (Dostęp: 29.01.2025).
97. N7 Space, <https://n7space.com> (Dostęp: 29.01.2025).
98. N7 Space, Projects, <https://n7space.com/index.php/projects> (Dostęp: 29.01.2025).
99. Najwyższa Izba Kontroli, 2020, Informacja o wynikach kontroli. Rozwój Sektora Kosmicznego, KGP.430.017.2019. Nr ewid. 44/2020/P/19/021/KGP, s. 11, <https://www.nik.gov.pl/plik/id.22462.vp.25136.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
100. Najwyższa Izba Kontroli, 2020, Informacja o wynikach kontroli. Rozwój Sektora Kosmicznego, KGP.430.017.2019. Nr ewid. 44/2020/P/19/021/KGP, s. 12, <https://www.nik.gov.pl/plik/id.22462.vp.25136.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
101. Najwyższa Izba Kontroli, 2020, Informacja o wynikach kontroli. Rozwój Sektora Kosmicznego, KGP.430.017.2019. Nr ewid. 44/2020/P/19/021/KGP, s. 75, <https://www.nik.gov.pl/plik/id.22462.vp.25136.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
102. Najwyższa Izba Kontroli, 2020, Informacja o wynikach kontroli. Rozwój Sektora Kosmicznego, KGP.430.017.2019. Nr ewid. 44/2020/P/19/021/KGP, s. 50, (online) <https://www.nik.gov.pl/plik/id.22462.vp.25136.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
103. Najwyższa Izba Kontroli, 2020, Informacja o wynikach kontroli. Rozwój Sektora Kosmicznego, KGP.430.017.2019. Nr ewid. 44/2020/P/19/021/KGP, s. 55, (online) <https://www.nik.gov.pl/plik/id.22462.vp.25136.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
104. Najwyższa Izba Kontroli, 2023, Informacja o wynikach kontroli. Sektor kosmiczny i jego rozwój, KGP.430.10.2023. Nr ewid. 120/2023/P/23/012/KGP, s. 77 <https://www.nik.gov.pl/plik/id.29443.vp.32297.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
105. Najwyższa Izba Kontroli, 2023, Wystąpienie Pokontrolne Zmienne zgodnie z treścią uchwały Nr 19/2024. Kolegium Najwyższej Izby Kontroli z dnia 31 stycznia 2024 r. w sprawie zastrzeżeń do wystąpienia pokontrolnego P/23/012 — Sektor kosmiczny i jego rozwój, 9 listopada 2023 r., (KGP.410.3.1.2023), s. 22, (https://www.nik.gov.pl/kontrolne/wyniki-kontroli-nik/pobierz.kgp~p_23_012_202306191351051687175465~id0~01.typ.kj.pdf) (Dostęp: 01.01.2025).
106. Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, 2020, Zakończenie oceny wniosków złożonych w ramach konkursu 51112019 Technologie kosmiczne, <https://archiwum.ncbr.gov.pl/o-centrum/aktualnosci/szczegoly-aktualnosci/news/zakonczenie-oceny-wnioskow-zlozonych-w-ramach-konkursu-51112019-technologie-kosmiczne-61345/> (Dostęp: 29.01.2025).
107. NASA, 2014, Commercial Orbital Transportation Services A New Era of Spaceflight, (online) <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2016/08/sp-2014-617.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
108. NASA, 2014, Commercial Orbital Transportation Services A New Era of Spaceflight, <https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2016/08/sp-2014-617.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
109. NASA, 2023 5 Years Ago: First Flight of the Falcon Heavy Rocket, <https://nasa.gov/history/5-years-ago-first-flight-of-the-falcon-heavy-rocket/> (Dostęp: 29.01.2025)
110. NATO, 2023, Third NATO-Alliance Persistent Surveillance from space steering group concludes in The Hague, <https://www.ncia.nato.int/about-us/news-room/third-natospace-steering-group-convenes-in-the-hague-> (Dostęp: 01.01.2025).
111. Nauka w Polsce, Wrochna, G., 2024, porozumienie POLSA i Axiom Space to krok ku zacieśnieniu współpracy, Nauka w Polsce, <https://naukawpolsce.pl/aktualnosci/news%2C104972%2Cg-wrochna-porozumienie-polsa-i-axiom-space-krok-ku-zaciesnieniu-wspolpracy> (Dostęp: 02.01.2025).
112. NEREUS Regions, 2022, Follow-up: Safety and security dimension of space, the European Defence Fund and its multiannual perspective on 17 November 2022, <https://www.nereus-regions.eu/2022/11/18/follow-up-safety-and-security-dimension-of-space-the-european-defence-fund-and-its-multiannual-perspective-on-17-november-2022/> (Dostęp: 01.01.2025).
113. North Atlantic Treaty Organization, b.d., Factsheet Alliance Persistent Surveillance from Space (APSS), (online) www.nato.int/factsheets (Dostęp: 29.01.2025).
114. OECD, 2019, The Space Economy in Figures: How Space Contributes to the Global Economy, OECD Publishing, Paris, (online) <https://doi.org/10.1787/c5996201-en> (Dostęp: 29.01.2025).
115. OECD, 2023, Harnessing „New Space” For Sustainable Growth of the Space Economy, <https://www.oecd.org/industry/harnessing-new-space-for-sustain->

