

# **Polski sektor kosmiczny 2020. Analiza stanu obecnego, trendów i technologii w ujęciu krajowym i na tle międzynarodowym**



# **Polski sektor kosmiczny 2020. Analiza stanu obecnego, trendów i technologii w ujęciu krajowym i na tle międzynarodowym**

Maj 2021, Warszawa

**Autorzy tekstów:**

**Marta Balcer, dr Aleksandra Bukała, Zbigniew Burdzy, John Hall, Patrycja Karwowska, dr inż. Jakub Kowalewski, Anna Stańczyk, Marzena Świdorska, Oskar Zdunek**

**Recenzenci naukowci:**

**prof. dr hab. Grzegorz Wrochna  
dr hab. inż. Marek Moszyński**

**Redakcja naukowa:**

**dr Aleksandra Bukała**

**ISBN:**

**978-83-65997-55-5**

**POLSA\_A/2021\_01**

**Departament Strategii i Współpracy Międzynarodowej  
Polska Agencja Kosmiczna 2021**

## Streszczenie

Sektor kosmiczny jest jednym z wysoko zaawansowanych i innowacyjnych obszarów, który ma coraz większe znaczenie dla gospodarki krajowej oraz międzynarodowej. Podmioty polskiego sektora kosmicznego od kilku lat bardzo dynamicznie rozwijają swoje kompetencje w związku z powyższym istnieje potrzeba stałego monitorowania postępu technicznego oraz technologicznego. Naprzeciw tej potrzebie wychodzi niniejsza analiza, która jest próbą określenia aktualnego stanu rozwoju organizacji działających w obszarze polskiego sektora kosmicznego. Publikacja kierowana jest do środowiska naukowego, przemysłowego oraz administracji publicznej.

Pierwsza część przedstawia syntetyczne informacje nt. rodzimego sektora, podziału na kategorie i obszary oraz jego uwarunkowania wraz z wymaganiami jakie stawiane są w kontekście międzynarodowym.

W następnej kolejności wykonano szereg analiz i zaprezentowano dane tj.:

- a. Obecnie polski sektor kosmiczny składa się z 331 podmiotów, z których 79% stanowią przedsiębiorstwa, natomiast 21% to centra badawczo – rozwojowe oraz uczelnie wyższe, spośród podmiotów przemysłowych 60% posiada status MŚP pozostała część 40% posiada status dużej firmy. Dodatkowo znaczna część podmiotów 74% zapoczątkowała swoją działalność po 2001 roku. Stan zatrudnienia w 2019 roku polskiego sektora kosmicznego wynosił ok 11,6 tyś pracowników.
- b. W ramach Szybkiej Ścieżki – Technologie Kosmiczne finansowanej z Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, dofinansowanie uzyskało 15 projektów na łączną kwotę 143, 8 mln zł, dodatkowo w ramach innych programów NCBiR sfinansowano ponad 40 projektów. Natomiast Narodowe Centrum Nauki w okresie 2015 – 2020 sfinansowało ponad 300 projektów na łączną kwotę 212 mln zł.
- c. Współpraca na arenie międzynarodowej np. z Europejską Agencją Kosmiczną w ramach programu PLIIS pozwoliła dofinansować 210 działań na łączną kwotę około 65 mln euro co stanowiło 45% polskiej składki obowiązkowej do ESA. Dodatkowo w latach 2015 – 2020 przeznaczono łącznie ponad 60 mln euro na programy opcjonalne oraz ponad 50 mln euro na programy obowiązkowe. Natomiast w czasie funkcjonowania programu Horyzont 2020 dofinansowano 39 projektów na łączną kwotę 12, 75 mln euro tym samym w rankingu pod względem poziomu dofinansowania Polska awansowała na 12 pozycję.

- d. Przeprowadzona analiza dot. rozwoju domen technologicznych w ramach programu PLIIS pozwoliła wyłonić dwie domeny, w których polski sektor kosmiczny najczęściej rozwijał swoje kompetencje tj. TD6 Pokładowe systemy łączności radiowej oraz TD2 Oprogramowanie dla systemów kosmicznych, w której kompetencje sektora są na 8 poziomie TRL. Jednakże z wyników badań ankietowych można wywnioskować, że wśród naszych podmiotów aż 11 domen technologicznych zostało wskazanych za istotne.
- e. Dominująca grupa produktów i usług posiadanych lub rozwijanych przez polskie podmioty dotyczy oprogramowania i przetwarzania danych a także systemów informatycznych do celów modelowania i symulacji.
- f. Wśród przemysłowych podmiotów sektora dominują spółki z ograniczoną odpowiedzialnością, jedynie 3 podmioty to spółki aukcyjne natomiast w podmiotach naukowych możemy wskazać uniwersytety, politechniki oraz instytuty.

Kolejnym elementem było wykonanie podwojonych analiz SWOT tj.:

- a. Pierwsza ukierunkowana na Polską Strategię Kosmiczną wskazała mocną stronę jako potencjał innowacyjności polskich firm, na który niewątpliwie znaczny wpływ ma wysoki poziom kształcenia nauk technicznych. Dodatkowo polskie podmioty aktywnie uczestniczą w projektach kosmicznych np. ESA, co ma odzwierciedlenie w wysokim stopniu wykorzystania składki członkowskiej dedykowanej programom opcjonalnym. Natomiast słaba strona identyfikuje niski poziom inwestycji państwa w przedmiotowy sektor.
- b. Druga analiza dotyczy badania oraz raportu ESA, pozwoliła ona na określenie kilku mocnych stron polskiego sektora np. posiadanie wysokich kompetencji w wybranych dziedzinach, transfer technologii z dziedzin pokrewnych czy kapitał ludzki. Do słabych stron zaliczono brak tzw. flight heritage czy brak dostępu do odpowiedniej infrastruktury laboratoryjno – testowej.

Publikację kończy podsumowanie ujmujące propozycje określonych działań, które przyczynią się do dalszego rozwoju kompetencji. Proponuje się m.in.: zwiększenie poziomu inwestycji z budżetu państwa, zwiększenie popytu na dane satelitarne w administracji państwowej, wsparcie podmiotów w celu nabycia tzw. flight heritage, inwestycja w dedykowaną infrastrukturę laboratoryjno – testową czy zwiększenia składki dedykowanej programom opcjonalnym w ESA.

## Spis treści

<b>Streszczenie</b>	<b>3</b>
<b>Spis rysunków</b>	<b>6</b>
<b>Spis tabel</b>	<b>8</b>
<b>Wykaz skrótów</b>	<b>10</b>
<b>Słowniczek pojęć</b>	<b>14</b>
<b>Wstęp</b>	<b>17</b>
<b>1. Ogólny opis polskiego sektora kosmicznego</b>	<b>19</b>
<b>2. Szczegółowy opis polskiego sektora kosmicznego</b>	<b>25</b>
a. Wielkość polskiego sektora kosmicznego	25
b. Udział w projektach krajowych	28
c. Udział w projektach międzynarodowych	35
d. Domeny technologiczne rozwijane w polskim sektorze kosmicznym	58
e. Produkty lub usługi świadczone przez firmy i jednostki naukowe	79
f. Modele zarządzania przedsiębiorstwem lub jednostką naukową	82
<b>3. Mocne i słabe strony polskiego sektora kosmicznego</b>	<b>87</b>
a. Analiza SWOT polskiego sektora kosmicznego w świetle Polskiej Strategii Kosmicznej	87
b. Analiza SWOT polskiego sektora kosmicznego w świetle badania ankietowego i raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”	89
<b>4. Proponowane kierunki rozwoju/interwencji wynikające z przeprowadzonego badania</b>	<b>100</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>103</b>
<b>Załączniki</b>	<b>104</b>
Załącznik nr 1	104
Załącznik nr 2	110
Załącznik nr 3	115

## Spis rysunków

Rysunek 1	Uproszczony schemat podziału na poziomy technologii	20
Rysunek 2	Schemat potencjalnego zastosowania danych satelitarnych	22
Rysunek 3	Rodzaje podmiotów polskiego sektora kosmicznego – wg rejestracji w ESA EMITS (sierpień 2020)	26
Rysunek 4	Rodzaje podmiotów polskiego sektora kosmicznego biorących udział w badaniu POLSA/ESA	27
Rysunek 5	Struktura podmiotów polskiego sektora kosmicznego biorących udział w badaniu POLSA/ESA	27
Rysunek 6	Polski zadeklarowany wkład finansowy do poszczególnych programów opcjonalnych ESA na lata 2020-2022, łącznie 39 mln EUR	36
Rysunek 7	Podział podmiotów, które otrzymały kontrakty z ESA spośród 331 podmiotów zarejestrowanych na portalu przetargowym ESA	38
Rysunek 8	Kwoty środków finansowych ESA dla polskich podmiotów w podziale na poszczególne obszary tematyczne ESA (okres 2015-I kwartał 2020, kwoty w mln EUR)	40
Rysunek 9	Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w głównych programach i misjach ESA	41
Rysunek 10	Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w podziale na typ programu ESA (w mln EUR)	42
Rysunek 11	Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w podziale na misje w programie Science	42
Rysunek 12	Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w podziale na kwartały poszczególnych lat	43
Rysunek 13	Podział projektów PLIIS według domen ESA	49
Rysunek 14	Udział polskich podmiotów w projektach Horyzont 2020	52
Rysunek 15	Pozyskane dofinansowanie netto [mln €] krajów UE w projektach o tematyce Space	52

<b>Rysunek 16</b>	<b>Struktura organizacyjna projektów realizowanych przez polskich beneficjentów</b>	<b>53</b>
<b>Rysunek 17</b>	<b>Ranking kluczowych europejskich podmiotów realizujących projekty H2020 z obszaru przestrzeń kosmiczna</b>	<b>54</b>
<b>Rysunek 18</b>	<b>Procentowa wartość poszczególnych projektów realizowanych przez polskie podmioty w programie Polish Industry Incentive Scheme w podziale na domeny technologiczne</b>	<b>65</b>
<b>Rysunek 19</b>	<b>Maksymalna wartość TRL osiągnięta w każdej domenie w programie PLIIS</b>	<b>66</b>
<b>Rysunek 20</b>	<b>Udział poszczególnych domen technologicznych w latach 2015-I kwartał 2020 we wszystkich programach ESA</b>	<b>67</b>
<b>Rysunek 21</b>	<b>Domeny technologiczne ESA najbardziej rozpowszechnione i najczęściej deklarowane w ankietach</b>	<b>70</b>
<b>Rysunek 22</b>	<b>Liczba rozwijanych technologii przez ankietowane podmioty w zakresie poziomu gotowości od TRL 5 do TRL 7</b>	<b>71</b>
<b>Rysunek 23</b>	<b>Liczba rozwijanych technologii przez ankietowane podmioty w zakresie poziomu gotowości od TRL 8 do TRL 9</b>	<b>72</b>
<b>Rysunek 24</b>	<b>Przykładowa struktura w spółce akcyjnej</b>	<b>83</b>
<b>Rysunek 25</b>	<b>Przykładowa struktura w spółce z ograniczoną odpowiedzialnością</b>	<b>83</b>
<b>Rysunek 26</b>	<b>Przykładowa struktura zarządzania projektami</b>	<b>84</b>



## Spis tabel

Tabela 1	Projekty realizowane ze środków NCBiR w ramach szybkiej ścieżki	32
Tabela 2	Podział środków na konkretne elementy programów	37
Tabela 3	Poziom zwrotu geograficznego (ZG) na przestrzeni lat z podziałem kwartały i współczynnik zwrotu w programach obowiązkowych i opcjonalnych ESA	44
Tabela 4	Szczegóły dotyczące programu PLIIS ESA	47
Tabela 5	Podział otrzymanych oraz rekomendowanych do realizacji ofert w ramach PLIIS na klasyfikacje działań	50
Tabela 6	Domeny technologiczne Europejskiej Agencji Kosmicznej	61
Tabela 7	Szczegóły dotyczące programu PLIIS ESA	62
Tabela 8	Liczba poszczególnych projektów w ramach PLIIS, w tym zakończonych i trwających, w podziale na domeny technologiczne	64
Tabela 9	Liczba rozwijanych domen w podziale na obecny poziom TRL, a także łączną liczbę w ramach domen od 1 do 26	69
Tabela 10	Domeny technologiczne rozwijane przez polskie podmioty w ramach programu badawczo-rozwojowego Unii Europejskiej Horyzont 2020	73
Tabela 11	Lista wybranych projektów dot. technologii generycznych sfinansowanych przez NCBiR według domen technologicznych z tzw. drzewa technologicznego ESA	75
Tabela 12	Podsumowanie liczby technologii rozwijanych przez polskie podmioty w ramach programów NCBiR oraz programu UE Horyzont 2020 dotyczących technologii generycznych	76
Tabela 13	Najważniejsze domeny technologiczne wskazywane przez krajowe podmioty realizujące projekty w ramach programów i misji Europejskiej Agencji Kosmicznej	79



## Wykaz skrótów

Stosowany skrót	Znaczenie
7. PR	7. Program Ramowy
ARTES	Program ESA dedykowany komercjalizacji wyników programów badań i rozwoju technologii kosmicznych w zakresie telekomunikacji (ang. Advanced Research in Telecommunication Systems)
Copernicus	Europejski program w dziedzinie pozyskiwania globalnych danych o stanie środowiska Ziemi oraz ich przetwarzania pod kontrolą cywilną
DLR	Niemiecka Agencja Kosmiczna - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (ang. German Aerospace Center)
EARTO	Europejskie Stowarzyszenie Organizacji Naukowych i Technologicznych (ang. European Association of Research & Technology Organizations)
EASN	Europejska Sieć Nauk Aeronautycznych (ang. European Aeronautics Science Network)
EGNOS	Europejski System Wspomagania Satelitarnego (ang. European Geostationary Navigation Overlay Service)
ELT	Ekstremalnie Duży Teleskop (ang. Extremely Large Telescope)
EMITS	Portal przetargowy Europejskiej Agencji Kosmicznej (ang. Electronic Mailing Invitation to Tender System)
EO	Obserwacja Ziemi (ang. Earth Observation)
ESA	Europejska Agencja Kosmiczna (ang. European Space Agency)
ESO	Europejskie Obserwatorium Południowe (ang. European Southern Observatory)
ESA ILO	Oficer Łącznikowy ds. Przemysłu w ESO (ang. ESO Industry Liaison Officer)
ESA BIC	Centrum Inkubacji Biznesu Europejskiej Agencji Kosmicznej (ang. European Space Agency Business Incubation Centre)
ESRE	Stowarzyszenie Europejskich Zakładów Badań Kosmosu (ang. The Association of European Space Research Establishments)
EUMETSAT	Europejska Organizacja Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych (ang. European Organisation for the Exploitation of Meteorological Satellites)

Stosowany skrót	Znaczenie
EUSPA	Agencja Unii Europejskiej ds. Programu kosmicznego (ang. European Union Agency for the Space Programme). W przyszłości w nią ma zostać przekształcona GSA
EUSST	Akronim europejskiego programu śledzenia obiektów w kosmosie (ang. European Union Space Surveillance and Tracking)
ESA-STAR	System ds. rejestracji oraz ubiegania się o przetargi Europejskiej Agencji Kosmicznej (ang. ESA's System for Tendering And Registration)
ECSS	Europejska organizacja definiująca standardy na użytek inżynierii kosmicznej (ang. European Cooperation for Space Standardization)
Galileo	Europejski system nawigacji satelitarnej, budowany wspólnie przez Unię Europejską i Europejską Agencję Kosmiczną, pod kontrolą cywilną
GNSS	Zbiorcza nazwa systemów nawigacji satelitarnej (ang. Global Navigation Satellite Systems)
GOVSATCOM	Europejski program rządowej łączności satelitarnej (ang. Governmental Satellite Communication)
GSA	Europejska Agencja Systemów Globalnej Nawigacji Satelitarnej (ang. European Global Navigation Satellite Systems Agency). W przyszłości ma zostać przekształcona w EUSPA
H2020	Horyzont 2020
HE	Horyzont Europa
IT	Technika informatyczna (ang. Information Technology)
KPK	Krajowy Program Kosmiczny
KPK PB UE	Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych Unii Europejskiej
KPO	Krajowy Program Odbudowy
LEO	Niska Orbita Okołoziemska (ang. Low Earth Orbit)
MEiN	Ministerstwo Edukacji i Nauki
MON	Ministerstwo Obrony Narodowej
MRPiT	Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii
MŚP	Małe i średnie przedsiębiorstwa

Stosowany skrót	Znaczenie
NCBiR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
NCN	Narodowe Centrum Nauki
NEO	Obiekty blisko Ziemi (ang. Near Earth Objects)
NSN	Narodowy Segment Naziemny
OECD	Organisation for Economic Co-operation and Development
POLSA	Polska Agencja Kosmiczna
PECS	Porozumienie o Europejskim Państwie Współpracującym (ang. Partnership on European Cooperating State)
PKB	Produkt Krajowy Brutto
PLIIS	Program Wsparcia Polskiego Przemysłu (ang. Polish Industry Incentive Scheme)
PRS	Usługa publiczna systemu satelitarnego Galileo o regulowanym dostępie (ang. Public Regulated Service)
PSK	Polska Strategia Kosmiczna
QCI	Infrastruktura łączności kwantowej (ang. Quantum Communication Infrastructure)
QKD	Dystrybucja klucza kwantowego (ang. Quantum Key Distribution)
SOR	Strategia Odpowiedzialnego Rozwoju
SRIA	Strategiczna Agenda Badań i Innowacji (ang. Strategic Research and Innovation Agenda)
SSA	System świadomości sytuacyjnej w przestrzeni kosmicznej (ang. Space Situational Awareness)
SST	Sieć śledzenia obiektów w przestrzeni kosmicznej (ang. Space Surveillance and Tracking)
SWE	Pogoda kosmiczna (ang. Space Weather)
SWOT	Analiza silnych i słabych stron organizacji oraz szans i zagrożeń (ang. Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats)
ŚK	Śmieci kosmiczne

Stosowany skrót	Znaczenie
TRL	Poziom gotowości technologicznej (ang. Technology Readiness Level)
UE	Unia Europejska
UN COPUOS	Komitet ds. Pokojowego Wykorzystania Przestrzeni Kosmicznej Narodów Zjednoczonych (ang. United Nations Committee on the Peaceful Uses of Outer Space)

## Słowniczek pojęć

Stosowane pojęcie	Znaczenie, interpretacja
Downstream	Usługi dotyczące m.in. zbierania, przetwarzania, przechowywania i udostępniania danych oraz aplikacje oparte na danych pozyskanych z infrastruktury rozmieszczonej w kosmosie, takich jak zobrazowania Ziemi, lokalizacyjne, meteorologiczne czy usługi telekomunikacyjne
Horyzont 2020	Największy w Unii Europejskiej program w zakresie badań naukowych i innowacji. Swoim zakresem obejmuje trzy dotychczas odrębne programy wspierania badań na poziomie unijnym
Hosted payloads	Urządzenia dedykowane i opracowywane w ramach KPK wynoszone na pokładzie platform satelitarnych innych krajów/organizacji międzynarodowych/operatorów komercyjnych
Instytucje tworzące system szkolnictwa wyższego i nauki	Podmioty wymienione w Art. 7 ustawy z dnia 20 lipca 2018 r. - Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce (Dz.U. 2018, poz. 1668 z późn. zm.)
Middlestream	Segment naziemny, w skład którego wchodzi integratorzy systemów i podsystemów stanowiących samodzielne produkty końcowe sektora kosmicznego
Polska Strategia Kosmiczna	Strategia przyjęta przez Radę Ministrów Uchwałą nr 6 z dnia 26 stycznia 2017 r. (Monitor Polski z dnia 17 lutego 2017 r., poz. nr 203), jest instrumentem programowania, zarządzania i koordynacji polityki państwa realizowanej przez Rząd RP w odniesieniu do sektora kosmicznego w partnerstwie z podmiotami publicznymi, prywatnymi oraz społeczeństwem
Polskie podmioty	Polskie podmioty to każda osoba prawna utworzona – i uznawana za taką – na mocy prawa krajowego, która ma osobowość prawną oraz zdolność do czynności prawnych
Programy obowiązkowe	Programy ESA finansowane ze składek państw członkowskich do ESA, ustalanych proporcjonalnie do dochodu narodowego danego państwa
Programy opcjonalne	Programy ESA finansowane tylko przez państwa w nich uczestniczące. Obejmują głównie użytkowe wykorzystanie przestrzeni kosmicznej. Udział poszczególnych krajów jest ustalany w drodze negocjacji odrębnie dla każdego z programów
Program rozwoju	Zgodnie z ustawą o zasadach prowadzenia polityki rozwoju dokument realizujący cele zawarte w strategii rozwoju
Strategia Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR)	Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju (SOR) do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), przyjęta przez Radę Ministrów Uchwałą nr 8 z dnia 14 lutego 2017 r. (Monitor Polski z 15.03.2017 r., poz. 260)

Stosowane pojęcie	Znaczenie, interpretacja
Technology Readiness Level	Poziom gotowości technologicznej opracowany przez NASA, przyjęty w UE w ramach Horyzontu 2020 (Commission Decision C(2014)4995). System oceny poziomu TRL określa norma ISO (ISO 16290: 2013). TRL odnoszący się do sektora kosmicznego stosowany jest również przez ESA ( <a href="https://artes.esa.int/sites/default/files/TRL_Handbook.pdf">https://artes.esa.int/sites/default/files/TRL_Handbook.pdf</a> ) i wytycznych ECSS-E-AS-11C – Adoption Notice of ISO 16290, Space systems – Definition of the Technology Readiness Levels (TRLs) and their criteria of assessment (1 October 2014)
Upstream	Segment kosmiczny, w skład którego wchodzi producenci instrumentów i dostawcy usług niezbędnych do realizacji fizycznych działań w przestrzeni kosmicznej
Urządzenia lotne	Pojęcie rozumiane jako urządzenia, które zostały wyniesione w przestrzeń kosmiczną i osiągnęły poziom gotowości technologicznej TRL 9
Zwrot geograficzny	Uregulowany w Konwencji ESA sposób prowadzenia polityki przemysłowej przez Europejską Agencję Kosmiczną, aby „wszystkie Państwa Członkowskie uczestniczyły w sposób sprawiedliwy, mający odniesienie do ich wkładu finansowego, we wdrażaniu europejskiego programu kosmicznego i w związonym z nim rozwoju technologii kosmicznych”. Pomiarowi zwrotu służy wyliczany dla każdego państwa współczynnik, który stanowi stosunek pomiędzy kwotą faktycznie otrzymanych kontraktów a wartością oczekiwaną (procentowy udział w finansowaniu Agencji pomnożony przez całkowitą sumę kontraktów udzielonych wszystkim członkom ESA), przy uwzględnieniu wartości technologicznej przyznanych kontraktów





## Wstęp

Na obecnym etapie rozwoju cywilizacji przestrzeń kosmiczna stała się obszarem, który w znaczący sposób przyczynia się do postępu technologicznego. Jest on ściśle powiązany z rozwojem gospodarczym oraz społecznym każdego kraju. Różnorodne organizacje, stowarzyszenia, jak i osoby fizyczne poprzez przedsięwzięcia podejmowane na rzecz rozwoju technologii kosmicznych lub technik satelitarnych biorą udział w sposób bezpośredni lub pośredni w szeroko rozumianym rozwoju krajowego sektora kosmicznego.

Dla państw i różnego rodzaju organizacji rozwój technologiczny sektora kosmicznego jest zasobem strategicznym oraz biznesowym. Umożliwia on skuteczne funkcjonowanie, egzystencję, osiąganie sukcesów i wszechstronny rozwój społeczeństwa, państw i organizacji. Jest więc dobrem, które należy rozwijać i powszechnie stosować. Badanie krajowego sektora kosmicznego przeprowadzone w 2020 roku przez Polską Agencję Kosmiczną (POLSA) wraz z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) wskazuje na znaczny postęp polskich organizacji na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i technik satelitarnych. Oznacza to, że podejmowane przedsięwzięcia nie tylko służą i zapewniają rozwój danych organizacji, ale także przyczyniają się do zwiększenia świadomości wśród obywateli oraz mają wpływ na zwiększenie szeroko rozumianego bezpieczeństwa naszego kraju.

Polski sektor kosmiczny składa się obecnie z kilkudziesięciu bardzo aktywnych organizacji – małych i średnich przedsiębiorstw (MŚP), kilku oddziałów kluczowych europejskich firm sektora kosmicznego oraz dużych firm działających w branży teleinformatycznej (ICT), lotniczej, a także instytucji naukowo-badawczych i uczelni wyższych. Dodatkowo istotnym segmentem organizacji działającym w polskim sektorze kosmicznym są podmioty administracji publicznej, które mogą tworzyć popyt na rozwiązania wynikające z rozwoju technologii kosmicznych czy technik satelitarnych, np. na dane satelitarne, które m.in. służą jako środek poprawy efektywności pracy oraz działań w administracji publicznej. Wśród organizacji wchodzących w skład administracji publicznej znajdują się również instytucje odpowiedzialne za kształtowanie krajowej polityki kosmicznej. Tu wiodącą rolę odgrywa Ministerstwo Rozwoju Pracy i Technologii (MRPiT) wraz z POLSA, która pełni rolę agencji wykonawczej ww. ministerstwa. Dodatkowo przedstawiciel MRPiT pełni funkcję szefa polskiej delegacji do ESA, koordynując m.in. działania delegatów (przedstawicieli kluczowych resortów) w poszczególnych grupach programowych.

Przedmiotowe badanie oparte jest na wielu źródłach, m.in. raportach i ankietach pochodzących z organizacji międzynarodowych, tj. ESA, Unii Europejskiej (UE), i krajowych, tj. Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) oraz Narodowego Centrum Nauki (NCN). Wartością dodaną są informacje przekazane przez

przedstawicieli polskiego sektora kosmicznego (jednostki naukowo-badawcze, przemysł) podczas wizyt pracowników Departamentu Strategii i Współpracy Międzynarodowej (DSWM) POLSA w ww. organizacjach. Dodatkowo niniejsze badanie jest kontynuacją działań podejmowanych przez POLSA w latach 2016 i 2017. Od tego czasu miało miejsce wiele ważnych wydarzeń, które w znacznym stopniu przyczyniły się do zmian w polskim sektorze kosmicznym. Są to:

- przyjęcie Uchwałą Rady Ministrów z dnia 26 stycznia 2017 r. (MP z dnia 17 lutego 2017 r., poz. 203) Polskiej Strategii Kosmicznej, która definiuje cele i obszary interwencji do 2030 r. wraz z rozpoczęciem opracowania Krajowego Programu Kosmicznego (KPK – Krajowy Program Kosmiczny);
- Program Wsparcia Polskiego Przemysłu (PLIIS) poświęcony budowaniu potencjału młodego polskiego sektora przemysłu kosmicznego, który został ukończony w 2019 r. Od tego czasu polskie podmioty, które chcą uczestniczyć w realizacji kontraktów dla ESA, muszą konkurować z organizacjami międzynarodowymi działającymi na europejskim rynku;
- Rada Ministerialna ESA, która odbyła się w listopadzie 2019 r., kształtująca na kolejne lata, która na kolejne lata kształtuje działania podejmowane na rzecz europejskiego przemysłu kosmicznego.

W związku z powyższymi oraz zadaniami ustawowymi (Dz.U. z 2019 r. poz. 1793), jak i statutowymi POLSA, pojawia się konieczność powtórzenia badania polskiego sektora kosmicznego uzupełnionego o aktualne i wyczerpujące informacje. Naprzeciw takim potrzebom wychodzi niniejsze opracowanie, w którym omawiane wyniki badań mają na celu wzbogacanie wiedzy na temat stanu obecnego, trendów i technologii w ujęciu krajowym oraz na tle międzynarodowym. Dodatkowo opracowanie uwzględnia listę najbardziej obiecujących obszarów technologicznych polskiego sektora kosmicznego.

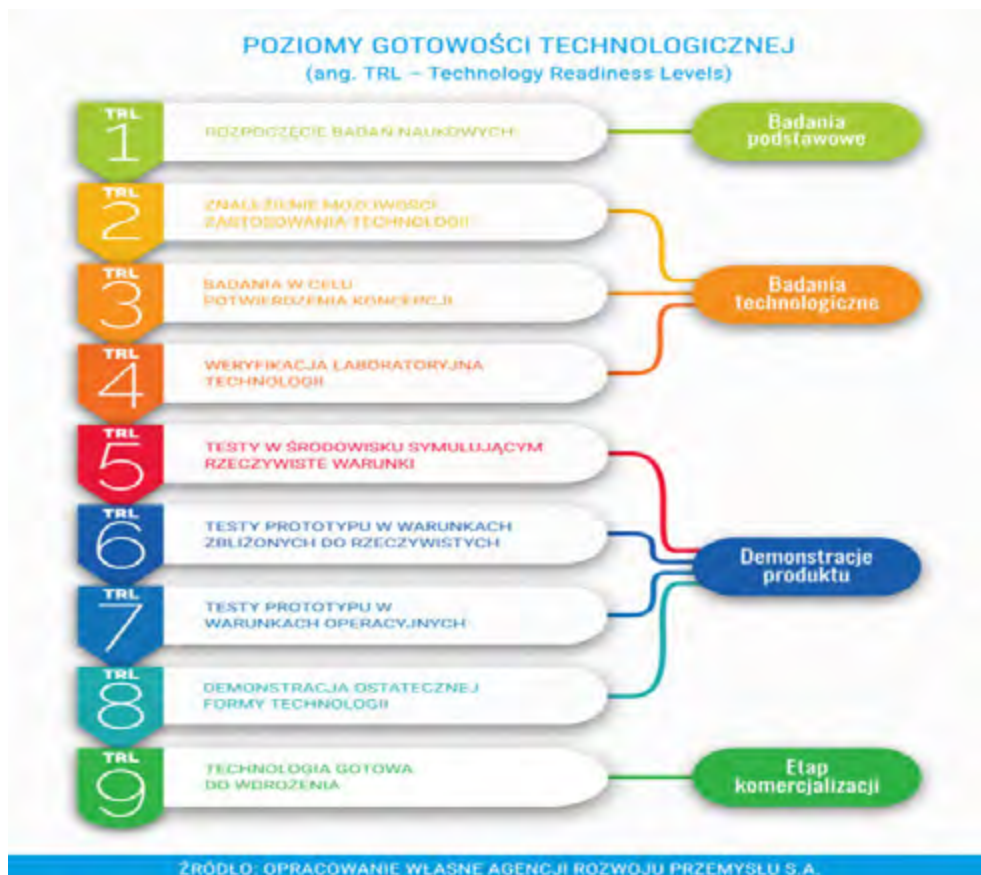
Ze względu na ograniczenia wynikające z uzgodnień POLSA i ESA, badania były prowadzone wśród tych podmiotów polskiego sektora kosmicznego, które odpowiedziały na przeprowadzoną ankietę Polish Space Sector Evaluation 2020 oraz przeszły pozytywną weryfikację (interesujące/dające dobre rokowania) przeprowadzoną przez DSWM POLSA i przedstawicieli ESA. Jednakże dane uzyskane z ankiet oraz bezpośrednio od polskich organizacji mogą być obciążone pewnym błędem z uwagi na to, iż część organizacji wypełniała ankietę w sposób ogólny, stąd dane zbiorcze uzyskane przez POLSA mogą być niekompletne. W wyniku weryfikacji ankiet przedstawiciele POLSA i ESA wyłonili 22 podmioty z całego kraju, z czego chęć przeprowadzenia pogłębionego badania wyraziło 20 z nich. Dodatkowo ze względu na zaangażowanie przedstawicieli ESA w przedmiotowe przedsięwzięcie, np. poprzez uczestnictwo w wizytach u przedstawicieli polskiego sektora kosmicznego oraz udostępnienie wewnętrznych informacji, znaczna część niniejszego opracowania poświęcona jest obszarowi związanemu z działalnością ESA.

