



POLSKA
AGENCJA
KOSMICZNA

ANALIZA POLSKIEGO SEKTORA KOSMICZNEGO

– rekomendacje na rzecz

Krajowego Programu Kosmicznego

MATERIAŁY WŁASNE PAK

Autorzy:

Departament Strategii i Współpracy Międzynarodowej Polskiej Agencji Kosmicznej

Marta Wachowicz, Patrycja Frąk, Zbigniew Burdzy, Adam Węglowski, Joanna Bankiewicz, Roger Bachtin

Do użytku służbowego

Styczeń – Wrzesień 2017 r.

Spis treści

1. Cele i założenia analizy.....	4
1.1 Cel dokonanej analizy.....	4
1.2 Zasadnicze problemy	4
1.3 Założenia metodyczne analizy i wykorzystane źródła.....	6
2. Definicja sektora kosmicznego w Polsce	9
3. Omówienie procesu analizy	11
3.1 Przyjęte kryteria.....	11
3.2 Opis poszczególnych kryteriów	11
a. Kategoria 1 – Realizacja projektów ESA	11
b. Kategoria 2 – Realizacja projektów/kontraktów z agencjami narodowymi/głównymi integratorami systemowymi	16
c. Kategoria 3 – Realizacja projektów w ramach konkursów Komisji Europejskiej (KE) w ramach programów: FP6 (Framework Programme), FP7, Horyzont 2020.....	16
d. Kategoria 4 – Realizacja projektów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR)	17
e. Kategoria 5 – Posiadane zaplecze technologiczne (produkcyjne/IT)	19
f. Kategoria 6 – Posiadane zaplecze badawczo-rozwojowe.....	19
g. Kategoria 7 – Normy jakości.....	20
h. Kategoria 8 – Ochrona własności intelektualnej	20
3.3 Ocena podmiotów na podstawie wyznaczonych kryteriów	21
4. Omówienie wyników przeprowadzonej oceny sektora kosmicznego w Polsce.....	24
4.1 Analiza pod względem domen technologicznych ESA.....	31
4.2 Analiza pod względem obszarów technologicznych.....	32
5. Porównanie z innymi analizami sektora	38
5.1 Wnioski wynikające z dostępnych raportów dotyczących sektora kosmicznego w Polsce.....	38
5.2 Zmiany w strukturze rynku kosmicznego.....	42
5.3 Wnioski wynikające z deklarowanego zainteresowania podmiotów poszczególnymi technologiami.....	42
6. Podsumowanie.....	50

Słownik skrótów

CBK PAN – Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk

EPO (ang. European Patent Office) – Europejski Urząd Patentowy

ESA – EMITS – platforma internetowa zawierająca informacje na temat konkursów ESA

ESA – STAR – platforma internetowa, umożliwiająca utworzenie konta podmiotu i współpracę z ESA

ESA (ang. European Space Agency) – Europejska Agencja Kosmiczna

FP6, FP7 (ang. Framework Programme) – 6. i 7. Program Ramowy Komisji Europejskiej

KE – Komisja Europejska

MŚP – małe i średnie przedsiębiorstwa

NCBR – Narodowe Centrum Badań i Rozwoju

NCN - Narodowe Centrum Nauki

PAK – Polska Agencja Kosmiczna

PCT (ang. Patent Cooperation Treaty) – Układ o Współpracy Patentowej

PECS (ang. Plan for European Cooperating States) – Porozumienie o Europejskim Państwie Współpracującym

PLIIS (ang. Polish Industry Incentive Scheme) - Program Wsparcia Polskiego Przemysłu

UE – Unia Europejska

UP RP – Urząd Patentowy Rzeczypospolitej Polskiej

1. Cele i założenia analizy

1.1 Cel dokonanej analizy

Celem przeprowadzonej analizy podmiotów polskiego sektora kosmicznego jest określenie jego dominujących cech i występujących w nim powiązań kooperacyjnych, jak również przedstawienie odpowiednich rekomendacji na rzecz długofalowego rozwoju branży kosmicznej w Polsce.