- [able-growth-of-the-space-economy.htm](#) (Dostęp: 29.01.2025).
116. Oliver Wyman, 2024, Four trends shaping the space sector <https://www.oliverwyman.com/our-expertise/insights/2024/jan/four-trends-shaping-the-space-sector.html> (Dostęp: 29.01.2025).
117. Organizacja Narodów Zjednoczonych ONZ, 2023, Report of the Committee on the Peaceful Uses of Outer Space Sixty-sixth session (31 May–9 June 2023), <https://documents.un.org/doc/undoc/gen/v23/046/82/pdf/v2304682.pdf> (Dostęp: 01.01.2025)
118. Xavier Pasco, 2021, Evolution of the strategies of use of space for military purposes <https://www.irsem.fr/media/documents-en-anglais/7-evolution-of-the-strategies-of-use-of-space-for-military-purposes.pdf>, str. 77.
119. PFR (Polski Fundusz Rozwoju) 2023, Polski Fundusz Rozwoju wspiera rozwój zaawansowanych technologii w ramach programu Tech Hub <https://pfr.pl/arttykul/polski-fundusz-rozwoju-wspiera-rozwoj-zaawansowanych-technologie-w-ramach-programu-tech-hub> (Dostęp: 29.01.2025).
120. PHIG, 2023, 10 lat kosmicznej specjalizacji SENER Polska, <https://phig.pl/pl/news/550/2023/06/06/10-lat-kosmicznej-specjalizacji-sener-polska> (Dostęp: 29.01.2025).
121. Pisen, S. J., 2024, Cold War Merchants and the Commercialization of Space, Liberty University Department of History, Czerwiec, str. iii; 33; 132.
122. Planet Partners 2024 & Polska Agencja Kosmiczna 2022, polska firma koordynatorem projektu dla jednej z najważniejszych misji europejskiej agencji kosmicznej <https://planetpartners.prowly.com/327136-polska-firma-koordynatorem-projektu-dla-jednej-z-najwazniejszych-misji-europejskiej-agencji-kosmicznej> ORAZ Informacja o koordynacji projektu dla misji ESA, kosmicznej <https://polsa.gov.pl/en/news/2012-2022-poland-10-years-in-the-european-space-agency/>.
123. POLSA, 2012-2022, czyli 10 lat obecności Polski w Europejskiej Agencji Kosmicznej, <https://polsa.gov.pl/20-12-2022-czyli-10-lat-obecnosci-polski-w-europejskiej-agencji-kosmicznej/> (Dostęp: 30.11.2024).
124. POLSA, 2023, Porozumienie na rzecz bezpieczeństwa kosmicznego, <https://polsa.gov.pl/wydarzenia/porozumienie-na-rzecz-bezpieczenstwa-kosmicznego/> (Dostęp: 01.01.2025).