## 1. Ogólny opis polskiego sektora kosmicznego

Przestrzeń kosmiczna należy do jednych z najbardziej wymagających środowisk pracy. Urządzenia wynoszone w przestrzeń kosmiczną muszą być poddane szczegółowej i wieloetapowej weryfikacji, tak aby zapewnić ich niezawodność, osiągalność oraz pełną operacyjność przy wymagających warunkach kosmicznych (promieniowanie kosmiczne, oddziaływanie sił magnetycznych i niska grawitacja). Ze względu na różne obszary działania sektor można podzielić na trzy kategorie: upstream, middlestream i downstream.

Upstream to inaczej segment kosmiczny, w skład którego wchodzi producenci instrumentów, urzędzeń i dostawcy usług niezbędnych do realizacji fizycznych działań w przestrzeni kosmicznej. Z kolei middlestream oznacza segment naziemny, w skład którego wchodzi integratorzy systemów i podsystemów stanowiących samodzielne produkty końcowe sektora kosmicznego. Ostatnia kategoria, czyli downstream, obejmuje usługi dotyczące m.in. zbierania, przetwarzania, przechowywania i udostępniania danych oraz aplikacje oparte na danych pozyskanych z infrastruktury rozmieszczonej w kosmosie, takich jak zobrazowania Ziemi, lokalizacyjne, meteorologiczne czy usługi telekomunikacyjne. Należy podkreślić, że od samego początku zaangażowania polskich podmiotów w tym sektorze, a zwłaszcza od momentu przystąpienia Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej (listopad 2012 r.), polskie podmioty prowadzą działalność badawczo-rozwojową, produkcyjną oraz usługową we wszystkich ww. kategoriach.

Z uwagi na kontekst międzynarodowy działalności w tym sektorze, polskie podmioty rozwijają swoje technologie na potrzeby sektora kosmicznego zgodnie z tzw. poziomami gotowości technologii (Technology Readiness Level, TRL). Uproszczony schemat podziału na poziomy technologii, do którego stosują się krajowe podmioty, znajduje się poniżej:



**Rysunek 1** Uproszczony schemat podziału na poziomy technologii

Źródło: ARP S.A.

Polskie podmioty od samego początku (tj. od 2008 r. – początku realizacji programu przedakcesyjnego PECS) współpracy z najważniejszym klientem i partnerem, tj. ESA, stosują się do najważniejszych dokumentów i wytycznych tej agencji lub organizacji ściśle z nią współpracujących, w tym:

- Drzewa technologicznego (ESA Technology Tree, Version 4.0, 2020 nr referencyjny: STM-277 3rd ed.), które dzieli technologie kosmiczne na 26 domen oraz ponad 100 poddomen;
- Drzewa produktowego (ESA Generic Product Tree z 2011 r., nr referencyjny: TEC-TP/0045), które zawiera klasyfikację produktową gotowych urządzeń, w tym: komponentów, podsystemów, a także systemów;
- Europejskich jednolitych standardów związanych z działalnością badawczo-rozwojową oraz produkcją na potrzeby sektora kosmicznego opracowanych przez organizację European Cooperation for Space Standardization, ECSS (więcej informacji: [www.ecss.nl](http://www.ecss.nl)).

Wielkość polskiego sektora kosmicznego można oszacować na podstawie podmiotów zarejestrowanych na portalu ds. rejestracji oraz ubiegania się o przetargi Europejskiej Agencji Kosmicznej (ang. ESA's System for Tendering And Registration). W sierpniu 2020 r. było to 331 podmiotów z Polski. W strukturze podmiotowej sektora dominują przedsiębiorstwa sektora MŚP. Znaczącą grupę stanowią też jednostki naukowo-badawcze.

Polski sektor kosmiczny jest wyraźnie zróżnicowany pomiędzy obszar naukowy oraz część przemysłową. Polskie instytucje tworzące system szkolnictwa wyższego i nauki (w sumie kilkadziesiąt ośrodków) mają wieloletnie doświadczenie w działalności kosmicznej i znaczące osiągnięcia w tym obszarze, zwłaszcza w budowie instrumentów badawczych dla misji naukowych i edukacyjnych oraz elementów do satelitów, a także w przetwarzaniu uzyskiwanych z kosmosu danych. Sektor naukowy prowadzi aktywną współpracę międzynarodową z czołowymi ośrodkami w Europie i na świecie. Na szczególną uwagę zasługuje dorobek i osiągnięcia Centrum Badań Kosmicznych PAN, które od ponad 40 lat prowadzi działalność kosmiczną, zarówno w zakresie badań naukowych, jak i rozwoju technologii, uczestnicząc przy tym w wielu ważnych misjach ESA.

Inaczej wygląda przemysłowa część polskiego sektora kosmicznego. To młoda branża, wśród której dominują zdecydowanie małe i średnie przedsiębiorstwa. Jako obszary specjalizacji, w jakich rozwijają się polskie podmioty, wymienić można takie dziedziny jak m.in. oprogramowanie kosmiczne i naziemne, mechanika precyzyjna, rozwiązania robotyczne, optyka, optoelektronika, awionika, systemy orientacji na orbicie i korekcji orbity, systemy zasilania, struktury, technologie materiałowe i kompozyty oraz technologie materiałów pędnych. Duży potencjał istnieje także w systemach obserwacji przestrzeni kosmicznej, zarówno optycznych, jak i radarowych. Ponadto polskie firmy oferują dużą liczbę usług opartych na wykorzystaniu technik satelitarnych. W ciągu ostatnich kilku lat powstało wiele innowacyjnych zastosowań w obszarze obrazowania satelitarnego, nawigacji satelitarnej oraz łączności satelitarnej.

Z uwagi na łatwy, nieograniczony i w wielu przypadkach nieodpłatny dostęp do europejskich zasobów i danych satelitarnych pochodzących z flagowych programów Unii Europejskiej, jak Copernicus, Galileo oraz GovSatCom, obecnie w Polsce bardzo dynamicznie rozwija się rynek aplikacji opartych na zobrazowaniach, nawigacji i łączności satelitarnej. Jest to także spowodowane bardzo dużym zapotrzebowaniem ze strony końcowych użytkowników na produkty, które można zastosować w wielu dziedzinach życia gospodarczego i społecznego, m.in. we wszystkich rodzajach transportu, gospodarce przestrzennej, monitorowaniu i zarządzaniu środowiskiem, energetyce, rolnictwie, rybołówstwie, ubezpieczeniach i bankowości, obronności, bezpieczeństwie i zarządzaniu kryzysowym. Warto zauważyć, że stopniowo rośnie świadomość znaczenia tych danych i korzyści z ich stosowania przez administrację publiczną na różnych szczeblach. Administracja bowiem coraz częściej sięga po aplikacje

i serwisy wykorzystujące zobrazowania satelitarne. Bardzo szeroki wachlarz potencjalnego zastosowania danych satelitarnych przedstawia poniższy schemat:



Rysunek 2 Schemat potencjalnego zastosowania danych satelitarnych

Źródło: Ministerstwo Rozwoju, Pracy i Technologii; materiały pomocnicze do Polskiej Strategii Kosmicznej

W sektorze kosmicznym można wyróżnić 4 poziomy rozwoju (Tier) firm:

- Tier I – integratorzy misji (tzw. Large System Integrators – LSI, 3 wiodące europejskie koncerny: Airbus D&S, Thales Alenia Space i OHB);
- Tier II – integratorzy systemów;
- Tier III – integratorzy podsystemów;
- Tier IV – dostawcy technologii i elementów (obecny poziom Polski).

Pomimo faktu, że większość polskich podmiotów to dostawcy komponentów, to jednak coraz bardziej zauważalny jest trend wzrostu kompetencji technologicznych oraz umiejętności zarządzania większymi projektami przez

polские podmioty, jak również wzrost ich obrotów. W ten sposób są już w naszym kraju przedsiębiorstwa oraz instytuty naukowo-badawcze, które pełnią rolę integratorów podsystemów, a nawet całych systemów.

Zaangażowanie polskich podmiotów w działalność w tym sektorze można przyporządkować do kilku obszarów, takich jak obserwacja Ziemi, łączność satelitarna, nawigacja, bezpieczeństwo kosmiczne, nauka, systemy wynoszenia oraz eksploracja orbitalna i planetarna. Na podstawie dotychczasowego zaangażowania krajowych podmiotów w programy krajowe i międzynarodowe (w ramach ESA, UE, EUSPA czy EUMETSAT) najważniejsze znaczenie w Polsce mają: obserwacja Ziemi, bezpieczeństwo kosmiczne i łączność satelitarna.

Polskie podmioty wykazują dużą aktywność w pozyskiwaniu i realizacji projektów w obszarze obserwacji Ziemi, w szczególności w zakresie metod przetwarzania i analizy danych i budowy aplikacji służących do wykorzystania danych przez zainteresowane podmioty zarówno na poziomie globalnym, regionalnym, jak też lokalnym. Aktywność polskich podmiotów w dziedzinie bezpieczeństwa kosmicznego koncentruje się na ochronie infrastruktury i ludzi na Ziemi przed skutkami tych zagrożeń oraz śledzeniu i monitorowaniu ewentualnych niebezpieczeństw i zagrożeń (zarówno naturalnych, jak i sztucznych) związanych ze środowiskiem kosmicznym. Działalność krajowych podmiotów w obszarze łączności satelitarnej wpisuje się zarówno we flagowy program kosmiczny Unii Europejskiej, tj. GOVSATCOM, jak i misje i programy ESA, zwłaszcza z grupy programów poświęconych łączności satelitarnej – i aplikacji ARTES.





## 2. Szczegółowy opis polskiego sektora kosmicznego

### a. Wielkość polskiego sektora kosmicznego

#### Definicja polskiego sektora kosmicznego

Za Organizacją Współpracy Gospodarczej i Rozwoju (Organisation for Economic Co-operation and Development, OECD) można uznać, że polski sektor kosmiczny to „wszystkie podmioty zaangażowane w systematyczną aplikację dziedzin inżynierskich i naukowych w celu eksploracji i wykorzystania przestrzeni kosmicznej”<sup>1</sup>.

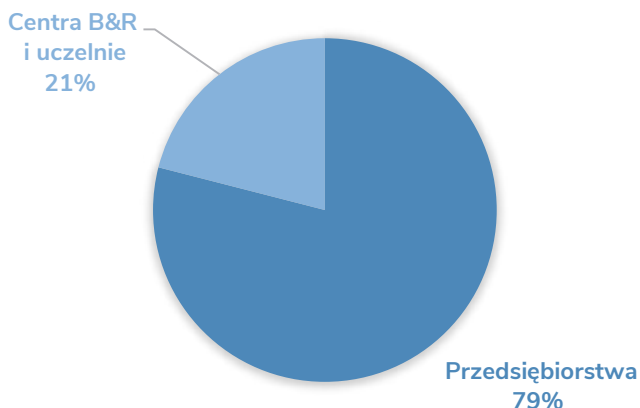
**Wielkość polskiego sektora kosmicznego** można oszacować na podstawie podmiotów zarejestrowanych na portalu ds. rejestracji oraz ubiegania się o przetargi Europejskiej Agencji Kosmicznej – STAR (ang. ESA's System for Tendering And Registration). W sierpniu 2020 r. było to 331 podmiotów z Polski, a więc mniej niż w roku 2019 (ponad 420 podmiotów). Spadek ten można wytłumaczyć dokonaniem przez ESA weryfikacji podmiotów oraz wykreśleniem z systemu tych, które zaprzestały współpracy z ESA lub przestały istnieć.

Jak obliczono, 79% podmiotów zarejestrowanych w ESA - STAR stanowiły przedsiębiorstwa (spośród których 40% miało status małych i średnich przedsiębiorstw). Z danych wynika, że w okresie od 2015 r. do pierwszego kwartału 2020 r. w kontraktach ESA (jako główni wykonawcy lub podwykonawcy) uczestniczyło 156 przedsiębiorstw.

---

<sup>1</sup> Raport Polskiej Agencji Kosmicznej „Polski sektor kosmiczny. Struktura podmiotowa – możliwości rozwoju – pozyskiwanie środków”, pod red. dr Marty E. Wachowicz, Warszawa, 2017, s. 20. Dostęp: [https://polsa.gov.pl/images/docs/Polski\\_Sektor\\_Kosmiczny\\_Struktura\\_podmiotowa\\_Mozliwosci\\_rozwoju\\_pozyskiwanie\\_srodkow.pdf](https://polsa.gov.pl/images/docs/Polski_Sektor_Kosmiczny_Struktura_podmiotowa_Mozliwosci_rozwoju_pozyskiwanie_srodkow.pdf).

## RODZAJE PODMIOTÓW POLSKIEGO SEKTORA KOSMICZNEGO

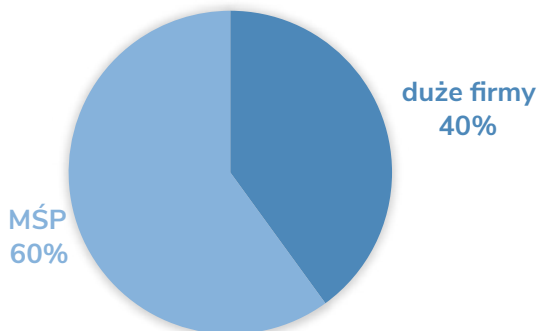


Rysunek 3 Rodzaje podmiotów polskiego sektora kosmicznego – wg rejestracji w ESA EMITS (sierpień 2020)

Dane prezentowane w niniejszym raporcie pochodzą z ankiety Polish Space Sector Evaluation 2020 przygotowanej przez ESA i POLSA. W okresie między marcem a czerwcem 2020 r. wysłano ją do 99 podmiotów polskiego sektora kosmicznego. Uzyskano odpowiedzi od 50 z nich, tj. 42 firm i 8 jednostek naukowo-badawczych. Można debatować, czy 50 podmiotów stanowi reprezentatywną grupę oraz czy na tej podstawie należy wyciągać wnioski w odniesieniu do całego sektora, jednakże są to jedyne wiarygodne dane, którymi obecnie dysponuje POLSA. Dane obrazują stan z końca 2019 r. Na ich podstawie można stwierdzić, że:

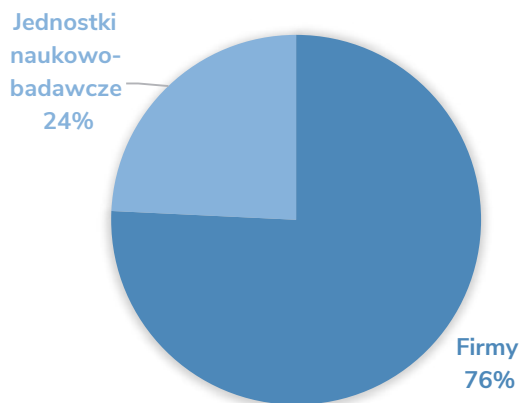
- 60% (30 podmiotów) miało status małych i średnich przedsiębiorstw; 40% (20 podmiotów) miało status dużej firmy;
- prawie 3/4 podmiotów (74% lub 37 podmiotów) zostało utworzonych w roku 2001 lub później;
- podmioty te w 2019 r. zatrudniały łącznie ok. 11,6 tys. pracowników.

## PODMIOTY POLSKIEGO SEKTORA KOSMICZNEGO



Rysunek 4 Rodzaje podmiotów polskiego sektora kosmicznego biorących udział w badaniu POLSA/ESA

## STRUKTURA PODMIOTÓW



Rysunek 5 Struktura podmiotów polskiego sektora kosmicznego biorących udział w badaniu POLSA/ESA

## b. Udział w projektach krajowych

Projekty związane z rozwojem technologii kosmicznych i technik satelitarnych finansowane ze środków krajowych instytucji sektora publicznego pochodzą przede wszystkim z różnych horyzontalnych programów wsparcia oferowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBiR) oraz Narodowe Centrum Nauki (NCN).

Narodowe Centrum Badań i Rozwoju od lat finansuje prace badawczo-rozwojowe w wielu innowacyjnych dziedzinach i branżach, w tym w sektorze aerokosmicznym. Należy podkreślić, że NCBiR posiada wiele różnych programów, które są również dostępne dla firm i jednostek naukowo-badawczych rozwijających technologie kosmiczne lub techniki satelitarne. Jednym z nich jest szybka ścieżka „Technologie kosmiczne”. W stosunku do innych programów NCBiR ma tę przewagę, że program finansuje projekty na wysokim poziomie gotowości technologicznej, które są przeznaczone do komercjalizacji, tzn. rezultatem projektów w ramach ww. programu mają być z założenia gotowe produkty i usługi, które mogą znaleźć swoje rynkowe zastosowanie.

W ostatnich latach znacząca kwota środków budżetowych została przeznaczona przez NCBiR w ramach programu Centrum o nazwie szybka ścieżka „Technologie kosmiczne”. Program jest finansowany z funduszy strukturalnych i częściowo budżetu państwa. Ostatni konkurs na dofinansowanie badań przemysłowych i prac rozwojowych finansowanych ze środków Programu Operacyjnego Inteligentny Rozwój, w konkursie 5/1.1.1/2019 – „Szybka Ścieżka – Technologie kosmiczne” został ogłoszony przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju w 2019 r. Jego celem było umożliwienie polskim podmiotom podniesienia poziomu gotowości technologicznej opracowanych przez nich rozwiązań do TRL na poziomie minimum 7, tak aby zwiększyć ich atrakcyjność wg wymogów m.in. ESA oraz dużych integratorów systemów kosmicznych.

Konkurs został rozstrzygnięty w lutym 2020 r. Wpłynęły 33 wnioski. NCBiR wybrało ostatecznie do dofinansowania 15 projektów na łączną kwotę 143,8 mln PLN. W grupie ocenionych pozytywnie i zakwalifikowanych do sfinansowania inicjatyw 7 zostało zgłoszonych przez przedsiębiorstwa i ośrodki zlokalizowane w województwie mazowieckim, a dalsze 8 – w pozostałych regionach Polski. Na projekty realizowane przez podmioty z województwa mazowieckiego przeznaczono kwotę w wysokości 70,2 mln zł. Natomiast dofinansowanie dla pozostałych beneficjentów wyniosło 73,6 mln zł. Poszczególne kwoty dotacji wyniosło się w przedziale od 1,5 mln do ponad 33 mln zł.

Zakres tematyczny realizowanych projektów obejmuje takie obszary działalności, jak m.in. satelitarna obserwacja Ziemi, przetwarzanie danych satelitarnych, technologie związane z napędem chemicznym i elektrycznym, technologie i komponenty mikrofalowe na potrzeby łączności, systemy i podsystemy

niewielkich satelitów, systemy mechaniczne, testowanie infrastruktury satelitarnej oraz systemy wynoszenia.

Z informacji otrzymanych w trakcie badania od części polskich podmiotów, których projekty zostały zakwalifikowane do realizacji w ramach konkursu „Szybka Ścieżka – Technologie kosmiczne” wynika, że ostatecznie niektóre projekty nie zostały uruchomione przez beneficjentów.

Badane ankietowe oraz wizytacja w wybranych podmiotach polskiego sektora kosmicznego wykazały, że obecnie prowadzone są następujące projekty realizowane ze środków NCBiR w ramach szybkiej ścieżki:

Nazwa projektu	Wykonawca	Rezultat/produkt na koniec projektu	Końcowy TRL
„Inteligentny komputer pokładowy dla nano- i mikrosatelitów o podwyższonej niezawodności i zwiększonej mocy obliczeniowej, pozwalającej na samodiagnostykę satelity na orbicie z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego do detekcji anomalii w danych telemetrycznych”	KP Labs Sp. z o.o.	Komputer pokładowy o nazwie Antylopa, który będzie najważniejszym elementem satelity odpowiedzialnym za jego sterowanie i wykonywanie najistotniejszych zadań, takich jak: obsługa komunikacji ze stacją naziemną, zbieranie informacji o stanie podsystemów satelity oraz obsługa zarówno klasycznego mechanizmu FDiR (Fault Detection, Isolation and Recovery), jak i opartego na sztucznych sieciach neuronowych inteligentnego systemu FDIR analizującego dane telemetryczne w poszukiwaniu anomalii punktowych, kontekstowych oraz zbiorowych. Ponadto planowane jest wykorzystanie komputera w trakcie przyszłej misji Politechniki Warszawskiej PW Sat-3	TRL 9
„ASTRO-MODUŁY – zestaw bloków funkcjonalnych do małych i średnich satelitów”	Astronika Sp. z o.o.	Opracowanie trzech podsystemów satelitarnych dla systemów satelitarnych o masie 50-500 kg i wymiarach 6Ux6Ux6U, w tym podsystemów: otwierania paneli słonecznych, do separacji oraz wysięgnikowego	TRL 8
„Opracowanie ultralekkiej konstrukcji nośnej zespołu silnika raketowego 100 kN dla zastosowań kosmicznych”	CIM-mes Projekt Sp. z o.o.	Zaprojektowanie, wykonanie i przetestowanie konstrukcji metalowej (lekkiej ramy) utrzymującej silniki raketowe w systemach wynoszenia średniej wielkości, jak np. VEGA(*)	TRL 9
„System mikrosatelitarny EagleEye”	Creotech Instruments SA	Stworzenie satelity do optycznej obserwacji Ziemi o masie 50 kg i wymiarach 40x40x50 cm i rozdzielczości poniżej 2 m. Inny rezultat to dopracowanie szeregu podsystemów dla mikrosatelity do poziomu lotnego	TRL 9

Nazwa projektu	Wykonawca	Rezultat/produkt na koniec projektu	Końcowy TRL
„System wsparcia reagowania na nagłe zjawiska naturalne przez generowanie geo-informacji pozyskanej z automatycznej analizy optycznych i radarowych produktów satelitarnych”	Eversis Sp. z o.o.	Działający prototyp systemu realizujący minimum dwa scenariusze pełnego cyklu przetwarzania i udostępniania wyników dla użytkowników końcowych.  Wyniki weryfikacji dokładności i skuteczności łańcuchów przetwarzania na rzeczywistych danych	TRL 9
„Opracowanie i przetestowanie w warunkach rzeczywistych modułu sterowania i kontroli położenia na orbicie przeznaczonego dla mikro satelitów obserwacyjnych”	Iceye Polska Sp. z o.o.	Zaprojektowanie, zbudowanie i przetestowanie modułu sterowania i określania orientacji satelity dla mikrosatelitów obserwacyjnych. Będzie on oferować trójosiową estymację i możliwość trójosiowego sterowania orientacją satelity	TRL 9
„Powłoki z pamięcią temperatury dla badań i rozwoju technologii kosmicznych”	Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa	Opracowanie technologii powłok z pamięcią temperatury, które umożliwią pomiar w miejscach trudnodostępnych dla standardowych technik pomiarowych, przy obecności przepływu reaktywnego i występowaniu silnej radiacyjnej wymiany ciepła	TRL 7
„Impulsowy napęd plazmowy do nano- i mikrosatelitów”	Instytut Fizyki Plazmy i Laserowej Mikrosyntezy oraz Progresja Space Sp. z o.o.	Stworzenie napędu plazmowego do nano- i mikrosatelitów, wykorzystującego jako paliwo ciepły polimer fluorowy o bardzo niskim ciśnieniu pary nasyconej	TRL 7
„Sprzętowo-programowy front-end odbiornika GNSS uodparniający system nawigacyjny na ataki sygnałami zakłócającymi”	Rectangle Sp. z o.o.	Opracowana i gotowa sekcja odbiornika GNSS nowej generacji odpowiedzialnej za optymalizację odbioru sygnału radiowego, znaczące poprawienie zabezpieczeń odbiornika przed zakłóceniami i atakami radiowymi, a także poprawę parametrów pracy odbiornika. Uzyskanie wymienionych przewag funkcjonalnych możliwe będzie dzięki opracowaniu w ramach prowadzonych prac B+R innowacyjnej, sprzętowo-programowej konstrukcji trzyszakresowego, wielokonstelacyjnego front-endu radiowego wyposażonego w oprogramowanie detekcji i eliminacji szeregu niepożądanych interferencji radiowych	TRL 7

Nazwa projektu	Wykonawca	Rezultat/produkt na koniec projektu	Końcowy TRL
„Przygotowanie i wdrożenie do produkcji innowacyjnego oprogramowania do wydajnej, dokładnej astrometrii i fotometrii źródeł punktowych oraz smugowych dla astronomicznych kamer CCD i CMOS”	Sybilla Technologies Sp. z o.o.	Stworzenie w pełni funkcjonalnego, innowacyjnego oprogramowania, wraz z infrastrukturą pilotażową, do pozyskiwania, przetwarzania, przechowywania i prezentacji dużej ilości optycznych obserwacji przestrzeni kosmicznej	TRL 8
„Opracowanie rewolucyjnej usługi obrazowania Ziemi przy użyciu satelitarnej konstelacji REC”	Sat Revolution S.A.	Celem projektu jest opracowanie, zbudowanie oraz przetestowanie na orbicie innowacyjnej platformy nanosatellite, która będzie umożliwiała przeprowadzanie eksperymentów, badań oraz testów komercyjnych i naukowych podczas jednej misji satelitarnej. Umożliwi to obniżenie kosztów przeprowadzenia tego typu misji poprzez rozłożenie kosztów stałych, tj. platformy, wylotu, pozwoleń itp., na wszystkie instytucje biorące udział w danej misji	TRL 9
„Opracowanie zautomatyzowanego systemu opartego na zestawie algorytmów hybrydowych sztucznej inteligencji oraz obrazowaniu satelitarnym do mapowania i monitorowania stanu sieci infrastruktury technicznego uzbrojenia terenu”	SPOTTIT Sp. z o.o.	Jest to projekt trwający 26 miesięcy, który rozpoczął się 15 czerwca 2020 r. Projekt wciąż znajduje się na wczesnym etapie, natomiast zespół już jest w stanie zapewnić szereg ręcznego mapowania i monitorowania sieci zasilania, gazu i wody pochodzących z analiz obrazów satelitarnych. Zespół będzie nadal rozwijał wybrane obszary badawcze, aby zapewnić dodatkowe analizy, pełną automatyzację przepływu pracy i ulepszenia dokładności algorytmów	TRL 6
„Podniesienie gotowości technologicznej produktów/komponentów systemów łączności na pasmo S oraz X”	WiRan Sp. z o.o.	Opracowanie zestawu czterech znacząco ulepszonych produktów w postaci komponentów lotnych do zastosowania w mikrosatelitach i nanosatellitach: <ul style="list-style-type: none"> <li>• dupleksery na pasmo częstotliwości S,</li> <li>• dupleksery na pasmo częstotliwości X,</li> <li>• anteny na pasmo częstotliwości S,</li> <li>• anteny na pasmo częstotliwości X.</li> </ul> Będą one stanowić krytyczną część toru radiokomunikacyjnego satelity. Zestaw ww. komponentów będzie stanowił pierwszy kompletny zestaw łączności satelitarnej w paśmie częstotliwości S oraz paśmie częstotliwości X produkcji polskiej do montażu na nano- i mikrosatelitach	TRL 9



Nazwa projektu	Wykonawca	Rezultat/produkt na koniec projektu	Końco- wy TRL
„Opracowanie trójstopniowego suborbitalnego systemu raketowego do wynoszenia ładunków badawczych”	Wojskowe Zakłady Lotnicze Nr 1 S.A. (lider) w konsorcjum z podmiotami naukowo-przemysłowymi: Wojskowym Instytutem Technicznym Uzbrojenia oraz Zakładem Produkcji Specjalnej „Gamrat” Sp. z o.o.	Celem projektu jest opracowanie i wyprodukowanie trójstopniowej odzyskiwanej rakiety suborbitalnej oraz wykonanie lotu demonstracyjnego powyżej linii Kármána (na wysokość co najmniej 100 km) z ładunkiem użytecznym o masie do 40 kg. Wymiernym rezultatem będzie możliwość oferowania usługi komercyjnych lotów suborbitalnych dla podmiotów chcących przeprowadzać badania z zakresu biologii, chemii, fizyki, a także badania materiałowe w warunkach mikrogravitacji	Rakieta suborbitalna - co najmniej poziom TRL 8. Inne poszczególne podsystemy, w tym silniki: TRL 9

(\*) Na dzień 31.12.2020 r. projekt nie został jeszcze rozpoczęty, ponieważ podmiot nie uzyskał dotychczas potwierdzenia od końcowego klienta/odbiorcy o zainteresowaniu rezultatami projektu.

### Tabela 1 Projekty realizowane ze środków NCBiR w ramach szybkiej ścieżki

Oprócz wspomnianego powyżej programu, NCBiR posiada wiele różnych programów, które są również dostępne dla firm i jednostek naukowo-badawczych rozwijających technologie kosmiczne lub techniki satelitarne. Wśród nich można wymienić m.in. programy strategiczne (Gospostrateg, Technostrateg, Infostrateg), narzędzia nakierowane na współpracę międzynarodową i wspólne projekty z innymi krajami (EUREKA, ERANET, Bonus, Eurostar), programy finansowane z funduszy strukturalnych (PO Inteligentna Gospodarka, PO Innowacyjny Rozwój), Program Badań Stosowanych, instrumenty wsparcia nakierowane na komercjalizację działalności badawczo-rozwojowej (SPIN-TECH, INNOTECH). W ciągu ostatnich pięciu lat z powyższych instrumentów sfinansowano ponad 40 projektów. Korzystały z nich zarówno firmy, jak i uczelnie oraz instytuty naukowo-badawcze. Dotyczą one zarówno eksploracji i eksploatacji przestrzeni kosmicznej, jak i wykorzystania danych satelitarnych i ich przetwarzania oraz tworzenia aplikacji dla końcowych użytkowników w wielu naziemnych obszarach zastosowania, jak np. transport i telekomunikacja, ochrona środowiska naturalnego, ochrona zdrowia i rolnictwo.

Szczegółowa lista projektów z innych programów NCBiR stanowi załącznik nr 1 do przedmiotowego badania.

Narodowe Centrum Nauki w okresie ostatnich pięciu lat (2015-2020) sfinansowało ponad 300 projektów badawczych. Ich wartość to ponad 212 mln zł. Dotyczyły one głównie nauk podstawowych (fizyka, astrofizyka, matematyka), nauk przyrodniczych i nauk o Ziemi, astronomii, inżynierii procesów i produkcji, astronomii i badań kosmicznych, inżynierii systemów i telekomunikacji, informatyki

i technologii informacyjnych, optyki kwantowej i informacji kwantowej, teorii względności i grawitacji, fizyki gazów i plazmy, elektryczności i magnetyzmu, fizyki jądrowej i atomowej, materiałów i badań materiałowych (w tym: metale, polimery, kompozyty). Były one w większości realizowane przez uczelnie, przede wszystkim o profilu technicznym, oraz instytuty badawczo-rozwojowe, jak np. Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk (CBK PAN), Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika (CAMK), Instytut Geodezji i Kartografii (IGiK), a także instytuty wchodzące w skład Sieci Badawczej Łukasiewicza (Instytut Lotnictwa, Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów - PIAP, Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych - ITME). Projekty dotyczyły w większości badań teoretycznych i laboratoryjnych na najniższym poziomie gotowości technologicznej, czyli początkowym stadium prac, jak np. obserwacje i opisywanie podstawowych zasad danego zjawiska, badania naukowe nad podstawowymi właściwościami technologii, określanie koncepcji technologii lub jej przyszłych zastosowań (mimo że nie istnieje jeszcze żaden dowód lub szczegółowa analiza potwierdzająca przyjęte założenia). Inne projekty polegały z kolei na potwierdzeniu analitycznym i eksperymentalnym krytycznych funkcji lub koncepcji technologii czy też wybranych elementów technologii.