Opracowanie konkretnych mechanizmów wsparcia poszczególnych grup podmiotów powyższego sektora wymaga znajomości europejskich i światowych trendów rynkowych oraz słabych i mocnych stron rynku krajowego (obszarów technologicznych, w których podmioty wykazują największe doświadczenie, a także tych w których takiego doświadczenia nie mają). Ważne jest poznanie nisz technologicznych, zarówno polskich, jak i światowych, co umożliwi wyselekcjonowanie obszarów, istotnych dla zaangażowania polskich podmiotów w globalny łańcuch dostaw technologii kosmicznych. Pozyskanie informacji dotyczących potrzeb podmiotów oraz kierunków rozwoju technologii kosmicznych pozwoli na ukierunkowanie wsparcia i finansowania programów służących rozwojowi interesariuszy sektora.

Celem analizy jest również otrzymanie informacji o wielkości oraz dynamice rozwoju poszczególnych podmiotów, jak również ich zaangażowaniu w poszczególne dziedziny technologii, i tym samym przyporządkowania ich do obszarów technologicznych, w przypadku których obserwuje się największe zaawansowanie prac przemysłowych.

Wnioski z niniejszej analizy mają za zadanie posłużyć efektywnemu wspieraniu rodzimego sektora kosmicznego zgodnie z założeniami Polskiej Strategii Kosmicznej.

1.2 Zasadnicze problemy

Podstawowymi problemami związanymi z realizacją procesu zbierania i analizy danych były:

- Ograniczenia w dostępie do danych źródłowych:
 - ograniczony dostęp do danych dotyczących kontraktów uzyskanych przez polskie podmioty podczas konkursów organizowanych przez ESA oraz rozbieżności związane z przebiegiem projektów i etapami finansowania oraz występowaniem kontraktów pozakonkursowych,

-
- brak dostępu do informacji gospodarczych określonych jako wrażliwe, dotyczących planów biznesowych, inwestycyjnych, infrastrukturalnych czy kadrowych polskich podmiotów,
 - niejawność danych związanych z organizacjami międzyrządowymi oraz poufność danych biznesowych,
 - niespójność informacji udzielanych przez przedsiębiorców,
 - brak systemowego, centralnego systemu gromadzenia informacji dotyczących inicjatyw i interesariuszy aktywności związanych z eksploatacją przestrzeni kosmicznej,
 - ograniczenia w dostępie do informacji wynikające ze związku rozwiązań i projektów z technologiami wojskowymi,
 - bariera finansowa - kosztowny dostęp do specjalistycznych baz danych.
 - Trudności wynikające z realizacji polityki naukowej w Polsce:
 - brak dziedziny dedykowanej badaniom kosmicznym i poświęconych jej pracom B+R; co w znacznym stopniu utrudnia aplikowanie o finansowanie w ramach programów Narodowego Centrum Nauki (NCN) i Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR) oraz uniemożliwia przeprowadzenie analizy statystycznej i wyselekcjonowanie kluczowych technologii związanych z rozwojem gospodarki kosmicznej.
 - brak dyscypliny naukowej pn. *inżynieria kosmiczna i satelitarna* powoduje trudności w klasyfikacji specjalistów i monitorowaniu prowadzonych przez nich projektów,
 - nieliczne kierunki studiów (specjalizacje) kształcące specjalistów w dziedzinach związanych z badaniami kosmicznymi; sytuacja ta wynika z interdyscyplinarności badań kosmicznych, co również powoduje utrudnioną weryfikację kierunków badań i prowadzonych prac wdrożeniowych.
 - Problemy związane z utworzeniem statystyki produktów rozwijanych przez polskie podmioty w ramach kontraktów międzynarodowych oraz podczas projektów realizowanych wspólnie z ESA wynikający z:
 - braku jednoznacznej klasyfikacji wymaganych obszarów technologicznych w ogłoszeniach konkursowych ESA i innych organizacji międzynarodowych organizujących tego rodzaju konkursy,
 - trudności przyporządkowania projektów realizowanych w ramach konkursów do domen wyznaczonych przez drzewo technologiczne ESA,

-
- braku kompleksowego procesu audytu technologicznego polskich podmiotów zaangażowanych w działalność kosmiczną,
 - trudności przy zdefiniowaniu możliwości wykorzystania obecnej infrastruktury laboratoryjnej do celów testowania technologii kosmicznych.