125. POLSA, 2024, Ocena stanu rozwoju badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce za 2023 rok, Gdańsk. <https://polsa.gov.pl/wp-content/uploads/2024/04/Raport-ocena-stanu-rozwoju-badani-i-uzytowania-przestrzeni-kosmicznej-w-polsce-za-2023-rok.pdf> (Dostęp: 01.01.2025).
126. POLSA, 2024, POLSA podpisała porozumienie z UKE, <https://polsa.gov.pl/wydarzenia/polsa-podpisala-porozumienie-z-uke/> (Dostęp: 01.01.2025).
127. POLSA, 2024, POLSA's year in space, <https://polsa.gov.pl/en/news/2023-polsas-year-in-space/> (Dostęp: 01.01.2025).
128. Polska Agencja Kosmiczna, 2018, Polski sektor kosmiczny. Katalog wybranych podmiotów, Warszawa.
129. Polska Agencja Kosmiczna, 2021, Polski sektor kosmiczny 2020. Analiza stanu obecnego, trendów i technologii w ujęciu krajowym i na tle międzynarodowym, Warszawa.
130. Polska Agencja Kosmiczna, 2022, Polski sektor kosmiczny, Katalog podmiotów, Warszawa.
131. Polska Agencja Kosmiczna, 2023, Polska w kosmosie – zwiększamy swoją aktywność, <https://polsa.gov.pl/wydarzenia/polska-w-kosmosie-zwiekszamy-swoja-aktywnosc/> (Dostęp: 29.01.2025).
132. Polska Agencja Kosmiczna, 2024 Ocena stanu rozwoju badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce za 2023 rok, s. 16.
133. Polska Agencja Kosmiczna, 2024, Centrum Obserwacyjne Polskiej Agencji Kosmicznej w Bezmiechowej otwarte, (online) <https://polsa.gov.pl/wydarzenia/centrum-obserwacyjne-polskiej-agencji-kosmicznej-w-bezmiechowej-otwarte/> (Dostęp: 29.11.2024).
134. Polska Agencja Kosmiczna, 2024, Rakieta suborbitalna ILR-33 Bursztyn 2K, <https://polsa.gov.pl/wp-content/uploads/2024/07/Rakieta-suborbitalna-ILR-33-Bursztyn-2K.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
135. Polska Agencja Kosmiczna, Baza Podmiotów, Arobs Polska Sp. z o.o., (online) <https://polsa.gov.pl/baza-podmiotow/arobs-polska-sp-z-o-o> (Dostęp: 29.01.2025).
136. Polska Agencja Kosmiczna, Baza Podmiotów, Astronika Sp. z o.o., <https://polsa.gov.pl/en/baza-podmiotow/astronika-sp-z-o-o> (Dostęp: 29.01.2025).
137. Polska Agencja Kosmiczna, Baza Podmiotów, <https://polsa.gov.pl/o-katalogu/baza-podmiotow/> (Dostęp: 29.01.2025).
138. Polska Agencja Kosmiczna, Baza Podmiotów, KP Labs Sp. z o.o., <https://polsa.gov.pl/baza-podmiotow/kp-labs-sp-z-o-o> (Dostęp: 29.01.2025).
139. Polska Agencja Kosmiczna, Baza Podmiotów, SENER Polska Sp. z o.o., <https://polsa.gov.pl/baza-podmiotow/sener-polska-sp-z-o-o> (Dostęp: 29.01.2025).