## c. Udział w projektach międzynarodowych

### ESA

W 1994 roku Polska podpisała z ESA umowę o współpracy w zakresie pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej, którą następnie rozszerzono w roku 2002. Na jej podstawie polskie podmioty mogły uczestniczyć w programach naukowych ESA, co zaowocowało obecnością polskich urzędów na większości flagowych misji badawczych Agencji – Cassini-Huygens, Integral, Mars Express, Rosetta, Venus Express czy Herschel. Również obecnie strona polska projektuje i buduje podsystemy na misjach ESA: Juice, Athena i Ariel. Dodatkowo w tym samym czasie zaczęły powstawać pierwsze polskie firmy prywatne oferujące usługi oparte na technikach satelitarnych. Początek XXI w. przyniósł intensyfikację współpracy z ESA. W 2007 r. podpisano Porozumienie o Europejskim Państwie Współpracującym (PECS). Dzięki stworzeniu tego mechanizmu sfinansowano 52 projekty na łączną kwotę 12 mln €, realizowanych, we współpracy z ESA, przez polskie firmy, instytucje naukowo-badawcze i uczelnie wyższe.

Polska została 20. członkiem ESA 31 lipca 2012 r. Po trwającym siedem lat okresie przejściowym nasz kraj w 2020 r. wszedł w nowy etap członkostwa w tej organizacji bez preferencyjnych warunków dla polskich podmiotów.

W 2019 r. zakończył się program wsparcia dedykowany dla polskich podmiotów – Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS) 2012-2019. W okresie trwania programu 45% polskiej składki obowiązkowej do ESA było przeznaczane właśnie na PLIIS. Miał on za zadanie dostosowanie polskiego przemysłu, operatorów, środowiska naukowego i innych podmiotów prowadzących działalność na terenie Polski do wymagań Europejskiej Agencji Kosmicznej. Łączna kwota PLIIS dla polskiego sektora kosmicznego wyniosła 65 mln € (perspektywa siedmioletnia).

ESA realizuje dwa rodzaje programów: programy obowiązkowe, w których zobowiązane do uczestnictwa są wszystkie państwa członkowskie, a wysokość składki wyliczana jest na podstawie PKB, oraz programy opcjonalne finansowane przez państwa w nich uczestniczące w kwotach deklarowanych podczas cyklicznie organizowanych Rad Ministerialnych ESA.

Na Radzie Ministerialnej ESA w 2016 r. polska składka na programy opcjonalne wyniosła 45 mln € na okres 2016-2019<sup>2</sup>.

W dniach 27-28 listopada 2019 r. w Sewilli odbyła się Rada Ministerialna ESA Space19+, na której ministrowie państw członkowskich odpowiedzialnych za politykę kosmiczną zdecydowali o tym, jakie programy kosmiczne realizowane przez Europejską Agencją Kosmiczną zostaną wsparte finansowo w kolejnych

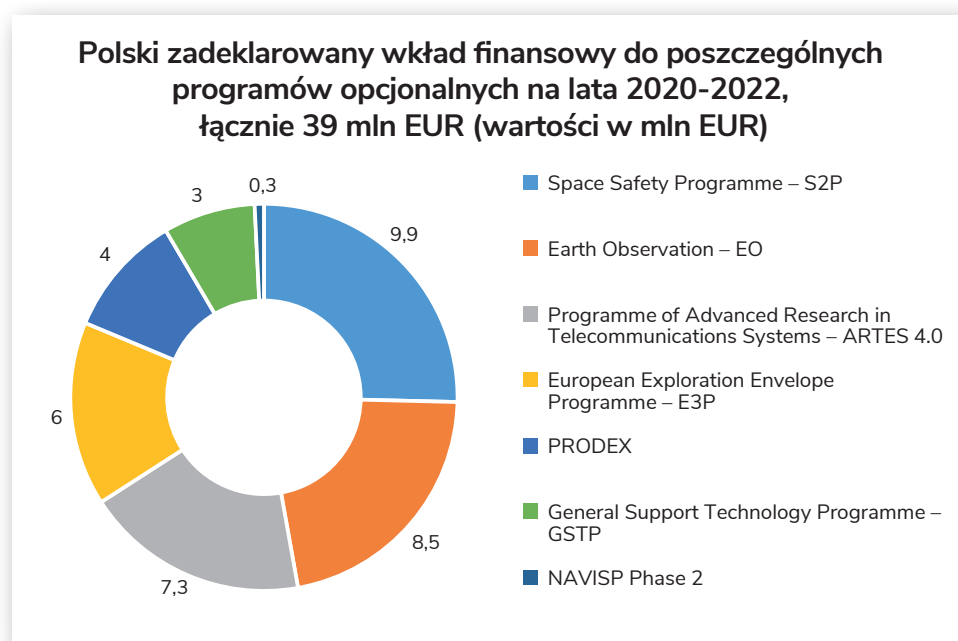
---

<sup>2</sup> ESA/C(2016)100, rev.6 Paris, 12 December 2016.

latach. Polska Delegacja zadeklarowała wkład finansowy do poszczególnych programów opcjonalnych na lata 2020-2022 w następującej wysokości:

- Space Safety Programme – S2P (9,9 mln €);
- Earth Observation – EO (8,5 mln €);
- Programme of Advanced Research in Telecommunications Systems – ARTES 4.0 (7,3 mln €);
- European Exploration Envelope Programme, Period 2 – E3P-2 (6 mln €);
- PRODEX (4 mln €);
- General Support Technology Programme – GSTP (3 mln €);
- NAVISP Phase 2 (0,3 mln €).

Łączna zadeklarowana alokacja na programy opcjonalne wyniosła 39 mln €<sup>3</sup>.



**Rysunek 6 Polski zadeklarowany wkład finansowy do poszczególnych programów opcjonalnych ESA na lata 2020-2022, łącznie 39 mln EUR**

Źródło: opracowanie własne

Szczegółowy podział środków na konkretne elementy programów przedstawia poniższa tabela:

<sup>3</sup> ESA/C-M(2019)100, rev.6 Paris, 2 December 2019.

Program	Element	Okres trwania programu	Kwota (w mln EUR)
Future Earth Observation Programme	Future EO Segment 1	2020-2022	4,7
Copernicus Segment 4		2020-2028	3,8
ARTES 4.0	Future Preparation	2020-2023	0,3
ARTES 4.0	Core Competitiveness	2020-2023	1,0
ARTES 4.0	Optical Communication – Scy-Light	2020-2025	3,0
ARTES 4.0	Business Applications Space Solutions		2,0
ARTES 4.0	Space Systems for Safety and Security	2020-2025	1,0
Navigation Innovation and Support Programme Phase 2	Element 2 „Competitiveness”	2020-2022	0,3
Space Safety Programme	Core Activities	2020-2022	4,0
Space Safety Programme	Cornerstone Mission 3 ADRIOS	2020-2022	5,9
Space Exploration	European Exploration Envelope Programme 2nd period	2020-2022	1,5
Space Exploration	ExPeRT	2020-2022	2,3
Space Exploration	Lunar Robotic Exploration	2020-2022	1,0
Space Exploration	Mars Robotic Exploration	2020-2022	1,2
General Support Technology Programme	Element 1 „Develop”	2020-2022	1,5
General Support Technology Programme	Element 2 „Make”	2020-2022	1,5
PRODEX			4,0

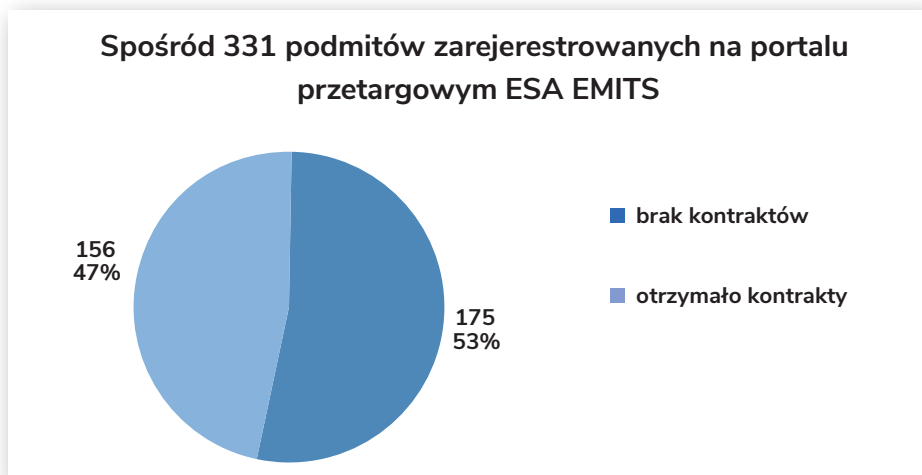
**Tabela 2 Podział środków na konkretne elementy programów**

Źródło: opracowanie własne na podstawie ESA/C-M(2019)100, rev.6 Paris, 2 December 2019

Na rok 2020 Polska składa do ESA prezentuje się następująco:

- Programy obowiązkowe: 24 mln €;
- Programy opcjonalne: 14 mln €.

Według stanu na sierpień 2020 r. w portalu ESA – STAR zarejestrowanych było 331 podmiotów. Spośród nich 79% to jednostki przemysłowe, pośród których 40% to MŚP. Z kolei 156 z nich udało się zdobyć kontrakty w okresie między 2015 r. a pierwszym kwartałem 2020 r.



**Rysunek 7 Podział podmiotów, które otrzymały kontrakty z ESA spośród 331 podmiotów zarejestrowanych na portalu przetargowym ESA**

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Polskimi działaniami na forum ESA zajmuje się polska delegacja do Europejskiej Agencji Kosmicznej. Delegacja ta uczestniczy w specjalistycznych panelach zajmujących się właściwymi sobie sprawami lub programami. W ramach ESA poza Szefem Delegacji, Radą, Grupą roboczą Rady oraz Komitetem Finansowym, w których uczestniczą przedstawiciele ministerstwa właściwego ds. gospodarki, polscy delegaci biorą udział w następujących ciałach:

- Industrial Policy Committee (IPC);
- IPC-THAG;
- International Relations Committee (IRC);
- Security Committee (SEC);
- InfoSec Panel;
- Science Programme Committee (SPC);
- Joint Board on Communication Satellite Programme (JCB);

- Launchers Programme Board (PB-LAU);
- Programme Board for Earth Observation (PB-EO);
- PB-EO / DOSTAG;
- Programme Board for Human Spaceflight, Microgravity and Exploration (PB-HME);
- HME-EUB;
- Programme Board on Satellite Navigation (PB-NAV);
- Programme Board on Space Situational Awareness (PB-SSA).

W skład polskiej delegacji do ESA wchodzi przedstawiciele Polskiej Agencji Kosmicznej, ministerstwa właściwego ds. gospodarki, ministerstwa właściwego ds. nauki, Ministerstwa Obrony Narodowej, ministerstwa właściwego ds. wewnętrznych i administracji publicznej, ministerstwa właściwego ds. zagranicznych, ministerstwa właściwego ds. cyfryzacji, ministerstwa właściwego ds. infrastruktury oraz Centrum Astronomicznego im. Mikołaja Kopernika.

## **Programy ESA**

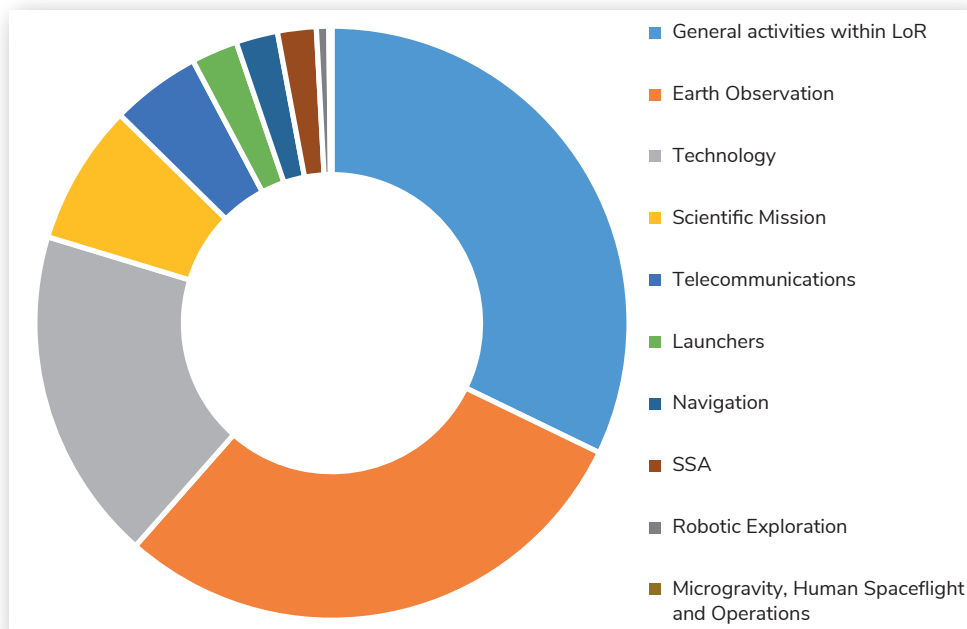
W poniższej części przedstawione zostaną dane związane ze wszystkimi programami ESA, zarówno opcjonalnymi, jak i obowiązkowymi. W kolejnym podrozdziale zostanie omówiony szczegółowo program Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS), czyli program wsparcia w latach 2012-2019 przeznaczony dla polskich podmiotów. W okresie trwania programu PLIIS Polska przeznaczyła na niego prawie połowę składki obowiązkowej. Miał on za zadanie dostosowanie polskiego przemysłu, operatorów, środowiska naukowego i innych podmiotów prowadzących działalność na terenie Polski do wymagań ESA<sup>4</sup>.

Poniżej przedstawiono dystrybucję środków ESA dla polskich podmiotów w podziale na poszczególne obszary tematyczne ESA w okresie między 2015 r. a pierwszym kwartałem 2020 r. (kwoty w mln €):

---

<sup>4</sup> Informacje w niniejszym podrozdziale oparto na ankietach od podmiotów oraz na raporcie ESA „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”.



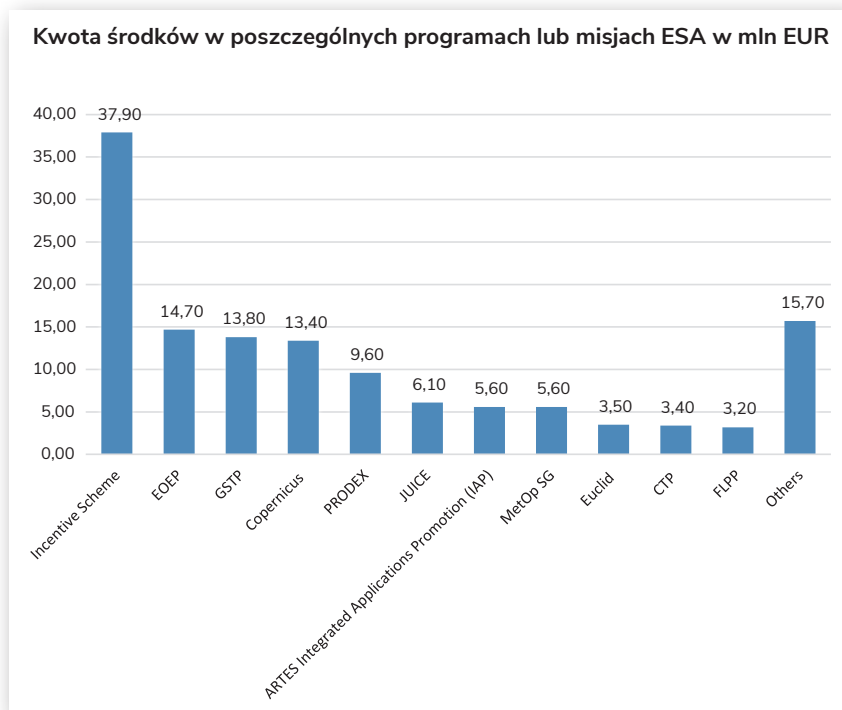


**Rysunek 8 Kwoty środków finansowych ESA dla polskich podmiotów w podziale na poszczególne obszary tematyczne ESA (okres 2015-I kwartał 2020, kwoty w mln EUR)**

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Powyższy wykres pokazuje, że najwięcej środków w Polsce zostało skonsumowanych w programach takich jak ogólne aktywności, dla których jest wymagany list z rekomendacją polskiej delegacji do ESA lub zespołu zadaniowego (w przypadku PLIS). Drugie miejsce zajmuje obszar związany z obserwacją Ziemi. Warto zauważyć, że te dwa obszary stanowią 61 procent całości. Kolejno, z dość wysokim wynikiem plasuje się obszar związany z rozwojem technologii generycznych, stanowiący 18 procent.

Poniżej na wykresie przedstawiono wysokość środków finansowych dla polskich podmiotów w poszczególnych głównych programach lub misjach ESA (w okresie między 2015 r. a pierwszym kwartałem 2020 r., kwoty w mln €):

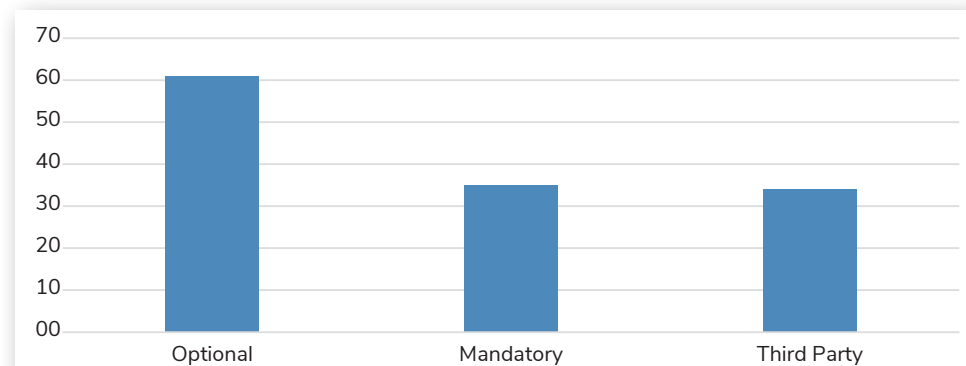


**Rysunek 9 Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w głównych programach i misjach ESA**

Źródło: opracowanie własne na podstawie ankiet od polskich podmiotów oraz raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Jak wynika z powyższego wykresu, najwięcej środków dla polskich podmiotów przeznaczono z dedykowanego dla polskich podmiotów programu PLIIS. Następne trzy miejsca zajmują kolejno programy: Earth Observation Envelope Programme, General Support Technology Programme oraz Copernicus. Wskazane cztery programy stanowią razem około 60% całości środków dla polskich podmiotów. Na podstawie przedstawionych danych można wywnioskować, że wśród polskich podmiotów bardzo popularne są działania i projekty związane z obserwacją Ziemi oraz rozwojem ogólnych technologii.

Dodatkowo na poniższym wykresie przedstawiona została dystrybucja środków dla polskich podmiotów podzielona ze względu na typ programu ESA (w okresie między 2015 r. a pierwszym kwartałem 2020 r., kwoty w mln €):

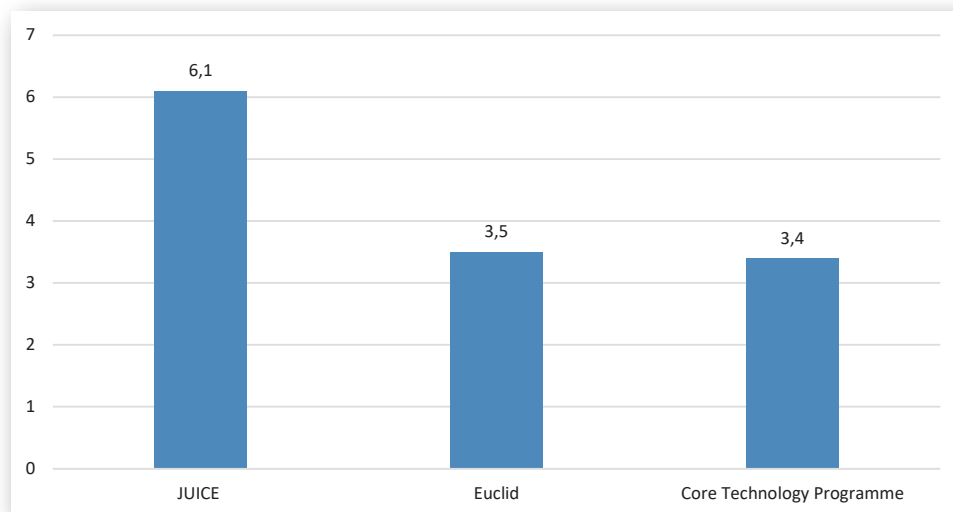


**Rysunek 10 Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w podziale na typ programu ESA (w mln EUR)**

Źródło: raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Warto zauważyć, że więcej środków zostało przyznanych z programów opcjonalnych ESA. Wysoki współczynnik w programach obowiązkowych wynika także z dedykowanego programu PLIS.

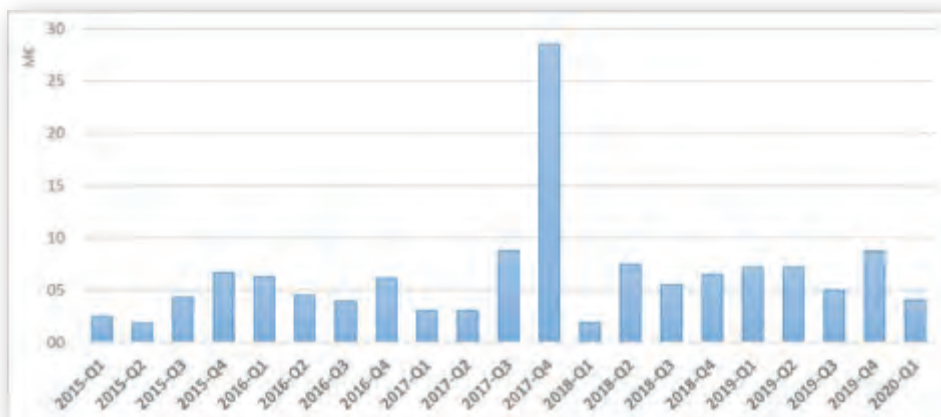
Na poniższym wykresie pokazano dystrybucję środków w programach naukowych ESA z podziałem na poszczególne misje w mln €. Największy kwotowo udział polskich podmiotów jest w misji naukowej JUICE.



**Rysunek 11 Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w podziale na misje w programie Science**

Źródło: opracowanie własne na podstawie ankiet od polskich podmiotów oraz raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Na poniższym wykresie przedstawiono kwartalną dystrybucję środków w mln € dla polskich podmiotów w programach/misjach ESA (w okresie między 2015 r. a pierwszym kwartałem 2020 r.):



**Rysunek 12 Dystrybucja środków dla polskich podmiotów w podziale na kwartały poszczególnych lat**

Źródło: raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Obserwowany pik w 4. kwartale 2017 r. związany jest z trzema dużymi kontraktami/programami: PLIIS: 14 mln €, DIAS: 13 mln € oraz JUICE/Prodex: 8 mln €.

**Łącznie w okresie od 2012 roku do końca 2019 roku w Polsce w ramach działań ESA zostało zakontraktowane 143 mln € (włączając w to projekty z PLIIS).**

### Zwrot geograficzny

Zwrot geograficzny (ZG) to uregulowany w Konwencji ESA sposób prowadzenia polityki przemysłowej przez Europejską Agencję Kosmiczną. Jest on skonstruowany tak, aby „wszystkie Państwa Członkowskie uczestniczyły w sposób sprawiedliwy, mający odniesienie do ich wkładu finansowego, we wdrażaniu europejskiego programu kosmicznego i w związanym z nim rozwoju technologii kosmicznych”. Pomiarowi zwrotu służy wyliczony dla każdego państwa współczynnik, który stanowi stosunek pomiędzy kwotą faktycznie otrzymanych kontraktów a wartością oczekiwaną (procentowy udział w finansowaniu Agencji pomnożony przez całkowitą sumę kontraktów udzielonych wszystkim członkom ESA), przy uwzględnieniu wartości technologicznej przyznanych kontraktów.

Poniżej w tabeli został zaprezentowany poziom zwrotu geograficznego na przestrzeni lat z podziałem na kwartały i współczynnik zwrotu w programach obowiązkowych i opcjonalnych ESA.

Rok-kwartał	ZG całościowy	ZG programy obowiązkowe	ZG programy opcjonalne
2015-Q4	0,77	0,30	1,00
2016-Q1	0,86	0,59	1,03
2016-Q2	0,88	0,65	1,03
2016-Q3	0,90	0,65	1,07
2016-Q4	0,98	0,72	1,17
2017-Q1	0,96	0,69	1,17
2017-Q2	0,97	0,80	1,11
2017-Q3	1,05	1,00	1,10
2017-Q4	1,06	1,02	1,09
2018-Q1	1,02	1,02	1,03
2018-Q2	1,03	1,04	1,03
2018-Q3	1,05	1,06	1,04
2018-Q4	1,02	1,06	0,99
2019-Q1	1,03	1,09	0,98
2019-Q2	1,03	1,07	1,00
2019-Q3	1,04	1,11	0,98
2019-Q4	1,03	1,06	1,01
2020-Q1	0,71	0,07	0,98

**Tabela 3 Poziom zwrotu geograficznego (ZG) na przestrzeni lat z podziałem kwartały i współczynnik zwrotu w programach obowiązkowych i opcjonalnych ESA**

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Jak wynika z powyższej tabeli, w ostatnich latach ogólny współczynnik zwrotu geograficznego został osiągnięty, a nawet minimalnie osiągnął poziom powyżej

idealnego 1,0. Spadek w zwrocie geograficznym w programach obowiązkowych w pierwszym kwartale 2020 r. wynika z zakończonego w 2019 r. programu dedykowanego dla polskich podmiotów PLIIS. Od 2020 r. polskie firmy i jednostki naukowe uczestniczą w przetargach w programach obowiązkowych na otwartych zasadach, bez szczególnego uprzywilejowania w postaci dedykowanego programu.

### **Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS)**

W ramach PLIIS złożonych zostało w sumie 487 wniosków od 145 polskich podmiotów.

Do realizacji zalecono 210 działań (w tym działania ad hoc i odgórne plany działań). Szczegóły dotyczące PLIIS przedstawia poniższa tabela:

Faza	Końcowa data złożenia ofert	Liczba otrzymanych ofert	Suma budżetów zaproszonych w ofertach (w EUR)	Liczba ofert zarekomendowanych do realizacji	Współczynnik sukcesu	Suma zarekomendowanego budżetu do wykorzystania z programu PLIIS (w EUR)	Dodatkowy budżet do programu PLIIS (w EUR)	Program, z którego dodatkowy budżet jest zapewniony
Pierwszy przetarg	01/05/2013	76	17 122 049	36	47%	6 791 379	98 686	TRP/EOP
Drugi przetarg	14/04/2014	70	13 119 915	28	40%	4 555 525	872 842	EOP
POC_TEB01	04/11/2015	32	9 015 838	12	38%	2 687 595		
POC_TEB02	04/02/2016	19	3 415 467	7	37%	1 350 111		
POC_TEB03	20/04/2016	14	2 570 732	6	43%	683 679		
POC_TEB04	29/07/2016	27	5 979 082	14	52%	3 715 972		
POC_TEB05	24/11/2016	38	8 302 302	20	53%	4 317 633		
POC_TEB06	08/02/2017	19	6 955 827	10	53%	3 032 224		
POC_TEB07	26/04/2017	17	2 984 283	4	24%	595 549		
POC_TEB08	26/07/2017	25	5 509 626	12	48%	2 199 571		
POC_TEB09	01/11/2017	30	7 466 601	10	33%	2 436 240	199 939	EOP
POC_TEB10/11	09/03/2018	33	6 668 730	10	30%	1 610 209		
POC_TEB12	08/11/2018	53	13 479 964	12	23%	2 788 955		

Faza	Końcowa data złożenia ofert	Liczba otrzymanych ofert	Suma budżetów zaproporzonych w ofertach (w EUR)	Liczba ofert zarekomendowanych do realizacji	Współczynnik sukcesu	Suma zarekomendowanego budżetu do wykorzystania z programu PLIIS (w EUR)	Dodatkowy budżet do programu PLIIS (w EUR)	Program, z którego dodatkowy budżet jest zapewniony
Suma otwarte przetargi		453		181	40%	€34,328,402	€1,171,467	
Odgórne plany działań	-	22	-	17	-	5 823 154	100 000	SSA
Działania ad hoc	-	12	-	12	-	8 984 563	7 500 000	GSTP/SCI/EOP
Suma		487	€102 590 416	210	43%	€49 136 119	€8 771 467	

Tabela 4 Szczegóły dotyczące programu PLIIS ESA

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu ESA „End of Transition Measures Review Report for Poland”



Łączna kwota na podstawie ofert w ramach programu PLIIS wyniosła 102 mln € (dwukrotność całkowitego budżetu PLIIS), a łączna kwota rekomendowanych działań to 58 mln €, z czego 49 mln € jest finansowane przez program PLIIS<sup>5</sup>. Wskazuje to na niski poziom współfinansowania z innych programów. Tylko określone działania ad hoc otrzymały znaczące współfinansowanie z programów GSTP, SCIENCE i EOEP.

Spośród udzielonych zamówień 65% ocenia się jako mające duże szanse na kontynuację pracy w programach opcjonalnych ESA (w przypadku obecności finansowania) lub w innych działaniach, 12% ma na to umiarkowane szanse, a 13% jest na etapie zbyt wczesnym na taką ocenę. Dlatego tylko 10% działań finansowanych przez program PLIIS zakończyło się jako działania jednorazowe lub nieposiadające możliwości kontynuacji. W ocenie ESA to bardzo dobry wynik.

W projektach, w których TRL jest znany lub był mierzony, 92% osiągnęło lub przekroczyło planowany poziom TRL, co jest bardzo dobrym wynikiem.

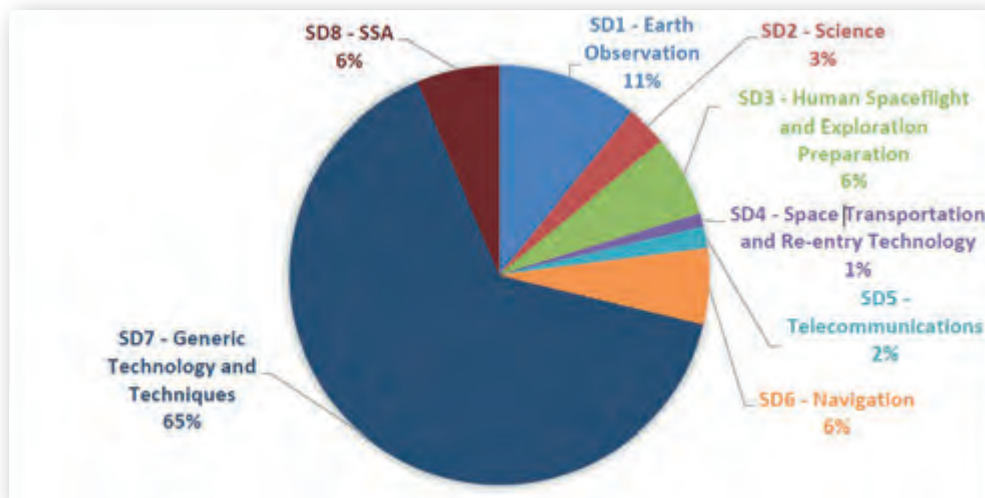
Na koniec 2019 r. stan 204 działań PLIIS, dla których przynajmniej rozpoczęto negocjacje, wraz z liczbą projektów i procentowym odsetkiem w stosunku do liczby działań, przedstawiał się następująco:

- Projekty zamknięte: 98 (48% liczby działań) - co stanowi 36% całkowitego budżetu;
- Anulowane projekty: 8 (3,9%);
- Projekty w toku (nadal realizowane): 95 (46,6%);
- Oczekiwanie na sfinalizowanie umowy: 3 (1,5%).