1.3 Założenia metodyczne analizy i wykorzystane źródła

Analiza polskiego sektora była utrudniona ze względu na ograniczone możliwości pozyskiwania danych. Proces analizy trwał od stycznia do września 2017 roku. Dotychczas w Polsce nie została opracowana pełna baza danych zawierająca informacje na temat: działalności poszczególnych podmiotów, danych finansowych oraz danych dotyczących obecnie realizowanych i zakończonych projektów związanych z tematyką kosmiczną. Polski sektor kosmiczny znajduje się na początkowym etapie rozwoju, co stanowi dodatkowe utrudnienie dla określenia jego kierunków oraz narodowych specjalizacji polskiej branży kosmicznej. Ze względu na brak obiektywnych i precyzyjnych źródeł informacji dotyczących poszczególnych podmiotów, konieczna była ich dywersyfikacja (strony internetowe wspomnianych podmiotów, bazy danych i dokumenty ESA, kontakty telefoniczne, spotkania etc.).

Do analizy polskiego sektora kosmicznego wykorzystano dane z bazy podmiotów zarejestrowanych w ESA-EMITS. Uwzględniona została współpraca z dużymi podmiotami zagranicznymi (kontrakty, współpraca bilateralna, podwykonawstwo dla integratorów systemowych, budowa instrumentów). Ponadto wykorzystano dane o udziale polskich podmiotów w poszczególnych programach organizowanych przez ESA (PECS, PLIIS, Programy Obowiązkowe, Programy Opcjonalne) oraz Komisję Europejską (Horyzont 2020, FP7, FP6 itp.). Przeprowadzono analizę danych o udziale polskich podmiotów w programach badawczo-rozwojowych finansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR). Zbadane zostało zaplecze produkcyjne, badawczo-rozwojowe oraz związane z zasobami IT. W tym celu wykorzystane zostały strony internetowe podmiotów, informacje przekazane przez badane podmioty telefonicznie oraz podczas spotkań. Pozyskano informacje na temat posiadanej przez nie własności intelektualnej oraz wykorzystywanych przez nie normach jakości. Materiały źródłowe są przechowywane w formie

papierowej oraz elektronicznej, co umożliwia powtórzenie oraz odtworzenie przeprowadzonej analizy.

Współpraca z ESA w dużym stopniu przyczyniła się do rozwoju polskiego sektora kosmicznego. Dzięki kooperacji RP ze wspomnianą organizacją międzynarodową polskie podmioty mają możliwość udziału w wielu ścieżkach rozwoju technologicznego, które nie ograniczają się jedynie do polskiego rynku. Ze względu na brak krajowego mechanizmu wspierania sektora kosmicznego oraz rodzimych programów pozwalających na rozwój technologii kosmicznych, każdy podmiot, który jest zainteresowany rozpoczęciem tego rodzaju działalności powinien włączyć do swego profilu kooperację z ESA, nawet jeżeli nie miałaby ona bezpośredniego charakteru. W związku z powyższym kluczowym kryterium przynależności do sektora uznano jednostki naukowe i przedsiębiorstwa zarejestrowane na portalu ESA-EMITS¹/ESA-STAR². Portale EMITS oraz ESA-STAR umożliwiają zarejestrowanym w nim podmiotom startowanie w konkursach organizowanych przez agencję europejską oraz dopełnienie wszelkich wymaganych przez nią wymogów formalnych. Za pośrednictwem portalu EMITS rozsyłane są również informacje przetargowe oraz ogłoszenia ESA do wszystkich podmiotów zainteresowanych rozwojem współpracy z powyższą organizacją międzynarodową.³