[sener-polska-sp-z-o-o](#) (Dostęp: 29.01.2025).

140. Polska Agencja Kosmiczna, Baza Podmiotów, Sybilla Technologies Sp. z o.o., <https://polsa.gov.pl/baza-podmiotow/sybilla-technologies-sp-z-o-o/> (Dostęp: 29.01.2025).
141. Polska Agencja Kosmiczna, Sz wajewski, M., Malinowska, K. i Pacek, P. (red.) 2023, Społeczno-ekonomiczny wpływ danych satelitarnych, https://polsa.gov.pl/wp-content/uploads/2024/12/POLSA_raport_Spoleczno-ekonomiczny_wplyw_danych_satelitarnych_PL.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
142. Polska Agencja Prasowa, 2024, MSZ: Polska przejmie przewodnictwo w Grupie Wyszehradzkiej, = <https://www.pap.pl/aktualnosci/msz-polska-przejmuje-przewodnictwo-w-grupie-wyszehradzkiej> (Dostęp: 01.01.2025).
143. Polski sektor kosmiczny. Struktura podmiotowa - Możliwości rozwoju - Pozyskiwanie środków, Praca zbiorowa pod redakcją naukową dr Marty E. Wachowicz, Polska Agencja Kosmiczna, Warszawa 2017, s. 43.
144. Prawo.pl, 2016, Polskie i chińskie uczelnie podpisały porozumienie o współpracy, <https://www.prawo.pl/student/polskie-i-chinskie-uczelnie-podpisaly-porozumienie-o-wspolpracy.141887.html> (Dostęp: 02.01.2025).
145. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, News, Marsjańskie próbki dotrą na Ziemię dzięki Polakom, <https://piap.space/pl/news/marsjanskie-probki-dotra-na-ziemie-dzieki-polakom> (Dostęp: 29.01.2025).
146. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, O nas, <https://piap.space/pl/o-nas/kim-jestesmy> (Dostęp: 29.01.2025).
147. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Orbita, <https://piap.space/pl/projects/orbita> (Dostęp: 29.01.2025).
148. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Projekt TITAN, <https://piap.space/pl/projects/projekt-titan-pl> (Dostęp: 29.01.2025).
149. Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów PIAP, Projekty, <https://piap.space/pl/projekty> (Dostęp: 29.01.2025).
150. PWC, 2024, Main Trends & Challenges in the Space Sector, <https://www.pwc.fr/en/industrie/secteur-spatial/pwc-space-team-public-reports-and-articles/main-trends-and-challenges-in-the-space-sector.html> (Dostęp: 29.01.2025).
151. Rada Unii Europejskiej, „Horyzont Europa”, <https://www.consilium.europa.eu/pl/policies/horizon-europe/> (Dostęp: 01.01.2025).
152. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/696 z dnia 28 kwietnia 2021 r. ustanawiające Unijny program kosmiczny i Agencję Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego oraz uchylające rozporządzenia (UE) nr 912/2010, (UE) nr 1285/2013 i (UE) nr 377/2014 oraz decyzję nr 541/2014/UE.
153. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2021/697 z dnia 29 kwietnia 2021 r. ustanawiające Europejski Fundusz Obronny i uchylające rozporządzenie (UE) 2018/1092 (Tekst mający znaczenie dla EOG), 2021, (Dz.Urz. UE L 170 z 12.5.2021, p. 149–177).
154. Rynek Lotniczy, 2021, Firmy sektora kosmicznego w projekcie polsko-australijskim, <https://www.rynek-lotniczy.pl/wiadomosci/firmy-sektora-kosmicznego-w-projekcie-polskoaustralijskim-13334.html> (Dostęp: 29.01.2025).
155. Rządowy projekt ustawy o zmianie ustawy o Polskiej Agencji Kosmicznej oraz ustawy o działach administracji rządowej (druk 3086), b.d., s. 2-3.
156. Sadeh, E., 2002, Introduction space politics and policy: an evolutionary perspective, in Sadeh, E. (red.), Space politics and policy: an evolutionary perspective, Space Regulation Library, Volume 2, Institute of Air and Space Law, McGill University, Montreal, Canada, str. Xvii, 337.
157. Satellite Industry Association, 2023 State of the Satellite Industry Report, <https://sia.org/news-resources/state-of-the-satellite-industry-report/> (Dostęp: 29.01.2025).
158. Scanway 2024, Polskie spółki ICEYE i Scanway wspólnie zbudują satelitarne systemy optyczne o wysokiej rozdzielczości, (online) <https://media.scanway.pl/polskie-spolki-iceye-i-scanway-wspolnie-zbuduja-satelitarne-systemy-optyczne-o-wysokiej-rozdzielczosci> (Dostęp: 29.01.2025).
159. Scanway, 2024, Scanway prezentuje pierwsze materiały z lotu rakiety Ariane 6, kamery Spółki uzyskały flight heritage, <https://investors.scanway.pl/scanway-prezentuje-pierwsze-materialy-z-lotu-rakiety-ariane-6kamery-spolki-uzyskaly-flight-heritage/> (Dostęp: 17.11.2024).
160. Scanway, Strona internetowa firmy Scanway, <https://scanway.pl> (Dostęp: 29.01.2025).
161. Scanway, Strona internetowa Scanway Space, <https://scanway.space/eu> (Dostęp: 29.01.2025).
162. Science in Poland, 2024, Śmieci kosmiczne na celowniku obserwatorium w Borówcu, <https://scienceinpoland.pap.pl/aktualnosci/news%2C101098%2Csmieci-kosmiczne-na-celowniku-obserwatorium-w-borowcu.html> (Dostęp: 29.01.2025).