Na koniec I kwartału 2020 r. łączne zobowiązania przemysłowe wyniosły 52 mln €.

---

<sup>5</sup> Informacje w niniejszym podrozdziale oparto na ankietach od podmiotów oraz na raporcie ESA, *End of Transition Measures Review Report for Poland*.



Rysunek 13 Podział projektów PLIS według domen ESA

Źródło: ESA

Projekty w programie PLIS są klasyfikowane według typu, gdzie:

- Typ a) to wysokie TRL, bliskie rynkowi, działania dotyczące produktów lub usług (zwane „Flight”);
- Typ b) to działania badawczo-rozwojowe o średnim TRL (zazwyczaj 2-5);
- Typ c) to działania o niskim TRL (zwane „przygotowawczymi”);
- Typ d) to średnie lub wysokie poziomy TRL związane z rozwijaniem aplikacji i serwisów.

W poniższej tabeli wymieniono wszystkie 453 oferty otrzymane w ramach PLIS. We wszystkich przetargach wyraźnie widać przewagę działalności badawczo-rozwojowej. Zgodnie z oczekiwaniami następuje przejście od działań głównie przygotowawczych w pierwszych latach, następnie do badań i rozwoju, a wreszcie pod koniec do działań związanych z typem a. Było to również stymulowane przez dodatkowe ograniczenia wprowadzone w dwóch ostatnich przetargach w 2018 r.:

- działania typu d) nie były dozwolone;
- wykluczono działania przygotowujące do programów SSA lub Prodex;
- wykluczono działania związane z mechanizmami i oprogramowaniem.

Dodatkowo w tabeli wyszczególniono podział na powyższą klasyfikację wszystkich 181 projektów rekomendowanych do realizacji w ramach PLIS.

Faza		Typy oferty									
		a) Flight		b) B+R		c) Przygotowawcze		d) Aplikacje i serwisy			
	Otrzymane oferty	Rekomendowane do realizacji	Otrzymane oferty	Rekomendowane do realizacji	Otrzymane oferty	Rekomendowane do realizacji	Otrzymane oferty	Rekomendowane do realizacji	Otrzymane oferty	Rekomendowane do realizacji	
1st Call (2013)	6	2	41 (54%)	17 (50%)	17	11	12	4			
2nd Call (2014)	2	1	47 (67%)	20 (69%)	9	2	12	6			
TEB01 (2015)	5		21 (66%)	9 (75%)	2		4	2			
TEB02 (2016)			10 (53%)	5 (71%)	3		6	2			
TEB03 (2016)			8 (57%)	3 (75%)	2		4				
TEB04 (2016)	3	2	15 (55%)	8 (57%)	4	2	5	2			
TEB05 (2016)	2	2	26 (68%)	14 (74%)	1		9	3			
TEB06 (2017)	3	2	10 (53%)	8 (73%)	4	1	2				
TEB07 (2017)			11 (65%)	5 (83%)	4	1	2				
TEB08 (2017)	1	1	16 (64%)	9 (90%)	2	2	6	2			
TEB09 (2017)	3		18 (60%)	5 (71%)	3		6	1			
TEB10/11(2018)	2		19 (58%)	7 (70%)	8	1	4	2			
TEB12 (2018)	10	3	37 (70%)	8 (67%)	6	1					
Suma	37 (8%)	14 (8%)	279 (62%)	121 (67%)	65 (14%)	22 (12%)	72 (16%)	24 (13%)			

**Tabela 5 Podział otrzymanych oraz rekomendowanych do realizacji ofert w ramach PLIIS na klasyfikacje działań**

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu ESA „End of Transition Measures Review Report for Poland”

Aby zbadać ewolucję zmian poziomu TRL w programie PLIIS, dane z zakończonych projektów podzielono na trzy fazy (Faza 1 i 2 oraz faza 3, do której zalicza się projekty ogólnie określone i wykonywane w ramach mapy drogowej):

- Faza 1, która obejmuje okres około trzech lat (rozpoczęcie w latach 2013-2015) i obejmowała 42 zakończone działania z pierwszego i drugiego naboru;
- Średni TRL: początkowy = 2,4, docelowy = 4,1, rzeczywisty = 4,2;
- Ground : 3 projekty osiągnęły TRL 7 do 9<sup>6</sup>;
- Space : 9 projektów osiągnęło TRL 4<sup>7</sup>;
  
- Faza 2, która obejmuje okres około dwóch lat (rozpoczęcie w latach 2016-2017) i obejmowała 32 projekty od otwartego naboru od TEB01 do TEB06;
- Średni TRL: początkowa = 2,6, docelowa = 4,5, rzeczywista = 4,4;
- Ground: 3 projekty osiągnęły od TRL 6 do TRL 7;
- Space: 3 projekty osiągnęły TRL 5, 3 projekty osiągnęły od TRL 6 do TRL 7;
  
- Dwa kolejne punkty nazywane są Fazą 3:
- Działania ad hoc (tylko zakończone działania);
- Średni TRL: początkowa = 3,4, docelowa = 5,2, rzeczywista = 5,2;
- Space: 2 projekty osiągnęły TRL ;
  
- Działania w ramach mapy drogowej (żadne działanie nie zostało jeszcze zakończone): średnia: początkowa = 3,2, docelowa = 6,1;
- Space: 5 projekty powinny osiągnąć TRL 7 lub 8 .

Powyżej wskazane niepełne wartości poziomu TRL wynikają z otrzymanej średniej z projektów. Należy podkreślić, że spośród projektów, w przypadku których TRL jest znany/mierzony, 92% osiągnęło lub przekroczyło planowany TRL.

Widoczny jest wyraźny wzrost osiągniętych TRL z fazy 1 do fazy 2. Działania doraźne i projekty w ramach mapy drogowej z fazy 3 dotyczyły oczywiście jeszcze wyższych poziomów TRL.

Działania typu ground, zwłaszcza w obszarze oprogramowania i zastosowań końcowych, szybko osiągnęły TRL 6 i wyższe.

Osiem działań dotyczących hardware/oprogramowania kosmicznego (przestrzeń kosmiczna) osiągnęło do tej pory TRL 5 i wyższe.

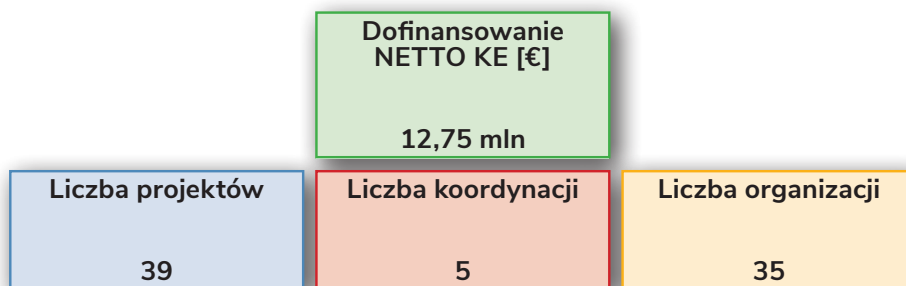
---

6 Ground – działania mające swoje ziemskie przeznaczenie.

7 Space – działania docelowo przeznaczone do zastosowań na orbicie, np. hardware/oprogramowanie kosmiczne.

## Horyzont 2020

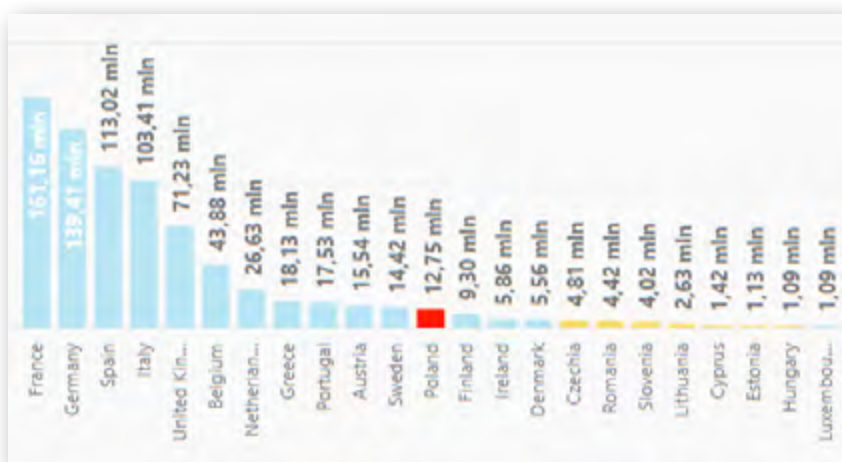
W latach 2014-2019, czyli od początku obowiązywania programu Horyzont 2020, w dotychczasowych konkursach w obszarze przestrzeń kosmiczna 35 polskich beneficjentów pozyskało 12,75 mln € dofinansowania w ramach 39 projektów, z czego pięć z nich jest koordynowanych przez polskie jednostki.



**Rysunek 14** Udział polskich podmiotów w projektach Horyzont 2020

Źródło: opracowanie własne na podstawie baz eCORDA z 06.04.2020 r.

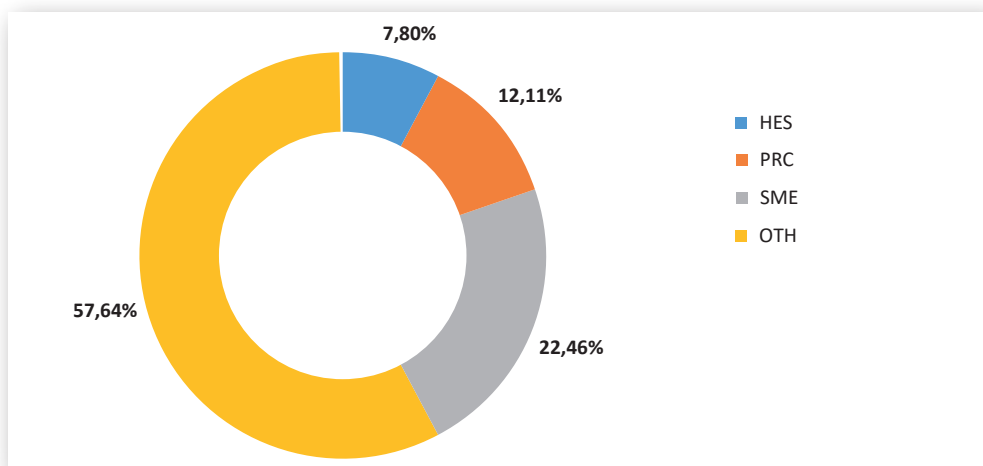
Na tle wszystkich krajów UE w porównaniu do 7. Programu Ramowego (7. PR) Polska przesunęła się w rankingu z 14. na 12. pozycję pod względem poziomu dofinansowania. Ponadto nasz kraj jest niekwestionowanym liderem na tle wszystkich krajów UE13 – ponad 37% dofinansowania KE w ramach konkursów z obszaru przestrzeń kosmiczna w H2020 jest przeznaczona dla polskich beneficjentów. Jest to również znaczący wzrost w porównaniu do poprzedniego programu ramowego.



**Rysunek 15** Pozyskane dofinansowanie netto [mln €] krajów UE w projektach o tematyce Space

Źródło: opracowanie KPK PB UE

Zaobserwować można także zdecydowany wzrost udziału w stosunku do 7. PR polskich przedsiębiorstw w składanych wnioskach projektowych, jak i realizowanych projektach. Blisko 35% całkowitego dofinansowania jest przeznaczone dla przedsiębiorstw. Pięć projektów koordynowanych jest przez polskie przedsiębiorstwa, co stanowi 21,74% wszystkich koordynowanych projektów w grupie krajów tzw. trzynastki. Ponad 0,7 mln € przedsiębiorstwa pozyskały w ramach Instrumentu MŚP. Procentowy podział dofinansowania na poszczególne typy realizowanych projektów jest w dużej mierze zrównoważony dla poszczególnych instrumentów.



**Rysunek 16** Struktura organizacyjna projektów realizowanych przez polskich beneficjentów

Źródło: opracowanie własne na podstawie KPK PB UE

Na przykładzie obszaru przestrzeni kosmicznej widać wyraźnie, jak ważna jest rola aktywnego udziału administracji publicznej w H2020. Na uwagę zasługuje jeden z rodzajów umów na realizację projektu współfinansowanego ze środków H2020, SGA-RIA (Specific Grant Agreement – Research and Innovation Action), w ramach którego Polska Agencja Kosmiczna pozyskała 5,2 mln € dofinansowania. Należy podkreślić aktywność POLSA w H2020 – Agencja jest zaangażowana jako partner w czterech projektach. POLSA pozyskała łącznie ponad 6 mln € dofinansowania, czyli blisko 50% całkowitego polskiego dofinansowania w obszarze przestrzeni kosmicznej w H2020. W rankingu wszystkich beneficjentów z krajów UE w konkursach dotyczących technologii kosmicznych POLSA znalazła się na 14. pozycji, a tym samym jest w grupie kluczowych podmiotów pozyskujących dofinansowanie z programu z tego obszaru tematycznego.

Nazwa beneficjenta	L. Koordynacji	L. Uczestnictw	Dofin. NETTO KE [€]	% Budżetu UE
[DE] DEUTSCHES ZENTRUM FUER LUFT - UND RAUMFAHRT EV	11	54	47 730 887,36	5,84%
[FR] CENTRE NATIONAL D'ETUDES SPATIALES - CNES	0	20	27 234 044,42	3,33%
[ES] CENTRO PARA EL DESARROLLO TECNOLÓGICO INDUSTRIAL	1	10	22 802 253,25	2,77%
[FR] THALES ALENIA SPACE FRANCE SAS	14	40	15 923 150,34	1,95%
[IT] AGENZIA SPAZIALE ITALIANA	2	11	12 955 676,96	1,58%
[UK] UK Space Agency	0	9	12 097 063,65	1,48%
[DE] AIRBUS DEFENCE AND SPACE GMBH	5	22	10 635 114,28	1,30%
[FR] CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE CNRS	2	39	9 179 273,65	1,12%
[BE] SPACE APPLICATIONS SERVICES NV	6	12	8 691 485,25	1,06%
[DE] FRAUNHOFER GESELLSCHAFT ZUR FOERDERUNG DER ANGEWA...	1	17	7 364 244,75	0,90%
[IT] THALES ALENIA SPACE ITALIA SPA	2	22	6 657 582,00	0,81%
[FR] COMMISSARIAT A L ENERGIE ATOMIQUE ET AUX ENERGIES ALTE...	2	12	6 449 081,60	0,79%
[ES] GMV AEROSPACE AND DEFENCE SA	6	12	6 258 172,25	0,77%
[PL] POLSKA AGENCJA KOSMICZNA	0	4	6 077 917,50	0,74%
[FR] OFFICE NATIONAL D'ETUDES ET DE RECHERCHES AEROSPATIALES	3	10	5 906 961,98	0,72%

**Rysunek 17 Ranking kluczowych europejskich podmiotów realizujących projekty H2020 z obszaru przestrzeń kosmiczna**

Źródło: opracowanie KPK PB UE na podstawie danych z Komisji Europejskiej

Polska Agencja Kosmiczna uczestniczy w projektach systemowych dla trzech flagowych programów kosmicznych Unii Europejskiej (świadomość sytuacyjna w przestrzeni kosmicznej, bezpieczna komunikacja satelitarna, robotyka kosmiczna). W ramach systemu obserwacji i śledzenia obiektów w przestrzeni kosmicznej zadaniem POLSA jest budowa sieci na bazie istniejących teleskopów oraz rozbudowa tej infrastruktury dla potrzeb krajowego centrum operacyjnego, które będzie miało zdolność identyfikacji i obserwacji obiektów poruszających się na orbicie okołoziemskiej. Ponad 70% wartości przyznanego grantu POLSA przekazuje do krajowych firm i jednostek naukowych zaangażowanych w budowę sieci. Z kolei program bezpiecznej komunikacji satelitarnej jest programem nowym. Udział przedstawicieli krajowej administracji na tak wczesnym etapie rozwoju programu pozwoli w przyszłości na zapewnienie należytego udziału polskich podmiotów w tym ważnym obszarze. W projekcie o nazwie Strategiczny Klaster Badawczy w Robotyce Kosmicznej (Strategic Research Cluster in Space Robotics) o akronimie PER ASPERA Polska Agencja Kosmiczna uczestniczy od niedawna (formalnie od początku 2019 r.) Pomimo to udział w granicy systemowym dotyczącym zarządzania projektem PER ASPERA przyczynia się do wzrostu zainteresowania polskich podmiotów tą inicjatywą. Powinno to doprowadzić do zwiększonego udziału krajowych podmiotów w projektach badawczo-rozwojowych KE w tym obszarze.

W załączniku nr 2 w tabeli wymieniono projekty w H2020 związane z przestrzenią kosmiczną, w których brały udział polskie podmioty.

## **Europejska Agencja GNSS (EUSPA)**

Europejska Agencja GNSS zarządza europejskimi programami nawigacji satelitarnej Galileo i EGNOS. Ponadto EUSPA oferuje programy grantowe. Granty są bezpośrednimi wkładami finansowymi przeznaczonymi na działania prowadzące do osiągnięcia celu stanowiącego część polityki Unii Europejskiej.

Zgodnie z umowami o delegowaniu zadań Komisji Europejskiej EUSPA może przyznawać granty finansowane w ramach programów GNSS i H2020. Każdego roku EUSPA publikuje roczny plan grantów obejmujący cele, harmonogram ogłaszania konkursów do składania wniosków z orientacyjną kwotą oraz oczekiwane wyniki i kryteria. Dotychczas w ramach grantów EUSPA polskim podmiotom przyznano 12 kontraktów na łączną kwotę 2,075 mln €. Oprócz grantów Agencja oferuje również zamówienia publiczne na realizację projektów kosmicznych.

## **European Southern Observatory (ESO)**

Polska stała się 15. członkiem ESO 28 października 2014 r. Za koordynację członkostwa w tej organizacji odpowiada Ministerstwo Edukacji i Nauki. Obecny roczny wkład Polski do organizacji wynosi 3,06% jej przychodów, tj. 4 971 mln €. Składka kraju członkowskiego wyliczana jest na podstawie dochodu krajowego netto.

ESO współpracuje z przemysłem przy realizacji projektów oraz budowy instrumentów i teleskopów, w tym Ekstremalnie Dużego Teleskopu (ang. Extremely Large Telescope – ELT), największego na świecie teleskopu, który ma powstać w ciągu najbliższych kilku lat.

W ESO nie obowiązuje zasada zwrotu geograficznego, jak ma to miejsce w ESA. Współpraca między ESO a przemysłem ma na celu osiągnięcie jak najlepszych rezultatów przy jednoczesnym utrzymaniu akceptowalnych kosztów. Procedura przetargowa odbywa się na zasadach konkurencyjnych i, o ile to możliwe, jest przeprowadzana w państwach członkowskich ESO. Ważną rolę w kreowaniu polityki przemysłowej państw członkowskich ESO odgrywa oficer łącznikowy ds. przemysłu (ESO ILO – Industrial Liaison Officer), którego zadaniem jest śledzenie przetargów ESO i informowanie o nich potencjalnie zainteresowanych firm w kraju oraz przekazywanie takiej informacji do ESO na wczesnym etapie przetargu.

Od początku członkostwa Polski w ESO krajowe firmy zrealizowały kontrakty na łączną kwotę 16 052 112 €. W bazie przetargowej ESO zarejestrowanych jest 49 podmiotów z Polski.



## EUMETSAT

Polska nawiązała relacje z EUMETSAT w 2000 r. jako członek współpracujący, zaś pełne członkostwo uzyskała w 2009 r. Za całość stosunków z organizacją odpowiada Ministerstwo Infrastruktury, z którego ramienia Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – PIB - bierze udział w pracach organów EUMETSAT. Dane otrzymywane z EUMETSAT są wykorzystywane w pierwszej kolejności przez państwowe służby hydrologiczno-meteorologiczne do opracowywania prognoz, hydro-meteorologicznej osłony społeczeństwa i gospodarki, jak również przez Siły Zbrojne RP, uczelnie wyższe, a także instytuty badawcze. Inne potencjalne zastosowania obrazów z satelitów meteorologicznych to również: rolnictwo, leśnictwo, gospodarka przestrzenna, planowanie inwestycji, monitorowanie obszarów wodnych (w tym Morza Bałtyckiego) i atmosfery, w tym m.in. badanie poziomu gazów śladowych i aerozoli.

Obecnie EUMETSAT jest właścicielem satelitów meteorologicznych i operatorem obsługującym dystrybucję danych z wielu misji satelitarnych. Najważniejsze programy EUMETSAT to MSG (Meteosat Second Generation) oraz EPS (Eumetsat Polar System). Są to programy obowiązkowe, w obu uczestniczy Polska. Obecnie przygotowywane są kolejne kontynuacje tych programów, tj.: Meteosat trzeciej generacji (Meteosat Third Generation), na który składają się satelity na orbicie geostacjonarnej dostarczające zobrazenia całej hemisfery oraz dane dla krótkoterminowych prognoz pogody, a także EPS drugiej generacji (EPS-SG), który będzie składał się z konstelacji dwóch satelitów krążących po orbitach polarnych (w sumie w trakcie realizacji programu zostaną wykorzystane trzy zestawy po dwa satelity).

EUMETSAT zaangażowany jest również w program Copernicus, ponieważ przedmiotowa organizacja operacyjnie eksploatuje i dystrybuje dane i produkty z Sentinel-3. Ponadto EUMETSAT będzie pozyskiwać dane z satelitów Sentinel-4 i Sentinel-5. Natomiast satelita Sentinel-6/Jason-CS jest realizowany przez EUMETSAT we współpracy z: ESA, CNES, NASA, NOAA i KE. EUMETSAT współpracuje również ze służbami meteorologicznymi z niektórych krajów członkowskich EUMETSAT w ramach sieci centrów aplikacji satelitarnych (Satellite Application Facilities, SAFs) stanowiących część segmentu naziemnego.

EUMETSAT ściśle współpracuje z Europejską Agencją Kosmiczną. ESA jest odpowiedzialna za budowę i dostarczenie segmentu kosmicznego, natomiast EUMETSAT odpowiada za wyniesienie, budowę segmentu naziemnego oraz utrzymanie funkcjonowania misji, zwłaszcza pozyskiwanie, gromadzenie, przetwarzanie danych satelitarnych niezbędnych do prognozowania pogody, śledzenia zmian środowiskowych i klimatycznych. ESA w znacznym stopniu (70%) pokrywa koszty związane z rozwojem pierwszego z serii satelitów w ramach swojego programu opcjonalnego i prowadzi proces przetargowy pozostałych satelitów na zlecenie EUMETSAT. Organizacja ponosi stały udział w kosztach

rozwoju pierwszego z serii satelity (30%) oraz pokrywa w całości koszty rozwoju pozostałych satelitów.

Obecnie największe szanse na kontrakty tej organizacji dotyczą takich obszarów jak big data oraz rozwój aplikacji wykorzystujących dane z satelitów meteorologicznych EUMETSAT. To właśnie tych obszarów najczęściej dotyczą publikowane na dedykowanej platformie (EUMITS) przetargi EUMETSAT. Sytuacja ta rodzi szanse dla sektora IT. Polityka przemysłowa organizacji opiera się na wyborze wykonawców projektów w trybie konkursowym na zasadzie konkurencyjności podmiotów, a ocena ofert przetargowych dokonywana jest według kryterium najkorzystniejszej relacji jakości do ceny. Należy podkreślić, że EUMETSAT, w odróżnieniu od ESA, nie stosuje zasady zwrotu geograficznego („geo-return”).

Dotychczasowa wartość kontraktów z EUMETSAT obejmuje ok. 10 projektów na łączną kwotę niecałych 5 mln €. W bazie przetargowej EUMETSAT zarejestrowanych jest 58 podmiotów przemysłowych z Polski. Projekty realizowane przez polskie podmioty dla organizacji EUMETSAT zdominowane są przez znaczący kontrakt podpisany w kwietniu 2019 r. realizowany przez polską spółkę we współpracy z partnerami zagranicznymi. Kontrakt, którego wartość przekracza kwotę 10 mln € (w tym 4,7 mln € dla polskiego partnera), dotyczy stworzenia i utrzymywania jednej z pięciu europejskich platform DIAS (Data and Information Access Services) dla konsorcjum EUMETSAT, ECMWF i Mercator. Jest to druga ze wszystkich pięciu platform DIAS, którą dostarczają polskie firmy. Przewiduje ona dostarczenie usług dla danych środowiskowych, zdalne ich przetwarzanie oraz wyspecjalizowane wsparcie dla użytkowników końcowych. Rozwijana platforma umożliwi dostęp do informacji gromadzonych przez satelity Sentinel programu Copernicus, inne satelity oraz tzw. Copernicus Services, które przetwarzają dane satelitarne pod kątem ich użycia w wybranych dziedzinach, takich jak monitoring wód, lądów, atmosfery czy zmian klimatycznych.

Ważną rolę we wspieraniu współpracy krajowego przemysłu kosmicznego z EUMETSAT odgrywa Krajowy Punkt Kontaktowy EUMETSAT (National Focal Contact Point) znajdujący się w strukturze organizacyjnej Polskiej Agencji Kosmicznej. Jego zadaniem jest śledzenie przetargów EUMETSAT i informowanie o nich potencjalnie zainteresowanych firm w kraju oraz przekazywanie takiej informacji do tej organizacji na wczesnym etapie przetargu.

## d. Domeny technologiczne rozwijane w polskim sektorze kosmicznym

W celu zapewnienia klarowności wymaganych rozwiązań technologicznych oraz usprawnienia harmonizacji technologii, Europejska Agencja Kosmiczna dokonała podziału zagadnień związanych z sektorem kosmicznym na 26 domen technologicznych (Tabela 1). Drzewo technologiczne ESA ma za zadanie ułatwić ekspertom biorącym udział w spotkaniach IPC THAG (Industrial Policy Committee, Technology Harmonization Advisory Group) wyznaczanie konkretnych kierunków rozwoju przemysłu kosmicznego oraz opisywanie aktualnego stanu technologii.

Domeny opracowane przez ESA dzielą się na poddomeny, które w szczegółowy sposób traktują problemy związane z rozwojem przemysłu kosmicznego. Najnowsza wersja drzewa technologicznego pochodzi z 2020 r. (ESA Technology Tree, Version 4.0, nr referencyjny: STM-277 3rd ed.).

Podział domen technologicznych w ww. dokumencie przedstawia się w następujący sposób:

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
1.	On-Board Data Systems (pokładowe systemy danych)	Systemy przetwarzające, przechowujące oraz zarządzające danymi statku kosmicznego oraz jego ładunku użytecznego, sprzęt oraz oprogramowanie niezbędne do akwizycji danych, zarządzanie warstwą sieciową
2.	Space System Software (oprogramowanie dla systemów kosmicznych)	Systemy adresowane zarówno do kosmosu oraz stacji naziemnych, wszystkie podstawowe techniki i technologie w dziedzinie oprogramowania i technologii informacyjnych w odniesieniu do ich zastosowania w misjach kosmicznych, aplikacje wykorzystujące dane satelitarne, gromadzenie, przetwarzanie i archiwizowanie danych wielkoskalowych
3.	Spacecraft Electrical Power (zasilanie elektryczne statków kosmicznych)	Technologie związane z architekturą systemów elektromagnetycznych, systemy wytwarzania i magazynowania energii elektrycznej oraz jej dystrybucji i klimatyzacji
4.	Space Environments & Effects (Środowisko kosmiczne oraz jego wpływ)	Dział opisujący ograniczenia wynikające z charakterystyki środowiska kosmicznego dla misji kosmicznych, wymagania konieczne podczas projektowania elementów misji, przeprowadzania pomiarów i testów

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
5.	Space System Control (kontrola systemów kosmicznych)	Technologie związane z kontrolą systemów wchodzących w skład misji kosmicznej, zarówno części kosmicznej, jak i segmentu naziemnego
6.	RF Payload and Systems (pokładowe systemy łączności radiowej)	Obejmuje technologie związane z systemami satelitarnymi oraz siecią, ładunkiem użytecznym, wyposażeniem naziemnym dla celów telekomunikacyjnych, TT&C, nawigacyjnych, obserwacji Ziemi, działających w zakresie częstotliwości mikrofal oraz fal milimetrowych
7.	Electromagnetic Technologies & Techniques (technologie elektromagnetyczne)	Anteny oraz technologie powiązane, interakcje oraz propagacja fal, kompatybilność elektromagnetyczna
8.	System Design & Verification (projektowanie oraz weryfikacja systemów)	Technologie związane z opisywaniem, projektowaniem oraz testowaniem systemów kosmicznych; działania skupiają się na redukcji czasu opracowania nowej technologii oraz zmniejszeniu kosztów produkcji; kontrola ryzyka i postępów pracy
9.	Mission Operation & Ground Data systems (systemy danych operacyjnych oraz segment naziemnego)	Kontrola oraz użytkowanie systemów kosmicznych i naziemnych. Domena opisuje także technologie oraz narzędzie wspomagające, skupia się Systemie Kontroli Misji (ang. Mission Control System – MCSs)
10.	Flight Dynamics & GNSS (dynamika lotów oraz GNSS)	Analiza misji kosmicznej pod względem trajektorii lotu, analizy operacyjne (naziemne) związane z pomiarami i kontrolą lotu oraz orbity obiektu
11.	Space Debris (śmieci kosmiczne)	Zawiera informacje technologiczne oraz naukowe związane z meteoroidami oraz śmieciami kosmicznymi, ich wpływem na statek kosmiczny, określaniem ryzyka oraz ochroną przed tego typu zdarzeniami, deorbitacją obiektów kosmicznych
12.	Ground Station System & Networks (systemy łączności naziemnej)	Standardy oraz wiedza dotycząca rozwiązań inżynierskich łączących segment kosmiczny z centrum kontroli (segmentem naziemnym)
13.	Automation, Telepresence & Robotics (automatyka, robotyka i teleobecność)	Obejmuje standaryzację, rozwój, testy, użytkowanie oraz użyczenie systemów robotycznych. W skład takiego systemu wchodzi m.in. wysięgniki robotyczne, systemy robotyczne wewnątrz statku kosmicznego, związane z ładunkiem użytecznym, mobilne roboty eksploracyjne, automatyczne laboratoria

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
14.	Life & Physical Sciences (nauki przyrodnicze oraz fizyczne)	Technologie związane z badaniami naukowymi prowadzonymi przez/na obiektach kosmicznych, dostarczenie kompletnego systemu badawczego, sprowadzenie próbek na Ziemię, ochrona środowiska kosmicznego, kontrola prowadzonych badań
15.	Mechanisms & Tribology (mechanizmy i tribologia)	Urządzenia, w których wymagany jest ruch jednego lub kilku elementów, np. mechanizmy sterujące, siłowniki itp., oraz systemy symulacji układów mechanicznych
16.	Optics (optyka)	Instrumenty optyczne, procesy projektowania, produkcji oraz testowania
17.	Optoelectronics (optoelektronika)	Produkcja i rozwój elementów/urządzeń optoelektronicznych
18.	Aerothermodynamics (aerodynamika)	Domena poświęcona aerodynamice oraz aerotermodynamice, m.in. wysokotemperaturowa kinetyka chemiczna, interakcje gaz-powierzchnia, analiza zaawansowanych systemów kontroli przepływu
19.	Propulsion (napędy)	Procesy oraz technologie związane z napędem statków kosmicznych, napędy chemiczne oraz elektryczne, a także zaawansowane nieklasyczne metody
20.	Structures & Pyrotechnics (struktury oraz pirotechnika)	Technologie oraz metody związane z projektowaniem, analizą, produkcją oraz testowaniem materiałów/struktur, struktury rozkładane, wysokostabilne oraz wytrzymałe, struktury gorące, tarcze przeciw uderzeniom meteorytów i śmieci kosmicznych, elementy pirotechniczne
21.	Thermal (termika)	Technologie związane z kontrolą termiczną
22.	Environmental Control Life Support (ECLS) & In Situ Resource Utilisation (ISRU) (systemy konieczne do życia w przestrzeni kosmicznej)	Systemy ułatwiające i umożliwiające egzystencję człowieka w warunkach kosmicznych oraz pozwalające na wykorzystanie lokalnych zasobów
23.	EEE Components and quality (komponenty elektroniczne, elektryczne oraz elektromechaniczne)	Obejmuje projektowanie, produkcje oraz testowanie komponentów elektronicznych (elektrycznych, elektromechanicznych oraz elektronicznych EEE), wymagania dotyczące użytkowania ww. elementów w systemach pokładowych

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
24.	Materials and Processes (materiały i procesy)	Omawia cechy fizykochemiczne materiałów, mechanikę materiałów oraz procesy wytwarzania, badania nieniszczące, wpływ naziemnych i kosmicznych czynników na materiały, technologie przyrostowe (Additive manufacturing), a także materiały kompozytowe
25.	Quality, Dependability and Safety (jakość, niezawodność oraz bezpieczeństwo)	Zawiera tematy związane z wymaganiami, odpowiedzialnością, awaryjnością, dostępnością oraz bezpieczeństwem stosowania systemów kosmicznych, systemy zarządzania ryzykiem misji kosmicznych
26.	Other (inne)	Zagadnienie niemieszczące się w żadnej z powyższych domen, tj. konstelacje – meteorologia, technologie mikro- i nano-, a także aplikacje naziemne wykorzystujące dane satelitarne

**Tabela 6 Domeny technologiczne Europejskiej Agencji Kosmicznej**

Źródło: [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering\\_Technology/Technology\\_Domains](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering_Technology/Technology_Domains)

Materiały o rozwoju technologicznym w podziale na poszczególne domeny i poddomeny z tzw. drzewa technologicznego ESA, w tym techniczne dossier oraz mapa drogowa, są pomocne zarówno dla podmiotów doświadczonych w przemyśle kosmicznym, jak i dla początkujących. Umożliwiają zapoznanie się z panującymi trendami rynkowymi oraz planami ESA w związku z omawianymi technologiami.