W niniejszym opracowaniu przeprowadzono analizę 351 podmiotów, w tym: przedsiębiorstw, instytutów naukowo-badawczych i uczelni wyższych, które w styczniu 2017 r. były zarejestrowane na elektronicznej platformie przetargowej ESA (EMITS). Działalność polskiego sektora kosmicznego od lat koncentruje się na współpracy z ESA. Rejestracja podmiotów na powyższej platformie przetargowej jest konieczna w przypadku wszystkich firm i jednostek naukowo-badawczych ubiegających się o kontrakty ESA lub realizujących produkcję i świadczących usługi na rzecz tej Agencji.

¹ Strona internetowa platformy konkursowej ESA-EMITS: <http://emits.sso.esa.int/emits/owa/emits.main>. Dostęp: 08.09.2017.

² Strona internetowa platformy konkursowej ESA-STAR: <https://esastar-emr.sso.esa.int/>. Dostęp: 08.09.2017.

³ Becker U., Williams E., Poirisse-Mougel N., Périon J., Morodo Testa M.C., *European Space Technology Master Plan 2016*, ESA-ESTEC, Paryż, 2016.

Na początku swego istnienia polski przemysł kosmiczny rozwijał niewielkie podsystemy elektroniczne oraz robotyczne dla celów naukowo badawczych. Sektor kosmiczny był domeną instytutów naukowych (lider - Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk). Naukowa geneza polskiego sektora kosmicznego jest przyczyną jego silnego związku z pracami badawczo-rozwojowymi.⁴ Od dłuższego czasu w Polsce rozwijane są technologie stosowane naziemnie (np. rozwiązania wykorzystywane przez wojsko) w produkcji których polskie podmioty mają doświadczenie. Pozyskane w ten sposób zdolności pozwalają na podniesienie kompetencji podmiotu i udział w projektach kosmicznych.⁵

Uruchomienie programu PECS oraz PLIS miało wpływ na wzrost zainteresowania aktywnością kosmiczną. Pomimo, iż polski sektor kosmiczny wciąż znajduje się na wczesnym etapie rozwoju, polskie podmioty nieprzerwanie rozwijają swoje kompetencje.

⁴ Wolański P., Banaszekiewicz M., Kłos Z., Ziółkowski J., Zdziarski A., *Udział Polski w badaniach kosmicznych*, NAUKA, 2008, nr. 3, 65-78.

⁵ Ibidem.

2. Definicja sektora kosmicznego w Polsce

Sektor kosmiczny nie jest formalnie ujęty jako pojedynczy za pomocą oficjalnych statystyk, które można wiarygodnie porównywać na arenie międzynarodowej. Czynniki technologiczne oraz zakres i charakter zastosowań technologii, do celów cywilnych, jak i wojskowych, stwarzają również trudności w ocenie wartości gospodarki kosmicznej i szerszego wpływu ekonomicznego na gospodarkę i społeczeństwo.⁶

W celu dokonania analizy podmiotowej polskiego sektora kosmicznego wprowadzona została następująca definicja utworzona na podstawie literatury światowej, doświadczeń zagranicznych agencji narodowych i organizacji międzynarodowych, jak również danych makroekonomicznych.⁷

Polski sektor kosmiczny to wszystkie podmioty zaangażowane w systematyczną aplikację dziedzin inżynieryjnych i naukowych w celu eksploracji i wykorzystania przestrzeni kosmicznej.

Wyrażenie „systematyczna”, wyraźnie eliminuje jako członków sektora kosmicznego te podmioty, które przypadkowo czy jednorazowo stały się częścią łańcucha dostaw technologii kosmicznych, bądź sporadycznie prowadziły projekt B+R potencjalnie związany z technologiami kosmicznymi.