163. Sejm Rzeczypospolitej Polskiej, 2024, Odpowiedź na Interpelację nr 3064 Posła Pana Daniela Milewskiego w sprawie współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną, DIP-V.054.1.2024.
164. Sektorowa Rada ds. Przemysłu Lotniczo-Kosmicznego, 2020, Średnioterminowe scenariusze rozwoju przemysłu kosmicznego w Polsce, <http://rada-przemyslu-lot-kos.pl/resources/2021/03/srednioterminowe-scenariusze-rozwoju-przemyslu-kosmicznego-w-polsce.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
165. SENER, 2021, Portfolio urzędzeń MGSE pozwala SENER Polska na konkurowanie z europejskimi graczami, <https://www.group.sener.pl/noticias/portfolio-urzedzen-mgse-pozwala-sener-polska-na-konkurowanie-z-europejskimi-graczami> (Dostęp: 29.01.2025).
166. SIA, 2024, Commercial Satellite Industry Continues Historic Growth While Dominating Global Space Business – Sia Releases 27th Annual State Of The Satellite Industry Report, <https://sia.org/commercial-satellite-industry-continues-historic-growth-dominating-global-space-business-27th-annual-state-of-the-satellite-industry-report/> (Dostęp: 29.01.2025).
167. Space Foundation, 2024, Space Foundation Announces \$570B Space Economy in 2023, Driven by Steady Private and Public Sector Growth, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Space_2024.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
168. Space Foundation, 2024, The Space Report 2023, https://www.spacefoundation.org/wp-content/uploads/2024/03/SpaceFoundation_2023-Annual-Financial-Web.pdf (Dostęp: 06.01.2025).
169. Space24, 2022, CloudFerro podpisuje kolejną umowę z EUMETSAT, <https://space24.pl/przemysl/sektor-krajowy/cloudferro-podpisuje-kolejna-umowe-z-eumetsat> (Dostęp: 01.01.2025).
170. Space24.pl, 2018, Nowelizacja ustawy o PAK przyjęta przez rząd. Minister Emilewicz komentuje dla Space24.pl, (online) <https://space24.pl/polityka-kosmiczna/polska-nowelizacja-ustawy-o-pak-przyjeta-przez-rzad-minister-emilewicz-komentuje-dla-space24pl> (Dostęp: 27.11.2024).
171. Space24.pl, 2023 & PARP, 2017, Polski udział w misji ESA Comet Interceptor – rekordowy projekt, <https://space24.pl/przemysl/sektor-krajowy/polski-udzial-w-misji-esa-comet-interceptor-rekordowy-projekt> ORAZ Public procurement in Poland https://en.parp.gov.pl/storage/publications/pdf/pp_in_poland_en.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
172. Space24.pl, 2023, Miliony dolarów na monitoring satelitarny z Polski, <https://space24.pl/przemysl/sektor-krajowy/miliony-dolarow-na-monitoring-satelitarny-z-polski> (Dostęp: 29.01.2025).
173. Space24.pl, 2024, Polskie firmy łączą siły dla rozwoju sektora obserwacji Ziemi, <https://space24.pl/przemysl/sektor-krajowy/polskie-firmy-lacza-sily-dla-rozwoju-sektora-obszernosci-ziemi> (Dostęp: 29.01.2025).
174. Space24.pl, 2019, Dane satelitarne na ratunek gazociągom. Powstanie system wykrywania deformacji gruntu, <https://space24.pl/satelite/dane-satelitarne-na-ratunek-gazociagom-powstanie-system-wykrywania-deformacji-gruntu> (Dostęp: 29.01.2025).
175. SpaceWatch.Global, 2019, Polish Space Agency Signs Cooperation Agreement With NASA, <https://space-watch.global/2019/10/polish-space-agency-signs-cooperation-agreement-with-nasa/> (Dostęp: 01.01.2025).
176. Spacewatch.global, 2024, Rwanda Space Agency and POLSA Strengthen Partnership Ties, <https://spacewatch.global/2024/02/rwanda-space-agency-and-polsa-strengthen-partnership-ties/> (Dostęp: 01.01.2025).
177. State Space Agency of Ukraine, 2022.
178. Statista, 2023., Space Exploration, <https://www-statista.com/topics/5049/space-exploration/> (Dostęp: 29.01.2025).
179. Strefa Inwestorów, 2024, Creotech po intensywnych trzech kwartałach 2024 notuje 229 mln zł przychodów ze..., <https://strefainwestorow.pl/wiadomosci/2024/1127/creotech-po-intensywnych-trzech-kwartalach-2024-notuje-229-mln-zl-przychodow-ze> (Dostęp: 29.01.2025).
180. Sybilla Technologies, Sybilla Technologies in EDF EMISSARY project, <https://sybillatechnologies.com/press-release/sybilla-technologies-in-edf-emissary-project> (Dostęp: 29.01.2025).
181. Telepolis.pl, 2024, Polska firma SENER, Europejska Agencja Kosmiczna i misja Ariel, <https://www.telepolis.pl/tech/kosmos/polska-firma-sener-europejska-agencja-kosmiczna-ariel> (Dostęp: 29.01.2025).
182. The Luxembourg Government, 2018, Luxembourg and the Republic of Poland agree to cooperate on space activities with particular focus on the exploration and utilization of space resources, https://gouvernement.lu/en/actualites/agenda.gouvernement2024+en+actualites+toutes_actualites+communiqués+2018+10-oc-tobre+12-schneider-poland-space.html (Dostęp: 01.01.2025).
183. Thorium Space, Projekty, <https://thorium.space/en/projects> (Dostęp: 29.01.2025).