Znajomość zaproponowanych przez ESA domen technologicznych, względem których opracowywane są dokumenty, pozwala na umiejętne doradzanie przedsiębiorcom i instytucjom na temat obecnej sytuacji rynkowej, a także umożliwia zapoznanie się z technologią wykorzystywaną w misjach kosmicznych i dotyczącymi jej wymogami, procedurami, systemami oraz wykorzystywanymi procesami technologicznymi. Ponadto daje możliwość poszerzenia wiedzy o aspekty naukowe.

Z punktu widzenia rozwoju technologicznego największe znaczenie dla polskich podmiotów miał program ESA Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS) realizowany w latach 2012-2019.

## **I. Program Wsparcia Polskiego Przemysłu (PLIIS) - podsumowanie**

W ramach PLIIS złożonych zostało w sumie 487 wniosków od 145 polskich podmiotów. Do realizacji zalecono 210 działań (w tym działania ad hoc i odgórne plany działań).

Szczegóły dotyczące PLIS przedstawia poniższa tabela:

Nr naboru	Data naboru	Liczba otrzymanych ofert	Budżet zaproponowanych ofert (w EUR)	Liczba zatwierdzonych projektów	Współczynnik sukcesu	Budżet z programu PLIS (w EUR)
Pierwszy przetarg	01/05/2013	76	17 122 049	36	47%	6 791 379
Drugi przetarg	14/04/2014	70	13 119 915	28	40%	4 555 525
POC_TEB01	04/11/2015	32	9 015 838	12	38%	2 687 595
POC_TEB02	04/02/2016	19	3 415 467	7	37%	1 350 111
POC_TEB03	20/04/2016	14	2 570 732	6	43%	683 679
POC_TEB04	29/07/2016	27	5 979 082	14	52%	3 715 972
POC_TEB05	24/11/2016	38	8 302 302	20	53%	4 317 633
POC_TEB06	08/02/2017	19	6 955 827	10	53%	3 032 224
POC_TEB07	26/04/2017	17	2 984 283	4	24%	595 549
POC_TEB08	26/07/2017	25	5 509 626	12	48%	2 199 571
POC_TEB09	01/11/2017	30	7 466 601	10	33%	2 436 240
POC_TEB10/11	09/03/2018	33	6 668 730	10	30%	1 610 209
POC_TEB12	08/11/2018	53	13 479 964	12	23%	2 788 955
Suma otwarte przetargi		453		181	40%	€34 328 402
Odgórne plany działań	-	22	-	17	-	5 823 154
Działania ad hoc	-	12	-	12	-	8 984 563
Suma		487	€102 590 416	210	43%	€49 136 119

**Tabela 7 Szczegóły dotyczące programu PLIS ESA**

Źródło: opracowanie własne na podstawie raportu ESA „End of Transition Measures Review Report for Poland”

Poniższa tabela sporządzona na podstawie projektów realizowanych w ramach programu Polish Industry Incentive Scheme prezentuje liczbę poszczególnych projektów, w tym zakończonych i trwających, w podziale na domeny technologiczne.

Nazwa domeny technologicznej	Liczba projektów w ramach PLIIS		
	Zakończone	Trwające	Razem
TD1 On-board Data Systems	4	8	12
TD2 Space System Software	17	10	27
TD3 Electrical Power	3	3	6
TD4 Spacecraft Environment & Effects	1	1	2
TD5 Space System Control	0	0	0
TD6 RF Payload	20	14	34
TD7 Electromagnetism Technologies & Techniques	3	1	4
TD8 System Design & Verification	10	3	13
TD9 Mission Operations & Ground Data Systems	12	4	16
TD10 Flight Dynamics & GNSS	3	0	3
TD11 Space Debris	6	13	19
TD12 Ground Station System & Networks	0	0	0
TD13 Automation, Telepresence & Robotics	4	2	6
TD14 Life and Physical Sciences	2	0	2
TD15 Mechanisms	10	9	19
TD16 Optics	2	3	5
TD17 Optoelectronics	0	0	0
TD18 Aerothermodynamics	0	0	0
TD19 Propulsion	4	10	14



Nazwa domeny technologicznej	Liczba projektów w ramach PLIIS		
	Zakończone	Trwające	Razem
TD20 Structures & Pyrotechnics	2	5	7
TD21 Thermal	2	0	2
TD22 Environmental Control Life Support	0	0	0
TD23 EEE Components	1	0	1
TD24 Materials & processes	1	10	11
TD25 Quality, Dependability & Safety	1	1	2

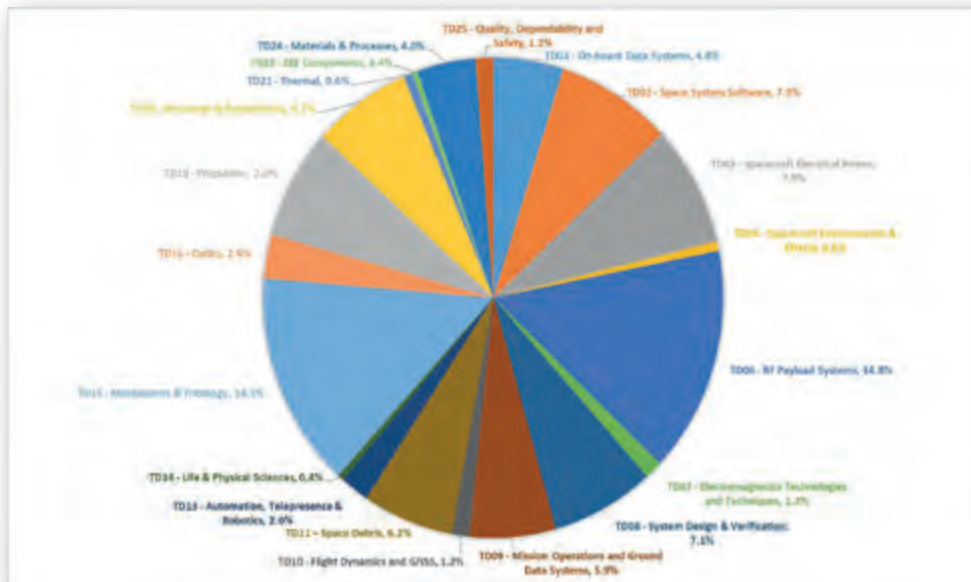
**Tabela 8 Liczba poszczególnych projektów w ramach PLIIS, w tym zakończonych i trwających, w podziale na domeny technologiczne**

Źródło: raport ESA z 17.06.2020 p. t. "End of Transition Measures Review Report for Poland" (Ref ESA-IPLIPS-PL-2020-001)

Z powyższego zestawienia wynika, że pod względem liczby projektów w ramach PLIIS najważniejsze domeny technologiczne to:

1. Pokładowe systemy łączności radiowej (34 projekty);
2. Oprogramowanie dla systemów kosmicznych (27 projektów);
3. TD19 Mechanizmy (19);
4. Śmieci kosmiczne (19);
5. TD9 Systemy danych naziemnych i operacje związane z misjami (16);
6. TD19 Napędy (14);
7. TD8 Projektowanie systemów i weryfikacja (13);
8. Pokładowe systemy danych (12);
9. TD24 Materiały i procesy (11).

Wartość wyrażona w procentach poszczególnych projektów realizowanych przez polskie podmioty w programie PLIIS w podziale na domeny technologiczne przedstawia poniższy diagram.



**Rysunek 18** Procentowa wartość poszczególnych projektów realizowanych przez polskie podmioty w programie Polish Industry Incentive Scheme w podziale na domeny technologiczne

Źródło: raport ESA z 17.06.2020 r. p.t. „End of Transition Measures Review Report for Poland”

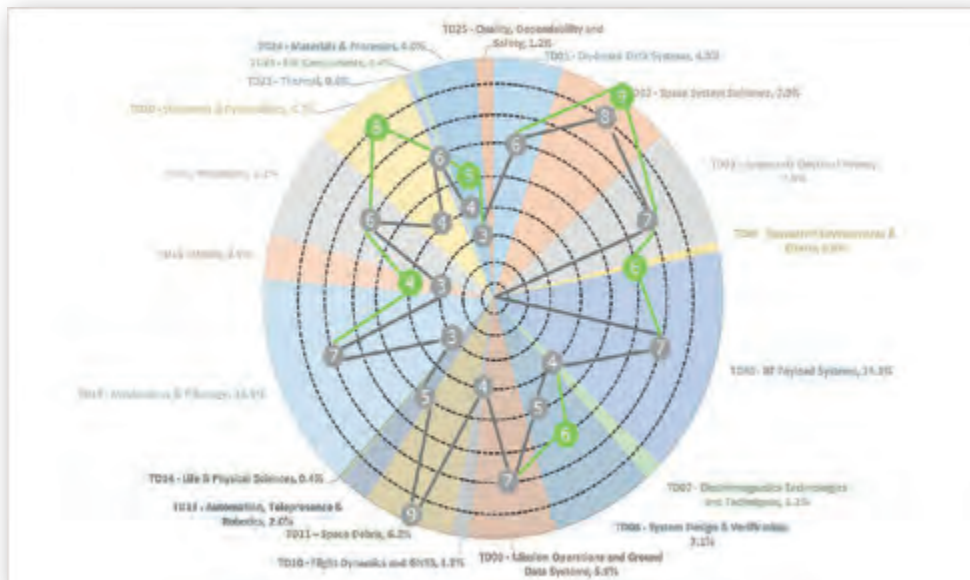
Z powyższego podziału można wysunąć wniosek, że pod względem wartości projektów domeny TD6 (RF Payload Systems) i TD15 (Mechanizmy) są dominującymi obszarami technologicznymi, w których prowadzone są działania w ramach tego najważniejszego dotychczas programu ESA dedykowanego polskim podmiotom. Ich procentowy udział w wartości programu PLIIS wynosi odpowiednio 14,8% oraz 14,1%.

Duże znaczenie ma także domena Oprogramowanie, zarówno lotne, jak i naziemne. Projekty wykorzystujące oprogramowanie można znaleźć w kilku domenach, jak:

- Oprogramowanie dla systemów kosmicznych (7,9%);
- Śmieci kosmiczne (6,2%);
- Systemy danych naziemnych i operacje związane z misjami (5,9%);
- Pokładowe systemy danych (4,8%).

Na uwagę zasługują też inne, następujące domeny technologiczne: Napędy (7,2%), Struktury i pirotechnika (6,7%), Projektowanie systemów i weryfikacja (7,9%), Zasilanie elektryczne statków kosmicznych (7,9%), mimo że w tej ostatniej domenie odnotowano tylko sześć projektów.

Poniższy wykres przedstawia maksymalną wartość TRL osiągniętą w każdej domenie w programie PLIIS.



**Rysunek 19 Maksymalna wartość TRL osiągnięta w każdej domenie w programie PLIIS**

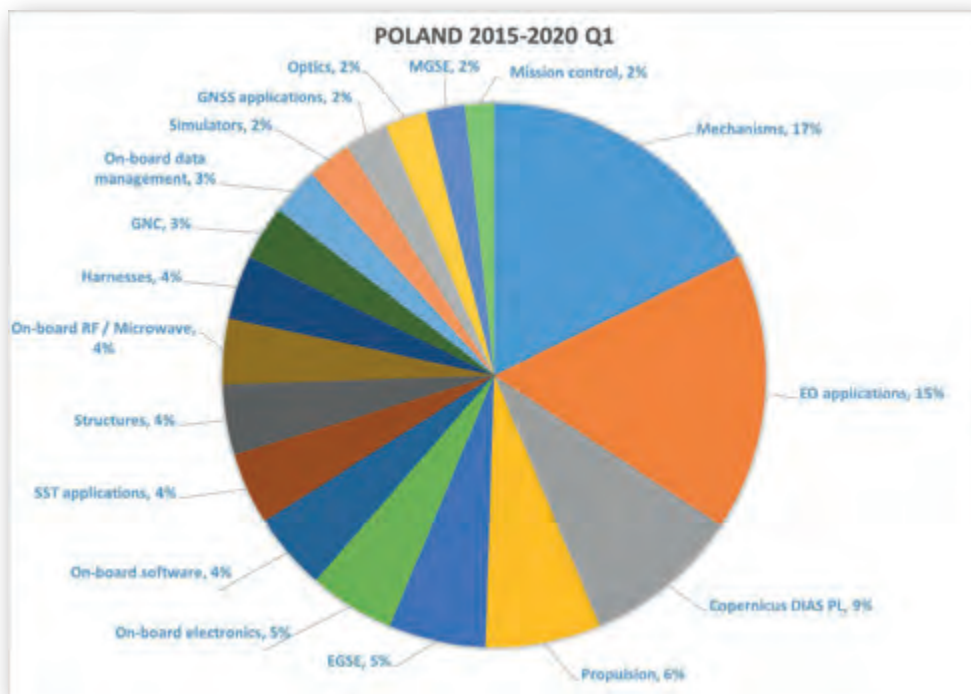
Źródło: raport ESA z 17.06.2020 r. p.t. „End of Transition Measures Review Report for Poland”

Godny uwagi jest fakt, że poziom gotowości TRL 6 został już osiągnięty w dziewięciu dziedzinach, tj.:

- Pokładowe systemy łączności radiowej;
- Mechanizmy;
- Śmieci kosmiczne;
- Projektowanie systemów i weryfikacja;
- Systemy danych naziemnych i operacje związane z misjami;
- Oprogramowanie dla systemów kosmicznych;
- Zasilanie elektryczne statków kosmicznych;
- Struktury i pirotechnika;
- Napędy.

Najwyższy osiągnięty dotychczas poziom TRL dotyczy domen: Oprogramowanie dla systemów kosmicznych, Śmieci kosmiczne oraz Struktury i pirotechnika.

Poniższy diagram prezentuje udział poszczególnych domen technologicznych w okresie między rokiem 2015 a pierwszym kwartałem 2020 r. w szerszym kontekście, tzn. uwzględniając nie tylko program PLIIS, lecz także wszystkie inne programy ESA, w tym opcjonalne i obowiązkowe.



**Rysunek 20** Udział poszczególnych domen technologicznych w latach 2015-I kwartał 2020 we wszystkich programach ESA

Źródło: Raport ESA z dnia 01.10.2020 r. p.t. „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”

Z wykresu wynika, że największy udział pod względem wartości miały projekty przypisane do następujących domen i usług: mechanizmy (17% wartości wszystkich kontraktów), aplikacje wykorzystujące dane z programów obserwacyjnych Ziemi (15%), usługi z zarządzaniem, archiwizowaniem oraz przetwarzaniem danych wielkoskalowych (9%), a także napędy (6%).

## II. Domeny technologiczne według badania ankietowego przeprowadzonego przez PAK w 2020 r.

W pierwszym półroczu 2020 r. pracownicy DSWM przystąpili do badania potencjału polskiego sektora kosmicznego wspólnie z Europejską Agencją Kosmiczną. W wyniku tej współpracy opracowano ankietę badania sektora, która została przedstawiona do oceny Rady POLSA 13 lutego 2020 r. Po uwzględnieniu uwag rady ankietę została rozesłana do podmiotów polskiego sektora kosmicznego – 75 przedsiębiorstw oraz 23 jednostek naukowych, ogółem 98 podmiotów.

Ankieta zawierała takie rozdziały merytoryczne, jak m.in. dane finansowe, produkty i usługi oferowane przez jednostkę w sektorze kosmicznym, planowany

przez jednostkę rozwój technologii kosmicznych z opisem inwestycji już poczynionych w wymienionych obszarach, opis organizacji jednostki, strategię podmiotu w branży kosmicznej, dostępną w organizacji i lokalnie infrastrukturę laboratoryjno-testową oraz produkcyjną, w tym opis problemów z tym związanych.

Uzyskano odpowiedzi od **50 podmiotów, tj. 42 firm i 8 jednostek naukowo-badawczych**. Dane obrazują stan z końca 2019 r.

Poniższa tabela prezentuje wyniki ankiet w punkcie dotyczącym rozwijanych przez podmioty technologii zgodnie z tzw. drzewem technologicznym ESA. Należy zaznaczyć, że w obrębie jednej domeny niektóre podmioty rozwijają nawet po kilka technologii odpowiadających poszczególnym poddomenom.

Tabela przedstawia liczbę rozwijanych domen w podziale na obecny poziom TRL, a także łączną liczbę w ramach domen od 1 do 26. Wyniki nie są w pełni miarodajne, ponieważ nie wszystkie podmioty, które otrzymały ankietę, wypełniły ją. Tabelę należy traktować jako materiał pomocniczy i uzupełniający.

Nazwa domeny technologicznej	TRL 1- TRL 4	TRL 5 – TRL 7	TRL 8 – TRL 9	SUMA
TD1 On-board Data Systems	4	5	3	12
TD2 Space System Software	10	13	8	31
TD3 Electrical Power	1	1	4	6
TD4 Spacecraft Environment & Effects	0	0	1	1
TD5 Space System Control	4	3	1	8
TD6 RF Payload	6	7	3	16
TD7 Electromagnetism Technologies & Techniques	2	1	3	6
TD8 System Design & Verification	1	4	2	7
TD9 Mission Operations & Ground Data Systems	2	1	1	4
TD10 Flight Dynamics & GNSS	2	2	0	4
TD11 Space Debris	5	2	1	8
TD12 Ground Station System & Networks	2	1	0	3

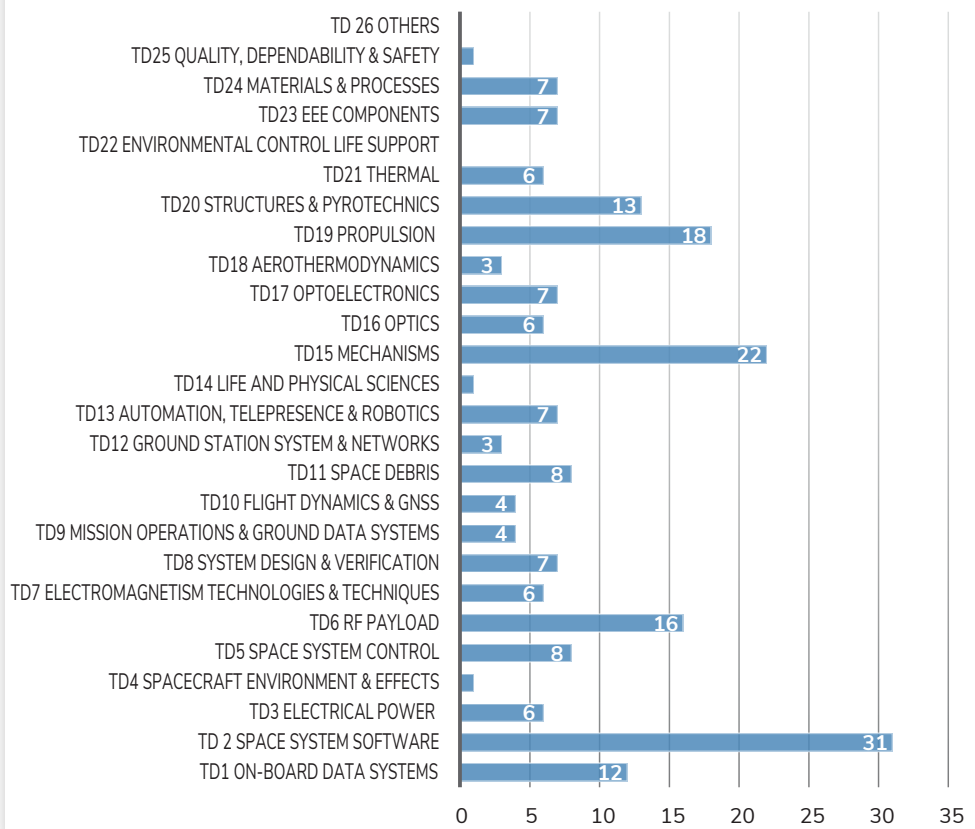
Nazwa domeny technologicznej	TRL 1- TRL 4	TRL 5 – TRL 7	TRL 8 – TRL 9	SUMA
TD13 Automation, Telepresence & Robotics	4	2	1	7
TD14 Life and Physical Sciences	0	0	1	1
TD15 Mechanisms	8	9	5	22
TD16 Optics	4	1	1	6
TD17 Optoelectronics	3	3	1	7
TD18 Aerothermodynamics	1	2	0	3
TD19 Propulsion	11	5	2	18
TD20 Structures & Pyrotechnics	4	5	4	13
TD21 Thermal	3	2	1	6
TD22 Environmental Control Life Support	0	0	0	0
TD23 EEE Components	3	0	4	7
TD24 Materials & processes	2	3	2	7
TD25 Quality, Dependability & Safety	0	0	1	1
TD 26 Others	0	0	0	0

**Tabela 9 Liczba rozwijanych domen w podziale na obecny poziom TRL, a także łączną liczbę w ramach domen od 1 do 26**

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie powyższego zestawienia kolejny wykres prezentuje domeny technologiczne ESA najbardziej rozpowszechnione i najczęściej deklarowane w ankietach podmiotów:

## LICZBA ROZWIJANYCH TECHNOLOGII (SUMA) W POSZCZEGÓLNYCH DOMENACH



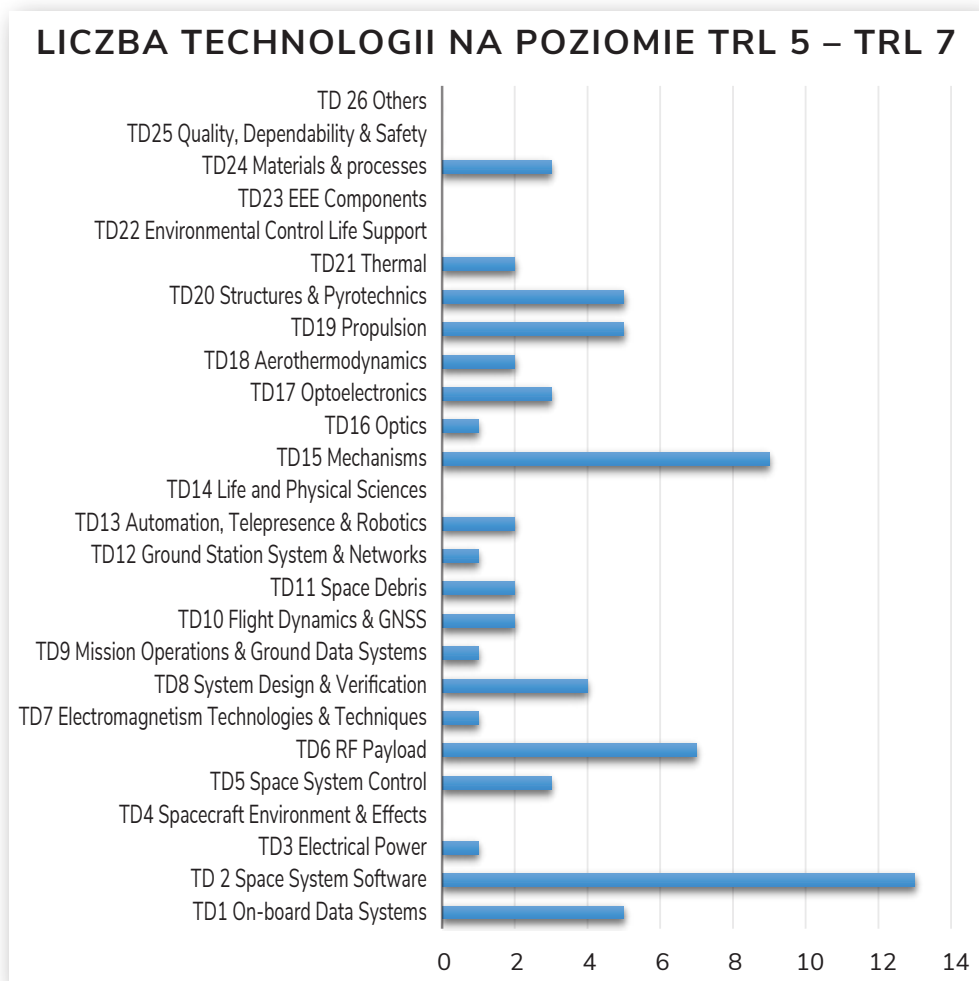
**Rysunek 21 Domeny technologiczne ESA najbardziej rozpowszechnione i najczęściej deklarowane w ankietach**

Źródło: opracowanie własne

W ocenie ankietowanych 50 podmiotów sektora kosmicznego najbardziej reprezentowane są następujące domeny:

- TD 2 – Oprogramowanie kosmiczne (31 deklaracji);
- TD 15 – Mechanizmy (22 deklaracje);
- TD 19 – Napędy (18);
- TD 6 – Pokładowe systemy łączności radiowej (16);
- TD 20 – Struktury i Pirotechnika (13);
- TD 1 – Pokładowe systemy danych (12).

W zakresie poziomu gotowości od TRL 5 do TRL 7 liczba rozwijanych technologii przez ankietowane podmioty przedstawia się następująco:

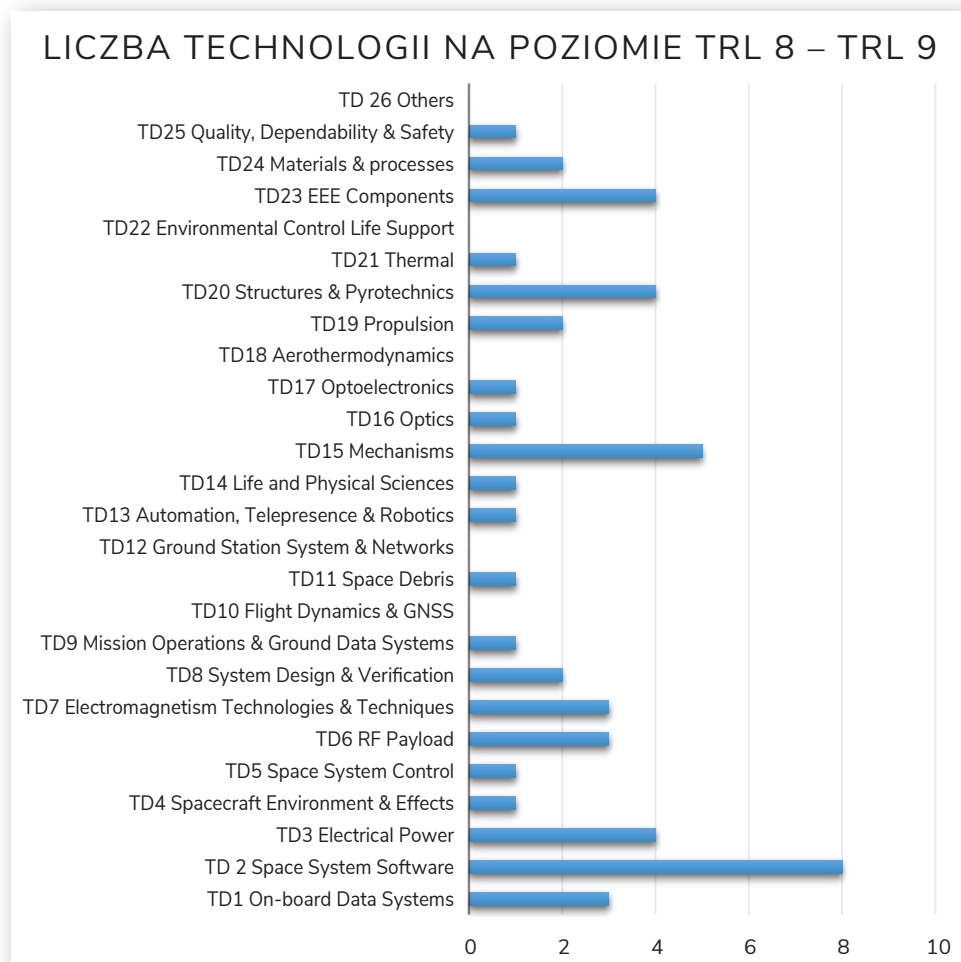


**Rysunek 22 Liczba rozwijanych technologii przez ankietowane podmioty w zakresie poziomu gotowości od TRL 5 do TRL 7**

Źródło: opracowanie własne



Z kolei liczba rozwijanych technologii przez ankietowane podmioty o najwyższym stopniu rozwoju, czyli poziomu gotowości od TRL 8 do TRL 9, przedstawia się w następujący sposób:



**Rysunek 23 Liczba rozwijanych technologii przez ankietowane podmioty w zakresie poziomu gotowości od TRL 8 do TRL 9**

Źródło: opracowanie własne

### III. Domeny technologiczne rozwijane przez polskie podmioty w ramach programu badawczo-rozwojowego Unii Europejskiej Horyzont 2020 oraz przez NCBR

Tytuł projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Domena technologiczna
Hybrid Propulsion Module for transfer to GEO orbit	01.02.2015	31.01.2018	TD19
Advanced Concept for laser uplink/ downlink CommuniCation	01.06.2015	30.09.2017	TD17
Demonstrator of EGNSS Services based on Time Reference Architecture	01.01.2015	31.12.2016	TD10
E-GNSS Knowledge Triangle	01.01.2015	31.05.2018	TD10
First European System for Active Debris Removal with Nets	01.04.2015	30.09.2017	TD 11, TD 15
Wytwarzanie wysoko skoncentrowanego nadtlenku wodoru (HTP)	01.03.2015	31.05.2015	TD19
Zintegrowany pakiet czujników 3D do eksploracji robotycznej	01.11.2016	31.01.2019	TD13
Budowa szybkich konwerterów danych nowej generacji	01.12.2016	30.09.2021	TD2
Roboty planetarne wdrożone do zadań montażowych i konstrukcyjnych	01.02.2019	31.12.2021	TD13
Technologie serwisowania satelitów przy użyciu systemów robotycznych	01.02.2019	31.01.2021	TD13
Galileo dual frequency, 5G, IoT devices and services for Drones, Assets Management and Elite sport	01.12.2019	31.05.2021	TD6
The NEO Rapid Observation, Characterization and Key Simulations	01.01.2020	30.06.2022	TD11

**Tabela 10 Domeny technologiczne rozwijane przez polskie podmioty w ramach programu badawczo-rozwojowego Unii Europejskiej Horyzont 2020**

Źródło: opracowanie własne

W ciągu ostatnich pięciu lat z tych instrumentów sfinansowano ponad 40 projektów. Korzystały z nich zarówno firmy, jak i uczelnie oraz instytuty naukowo-badawcze. Lista takich projektów znajduje się poniżej. Dotyczą one

zarówno eksploracji i eksploatacji przestrzeni kosmicznej, jak i wykorzystania danych satelitarnych i ich przetwarzania oraz tworzenia aplikacji dla końcowych użytkowników w wielu naziemnych obszarach zastosowania, jak np. transport i telekomunikacja, ochrona środowiska naturalnego, ochrona zdrowia i rolnictwo.

Lista wybranych projektów dot. technologii generycznych sfinansowanych przez NCBiR według domen technologicznych z tzw. drzewa technologicznego ESA znajduje się poniżej:

Tytuł projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Domena technologiczna
„Lekki nanokrystaliczny materiał na bazie aluminium do aplikacji w przemyśle kosmicznym (modelowanie i weryfikacja technologiczna) LI-GHTMAT4SPACE”	01.12.2015	30.11.2017	TD 24
„Opracowanie i walidacja układu sterowania manipulatora satelitarnego”	01.01.2020	31.12.2021	TD 5
„Specjalistyczne hybrydowe łożyska toczne do zastosowania w przemyśle kosmicznym”	01.11.2012	30.04.2015	TD 15
„Nowe, zaawansowane materiały warstwowe Al-Ti o podwyższonej odporności balistycznej na konstrukcje lotnicze i kosmiczne”	01.11.2013	31.12.2016	TD 24
„Opracowanie technologii wysokociśnieniowego hartowania gazowego satelitarnych kół zębatach epicyklicznej przekładni lotniczej silnika FDGS, wykonanych ze stali i pracujących w warunkach długotrwałych i cyklicznie zmiennych obciążeń eksploatacyjnych”	01.02.2020	31.01.2023	TD 15/ TD 19
„Rozwój technologii wielkopowierzchniowych autonomicznych gazowych detektorów promieniowania jonizującego, w tym promieniowania kosmicznego”	01.11.2016	31.01.2020	TD 4
„Opracowanie wielofunkcyjnej obudowy dla potrzeb elektroniki kosmicznej i lotniczej ze szczególnym uwzględnieniem tzw. power electronics i źródeł zasilania”	01.11.2017	31.10.2018	TD 20
„Inteligentny komputer pokładowy dla nano- i mikrosatelitów o podwyższonej niezawodności i zwiększonej mocy obliczeniowej, pozwalający na samodiagnostykę satelity na orbicie z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego do detekcji anomalii”	01.05.2020	31.12.2023	TD 1

Tytuł projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Domena technologiczna
„ASTRO-MODUŁY – Zestaw bloków funkcjonalnych do małych i średnich satelitów”	01.01.2020	31.12.2022	TD 15
„Opracowanie pionierskiego multifunkcyjnego robota drukującego w technologii 3D posługującego się zintegrowanym ramieniem robotycznym w celu uzyskania w drukowanych modelach wytrzymałości pozwalającej na zastosowanie ich w przemyśle zbrojeniowym, lotniczym i kosmicznym”	03.04.2018	31.12.2020	TD 15
„Opracowanie ultralekkiej konstrukcji nośnej zespołu silnika rakietowego 100 kN dla zastosowań kosmicznych”	2020	b.d.	TD 15/TD19
„Opracowanie i przetestowanie w warunkach rzeczywistych modułu sterowania i kontroli położenia na orbicie przeznaczonego dla mikrosatelitów obserwacyjnych”		b.d.	TD 5
„Powłoki z pamięcią temperatury dla badań i rozwoju technologii kosmicznych”		b.d.	TD 24
„Impulsowy napęd plazmowy do nano- i mikrosatelitów”		b.d.	TD 1
„Przygotowanie i wdrożenie do produkcji innowacyjnego oprogramowania do wydajnej, dokładnej astrometrii i fotometrii źródeł punktowych oraz smugowych dla astronomicznych kamer CCD i CMOS”		b.d.	TD 2
„Podniesienie gotowości technologicznej produktów/komponentów systemów łączności na pasmo S oraz X”		b.d.	TD 6

**Tabela 11** Lista wybranych projektów dot. technologii generycznych sfinansowanych przez NCBiR według domen technologicznych z tzw. drzewa technologicznego ESA

Źródło: opracowanie własne

Na podstawie powyższego zestawienia można dokonać następującego podsumowania dotyczącego liczby technologii rozwijanych przez polskie podmioty w ramach programów NCBiR oraz programu UE Horyzont 2020 dotyczących technologii generycznych:

Nazwa domeny technologicznej	TRL 1-TRL 4
TD1 On-board Data Systems	2
TD2 Space System Software	2
TD3 Electrical Power	
TD4 Spacecraft Environment & Effects	1
TD5 Space System Control	2
TD6 RF Payload	2
TD7 Electromagnetism Technologies & Techniques	
TD8 System Design & Verification	
TD9 Mission Operations & Ground Data Systems	
TD10 Flight Dynamics & GNSS	2
TD11 Space Debris	2
TD12 Ground Station System & Networks	
TD13 Automation, Telepresence & Robotics	3
TD14 Life and Physical Sciences	
TD15 Mechanisms	6
TD16 Optics	
TD17 Optoelectronics	1
TD18 Aerothermodynamics	
TD19 Propulsion	3
TD20 Structures & Pyrotechnics	1
TD21 Thermal	
TD22 Environmental Control Life Support	
TD23 EEE Components	
TD24 Materials & processes	3
TD25 Quality, Dependability & Safety	
TD 26 Others	

**Tabela 12 Podsumowanie liczby technologii rozwijanych przez polskie podmioty w ramach programów NCBiR oraz programu UE Horyzont 2020 dotyczących technologii generycznych**

Źródło: opracowanie własne

## IV. Wnioski

Projekty realizowane przez polskie podmioty w ramach programów Europejskiej Agencji Kosmicznej - w tym zwłaszcza programu realizowanego w okresie przejściowym (2012-2019) – Polish Industry Incentive Scheme, programu UE Horyzont 2020 oraz programów NCBiR związanych z rozwojem technologii generycznych – pozwoliły na stworzenie listy najważniejszych domen technologicznych w polskim sektorze kosmicznym.

Ze względu na swoje znaczenie, liczbę oraz wartość zakończonych lub trwających jeszcze projektów największy wpływ na opracowanie przez POLSA rekomendowanych dziedzin miał program ESA Polish Industry Incentive Scheme.

Badanie ankietowe z 2020 r. wśród zainteresowanych podmiotów polskiego sektora kosmicznego (zarówno przemysł, jak i jednostki naukowo-badawcze), które przekazały do Polskiej Agencji Kosmicznej swoje dane, oraz pogłębione rozmowy połączone z wizytami w wybranych podmiotach były materiałem pomocniczym i uzupełniającym do stworzenia listy domen technologicznych. Z uwagi na nie w pełni satysfakcjonującą liczbę wypełnionych ankiet, tj. 50 na 98 przesłanych do wyselekcjonowanych podmiotów, deklarowane domeny technologiczne nie stanowią pełnego obrazu działań w tym zakresie podejmowanych przez polskie podmioty.

Są to następujące dziedziny technologiczne (kolejność przypadkowa):

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
1.	TD 1: On-Board Data Subsystems (pokładowe systemy przetwarzania danych)	Systemy przetwarzające, przechowujące i zarządzające danymi statku kosmicznego oraz jego ładunku użytecznego, sprzęt oraz oprogramowanie niezbędne do akwizycji danych, zarządzanie warstwą sieciową, m.in. <ul style="list-style-type: none"> <li>• systemy przetwarzania danych z urządzeń pokładowych i ładunku użytecznego;</li> <li>• uczenie maszynowe i sztuczna inteligencja dla podsystemów danych pokładowych</li> </ul>
2.	TD 2: Space System Software (oprogramowanie systemów kosmicznych)	Systemy adresowane zarówno do kosmosu, jak i stacji naziemnych oraz techniki i technologie w dziedzinie oprogramowania i technologii informacyjnych w odniesieniu do ich zastosowania w misjach kosmicznych. W skład domeny wchodzi: <ul style="list-style-type: none"> <li>• zaawansowane technologie informatyczne;</li> <li>• oprogramowanie pokładowe i systemów naziemnych;</li> <li>• naziemne systemy przetwarzania danych;</li> <li>• gromadzenie, archiwizowanie oraz przetwarzanie danych wielkoskalowych;</li> <li>• wykorzystanie danych z przyrządów obserwacji</li> </ul>

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
3.	TD 3: Spacecraft Electrical Power (zasilanie elektryczne statków kosmicznych)	Technologie związane z architekturą systemów elektromagnetycznych, systemy wytwarzania i magazynowania energii elektrycznej oraz jej dystrybucji (okablowanie) i klimatyzacji
4.	TD 6: RF Subsystems, Payloads and Technologies (systemy, ładunki użyteczne i technologie w zakresie częstotliwości radiowych)	<p>Domena obejmuje technologie związane z systemami satelitarnymi oraz siecią, ładunkiem użytecznym, wyposażeniem naziemnym, TT&amp;C, nawigacyjnych, obserwacji Ziemi, działających w zakresie częstotliwości mikrofal oraz fal milimetrowych, w tym:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• systemy i podsystemy telekomunikacyjne i do radionawigacji;</li> <li>• technologie łączności radiowych dla celów telemetrii, śledzenia, sterowania i transmisji danych;</li> <li>• urządzenia radiowe ładunku użytecznego;</li> <li>• komponenty i podzespoły pokładowych urządzeń radiowych</li> </ul>
5.	TD 8: System Design & Verification (projektowanie oraz weryfikacja systemów)	Technologie związane z opisywaniem, projektowaniem oraz testowaniem systemów kosmicznych; działania skupiają się na redukcji czasu opracowania nowej technologii oraz zmniejszeniu kosztów produkcji, kontrola ryzyka
6.	TD 9: Mission Operation & Ground Data Systems (systemy danych operacyjnych oraz segment naziemnego)	Operowanie satelitą, kontrola oraz użytkowanie systemów kosmicznych i naziemnych. Domena opisuje także technologie oraz narzędzie wspomagające, skupia się Systemie Kontroli Misji (ang. Mission Control System – MCSs)
7.	TD 11: Space Debris (śmieci kosmiczne)	Zawiera informacje technologiczne oraz naukowe związane z meteoroidami oraz śmieciami kosmicznymi, ich wpływem na statek kosmiczny, określaniem ryzyka oraz ochroną przed tego typu zdarzeniami, deorbitacją obiektów kosmicznych
8.	TD 15: Mechanisms (mechanizmy)	<p>Domena technologiczna dotycząca wszelkich urządzeń, w których wymagany jest ruch jednego lub kilku elementów, np. mechanizmy sterujące czy siłowniki, m.in.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• mechanizmy zwalniające i przytrzymujące;</li> <li>• technologie narzędzi eksploracyjnych;</li> <li>• technologie elektronicznych układów sterujących;</li> <li>• mikroukłady elektromechaniczne;</li> <li>• metody i narzędzia projektowania mechanizmów</li> </ul>
9.	TD 19: Propulsion (napędy)	Procesy oraz technologie związane z napędem statków kosmicznych, napędy chemiczne oraz elektryczne do różnej wielkości satelitów oraz systemów wynoszenia, a także zaawansowane nielklasyczne metody

Nr domeny tech. (TD)	Nazwa	Opis
10.	TD 20: Structures & Pyrotechnics (struktury oraz pirotechnika)	Technologie oraz metody związane z projektowaniem, analizą, produkcją oraz testowaniem materiałów/struktur dla obiektów kosmicznych, struktury rozkładane, wysokostabilne oraz wytrzymałe, struktury gorące, a także tarcze przeciw uderzeniom meteorytów i śmieci kosmicznych, pirotechnika
11.	TD 24: Materials and Processes (materiały i procesy)	Zakres domeny Materiały i procesy obejmuje m.in. fizykochemiczne właściwości materiałów, mechanikę materiałów, oraz procesy wytwarzania, modelowanie materiałów, badania nieniszczące, starzenie się materiałów i technologii oraz ich ponowne wykorzystanie i niezawodność, wpływ naziemnych i kosmicznych czynników na materiały, technologie przyrostowe (additive manufacturing), a także materiały kompozytowe

**Tabela 13 Najważniejsze domeny technologiczne wskazywane przez krajowe podmioty realizujące projekty w ramach programów i misji Europejskiej Agencji Kosmicznej**

Źródło: opracowanie własne na podstawie ankiet i informacji ESA o programie PLIIS

## e. Produkty lub usługi świadczone przez firmy i jednostki naukowe

Klasyfikacja produktowa gotowych urządzeń (komponenty, podsystemy czy systemy) jest prowadzona przez polskie podmioty w oparciu o dokument ESA pn. Drzewo produktowe (ESA Generic Product Tree). Dokument został opracowany w 2011 r. (nr referencyjny: TEC-TP/0045).

Produkty mogą być klasyfikowane według różnych kryteriów, np. na podstawie ich naukowej lub naukowo-badawczej funkcjonalności, wg kryterium zorientowanego na rozwój konkretnej technologii czy też zgodnie ze specyficzną, wewnętrzną strukturą organizacyjną konkretnego podmiotu przemysłowego.

Klasyfikacja drzewa produktowego przyjęta przez Europejską Agencję Kosmiczną została dokonana na podstawie kryterium docelowego zastosowania/wykorzystania produktów w sektorze kosmicznym. Celem drzewa produktowego ESA jest zapewnienie ogólnej, ustrukturyzowanej i kompletnej klasyfikacji wszystkich produktów zaangażowanych w działalność kosmiczną.

Produkty mające zastosowanie w sektorze kosmicznym zgodnie z nomenklaturą określoną w dokumencie **ESA Generic Product Tree** są przyporządkowane do czterech głównych segmentów:

- Segment I: Systemy wynoszenia (Launchers);
- Segment II: Satelity i sondy (Satellites & Probes);



- Segment III: Transport Kosmiczny i systemy do re-entry (Orbital Transportation and Re-Entry Systems);
- Segment IV: Segment naziemny (Ground Segment).

Te z kolei dzielą się na wiele systemów, zgodnie z poniższym podziałem.

### 1. Nazwa Segmentu: Systemy wynoszenia (I - Launchers)

Segment dzieli się na następujące Systemy:

- Avionics,
- Descent & Recovery,
- Materials,
- Mechanism,
- Parts,
- Propulsion,
- Software,
- Structures,
- Thermal Control.

### 2. Nazwa Segmentu: Satelity i Sondy (II - Satellites & Probes)

Segment dzieli się na następujące Systemy:

- AOCS & GNC,
- Electronics,
- Materials,
- Mechanisms,
- On-Board Software,
- On-Board data management,
- Optical Communication,
- Payloads/Instruments,
- Parts,
- Power,
- Propulsion,
- RF Microvawes,
- Structures,
- Thermal Control

### 3. Nazwa Segmentu: Transport Kosmiczny i systemy do re-entry (III - Orbital transportation and re entry systems)

Segment dzieli się na następujące Systemy:

- Descent & Recovery,
- GNC,
- Environment and Crew Life Support,
- Mechanisms,
- On Board Data Management,
- Power,
- Propulsion and Reboost,
- RF Comunication,
- Software,
- Structures,
- Thermal Control.

#### 4. Nazwa Segmentu: Segment Naziemny (IV - Ground Segment)

Segment dzieli się na następujące Systemy:

- Mission Operations,
- Ground Station,
- Ground Segment Network,
- User Operations,
- Development and Construction of Space Segment.

Badanie ankietowe wśród zainteresowanych podmiotów polskiego sektora kosmicznego (zarówno przemysł, jak i jednostki naukowo-badawcze), które przekazały do Polskiej Agencji Kosmicznej swoje dane, jak i pogłębione rozmowy połączone z wizytami w wybranych podmiotach, pozwoliło na stworzenie listy produktów i usług o największym stopniu zaawansowania, które są w posiadaniu krajowych podmiotów realizujących projekty w ramach programów i misji Europejskiej Agencji Kosmicznej, a także innych instytucji (KE, EUSPA czy EUMETSAT).

Należy podkreślić, że zgodnie z poniższym zestawieniem, dominująca grupa produktów posiadanych lub rozwijanych przez polskie podmioty mieści się w Segmencie II (Satellites and Probes) i jest przygotowana na potrzeby satelitów i sond kosmicznych. W tym segmencie dominują produkty dotyczące oprogramowania i przetwarzania danych, a także systemy informatyczne do modelowania i symulacji:

- On-Board Software,
- On-Board data management,
- System Engineering Software.

Duże znaczenie mają także produkty dotyczące mechanizmów i napędów (zarówno na potrzeby systemów satelitarnych i sond, jak i systemów wynoszenia i rakiet suborbitalnych), mikrofal i częstotliwości radiowej na potrzeby systemów satelitarnych, sond oraz ładunków użytecznych, materiałów, jak i struktur. Duża grupa to produkty i usługi z Segmentu IV (Ground Segment), w tym aplikacje dla końcowych użytkowników w segmencie Downstream w oparciu o dane satelitarne pochodzące z satelitów obserwacyjnych lub nawigacyjnych (Copernicus/Sentinel, Galileo).

Szczegółowa lista produktów polskich podmiotów znajduje się w załączniku nr 3 do przedmiotowego badania.

## **f. Modele zarządzania przedsiębiorstwem lub jednostką naukową**

W zeszłorocznym badaniu POLSA/ESA wzięło udział kilkadziesiąt podmiotów (50) z sektora, które przesłały wypełnione ankiety. Wśród nich były duże przedsiębiorstwa, jedno mikroprzedsiębiorstwo, przedsiębiorstwa typu MŚP, osiem jednostek naukowych, w tym uniwersytety, jednostki naukowe – Sieci Badawczej Łukasiewicz, Polskiej Akademii Nauk, instytuty badawcze. Wynik ankiet potwierdza, że polski sektor kosmiczny jest wyraźnie zróżnicowany i dzieli się na obszar naukowy oraz część przemysłową. Polskie instytucje tworzące system szkolnictwa wyższego i nauki (w sumie kilkadziesiąt ośrodków) w większości mają wieloletnie doświadczenie w działalności kosmicznej i znaczące osiągnięcia w tym obszarze, zwłaszcza w budowie instrumentów badawczych dla misji naukowych i edukacyjnych oraz elementów do satelitów, a także przetwarzania danych satelitarnych.

Wśród podmiotów z przemysłu możemy wskazać na dominujący udział spółek z ograniczoną odpowiedzialnością; jedynie trzy podmioty to spółki akcyjne.

Wśród podmiotów sektora nauki możemy wskazać uniwersytety, instytuty naukowo-badawcze, i instytuty Sieci Badawczej Łukasiewicz.

Większość podmiotów posiada strukturę organizacyjną z wyodrębnionymi działami merytorycznymi (B+R) oraz działami wspierającymi – administracyjnym, finansowym, prawnym, obsługi projektów.

W przypadku spółek dominuje reprezentacja spółki przez zarząd – jednoosobowy lub kilkuosobowy z preferencją, że każdy z członków zarządu może reprezentować spółkę w zakresie mu przypisanym. W kilku przypadkach wskazano prokurenta (prawnik – prokurent).

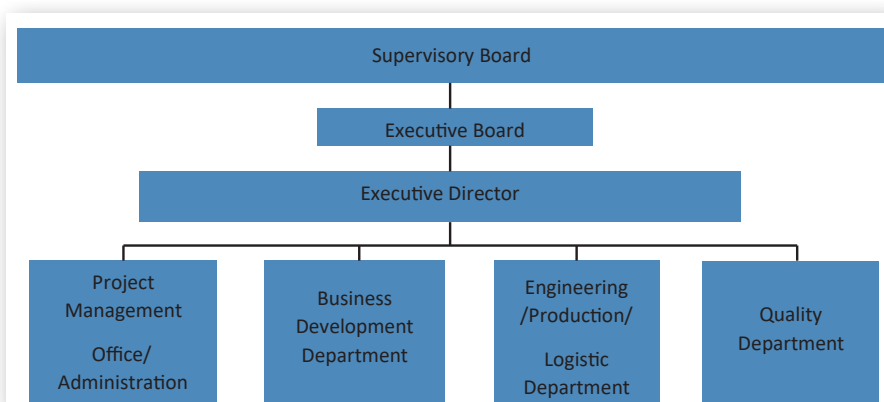
Kluczowy w spółkach jest podział kompetencji pomiędzy CTO (Chief Technology Officer), COO (Chief Operating Officer) oraz CEO (Chief Executive Officer). W przypadku, gdy zarząd spółki złożony jest z trzech osób, odpowiedzialny za finanse jest CEO, za sprzedaż COO, a za technologię – CTO.

W przypadku posiadania filii wskazano, że kieruje nią menedżer.

Mikroprzedsiębiorstwa zatrudniają pracowników do działów merytorycznych, natomiast usługi finansowe lub HR zamawiają w firmach zewnętrznych.

W przypadku spółek, które realizują projekty dla Sił Zbrojnych RP, wyodrębniony jest departament wojskowy i departament kosmiczny. W przypadku większości dużych firm i MŚP w strukturze spółki wyodrębniony jest dział sprzedaży i marketingu/PR.

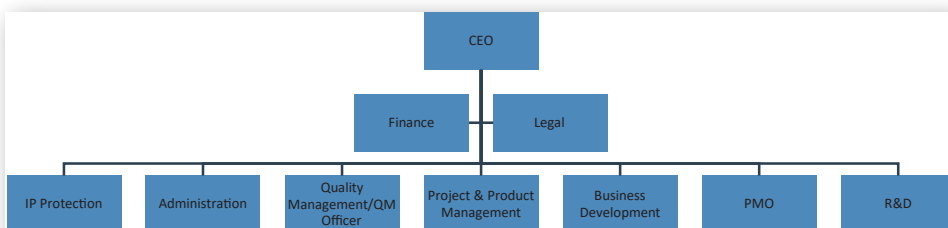
W spółkach wywodzących się ze start-upów brak jest doprecyzowanej struktury. Przykładowa struktura w spółce akcyjnej przedstawia się następująco:



**Rysunek 24 Przykładowa struktura w spółce akcyjnej**

Źródło: opracowanie własne

Przykładowa struktura w spółce z ograniczoną odpowiedzialnością:



**Rysunek 25 Przykładowa struktura w spółce z ograniczoną odpowiedzialnością**

Źródło: opracowanie własne

## Zarządzanie projektami w sektorze przedsiębiorstw

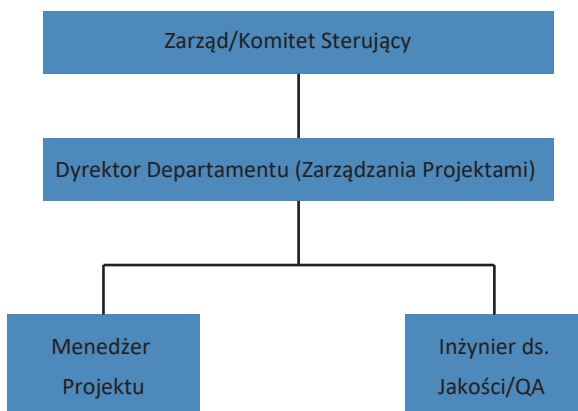
Większość przedsiębiorstw ma wyodrębnioną strukturę zarządzania projektami w postaci działu/departamentu B+R i działu/-ów wspierających. W dużych

przedsiębiorstwach, w strukturze zarządzania projektami, wyodrębniony jest komitet sterujący, a działy wspierające to działy jakości, zakupów, logistyki, zarządzania Lean. W przedsiębiorstwach dużych i MŚP zwykle wydzielone jest biuro/departament zarządzania projektami. W każdym projekcie wskazywany jest menedżer projektu. Kilka przedsiębiorstw wskazywało na zarządzanie bazujące na metodyce zwinnej - Agile, podejściu kaskadowym (waterfall), w szczególności w projektach IT. W kilku przedsiębiorstwach projekty kosmiczne prowadzone są także przez PMO (Project Management Officer) wyznaczonego przez dyrektora biura zarządzania projektami. W małych przedsiębiorstwach zazwyczaj nie ma formalnego podziału na działy czy departamenty. Projekty są zarządzane przez zespół R+D zaangażowany w realizację projektu. W spółkach z o.o. stosowany jest również model wsparcia projektów także przy udziale zewnętrznych konsultantów.

Struktura raportowania w projekcie wygląda następująco: członek zespołu, lider zespołu, kierownik projektu/ oficer projektu, dyrektor obszaru/komitet sterujący/zarząd spółki/członek zarządu odpowiedzialny za dany obszar biznesu. W przypadku, gdy spółka ma strukturę opartą na departamentach, każdy z departamentów składa się z kierownika i pracowników departamentu.

W odniesieniu do projektów, raportowanie odbywa się zgodnie z metodologią zarządzania projektem odpowiednio dla każdego projektu.

Przykładowa struktura zarządzania projektami:



**Rysunek 26 Przykładowa struktura zarządzania projektami**

Źródło: opracowanie własne

W przypadku jednostek naukowych i szkół wyższych struktura wynika z ustaw i statutów:

- Szkoły wyższe – zgodnie z Prawem o szkolnictwie wyższym z dnia 20 lipca 2018 r. (Dz. U. 2018 poz. 1668 t.j.);

- Sieć Badawcza Łukasiewicz – ustawa z 21 lutego 2019 r. o Sieci Badawczej Łukasiewicz Dz. U. 2019 poz. 534;
- Instytuty naukowe – ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o instytutach badawczych Dz.U. 2010 nr 96 poz. 618 z późn. zmianami;
- Instytuty PAN – ustawa z dnia 30 kwietnia 2010 r. o Polskiej Akademii Nauk Dz. U. 2010 Nr 96 poz. 619 z późn. zm.

System zarządzania jest zróżnicowany w SBŁ, PAN i instytutach badawczych.

Przykładowy system zarządzania w instytucie badawczym: instytut jest zarządzany przez dyrektora osobiście albo przez osoby podlegające mu – dyrektora/-ów, w tym dyrektora operacyjnego (deputy director), sekretarza naukowego, kierowników działów, głównego księgowego. Funkcję wspierającą pełnią działy administracyjny i finansowy.

### **Zarządzanie projektami w jednostkach naukowych**

Projekty posiadają indywidualną strukturę, która zależy od rodzaju projektu. Projekty z zakresu technologii kosmicznych (większość) posiada kluczowy personel, niezbędny do prawidłowej realizacji projektów.

Projekty prowadzone są przez personel badawczy w odpowiednich tematycznie departamentach, a administracyjna i finansowa obsługa świadczona jest przez wydział administracji.

Instytuty badawcze posiadają w strukturze organizacyjnej komórki prowadzące badania naukowe, prace rozwojowe oraz działalność wspomagającą badania: zakłady naukowo-badawcze, laboratoria, działy - komórki prowadzące działalność funkcjonalno-obsługową, pion ochrony informacji niejawnych.

Zespoły badawcze składają się z lidera, który jest wspierany przez działy administracyjny i finansowy. Zazwyczaj projekty są przypisane do jednostek, chociaż mogą być też realizowane przez kilka działów lub zespołów. Dyrektor instytutu wyznacza menedżera projektu/koordynatora. W instytucie działają również działy odpowiadające za finanse, marketing i promocję oraz zamówienia publiczne.

Uniwersytety składają się z wydziałów i jednostek naukowych, w których projekty są realizowane; wsparcie/obsługę zapewniają działy finansowe i administracyjne. Wdrożenie projektów jest wspierane przez kilka centralnych biur. Każdy projekt ESA posiada indywidualny schemat, w którym lider (kierownik) projektu odpowiedzialny jest za realizację zadań merytorycznych. Lider otrzymuje wsparcie administracyjne, finansowe i w zakresie zamówień publicznych. Dodatkowo Uniwersytet Warszawski posiada Biuro Międzynarodowych Projektów Badawczych i Biuro wsparcia rozwoju.



### 3. Mocne i słabe strony polskiego sektora kosmicznego

#### a. Analiza SWOT polskiego sektora kosmicznego w świetle Polskiej Strategii Kosmicznej

Na potrzeby opracowania Polskiej Strategii Kosmicznej, przyjętej uchwałą Rady Ministrów 26 stycznia 2017 roku, dokonano zestawienia mocnych i słabych stron polskiego sektora kosmicznego oraz szans i zagrożeń, jakie przed nim stoją. Próba scharakteryzowania całej gałęzi gospodarki nie należy do działań prostych. Przeprowadzenie szczegółowej analizy rynku pozwala jednak na opracowanie i wdrożenie działań mających na celu wspomaganie rozwoju sektora oraz stwarzanie warunków do długoterminowego inwestowania w niego. Przyczynia się to również do zdefiniowania szans na wzrost konkurencyjności wobec podmiotów zagranicznych oraz wykrycia i zminimalizowania zagrożeń, które mogą się pogłębić, jeśli działania systemowe nie zostaną wdrożone.

- Mocne strony

Jedną z głównych mocnych stron polskiego sektora kosmicznego wskazaną w PSK jest potencjał innowacyjny polskich firm. Szczególnie pod tym względem wyróżniają się małe i średnie przedsiębiorstwa (MŚP), które zgodnie z najnowszym raportem Europejskiej Agencji Kosmicznej („Observatory of Country Capabilities – Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020) stanowią 40% wszystkich podmiotów przemysłowych biorących udział w programach ESA<sup>8</sup>. Sektor kosmiczny wydaje się szczególnie atrakcyjny dla przedsiębiorczych młodych ludzi - studentów, doktorantów czy przedsiębiorców, co zwiększa jego dynamizm i elastyczność. Nie bez znaczenia okazuje się wysoka jakość kształcenia nauk technicznych na polskich uczelniach, zwłaszcza takich przedmiotów jak mechanika, elektronika, technologie telekomunikacyjne czy informatyczne, co przekłada się w późniejszym czasie na transfery technologii i kompetencji z dziedzin pokrewnych (np. robotyka czy IT), coraz częściej dostosowywanych do wykorzystania w technologiach kosmicznych i technikach satelitarnych.