184. Thorium Space, Strona internetowa firmy Thorium Space, <https://thorium.space> (Dostęp: 29.01.2025)
185. Trabelsi Loeb, M., 2021, #SpaceWatchGL Opinion: The Growing Challenge measuring the Space Economy Growth – Part I, <https://spacewatch.global/2021/03/spacewatchgl-opinion-the-growing-challenge-measuring-the-space-economy-growth-part-i/> (Dostęp: 29.01.2025).
186. Trade.gov.pl, 2024, The development of the Polish space sector, <https://www.trade.gov.pl/en/news/the-development-of-the-polish-space-sector/> (Dostęp: 29.01.2025).
187. Transport Publiczny, 2022, Projekt modernizacji toruńskiej komunikacji miejskiej nagrodzony w konkursie Smart City Poland Award, <<https://www.transport-publiczny.pl/wiadomosci/projekt-modernizacji-toruńskiej-komunikacji-miejskiej->
188. Tweedie, E. Trends in the Satellite Ground Segment Market, <https://www.satellitemarkets.com/pdf/pdf2024/MarketBrief-Ground-Segment-2024.pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
189. U.S. Embassy & Consulate in Poland, 2021, Poland Signs Artemis Accords at International Astronautical Congress, https://pl.usembassy.gov/artemis_eng/ (Dostęp: 01.01.2025).
190. UK Government, 2021, National Space Innovation Programme (NSIP), (online) <https://www.gov.uk/government/publications/national-space-innovation-programme-nsip> (Dostęp: 29.01.2025).
191. UK Government, 2021, Projects selected for the Regulators' Pioneer Fund, <https://www.gov.uk/government/publications/projects-selected-for-the-regulators-pioneer-fund/projects-selected-for-the-regulators-pioneer-fund-2022> (Dostęp: 29.01.2025).
192. UK Space Accelerator, Strona internetowa UK Space Accelerator, (<https://www.ukspaceaccelerator.co.uk/>) (Dostęp: 29.01.2025).
193. Układ o zasadach działalności państw w zakresie badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej łącznie z Księżycem i innymi ciałami niebieskimi z 27 stycznia 1967 r., 1967, (Dz.U. 1968 nr 14 poz. 82).
194. Umowa między Rzeczpospolitą Polską a Europejską Organizacją Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych (EUMETSAT) o współpracy, sporządzona w Warszawie dnia 15 grudnia 1999 r. Dziennik Ustaw Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 20 września 2002 r., 2002, Nr 202, poz. 1706.
195. Umowa o ratowaniu kosmonautów, powrocie kosmonautów i zwrocie obiektów wypuszczonych w przestrzeń kosmiczną z 22 kwietnia 1968 r., 1968, (Dz.U. 1969 nr 15 poz. 110).
196. Umowa pomiędzy Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Europejską Agencją Kosmiczną w sprawie przystąpienia Polski do Konwencji o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej i związane z tym warunki oraz Konwencja o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej, sporządzona w Paryżu dnia 30 maja 1975 r. (Dz.U. z 2013 r. poz. 61 ze zm.).
197. Umowa pomiędzy Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Europejską Agencją Kosmiczną w sprawie przystąpienia Polski do Konwencji o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej i związane z tym warunki, podpisana w Warszawie dnia 31 lipca 2012 r., oraz Konwencja o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej, sporządzona w Paryżu dnia 30 maja 1975 r., 2012, (Dz.U. 2013 poz. 61).
198. United Nations Office for Outer Space Affairs, Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (COPUOS), <https://www.unoosa.org/osa/en/ourwork/copuos/index.html> (Dostęp: 06.01.2025).
199. UNOOSA, European Space Policy Institute (ESPI), <https://www.unoosa.org/osa/en/ourwork/icg/members/observers/espi.html> (Dostęp: 01.01.2025).
200. USTAWA z dnia 24 października 2012 r. o ratyfikacji Umowy pomiędzy Rządem Rzeczypospolitej Polskiej a Europejską Agencją Kosmiczną w sprawie przystąpienia Polski do Konwencji o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej i związanych z tym warunków, podpisanej w Warszawie dnia 31 lipca 2012 r., oraz Konwencji o utworzeniu Europejskiej Agencji Kosmicznej, sporządzonej w Paryżu dnia 30 maja 1975 r. (Dz. U. z 2012 r. poz. 1245.).
201. V4, V4 PMs sign MoU on enhancing space cooperation, (online) <https://v4.mfa.gov.hu/news/v4-pms-sign-an-mou-on-enhancing-space-cooperation> (Dostęp: 01.01.2025).
202. WASAT, O nas, (online) <https://wasat.pl/o-nas> (Dostęp: 29.01.2025).
203. WASAT, Projekty unijne, <https://wasat.pl/projekty/projekty-unijne> (Dostęp: 29.01.2025).
204. Wojskowa Akademia Techniczna, Wydział Elektroniki, WAT ICT Days - Wireless Sensor Networks for Urban Local Areas Surveillance (WINLAS) - od koncepcji do realizacji, <https://wel.wat.edu.pl/wat-ict-days-wireless-sensor-networks-for-urban-local-areas-surveillance-winlas-od-koncepcji-do-realizacji> (Dostęp: 29.01.2025).
205. World Economic Forum, 2024, Space is booming. Here's how to embrace the \$1.8 trillion oppor-