Podmioty polskiego sektora kosmicznego aktywnie uczestniczą w naukowych projektach kosmicznych oferowanych przez Unię Europejską i Europejską Agencję Kosmiczną. Polska Strategia Kosmiczna (PSK) wskazuje na wysoki stopień wykorzystania składki do programów opcjonalnych ESA począwszy od 2012 r., kiedy Polska stała się członkiem ESA. Przyczyniło się to do rozwoju

---

<sup>8</sup> Raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”, ESA | 01/09/2020 | Slide 5.



współpracy pomiędzy polskimi przedsiębiorstwami a jednostkami naukowymi, dzięki czemu obie strony w pełni korzystają z wiedzy i kompetencji dostępnych w Polsce w obrębie sektora kosmicznego. Przedstawiciele ESA i partnerzy zagraniczni ocenili pozytywnie jakość i rezultaty prac wykonanych przez polskie podmioty w pierwszych projektach dla Europejskiej Agencji Kosmicznej, co tylko potwierdziło znaczący potencjał, jakim charakteryzują się polscy przedsiębiorcy i instytucje naukowe.

- Słabe strony

Niewątpliwie słabą stroną polskiego sektora kosmicznego jest stosunkowo niski poziom inwestycji ze strony państwa w tę gałąź gospodarki, co przekłada się bezpośrednio na wolno rosnące zainteresowanie podmiotów prywatnych zarówno w segmencie upstream (dostarczanie technologii), jak i downstream (wykorzystywanie technologii). Brak kapitału i brak dedykowanych krajowych źródeł finansowania działalności kosmicznej stanowią poważną przeszkodę w rozwoju branży. PSK wskazuje również na brak wystarczających krajowych narzędzi wspierania współpracy pomiędzy firmami a jednostkami naukowymi.

Utrudnieniem w zakresie komercyjnego wykorzystania technik satelitarnych jest ograniczony popyt na tego typu usługi ze strony administracji publicznej. Nie jest ona świadoma użyteczności danych satelitarnych oraz odpowiednio przeszkolona w zakresie ich wykorzystania do realizacji zadań publicznych. Dodatkowo polski sektor kosmiczny wciąż wydaje się być marginalizowany w świadomości społecznej i medialnej. Wszystkie te czynniki przekładają się bezpośrednio na brak przedsiębiorstw z wieloletnim doświadczeniem w zakresie wynoszenia obiektów w przestrzeń kosmiczną (ang. flight heritage).

- Szanse

Aktywność kosmiczna ma ogromny potencjał, aby stać się jedną z najbardziej innowacyjnych branż polskiej gospodarki, zwłaszcza biorąc pod uwagę wciąż rozwijające się nowe technologie i powstające nisze technologiczne, w których polskie podmioty mają szanse się wyspecjalizować. Wspomóc je w tym zakresie mogą: dostęp do krajowych i unijnych funduszy, wprowadzenie zmian w europejskiej polityce kosmicznej oraz dotychczasowy rozwój innych gałęzi polskiej gospodarki, takich jak branża samochodowa, lotnicza, kolejowa oraz przemysł obronny.

Dużą szansą dla polskiego sektora jest również rozpowszechnienie wykorzystania danych satelitarnych przez organy administracji publicznej oraz wykorzystywanie ich w obszarach bezpieczeństwa i obronności. Z kolei zacieśnienie współpracy międzynarodowej zarówno w perspektywie europejskiej, jak i globalnej z pewnością wpłynie na udział polskich podmiotów w nowych programach i projektach oraz ich zdolność do działań eksportowych.

- Zagrożenia

Jak wskazuje PSK, poważnym wyzwaniem dla polskiego sektora kosmicznego jest zdobycie doświadczenia w obszarze dostarczania technologii kosmicznych (upstream) z powodu m.in. niskiego udziału polskich podmiotów w łańcuchu dostaw głównych integratorów systemów. Z kolei światowy i europejski sektor downstream oferuje obecnie usługi będące rezultatem wieloletnich prac rozwojowych, o dużo wyższym poziomie finansowania (nierazko ze środków publicznych) w stosunku do nakładów krajowych.

Dodatkowo znaczące zagrożenie dla rozwoju sektora kosmicznego w najbliższych latach stanowi brak krajowego programu rozwoju kompetencji technologicznych na wzór programów ESA i UE oraz brak niezbędnej stabilności inwestycyjnej w ten sektor.

## **b. Analiza SWOT polskiego sektora kosmicznego w świetle badania ankietowego i raportu Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”**

We wspomnianym wcześniej badaniu ankietowym POLSA/ESA badane organizacje m.in. poproszono o wskazanie mocnych i słabych stron prowadzonych przez siebie aktywności w obszarze kosmosu.

Następnie Europejska Agencja Kosmiczna opracowała raport „Observatory of Country Capabilities-Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”, w którym dokonano zestawienia najbardziej charakterystycznych mocnych i słabych stron polskiej branży space. Wnioski oparto o badanie 18 polskich podmiotów, które w okresie od 2015 roku do I kwartału 2020 roku zdobyły najwięcej kontaktów w programach ESA (ponad 70% ze wszystkich 156 polskich podmiotów realizujących kontrakty dla Europejskiej Agencji Kosmicznej jako wykonawca lub podwykonawca<sup>9</sup>). W dużej mierze są one zbieżne z analizą SWOT sektora dokonanej w PSK i autoanalizą podmiotów ankietowanych przez ESA i POLSA w ramach tegorocznego badania sektora na potrzeby przyjęcia Krajowego Programu Kosmicznego.

Badanie ankietowe, jak również postępujące po nim wizytacje w siedzibach wybranych podmiotów oraz wspomniany raport ESA<sup>10</sup>, pozwoliły na wyodrębnienie najczęściej wyróżniających się mocnych i słabych stron polskiego sektora kosmicznego oraz szans i zagrożeń, które mogą mieć wpływ na jego

---

<sup>9</sup> Raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”, ESA | 01/09/2020 | Slide 5.

<sup>10</sup> Informacje w niniejszym podrozdziale oparto na ankietach od podmiotów oraz na raporcie ESA „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”.

rozwoj. Należy podkreślić, że pomimo swojego niewielkiego rozmiaru w stosunku do rynków wieloletnich graczy w branży space, polski sektor kosmiczny nie jest jednorodny. Nawet w obrębie kilkudziesięciu jednostek wliczających się do tej branży istnieją znaczące różnice w poziomie doświadczenia, wykorzystywanej infrastruktury czy też sposobie ich zarządzania.

### **Mocna strona** **Wysokie kompetencje polskich podmiotów w wybranych dziedzinach** **branży kosmicznej**

Sektor kosmiczny jest stosunkowo młodą gałęzią polskiej gospodarki. Pomimo tego jego podmiotom udało się zdobyć wysokie kompetencje w wielu domenach związanych z aktywnością kosmiczną. Dzieje się tak dzięki aktywnemu udziałowi podmiotów w programach ESA oraz Komisji Europejskiej, w projektach w zakresie obronności (NATO, Europejskiej Agencji Obrony, GSA) czy konkursach przeprowadzanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Kategorie produktów, technologii i usług, w zakresie których polskie przedsiębiorstwa i jednostki naukowo-badawcze wypracowały do tej pory najwyższe kompetencje, to m.in.:

- mechanizmy;
- usługi, produkty i aplikacje wykorzystujące dane satelitarne z zakresu Obserwacji Ziemi;
- napędy;
- systemy elektronicznego testowania satelitów (EGSE);
- pokładowe systemy elektroniczne;
- oprogramowania pokładowe;
- aplikacje SST;
- struktury.

Warto podkreślić znaczące sukcesy polskich podmiotów w zakresie robotyki kosmicznej, budowy naziemnych urządzeń mechanicznych wspomagających montaż satelity (MGSE), jak i projektowania urządzeń optycznych.

### **Mocna strona** **Transfer technologii z dziedzin pokrewnych do rozwijania technologii** **kosmicznych i technik satelitarnych, co wpływa na wzrost innowacyjności** **MŚP oraz podmiotów realizujących prace B+R**

Bogate doświadczenie w branży IT, elektronice, mechanice i technikach telekomunikacyjnych bezpośrednio przekłada się na zdolność polskich podmiotów do konkurowania o kontakty na poziomie europejskim, a nawet globalnym. Przykładowo, dzięki sprawdzonemu systemowi produkcji z dziedzin pokrewnych dużo sprawniej wdraża się go przy doskonaleniu innego produktu. Takie elementy jak mechanizmy robotyczne, sensory, oprogramowanie czy symulatory badań

operacyjnych oraz doświadczenie w udziale w projektach z zakresu big data lub cyberbezpieczeństwa okazują się niezwykle cenne, aby rozwijać rodzime technologie kosmiczne i techniki satelitarne.

Polski sektor cechuje też zdolność do optymalizacji kosztów i bardzo szybkiego rozwoju (zwłaszcza patrząc na ostatnie osiem lat, od roku 2012 kiedy Polska stała się 20. członkiem Europejskiej Agencji Kosmicznej). Co ważne, uczelnie wyższe i jednostki naukowo-badawcze stanowią 20% podmiotów realizujących kontakty z ESA na wypracowanie konkretnych produktów, co zostało pozytywnie ocenione przez autorów wspomnianego wcześniej raportu i w dłuższej perspektywie oraz przy wyższym stopniu finansowania prac B+R udział ten może się zwiększyć.

### **Mocna strona**

#### **Kapitał ludzki - dobrze wykształceni, młodzi, zmotywowani pracownicy**

Polskie podmioty deklarują, że ich pracownicy są dobrze wykształceni, będąc absolwentami lub studentami ostatnich lat kierunków technicznych, inżynierskich czy przyrodniczych. Wielu z nich ocenia swoją kadrę jako ambitną, wysoce zmotywowaną, na co dzień kierującą się ciekawością i chęcią rozwoju. Ich elastyczne i świeże podejście do opracowywania potrzebnych rozwiązań bardzo dobrze rokuje na ciągłe rozwijanie możliwości polskiego sektora kosmicznego w przyszłości. Ogromną rolę pełnią w tym zakresie rodzime programy edukacyjne oraz działające przy uczelniach wyższych koła naukowe z zakresu astronautyki czy robotyki.

### **Mocna strona**

#### **Korzystanie z doświadczeń podmiotów międzynarodowych w obszarze space**

Część polskich firm cechuje bardzo ścisła kooperacja z głównymi integratorami systemów (LSI) oraz globalnymi liderami branży kosmicznej. Dzięki temu otrzymują one wsparcie merytoryczne doświadczonych pracowników, a ich kadra podnosi swoje kwalifikacje poprzez udział w zagranicznych programach treningowych. Mają oni możliwość badania swoich produktów dzięki stworzeniu środowisk do ich testowania, które nie są jeszcze dostępne dla podmiotów lokalnych. Współpraca międzynarodowa pomaga im budować wizerunek rzetelnej i profesjonalnej jednostki, co z pewnością wpłynie na rozpoznawalność ich marki w całej branży kosmicznej i sukces komercyjny oferowanych przez nie usług i produktów. Niejednokrotnie firmy deklarowały też wprowadzenie języka angielskiego jako oficjalnego języka obowiązującego we wszystkich kanałach komunikacyjnych (również wewnętrznych), dzięki czemu łatwiej im będzie zrekrutować doświadczonych pracowników z innych państw.

## Mocne strony polskiego sektora kosmicznego

Wysokie kompetencje w niektórych dziedzinach branży kosmicznej

Transfery technologii z dziedzin pokrewnych

Kapitał ludzki

Korzystanie z doświadczenia podmiotów międzynarodowych

### Słaba strona

**Brak wystarczającego doświadczenia w realizowaniu projektów stricte kosmicznych, brak flight heritage**

Na podstawie tegorocznego badania ankietowego i wizytacji u wybranych podmiotów można wysnuć wniosek, iż polski sektor kosmiczny jest wciąż we wczesnej fazie rozwoju. Polskim jednostkom przemysłowym i naukowo-badawczym brakuje doświadczenia w segmencie upstream i wynoszeniu obiektów kosmicznych (flight heritage) oraz przemyślanej strategii, jak takie doświadczenie należałoby zdobyć.

Poziom zaangażowania w kosmiczne misje komercyjne jest stosunkowo niski. W grupie dostawców usług i producentów w łańcuchu dostaw na rynku kosmicznym polskie podmioty plasują się na pozycji dostawców surowców/materiałów oraz dostawców części i podzespołów (choć pojawiają się już firmy, którym udało się skonstruować i z sukcesem wynieść satelitę). Pomimo wspomnianego wykorzystywania technologii z innych obszarów rynku, niektórych rozwiązań nie da się przekopiować 1:1 na użytek projektów stricte kosmicznych. Część istotnych technologii kosmicznych nie została jeszcze w Polsce opracowana, co determinuje rodzime podmioty do korzystania z usług i aplikacji zagranicznych partnerów. Taki stan rzeczy co prawda buduje relacje biznesowe z podmiotami międzynarodowymi, ale również uzależnia powodzenie realizacji danego projektu czy kontraktu od ich udziału. Niejednokrotnie firmy będące częścią dużych międzynarodowych grup kapitałowych wskazywały, że są w dużym stopniu od nich zależne, zarówno pod względem technologicznym, jak i administracyjnym.

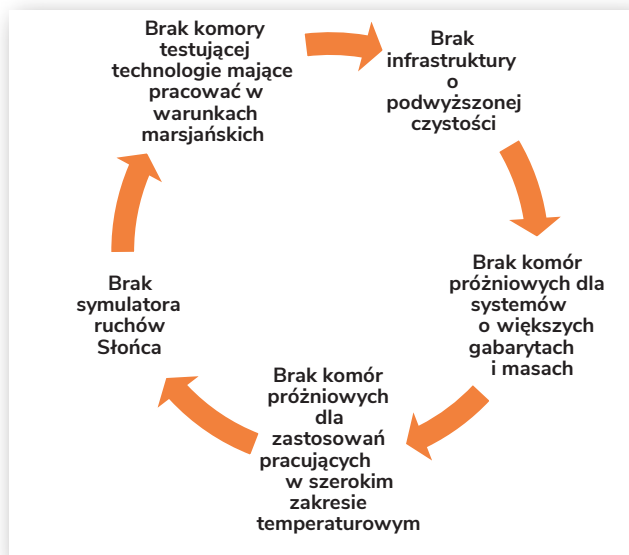
### **Słaba strona** **Niefektywny sposób zarządzania i brak wyspecjalizowanej kadry**

Częstym problemem, na jaki wskazywały uwagę polskie podmioty, był ich niski stopień organizacji na poziomie administracyjnym oraz brak strategii biznesowej czy planu rozwoju w kierunku technologii kosmicznych. Wiele firm zwracało również uwagę na trudności w zarządzaniu projektami i oszacowywaniu ich kosztów oraz ryzyka. Występują braki spójności co do ról w projekcie i częste wymiany pracowników. W praktyce zdarza się nawet, że ta sama grupa osób pracuje nad kilkoma projektami jednocześnie. Kilukrotnie wspomniano także o ograniczaniu zasobów wewnętrznych na procesy sprzedaży, działania marketingowe czy kontrole jakości w fazie wdrożenia produktu lub aplikacji. Kadry zarządzającej brakuje rozeznania w rynku oraz doświadczenia w nadzorowaniu projektów z obszaru przestrzeń kosmiczna. Niekiedy firmy nienależące do grupy MŚP borykają się z niskim stopniem elastyczności procesów wewnętrznych, co w przypadku wystąpienia nieprzewidzianych okoliczności na poziomie globalnym (przykład: pandemia COVID-19) może utrudnić ich prawidłowe i efektywne funkcjonowanie.

Ankiety wykazały również, że istotną przeszkodą w rozwoju sektora w Polsce jest brak doświadczonego i wyspecjalizowanego personelu mogącego prowadzić duże projekty kosmiczne. Nierzadko pracownikami firm z tej branży są osoby młode, co prawda doskonale wykształcone, jednak bez niezbędnego doświadczenia i rozeznania w sektorze kosmicznym. Wpływa to na wizerunek polskich przedsiębiorców z sektora, którzy mogą być odbierani jako niekompetentni, a ich działalność jako niekonkurencyjna na rynku. Co więcej, koszt wyszkolenia pracownika bywa wysoki, a proces długotrwały – głównie poprzez trwającą wiele miesięcy rekrutację, a następnie adaptację do nowego stanowiska. Bardzo wiele podmiotów sygnalizowało również problem częstej rotacji personelu.

### **Słaba strona** **Brak dostępu do odpowiedniej infrastruktury laboratoryjno-testowej**

Jedną z najczęściej wskazywanych słabych stron polskiego sektora kosmicznego są poważne braki w dostępie do infrastruktury. Polskim podmiotom brakuje przede wszystkim obiektów umożliwiających testowanie, clean rooms (tzw. pomieszczeń czystych) czy należycie wyposażonych laboratoriów. Poniższa grafika przedstawia informacje o konkretnych niedostatkach infrastrukturalnych polskiego sektora kosmicznego. Została ona wykonana w oparciu o analizę przeprowadzoną przez Agencję Rozwoju Przemysłu S.A. stanowiącą dopełnienie badania sektora:



### Słaba strona

#### Niewystarczający poziom dofinansowania polskiego sektora kosmicznego

Kolejną z najczęściej wymienianych słabych stron polskiej branży kosmicznej okazał się brak wystarczających środków finansowych na jej rozwój. Zakończenie programu wsparcia PLIIS dedykowanego polskim podmiotom stanowi obecnie duże wyzwanie w zakresie zdobycia funduszy. Większość polskich podmiotów nie ma stabilnego i długofalowego źródła finansowania na prowadzenie obciążonej ogromnym ryzykiem i generującej spore koszty działalności kosmicznej. Koszty produkcji stale rosną przy stosunkowo niskim dochodzie ze sprzedaży produktów i usług czy komercjalizacji wyników prac B+R.

Wiele podmiotów wskazało uzależnienie realizowania projektów kosmicznych czy też prowadzenia prac B+R od zewnętrznych źródeł finansowania lub współfinansowania przez instytucje państwowe. W Polsce jednak ciężko jest zdobyć inwestorów na działalność, która przez długi jest zwyczajnie nieopłacalna. Niskie stawki zatrudnienia wpływają z kolei na brak angażowania się specjalistów w działalność kosmiczną, jak i silną rotację pracowników na rynku.

Problemem okazuje się również trudność w oszacowaniu kosztów realizacji kontraktów, zwłaszcza w momencie wystąpienia tzw. kosztów jednorazowych, nieoczekiwanych i trudnych do wykalkulowania w początkowej fazie prac. W nieco lepszej pozycji finansowej wydają się być podmioty należące do międzynarodowych grup kapitałowych lub będące częścią większej sieci instytucji naukowo-badawczych.

## **Słabe strony polskiego sektora kosmicznego**

Brak doświadczenia w realizowaniu projektów kosmicznych

---

Nieefektywny sposób zarządzania i brak wyspecjalizowanej kadry

---

Brak infrastruktury

---

Niewystarczający poziom dofinansowania

---

### **Szansa**

#### **Stosunkowo wysoka składka Polski na programy obowiązkowe ESA i program opcjonalny EO**

Wielokrotnie w wynikach ankiety jako duża szansa dla polskiego sektora kosmicznego wskazywana była relatywnie wysoka kwota, jaką Polska przeznaczona na programy obowiązkowe ESA, która w roku 2020 wyniosła 24 mln €<sup>11</sup>. Oznacza to wzrost o 1 mln w stosunku do wymiaru składki z 2018 r.<sup>12</sup>. Wiąże się z tym odpowiednio większy wkład w program naukowy ESA Science programme, będący jednym z programów obowiązkowych. Dzięki inwestowaniu w programy obowiązkowe polskie jednostki mają szanse na kontynuowanie (a może z czasem nawet zwiększenie) swojego udziału w takich misjach jak Athena, Ariel czy Comet Interceptor.

Przy wciąż relatywnie niskich nakładach finansowych na udział w programach opcjonalnych ESA warto zauważyć, że znacząca część polskiej składki na programy opcjonalne przeznaczana jest łącznie na programy z obszaru obserwacji Ziemi (Earth Observation) - EOEP i MetOp-SG. W wynikach z tegorocznego badania polskiej branży kosmicznej podkreślano, że ogromną szansą dla polskiego sektora kosmicznego jest coraz silniej rosnący popyt na wykorzystanie serwisów i usług bazujących na danych satelitarnych EO. Sukcesywnie rozszerzają się bazy dostępnych danych satelitarnych, które wpływają w coraz wyższej rozdzielczości, nawet do kilku razy w ciągu dnia, dzięki czemu rośnie ich wartość komercyjna. Kwota przeznaczona więc na programy z obszaru EO może znacząco wpłynąć na dalszy rozwój kompetencji polskich podmiotów z zakresu wykorzystania danych satelitarnych i jednocześnie wpłynie na rozpowszechnienie ich stosowania przez szerokie grono użytkowników. Niejednokrotnie wskazywano również na potrzebę stworzenia polskiej konstelacji EO – Satelitarnego Systemu Obserwacji

---

11 Raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”, ESA | 01/09/2020 | Slide 4.

12 Raport „ESA programmes – opportunities for POLAND” IPL/TEC/EOP/SCI | 24/05/2018 | Slide 7.



Ziemi, który zapewni Polsce autonomiczny dostęp do jeszcze dokładniejszych zobrazowań satelitarnych.

### **Szansa** **Krajowy instrument projektów zamawianych**

Bez ciągłego wzrostu innowacyjności polski sektor kosmiczny nie stanie się konkurencyjny wobec wielokrotnie bardziej doświadczonych rynków europejskich i światowych. Drogą do tego może okazać się pobudzenie gospodarki przez administrację państwową nie poprzez oferowanie grantów i dotacji na działalność badawczo-rozwojową, ale poprzez wielokrotnie częstsze zlecanie projektów, których celem będzie wytworzenie konkretnego produktu lub usługi. Polskie podmioty wielokrotnie podkreślały, że popyt rynkowy na opracowanie konkretnej technologii czy aplikacji jest najskuteczniejszym sposobem na rozwój branży i sukces komercyjny rezultatów ich działalności kosmicznej. Jednocześnie pod względem ekonomicznym krajowe programy projektów zamawianych będą generować mniejsze ryzyko finansowe, gdyż produkt finalny będzie odpowiedzią na pojawiające się realne potrzeby rynku i trafią do konkretnych użytkowników. Tym samym programy projektów zamawianych mogą wspomóc rozwój i stopień innowacji w wąskich specjalizacjach i niszach sektora, takich jak cyberbezpieczeństwo, ograniczanie śmieci kosmicznych, deorbitacja czy tzw. zielone napędy.

### **Szansa** **Implementacja Krajowego Programu Kosmicznego**

Potrzebę opracowania i implementowania Krajowego Programu Kosmicznego sygnalizowało wiele polskich podmiotów. Program ten, mający charakter wykonawczy do założeń Polskiej Strategii Kosmicznej, wytyczy kierunki rozwoju w sektorze, wprowadzi stabilne i długofalowe źródła finansowania oraz umożliwi rozwijanie obszarów i technologii istotnych na potrzeby bezpieczeństwa oraz administracji publicznej. Pozwoli on również usystematyzować rozproszone obecnie działania w sektorze kosmicznym państwa, a jednocześnie będzie uzupełnieniem tych działań w organizacjach międzynarodowych. Wspomniane wyżej w podsekcji Szanse rozpowszechnienie wykorzystywania danych satelitarnych, jak i program projektów zamawianych, dzięki implementowaniu w Krajowym Programie Kosmicznym, pobudzą innowacyjność sektora i zwiększą konkurencyjność polskich podmiotów na arenie międzynarodowej.

## Szanse

Stosunkowo wysoka składka Polski na programy obowiązkowe ESA i program opcjonalny EO

Krajowy instrument projektów zamawianych

Implementacja Krajowego Programu Kosmicznego

### Zagrożenie

#### Niski wkład do większości programów opcjonalnych ESA

Programy opcjonalne służą głównie rozwinięciu indywidualnego potencjału naukowo-technologicznego każdego z państw członkowskich ESA. Dzięki nim polskie podmioty sektora kosmicznego mogą pozyskać lub rozwinąć technologie użyteczne dla potrzeb bezpieczeństwa i obronności oraz stworzyć aplikacje lub produkty odpowiadające na oczekiwania polskich użytkowników. Deklaracja polskiej składki na programy opcjonalne w 2016 r. wyniosła 45 mln € na okres 2016-2019. Podczas Rady Ministerialnej ESA Space19+ w 2019 r. zadeklarowano z kolei kwotę 39mln € rozłożoną na lata 2020-2022<sup>13</sup>. Zmniejszono zwłaszcza kwotę przeznaczaną na program PRODEX (rozwój eksperymentów naukowych dla misji kosmicznych), programy z obszaru rozwoju technologii oraz nawigacji. Szczególnie niepokojące dla badanych podmiotów polskiej branży kosmicznej jest zmniejszenie środków na program opcjonalny ESA GSTP dotyczący rozwoju ogólnych technologii. W konsekwencji może to znacząco opóźnić lub nawet uniemożliwić prowadzenie przez nie prac B+R i rozwój kluczowych technologii oraz zmniejszyć ich konkurencyjność wobec lepiej rozwiniętych i doświadczonych podmiotów zagranicznych. Bez osiągnięcia wyższego TRL polscy przedsiębiorcy nie będą mogli przystępować do przetargów na bardziej skomplikowane technologiczne produkty i aplikacje. Co więcej, jeśli poziom początkowej gotowości technologicznej będzie zbyt niski (poniżej TRL 3 lub 4), polskie podmioty nie będą również konkurencyjne w przetargach otwartych prowadzonych w programach obowiązkowych ESA.

### Zagrożenie

#### Perspektywa ograniczenia środków finansowych na trwające projekty

Pod koniec 2019 r. skończył się program wsparcia polskich firm PLIIS, na skutek czego w pierwszym kwartale 2020 r. nastąpił znaczący spadek w zwrocie

<sup>13</sup> Raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”, ESA | 01/09/2020 | Slide 4.

geograficznym dla polskich podmiotów w programach obowiązkowych ESA. Oznacza to, że polskie firmy zdobywają obecnie mniej kontraktów w porównaniu z poprzednimi latami (współczynnik 0,07 w stosunku do 1,06 w czwartym kwartale 2019 r.)<sup>14</sup>. Brak alternatywnych linii finansowania rozwoju sektora kosmicznego w Polsce może wpłynąć na brak środków na projekty nowe, ale również na ograniczenie funduszy na te, które wciąż trwają lub wręcz na wycofanie finansowania na dalsze prace i konieczność zwrotu otrzymanych już środków. Polskie podmioty sektora kosmicznego niejednokrotnie sygnalizowały obawy związane z koniecznością zwrotu dofinansowania z powodu braku osiągnięcia oczekiwanych rezultatów realizacji projektu w przypadku prac B+R finansowanych ze środków publicznych (np. programy NCBiR). Konsekwencją ograniczania funduszy na trwające projekty może okazać się odpływ polskich specjalistów za granicę, gdyż wzrost wynagrodzeń w kraju nie ma szans na zrównanie ich z płacami na rynku europejskim w ciągu najbliższych kilku lat.

### **Zagrożenie**

#### **Perspektywa globalnego kryzysu ekonomicznego**

Jednym z najczęściej wskazywanych zagrożeń dla polskiego sektora kosmicznego była perspektywa kryzysu gospodarczego spowodowanego wybuchem epidemii COVID-19. W 2020 r. siłą rzeczy wystąpiły zaburzenia łańcuchów dostaw, a także przestoje w produkcji części oraz komponentów, co wpłynęło też na wyższe koszty ich późniejszego transportu. W dłuższej perspektywie skutek kryzysu można oczekiwać zmniejszenia liczby projektów, spowolnienia rozwoju kluczowych technologii oraz opóźnień lub zrezygnowania z misji kosmicznych. Dodatkowo kwoty finansowania na działalność kosmiczną mogą zostać jeszcze bardziej okrojone, co w konsekwencji może spowodować napięcie w relacjach między przemysłem a jednostkami naukowo-badawczymi, docelowo rywalizującymi o te same środki finansowe.

## **Zagrożenia**

Niski wkład do programów opcjonalnych ESA

Ograniczenie środków finansowych na trwające projekty

Światowy kryzys ekonomiczny

<sup>14</sup> Raport Europejskiej Agencji Kosmicznej „Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020”, ESA | 01/09/2020 | Slide 21.



## 4. Proponowane kierunki rozwoju/interwencji wynikające z przeprowadzonego badania

- Zwiększenie poziomu inwestycji z budżetu państwa zarówno w segmencie upstream, jak i downstream, np. poprzez projekty w KPK, NCBiR i NCN.
- Zwiększenie popytu na wykorzystanie danych satelitarnych w administracji publicznej poprzez zmiany legislacyjne oraz stałe podnoszenie świadomości i kompetencji urzędników państwowych w zakresie wykorzystania danych satelitarnych.
- Wsparcie jednostek naukowo-badawczych oraz uczelni wyższych w celu rozwijania kompetencji pracowników naukowo-badawczych i kształcenia studentów w ramach studiów dedykowanych sektorowi kosmicznemu oraz administracji publicznej.
- Wsparcie podmiotów sektora kosmicznego w celu nabycia odpowiednich doświadczeń w urządzeniach lotnych i osiągnięcia odpowiedniego „flight heritage”.
- Zwiększenie inwestycji w infrastrukturę laboratoryjno–testową, dedykowaną środowisku kosmicznemu.
- Zwiększenie składki na programy opcjonalne Europejskiej Agencji Kosmicznej dedykowane opracowaniu systemów oraz podsystemów satelitarnych.
- Wsparcie przedsiębiorstw z sektora MŚP i prowadzenie działalności informacyjnej w celu pozyskania nowych podmiotów, zwłaszcza z domen technologicznych mających w Polsce kluczowe znaczenie, do prowadzonego od 2020 r. przez ESA procesu harmonizacji technologii, zwłaszcza w fazie tzw. mapowania kompetencji przemysłowych europejskiego sektora kosmicznego. Najważniejsze konkluzje i decyzje z tej fazy (np. potrzeby ESA i krajów członkowskich w zakresie przyszłych misji, wymagania technologiczne w konkretnych domenach, konieczność podniesienia poziomu gotowości europejskich technologii poprzez programy ESA) są wykorzystywane w późniejszych działaniach ESA (np. w trakcie prac nad programami pracy i kompendiami programów technologicznych: GSTP, Technology Development Element, ARTES, E3P/EXPERT
- Kontynuacja, we współpracy z ESA, specjalistycznych szkoleń i warsztatów dla sektora kosmicznego w Polsce, w tym w zakresie przygotowywania oferty konkursowej w odpowiedzi na ogłoszenie przetargowe, standardów kosmicznych ECSS oraz zarządzania jakością (PA/QA).
- Przystąpienie POLSA do organizacji ds. standardów kosmicznych – ECSS, i udział w pracach wybranych i ważniejszych grup roboczych.
- Przeprowadzenie uzgodnień z ESA nt. wypracowania mechanizmów wsparcia i działań do podjęcia przez ESA i polską delegację do ESA w celu zwiększenia

udziału polskich podmiotów, zwłaszcza z sektora MŚP w postępowaniach przetargowych ESA dotyczących programów obowiązkowych, szczególnie w obowiązkowym programie naukowym (Scientific Programme), w którym obecnie (stan na 31.12.2020 r.) zwrot geograficzny Polski jest na dość niskim i niezadawalającym poziomie (współczynnik zwrotu wynosi 0,30).

- Wskazane jest wykonanie oceny projektu ESA realizowanego od 2019 r. w ramach programu PLIIS/Roadmap dotyczącego wsparcia procesu zarządzania projektem i wdrażania jakości w wybranych polskich podmiotach związanych z Product Assurance/Quality Assurance i podjęcie ewentualnej decyzji i jego kontynuacji.



## Bibliografia

1. ESA Analysis of Industrial participation of Polish industry to ESA Programmes 2015-1Q2020, 1 października 2020 roku.
2. ESA, End of Transition Measures Review Report for Poland, 17 czerwca 2020 roku.
3. ESA, Status of subscriptions to optional programmes at Council meeting at ministerial level, ESA/C(2016)100, rev.6 Paris, 2 grudnia 2019 roku.
4. ESA, Subscription to optional programmes at Space19+ Council meeting at ministerial level, ESA/C-M(2019)100, rev.6 Paris, 2 December 2019.
5. Raport „ESA programmes – opportunities for POLAND” IPL/TEC/EOP/SCI | 24/05/2018 | Slide 7.
6. Raport Polskiej Agencji Kosmicznej, Polski sektor kosmiczny. Struktura podmiotowa – możliwości rozwoju – pozyskiwanie środków, pod red. dr Marty E. Wachowicz, Warszawa, 2017, s. 20. Dostęp: [https://polsa.gov.pl/images/docs/Polski\\_Sektor\\_Kosmiczny\\_Struktura\\_podmiotowa\\_Mozliwosci\\_rozwoju\\_pozyskiwanie\\_srodkow.pdf](https://polsa.gov.pl/images/docs/Polski_Sektor_Kosmiczny_Struktura_podmiotowa_Mozliwosci_rozwoju_pozyskiwanie_srodkow.pdf).



## Załączniki

### Załącznik nr 1

Szczegółowa lista projektów z innych programów NCBiR niż szybka ścieżka „Technologie kosmiczne”: Załącznik nr 1

Nazwa projektu	Podmiot	Obszar zastosowania	Status projektu
Lekki nanokrystaliczny materiał na bazie aluminium do aplikacji w przemyśle kosmicznym (modelowanie i weryfikacja technologiczna) LIGHTMAT4SPACE	Politechnika Łódzka	12.2 Działalność B+R związana z naukami inżynieryjnymi i technicznymi, finansowana z GUF	zakończony
Woda w glebie - monitoring satelitarny w poprawie retencji wodnej przy użyciu biowęgla	Instytut Agrofizyki PAN	2 Środowisko naturalne	aktualny
Nowe narzędzia obserwacji do zdalnego monitoringu środowiska morskiego oraz ich zastosowanie w badaniach wpływu wód podziemnych (SGD) i dna morskiego	Uniwersytet Morski w Gdyni, Instytut Morski	1 Eksploracja i eksploatacja ziemi	aktualny
Nowe narzędzia obserwacji do zdalnego monitoringu środowiska morskiego oraz ich zastosowanie w badaniach wpływu wód podziemnych (SGD) i dna morskiego	NOA Sp. z o.o.	4 Transport, telekomunikacja i pozostała infrastruktura	aktualny
Innowacyjna usługa monitorowania osuwisk w czasie zbliżonym do rzeczywistego oparta na satelitarnych danych radarowych	SATIM Monitoring Satelitarny Sp. z o.o.	1 Eksploracja i eksploatacja ziemi	aktualny
Innowacyjna usługa monitorowania osuwisk w czasie zbliżonym do rzeczywistego oparta na satelitarnych danych radarowych	ICEYE Polska Sp. z o.o.	2 Środowisko naturalne	aktualny
Przesyłanie strumienia obrazu przy użyciu komunikacji satelitarnej o krytycznym znaczeniu dla misji wykonywanych przez bezzałogowce	Robot Aviation Sp. z o.o.	4 Transport, telekomunikacja i pozostała infrastruktura	aktualny

Nazwa projektu	Podmiot	Obszar zastosowania	Status projektu
Analiza nowych strategii terapeutycznych w modelu przedklinicznym progerii typu HGPS	Uniwersytet Wrocławski	12.3 Działalność B+R związana z naukami medycznymi, finansowana z GUFV	aktualny
MARS - komercyjna dostępna technologia dźwigni ze zintegrowanymi detektorami ugięcia dla mikroskopii bliskich oddziaływań	IGHT spółka cywilna Ignacy Mościcki Grzegorz Kaszyński	13.2 Działalność B+R związana z naukami inżynieryjnymi i technicznymi, finansowana ze źródeł innych niż GUFV	aktualny
Satelitarna identyfikacja i monitorowanie upraw na potrzeby statystyki rolnictwa	Główny Urząd Statystyczny	0	aktualny
Opracowanie i walidacja układu sterowania manipulatora satelitarnego	Centrum Badań Kosmicznych PAN	3 Eksploracja i eksploatacja przestrzeni	aktualny
Mikrokontroler nawigacyjny do centymetrowej nawigacji satelitarnej ze sprzętowym uwierzytelnianiem pozycji dla urządzeń autonomicznych	ChipCraft Sp. z o.o.	7 Ochrona zdrowia	aktualny
Satelitarny system laserowego wykrywania zagrożeń kolizyjnych	Creotech Instruments SA	3 Eksploracja i eksploatacja przestrzeni	aktualny
Opracowanie i walidacja modelu laboratoryjnego robota kosmicznego zawierającego układ silników resistojet	Centrum Badań Kosmicznych PAN	13.2 Działalność B+R związana z naukami inżynieryjnymi i technicznymi, finansowana ze źródeł innych niż GUFV	zakończony
Penetrator planetarny do badań geologicznych na misję kosmiczną	Centrum Badań Kosmicznych PAN	13.2 Działalność B+R związana z naukami inżynieryjnymi i technicznymi, finansowana ze źródeł innych niż GUFV	aktualny
Wielokryterialne algorytmy marszrutyzacji dla systemu wspomagającego zarządzanie flotą pojazdów	Politechnika Gdańska	13.2 Działalność B+R związana z naukami inżynieryjnymi i technicznymi, finansowana ze źródeł innych niż GUFV	zakończony
Zastosowanie koncepcji AIA (Adaptive Impact Absorption) w inżynierii lotniczej i kosmicznej AIA-Aero	Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN	6 Produkcja i technika przemysłowa	aktualny

Nazwa projektu	Podmiot	Obszar zastosowania	Status projektu
Opracowanie technologii wysokociśnieniowego hartowania gazowego satelitarnych kół zębatych epicyklicznej przekładni lotniczej silnika FDGS, wykonanych ze stali Pyrowear 53 i pracujących w warunkach długotrwałych i cyklicznie zmiennych obciążeń eksploatacyjnych	Politechnika Rzeszowska im. Ignacego Łukasiewicza	0	aktualny
Rozwój zaawansowanej metodologii dla wielosystemowych (BDS, Galileo, GPS) serwisów jonosferycznych czasu rzeczywistego	Uniwersytet Warmińsko-Mazurski w Olsztynie	13.2 Działalność B+R związana z naukami inżynieryjnymi i technicznymi, finansowana ze źródeł innych niż GUFr/n	aktualny
Projekt RENESANS, platforma satelitarna w nowym standardzie Hyper-Cube.	Creotech Instruments Spółka Akcyjna	9. Eksploracja i eksploatacja przestrzeni kosmicznej	aktualny
Opracowanie i weryfikacja w warunkach rzeczywistych zintegrowanego modułu zarządzającego radarem SAR dedykowanego mikrosatelitom obserwacyjnym	Iceye Polska Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
ScanSAT - platforma do obserwacji satelitarnych i lotniczych służąca pozyskiwaniu geoinformacji w czasie rzeczywistym z wysoką precyzją i w bardzo szerokim paśmie elektromagnetycznym	Scanway Sp. z o.o.	9. Eksploracja i eksploatacja przestrzeni kosmicznej	aktualny
Kryptograficzny odbiornik nawigacji satelitarnej i inercyjnej dla bezzałogowych statków powietrznych	Hertz Systems Ltd. Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
Rozwój technologii wielkopowierzchniowych autonomicznych gazowych detektorów promieniowania jonizującego, w tym promieniowania kosmicznego	Technology Transfer Agency Techtra Sp. z o.o.	12. Pozostałe badania cywilne	aktualny

Nazwa projektu	Podmiot	Obszar zastosowania	Status projektu
Innowacyjny system hiperspektralny do obserwacji Ziemi (HyperCam) o podwyższonej rozdzielczości spektralnej umożliwiający automatyczne przetwarzanie i selekcjonowanie danych satelitarnych na orbicie w oparciu o nowe algorytmy segmentacji i klasyfikacji obrazów satelitarnych wykorzystujące głębokie sieci konwolucyjne	KP Labs Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
Prace B+R nad opracowaniem innowacyjnego obiektywu fotograficznego dla pierwszego polskiego nanosatelity komercyjnego obserwacji Ziemi	Renata Adamczyk Q Media	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
Opracowanie wielofunkcyjnej obudowy dla potrzeb elektroniki kosmicznej i lotniczej ze szczególnym uwzględnieniem „power electronics” i źródeł zasilania	Blue Dot Solutions Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
SIR - sterowalna i odzyskiwalna rakietka suborbitalna z silnikiem hybrydowym SF1000 bazującym na ekologicznych materiałach pędnych	Spaceforest Sp. z o.o.	9. Eksploracja i eksploatacja przestrzeni kosmicznej	aktualny
Opracowanie rewolucyjnej usługi obrazowania Ziemi przy użyciu satelitarnej konstelacji REC	Satrevolution S.A.	9. Eksploracja i eksploatacja przestrzeni kosmicznej	aktualny
Opracowanie technologii wytwarzania nowych opakowań biodegradowalnych z biopolimerów dla przemysłu kosmetycznego	Novo-Pak Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
Inteligentny komputer pokładowy dla nano- i mikrosatelitów o podwyższonej niezawodności i zwiększonej mocy obliczeniowej, pozwalający na samodiagnostykę satelity na orbicie z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego do detekcji anomalii w danych telemetrycznych	KP Labs Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
ASTRO-MODUŁY – zestaw bloków funkcjonalnych do małych i średnich satelitów	Astronika Sp. z o.o.	9. Eksploracja i eksploatacja przestrzeni kosmicznej	aktualny

Nazwa projektu	Podmiot	Obszar zastosowania	Status projektu
Samostrojący elektroniczny kontroler satelitarnego generatora splątania kwantowego	Syderal Polska Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
Opracowanie satelitarnego serwisu wspierającego precyzyjne zabiegi agrotechniczne	Wasat Sp. z o.o.	9. Eksploracja i eksploatacja przestrzeni kosmicznej	aktualny
System monitorowania sygnałów systemów nawigacji satelitarnej w otoczeniu infrastruktury krytycznej	Blue Dot Solutions Sp. z o.o.	12. Pozostałe badania cywilne	aktualny
Opracowanie pionierskiego multifunkcyjnego robota drukującego w technologii 3D FFF postępującego się zintegrowanym ramieniem robotycznym operującym w 7 stopniach swobody oraz nowatorskimi autorskimi filamentami w celu uzyskania w drukowanych modelach wytrzymałości pozwalającej na zastosowanie ich w przemyśle zbrojeniowym, lotniczym i kosmicznym	Omni3d Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
Modularny system obserwacyjno-inspekcyjny oparty na latającej platformie wielowirnikowej zasilanej ze stacji naziemnej	Moose Sp. z o.o.	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
ReMY - Remote Mars Yard	ABM Space Sp. z o.o.	12. Pozostałe badania cywilne	aktualny
Symulator warunków panujących na Marsie jako narzędzie dydaktyczne oraz deweloperskie	One More Level S.A.	11. Badania nieukierunkowane	aktualny
Bio-nanosatelita wykorzystujący zminiaturyzowane instrumenty lab-on-chip oraz metodologia prowadzenia badań biomedycznych z jego wykorzystaniem w warunkach mikrogravitacji	Satrevolution S.A.	4. Ochrona zdrowia i zwiększenie zdrowotności	aktualny
Zrównoważone zarządzanie produktywnością upraw rolniczych z wykorzystaniem zobrazowań satelitarnych, w oparciu o spersonalizowane usługi GIS udostępniane w dedykowanym portalu	Uniwersytet Przyrodniczy w Poznaniu	8. Rolnictwo	aktualny

Nazwa projektu	Podmiot	Obszar zastosowania	Status projektu
Automatyczny system monitorowania wpływów wysokoenergetycznych wstrząsów parasejsmicznych na powierzchnię terenu z wykorzystaniem obserwacji satelitarnych GNSS/PSIn-SAR oraz pomiarów sejsmicznych	KGHM Cuprum Sp. z o.o. - Centrum Badawczo-Rozwojowe	1. Eksploracja i eksploatacja Ziemi	aktualny
Miniaturowy, dwuczęstotliwościowy, jednoukładowy system scalony do precyzyjnej nawigacji satelitarnej GPS/Galileo zintegrowany z procesorem aplikacyjnym dedykowany do urządzeń IoT o niskim poborze mocy	Politechnika Warszawska	7. Produkcja i technologia przemysłowa	aktualny
EXOMHYDR - magmatic plumbing systems and tectonic control of hydrothermal activity on Mars revealed by ExoMars/TGO: constraints for life and resources	Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk	bd	aktualny
Dostosowanie kierunku studiów II stopnia, Technologie kosmiczne i satelitarne, do potrzeb rynku pracy	Politechnika Gdańska	bd	aktualny
Przystanek - 4. planeta od Słońca!	Akademia Pomorska w Słupsku	bd	aktualny
PLANETA KREATYWNOŚCI. INŻYNIER 4.0	Politechnika Krakowska im. Tadeusza Kościuszki	bd	aktualny

## Załącznik nr 2

Projekty w H2020 związane z przestrzenią kosmiczną

Akronim	Tytuł projektu	Typ projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Budżet projektu	Rola w projekcie	Dofinansowanie netto polskiego podmiotu
MyOcean FO	Pre-Operational Marine Service Continuity in Transition towards Copernicus	CSA	01.10.2014	31.05.2015	6 000 000,04 €	PARTICIPANT	5 689,40 €
HYPROGEO	Hybrid Propulsion Module for transfer to GEO orbit	RIA	01.02.2015	31.01.2018	2 993 888,00 €	PARTICIPANT	113 625,00 €
C3PO	advanced Concept for laser uplink/downlink Communication with sSpace Objects	RIA	01.06.2015	30.09.2017	1 133 017,50 €	PARTICIPANT	55 003,00 €
PERASPERA	PERASPERA (AD ASTRA) Plan European Roadmap and Activities for sSpace Exploration of Robotics and Autonomy	CSA	01.10.2014	30.09.2019	3 558 166,40 €	PARTICIPANT	0,00 €
CO-SMOS2020	Cooperation Of Space NCPs as a Means to Optimise Services under Horizon 2020	CSA	01.01.2015	31.05.2019	2 221 150,16 €	PARTICIPANT	200 972,46 €
Odysseus II	Youth for Space Challenge - ODYSSEUS II	CSA	01.01.2015	31.12.2017	2 076 788,13 €	PARTICIPANT	135 300,00 €
DEMETRA	Demonstrator of EGNSS Services based on Time Reference Architecture	IA	01.01.2015	31.12.2016	4 366 058,75 €	PARTICIPANT	324 887,50 €
GALENA	Galileo-based solutions for urban freight transport	IA	01.01.2015	31.03.2017	1 267 238,75 €	PARTICIPANT	128 093,75 €

Akronim	Tytuł projektu	Typ projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Budżet projektu	Rola w projekcie	Dofinansowanie netto polskiego podmiotu
E-KnoT	E-GNSS Knowledge Triangle	CSA	01.01.2015	31.05.2018	1 674 323,75 €	PARTICIPANT	137 973,75 €
POSITION	Polish Support to Innovation and Technology Incubation	CSA	01.01.2015	31.12.2016	314 125,00 €	COORDINATOR	187 625,00 €
CaBiAvi	Capacity building for aviation stakeholders, inside and outside the EU	CSA	01.01.2015	30.09.2017	1 857 175,75 €	PARTICIPANT	30 877,50 €
ADRIEN	First European System for Active Debris Removal with Nets	SME-2	01.04.2015	30.09.2017	1 730 000,00 €	PARTICIPANT PARTICIPANT	323 750,00 € 293 125,00 €
EcoSpace-Propulsion	Piloting and upscaling the unique on site and mobile production plants for highly concentrated Hydrogen peroxide (HTP) production for space industry applications	SME-1	01.03.2015	31.05.2015	71 429,00 €	PARTICIPANT	50 000,00 €
MOBNET	MOBILE NETWORK for people's location in natural and man-made disasters	IA	01.01.2016	28.02.2018	1 242 533,75 €	COORDINATOR	107 625,00 €
SBNAF	Small Bodies: Near and Far	RIA	01.04.2016	31.03.2019	1 545 000,00 €	PARTICIPANT	287 500,00 €
ONION	Operational Network of Individual Observation Nodes	RIA	01.01.2016	31.12.2017	2 598 820,00 €	PARTICIPANT	200 000,00 €
SMS	SANDWICH MATERIAL AND STRUCTURE	RIA	01.01.2016	30.04.2018	1 187 742,50 €	PARTICIPANT	156 250,00 €
INUNDO	INUNDO - The European Flood Database	SME-1	01.06.2016	30.11.2016	71 429,00 €	PARTICIPANT	0,00 €



Akronim	Tytuł projektu	Typ projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Budżet projektu	Rola w projekcie	Dofinansowanie netto polskiego podmiotu
SENSAGRI	Sentinels Synergy for Agriculture	RIA	01.11.2016	31.10.2019	1 854 757,50 €	PARTICIPANT	135 750,00 €
I3DS	Integrated 3D Sensors suite	RIA	01.11.2016	31.01.2019	3 393 663,75 €	PARTICIPANT PARTICIPANT	198 700,00 € 313 718,75 €
INTERSTEL-LAR	Building the next generation high-speed data converters to strengthen European excellence and competitiveness on space applications and beyond	RIA	01.12.2016	30.09.2021	7 309 500,50 €	PARTICIPANT	18 750,00 €
SARA	Search And Rescue Aid and Surveillance using High EGNSS Accuracy	IA	01.02.2018	31.01.2020	1 942 327,50 €	PARTICIPANT	129 050,00 €
CANDELA	Copernicus Access Platform Intermediate Layers Small Scale Demonstrator	RIA	01.05.2018	31.10.2020	1 998 011,25 €	PARTICIPANT PARTICIPANT	121 156,25 € 100 250,00 €
HATCH	SME-led Space Portal for Europe	CSA	01.11.2017	30.06.2019	512 891,25 €	COORDINATOR	99 095,00 €
FLAMINGO	Fulfilling enhanced Location Accuracy in the Mass-market through Initial Galileo services	IA	01.11.2017	30.04.2020	2 770 360,00 €	PARTICIPANT	171 281,25 €
Aerobits	Aerobits - world smallest ADS-B receivers to safely integrate drones into European airspace	SME-1	01.12.2017	31.05.2018	71 429,00 €	COORDINATOR	50 000,00 €
PRO-ACT	Planetary RObots Deployed for Assembly and Construction Tasks	RIA	01.02.2019	31.01.2021	3 100 000,00 €	PARTICIPANT	400 000,00 €

Akronim	Tytuł projektu	Typ projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Budżet projektu	Rola w projekcie	Dofinansowanie netto polskiego podmiotu
EROSS	European Robotic Orbital Support Services	RIA	01.02.2019	31.01.2021	3 937 223,75 €	PARTICIPANT	311 250,00 €
IMPRESSIVE	Integrated Marine Pollution Risk assessment and Emergency management Support Service In ports and coastal environments	IA	01.12.2018	31.05.2021	2 210 304,29 €	PARTICIPANT	114 275,00 €
HEATPACK	new generation of High theErmAI efficiency components PACKages for space	RIA	01.01.2019	31.12.2021	2 941 298,75 €	PARTICIPANT	269 630,00 €
COSMO-S2020plus	Continuation of the Cooperation of Space NCPs as a Means to Optimise Services under Horizon 2020	CSA	01.06.2019	30.06.2020	600 000,00 €	PARTICIPANT	128 738,75 €
HUUVER	Hybrid UAV-UGV for Efficient Relocation of Vessels	IA	01.12.2019	31.05.2021	1 622 987,50 €	PARTICIPANT COORDINATOR	261 187,50 € 251 300,00 €
GEONAV IoT	Galileo dual frequency, 5G, IoT devices and services for Drones, Assets Management and Elite sport	IA	01.12.2019	31.05.2021	1 880 882,50 €	PARTICIPANT PARTICIPANT	181 300,00 € 176 575,00 €
ENTRUSTED	European Networking for satellite Telecommunication Roadmap for the governmental Users requiring Secure, interoperable, Innovative and standardised services	CSA			4 173 543,75 €	PARTICIPANT PARTICIPANT	0,00 € 862 962,50 €

Akronim	Tytuł projektu	Typ projektu	Data rozpoczęcia	Data zakończenia	Budżet projektu	Rola w projekcie	Dofinansowanie netto polskiego podmiotu
Go2Space-HUBs	Generating new solutions 2 and from Space through effective local start-up HUBs	CSA	01.12.2019	30.11.2021	1 106 626,25 €	PARTICIPANT	203 012,50 €
SnapEarth	Fostering Earth Observation market uptake thanks to natural and holistic access to added value data generated through cutting-edge Artificial Intelligence technologies	IA	01.12.2019	31.05.2022	2 688 173,21 €	PARTICIPANT	205 887,50 €
NEOROCKS	The NEO Rapid Observation, Characterization and Key Simulations	RIA	01.01.2020	30.06.2022	2 114 725,00 €	PARTICIPANT	83 190,00 €
PERASPE-RA-X	Plan the European Roadmap and its Activities for Space Exploitation of Robotics and Autonomy - eExtended	CSA	01.10.2019	31.03.2023	3 121 600,00 €	PARTICIPANT	14 955,00 €

## Załącznik nr 3

Szczegółowa lista produktów polskich podmiotów.

Lp.	Segment	Nazwa produktu/usługi	Nazwa podmiotu
1	Satellites & Probes: Structures	Shock-mitigating frame support for pyro valve	Adaptronica
2	Satellites & Probes: Mechanism/ Microvibration damping (active and passive)	Active vibration cancellation system for cryocooler. Passive vibration damping system for control momentum gyroscope	Adaptronica
3	Ground Segment: EGSE	Ground Support Equipment	Astri Polska
4	Satellites & Probes: Space Applications Software (SAS)	Space Applications and Services, SW for downstream	Astri Polska
5	Satellites & Probes: Mechanisms/Hold Down & Release Mechanisms	incl. HDRM for EUROSTAR 3000 satellite platform, HDRMs for Prospect package for Luna-27	Astronika
6	Satellites & Probes: Mechanisms/Tubular Boom technologies	TB-based manipulators, deployers and antennas for i.a. JUICE RPWI, HERA Juventas and RadCube CubeSats, deployment dampers	Astronika
7	Satellites & Probes: Mechanisms/Penetartors	Drive mechanism for HP3, drill for Prospect	Astronika
8	Launchers: Structures	Multiphysics simulations , Validation, prototyping	CIM-mes Projekt
9	Launchers, Satellites & Probes/On Board Software	Thermal and Structure Engineering Software	CIM-mes Projekt
10	Launchers: Software	System Modeling and Simulation – on-board equipment	CIM-mes Projekt
11	Ground Segment/ Services: EO Data storage, processing and dissemination	User operations, Storage(EO data in cloud related object), Cloud processing and dissemination of high volume (Copernicus DIAS Model)	CloudFerro
12	Ground Segment/Services: EO data Platform as a Service services	PaaS services related to use of EO data in the cloud environment	CloudFerro

Lp.	Segment	Nazwa produktu/usługi	Nazwa podmiotu
13	Ground Segment/Services: Private and Hybrid Cloud Services	Cloud and storage services in private and hybrid mode for space related customers (e.g. ESA) but in no space related subjects – e.g. internal IT	CloudFerro
14	Ground Segment/Services: EO Very High Resolution data delivery	Storage, Paas (indexing, ingestion, discovery) and dissemination services for VHR data from various satellite providers	CloudFerro
15	Satellites & Probes: On-Board Software, On-Board data management, Optical Communication, RF Microwaves, Power,	Two Onboard Computers, Space and Ground Software, Power Architecture, PCPU, Telecommunication subsystem for the HYPERSAT microsatellite platform (30-60kg satellite)	Creotech Instruments
16	Ground Segment/Services: EO Data storage, processing and dissemination	User operations, Storage(EO data in cloud related object), Cloud processing and dissemination of high volume (Copernicus DIAS Model)	Creotech Instruments
17	Ground Segment/Services:	Integrated Applications: EUROPORT, ISSWIND, FLIPA GNSS signal processing: WAKATI	GMV
18	Satellites & Probes: RF Microwave	Pre-development: GNSSW: GNSS SW-SW (GNSSW) Receiver for Space Multiple Applications, GNSS SW Receiver for Space applications – Multicore Application SW on Next Generation Multicore Processor, SW DEFINED RADIO GNSSW RECEIVER FOR MICRO-LAUNCHERS AND MICRO-SATELLITES	GMV
19	Satellites & Probes: On Board Software, On Board Data Management	On-board SW: on-board SW for OPS-SAT, Sentinel5 ICS Application SW, Engineering support: MetOp-SG GPP&ISD, BIBLOS, a Data Processing Centre – Task Manager (DPCTM) product, Orbit and Attitude Processor and Aeolus/EarthCARE Browse Processors Developments, SWARM-DISC	GMV
20	Ground Segment: GNSS receivers dedicated for land platforms (military)	Downstream - Land applications – military GNSS receivers integrated with SAASM crypto module	Hertz Systems

Lp.	Segment	Nazwa produktu/usługi	Nazwa podmiotu
21	Ground Segment: Vehicles monitoring system based on GNSS	Downstream – Land applications – GNSS based vehicle monitoring system	Hertz Systems
22	Ground Segment: Galileo/GPS system for vehicles/people/ assets monitoring	Downstream – land applications – Dual satellite navigation system for vehicles and people monitoring	Hertz Systems
23	Ground Segment: Galileo PRS receivers for governmental users	Downstream – Galileo PRS receivers – low end versions, dedicated for governmental authorities	Hertz Systems
24	Satellites & Probes: Payloads/Instruments	I1 RF and microwave Instruments/ I all.1 Instruments – BB	ICEYE Polska
25	Satellites & Probes: On Board Software	E1 Operating Systems/ E2 Libraries SW / E3 Re-usable / customisable SW applications	ICEYE Polska
26	Satellites & Probes: Power	J7 Storage: Batteries/ J8 Power Monitoring and Control/ J9 Power Eng.	ICEYE Polska
27	Satellites & Probes: RF/Microwave, Communication (Platform and Payloads)	L1 Antennas/ L2 Transmitters/ L3 Receivers/L4 Repeaters and Transceivers/ L5 RF Comm. Eng.	ICEYE Polska
28	Satellites & Probes: Structures	N1 Satellite Bus/ N2 Primary Structures/ N3 Secondary Structures/ N4 Folded structures/ N8 Struct. Eng.	ICEYE Polska
29	Ground Segment: Mission Operations	A1 Control Centre general equipment/ A2 Mission Control/ A3 Operations Execution	ICEYE Polska
30	Ground Segment/Ground Station	B5 Ground Station Monitoring & Control/ C Ground Segment Network/ D User Operations	ICEYE Polska
31	Satellites & Probes: Optical Communication	CFRP-integrated optical fiber sensor for structural monitoring (strain, temperature, pressure)	InPhoTech
32	Satellites & Probes: Optical Communication	Multi-core radiation-hardened erbium doped optical fiber and optical fiber components for onboard space applications	InPhoTech

Lp.	Segment	Nazwa produktu/usługi	Nazwa podmiotu
33	Ground Segment Support Software	Solutions supporting engineers in AIT activities	ITTI
34	Launchers/Satellites & Probes: Propulsion/ Chemical Propulsion	Production of 98% Hydrogen Peroxide	Jakusz SpaceTech
35	Launchers: Propulsion	Small suborbital rockets and propulsion systems	SBŁ-Institut Lotnictwa
36	Ground Segment/ Downstream Services	Environmental monitoring and protection, risk assessment. Applications of remote sensing, geo-information, geophysics. Remote Sensing method for crops assessment	SBŁ-Institut Lotnictwa
37	Launchers/Satellites & Probes: Propulsion/Green Spacecraft Propulsion	SmallSat green monopropellant propulsion system. Green Bipropellant Engine/Thruster.	SBŁ-Institut Lotnictwa
38	Satellites & Probes/On-board SW/Re-usable/ customizable SW applications	On Board Computer (OBCS). Oryx OBCS is a modular flight software tool developed for the mission control of small satellites. It manages all satellite tasks – processing telecommands, monitoring the power budget, executing pre-defined schedules, managing emergencies and handling data from all the sensors on board	KP Labs
39	Satellites & Probes/On-board Data Management/ On-board Data Management	Leopard - a CubeSat standard compliant FPGA-based Data Processing Unit enabling mission designers to apply Artificial Intelligence solutions in space. It was designed to support the capturing, managing and processing of data in orbit using Deep Learning Networks	KP Labs
40	Satellites & Probes/ Payloads / Instruments/ Optical Instruments	A CubeSat standard compliant optical instrument, designed for hyperspectral camera using up to 150 spectral bands in the range of 470 nm – 900 nm. Instrument can be adapted to other cameras	KP Labs
41	Satellites & Probes: On Board Software	Flight SW - R&T activities related to Flight Software	N7 Space
42	Satellites & Probes/ Mechanism	Grippers	PIAP Space

Lp.	Segment	Nazwa produktu/usługi	Nazwa podmiotu
43	Ground Segment: MGSE	Adaptors like GSE (GHA, THA, VHA, acoustic mounts, clamp bands, other mechanical IF for S/C testing...), Special GSE (S/C and payloads dummies, micro vibration devices, gravity compensation devices...), Integration stands (VIS, MPT, PIS, SAS, rotating stands...)	PIAP Space
44	Ground Segment: Space Software	Software for objects recognition on SAR images. Ground motion products	SATIM Monitoring Przestrzenny
45	Satellites & Probes: Optical Communications	Optical comm with BB – currently internal R&D in this area	ScanWay
46	Satellites & Probes: Parts	Optical parts (designing) – being R&D subcontractor for designing and externally manufacturing optical parts	ScanWay
47	Satellites & Probes: Payloads and Instruments	Infrared and optical instruments – imaging payloads for smallsats	ScanWay
48	Satellites & Probes: System Engineering Software	Mission design – only Earth Observation missions	ScanWay
49	Satellites & Probes: Structures	Optical benches, structures for optics	ScanWay
50	Ground Segment	Optical GSE	ScanWay
51	Orbital transportation and Re entry systems/ Mechanisms	Visual video targeting and vision systems for docking and in-orbit maneuvering – Scanway sees it as a future perspective market	ScanWay
52	Ground Segment : Development and Construction of Space Segment	MGSE, (Containers, stands, handling and lifting equipment, mechanical integration tools, adapters)	SENER
53	Satellites & Probes / Mechanism	Deployment Mechanism, Release mechanism	SENER
54	Launchers: Mechanisms	Hold Down and Release Mechanism, Not-Explosive Actuators	SENER
55	Satellites & Probes / RF-Microwave Communication (Platform and Payloads)	Antenna Pointing Mechanism	SENER



Lp.	Segment	Nazwa produktu/usługi	Nazwa podmiotu
56	Orbital Transportation & Re-entry Systems / Mechanisms	Docking Mechanism	SENER
57	Satellites & Probes/ Materials	Composite materials – equipped structural sandwich substrates (CFRP or Al skin + Al honeycomb core)	ŚCNTPL
58	Ground Segment: Mission Operations, Ground Station, Ground Segment Network, User Operations	Software, hardware, services	Sybilla Technologies
59	Launchers: Mechanisms, Propulsion, Structures	Simulations and Analysis: Radiation, Mechanical, Structural	Space Forest
60	Ground Segment	Autonomous tracking and data exchange system RASEL	Space Forest
61	Launchers	Launch vehicles	Space Forest
62	Satellites & Probes: RF Microwave	RF filters, combiners, antennas	WiRan



Polska Agencja  
Kosmiczna

ISBN: 978-83-65997-55-5