tunity, <https://www.weforum.org/stories/2024/04/space-economy-technology-invest-rocket-opportunity/> (Dostęp: 01.12.2024).

206. World Economic Forum, 2024, Space: The \$1.8 Trillion Opportunity for Global Economic Growth, https://www3.weforum.org/docs/WEF_Space_2024.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
207. Wspólny Komunikat do Parlamentu Europejskiego i Rady Strategia kosmiczna UE na rzecz bezpieczeństwa i obrony, 2023 (Council Conclusions on the EU Space Strategy for Security and Defence), <https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-14512-2023-INIT/en/pdf> (Dostęp: 29.01.2025).
208. Zapata, E. (2017b, October 11). The State of Play US Space Systems Competitiveness: Prices, Productivity, and Other Measures of Launchers & Spacecraft. <https://ntrs.nasa.gov/citations/20170012517>.
209. ZBIAM, 2024 SENER Polska z ambitnym projektem dla misji Vigil ESA, <https://zbiam.pl/sener-polska-z-ambitnym-projektem-dla-misji-vigil-esa> (Dostęp: 29.01.2025).
210. ZPSK, Członkowie, N7 Space, (<https://space.biz.pl/czlonkowie/n7-space>) (Dostęp: 29.01.2025).
211. ZPSK, Członkowie, Polska firma opracuje pokładowy system zarządzania plikami dla ESA, <https://space24.pl/przemysl/sektor-krajowy/polska-firma-opracuje-pokladowy-system-zarzadzania-plikami-dla-esa> (Dostęp: 29.01.2025).
212. ZPSK, 2024, Relacja z wydarzenia 2024, https://space.biz.pl/wp-content/uploads/2024/07/FSK_2024_relacja_z_wydarzenia_PL.pdf (Dostęp: 29.01.2025).
213. ZPSK, Członkowie, ITTI, <https://space.biz.pl/members/itti> (Dostęp: 29.01.2025).
214. ZPSK, Członkowie, Astronika, <https://space.biz.pl/czlonkowie/astronika> (Dostęp: 29.01.2025).
215. ZPSK, Członkowie, GMV Innovating Solutions, <https://space.biz.pl/czlonkowie/gmv-innovating-solutions> (Dostęp: 29.01.2025).
216. ZPSK, Członkowie, SATIM Monitoring Satelitarny, (<https://space.biz.pl/czlonkowie/satim-monitoring-satelitarny>) (Dostęp: 29.01.2025).
217. Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego (ZPSK), 2024, Katalog członkowski Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego https://space.biz.pl/wp-content/uploads/2024/12/PL_6955_08_space_layout_wybrane_v20_sklad_net.pdf (Dostęp: 29.01.2025).

Wykaz skrótów

APSS – Alliance Persistent Surveillance from Space

ARP – Agencja Rozwoju Przemysłu S.A.

ARTES 4.0 – Programme of Advanced Research in Telecommunications Systems

CAS – Canadian Space Agency (Kanadyjska Agencja Kosmiczna)

CBK PAN – Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk

CEE – Central and Eastern Europe (Europa Środkowo-Wschodnia)

CNES – Centre National d'Études Spatiales (Francuska Agencja Kosmiczna)

CNSA – Chińska Narodowa Agencja Kosmiczna

COPUOS – Committee on the Peaceful Uses of Outer Space (Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej)

CTA – Cherenkov Telescope Array

DLR – Deutsches Zentrum für Luft-und Raumfahrt (Niemiecka Agencja Kosmiczna)

E3P2 – European Exploration Envelope Programme period 2

ECMWF – European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (Europejskie Centrum Prognoz Średnioterminowych)

EDA – European Defence Agency (Europejska Agencja Obrony)

EDF – European Defence Fund (Europejski Fundusz Obrony)

EDIH – European Digital Innovation Hub

EEE - Electrical and Electronic Equipment

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service

ELV – Expendable Launch Vehicle

EPS – EUMETSAT Polar System

EPS-SG – EUMETSAT Polar System – Second Generation

ESA – European Space Agency (Europejska Agencja Kosmiczna)

ESA BIC – European Space Agency Centre

ESA GSTP – ESA General Support Technology Programme

ESO – European Southern Observatory (Europejskie Obserwatorium Południowe)

ESPI – European Space Policy Institute (Europejski Instytut Polityki Kosmicznej)

EUMETSAT – European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites (Europejska Organizacja Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych)

EUSPA – EU Agency for the Space Programme (Agencja Unii Europejskiej ds. Programu Kosmicznego)

EUSST – EU Space Surveillance and Tracking

FCC – Federal Communications Commission (Federalna Komisja Łączności)

GEO – Geostationary Orbit

GLOC – Global Space Conference on Climate Change

GNSS - Global Navigation Satellite Systems

GOVSATCOM – The European Union Governmental Satellite Communications

GPS – Global Positioning System

GRC-MS – Galileo Reference Centre with Member States

HaDEA – European Health and Digital Executive Agency (Europejską Agencję Wykonawczą ds. Zdrowia i Cyfryzacji)

IGO – Intergovernmental Organization

IJPS – Initial Joint Polar System

ILot – Instytut Lotnictwa

IMGW-PIB – Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy

IRIS2 – Infrastructure for Resilience, Interconnectivity and Security by Satellite

ISS – International Space Station

JAXA – Japan Aerospace Exploration Agency (Japońska Agencja Eksploracji Przestrzeni Kosmicznej)

KPK – Krajowy Program Kosmiczny

LEO – Low Earth Orbit

MEiN – Ministerstwo Edukacji i Nauki

MEO – Medium Earth Orbit

MON – Ministerstwo Obrony Narodowej

MoU – Memorandum of Understanding

MRIT – Ministerstwo Rozwoju i Technologii

MSG – Meteosat Second Generation

MŚP – Małe i średnie przedsiębiorstwa

MTP – Meteosat Transition Programme

NASA – National Aeronautics and Space Administration

NAVISP – Navigation, Innovation and Support Programme

NCBiR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

NCN – Narodowe Centrum Nauki

NGEU – Next Generation EU

NIK – Najwyższa Izba Kontroli

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

NSIS – Narodowy System Informacji Satelitarnej

OECD – Organisation for Economic Co-operation and Development (Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju)

ONZ – Organizacja Narodów Zjednoczonych

PADR – Działania Przygotowawcze w zakresie Badań Obronnych

PARP – Polska Agencja Rozwoju Przedsiębiorczości

PLIIS – Polish Industry Incentive Scheme (Program Wsparcia Polskiego Przemysłu)

POLSA – Polska Agencja Kosmiczna

PRODEX – PROgramme de Développement d'Expériences scientifiques

PRS – Public Regulated Service

PSK – Polska Strategia Kosmiczna

RFA – Radio Frequency Analyzer

S2P – Space Safety Programme

SIA – Satellite Industry Association

SSA – Space Situational Awareness

SST – Space Surveillance and Tracking

TD – Technology Domains (Domeny Technologiczne)

TEC-H – The Technology Coordination and Planning Office (Biuro Koordynacji i Planowania Technologii ESA)

TG – Technology Groups (Grupy Technologiczne)

TRL – Technology Readiness Levels (Poziomy Gotowości Technicznej)

TS – Technology Subdomains (Poddomeny Technologiczne)

UE – Unia Europejska

VC – Venture Capital

VLT – ESO's Very Large Telescope

VLTI – ESO's Very Large Telescope Interferometer

ZPSK – Związek Pracodawców Sektora Kosmicznego