Za zasadne uznaje się przyjęcie następujących kryteriów przynależności podmiotu do sektora kosmicznego:

- 1) udokumentowany udział w europejskim łańcuchu dostaw,
- 2) rozwijanie kompetencji B+R, prac wdrożeniowych lub przemysłowych związanych z technologiami kosmicznymi i technikami satelitarnymi,
- 3) szacowanie obrotów związanych z działalnością kosmiczną.

Analizy ilościowe przedstawione poniżej dotyczą tylko dwóch pierwszych kryteriów, niemożliwe jest uzyskanie materiałów porównawczych dotyczących obrotów finansowych w sektorze.

⁶ *BIS ECONOMICS PAPER NO. 3 The Space Economy in the UK: An economic analysis of the sector and the role of policy*, luty 2010.

⁷ *OECD Handbook on Measuring the Space Economy*, OECD Publishing, Paryż, 2012.

Warunek trzeci nie jest obecnie możliwy do weryfikacji, ze względu na początkowy etap rozwoju polskiego sektora kosmicznego (brak zasobów kapitałowych podmiotów związanych z sektorem, brak mechanizmów krajowych dedykowanych finansowaniu działalności i przemysłowi kosmicznemu) oraz ograniczony dostęp do informacji gospodarczych.

MATERIAŁY WŁASNE PAK

3. Omówienie procesu analizy

3.1 Przyjęte kryteria

W celu przeprowadzenia poprawnej analizy sektora konieczne było opracowanie systemu oceny podmiotów, tak aby w pełni odzwierciedlić stopień rozwoju analizowanych przedsiębiorstw i jednostek naukowych.

Uznano, iż najważniejsze aspekty istotne dla polskiego sektora kosmicznego można zweryfikować za pomocą 8 głównych kategorii. Wzięto pod uwagę następujące kwestie:

- a. Realizacja projektów ESA;
- b. Realizacja projektów/kontraktów z agencjami narodowymi/integratorami systemowymi;
- c. Realizacja projektów w ramach konkursów Komisji Europejskiej (KE) w ramach programów: FP6, FP7, Horyzont 2020;
- d. Realizacja projektów NCBR;
- e. Posiadane zaplecze technologiczne;
- f. Posiadane zaplecze badawczo-rozwojowe;
- g. Posiadane certyfikaty oraz stosowane normy jakości;
- h. Ochrona własności intelektualnej.

3.2 Opis poszczególnych kryteriów

a. Kategoria 1 – Realizacja projektów ESA

ESA jest głównym katalizatorem rozwoju sektora kosmicznego w Europie, a tym samym także w Polsce. Państwa członkowskie wspólnie kreują politykę kosmiczną Europy. Następnie ESA wyznacza kierunki rozwoju rynku na kolejne lata. Agencja europejska umożliwia krajom członkowskim udział w tworzeniu zaawansowanych misji kosmicznych, których kraje te nie są w stanie zrealizować i sfinansować we własnym zakresie. Pozwala to na rozwój rodzimych podmiotów poprzez transfer wiedzy z krajów bardziej zaawansowanych oraz stworzenie przemysłu wysokich technologii w danym rejonie dzięki włączeniu w łańcuch dostaw dużych przedsiębiorstw międzynarodowych. Kategoria ta, ze względu na rodzaje programów oferowanych przez ESA została podzielona na cztery podkategorie.

– **Realizacja projektów ESA w ramach Porozumienia o Europejskim Państwie Współpracującym (PECS)**

Porozumienie o Europejskim Państwie Współpracującym (PECS) pomiędzy Polską i ESA zostało zawarte w 2007 r. i było pierwszym programem umożliwiającym polskim podmiotom (zarówno jednostkom naukowo-badawczym, jak i firmom) udział w realizacji projektów organizowanych przez ESA. W trakcie ogłoszonych w latach 2009-2012 trzech przetargów, zostało zrealizowanych 45 projektów. Ogólne cele Porozumienia PECS to przede wszystkim włączenie Polski do programów ESA oraz przygotowanie do przyszłego członkostwa w organizacji międzynarodowej.

Trudności stojące przed podmiotami z Polski biorącymi udział w programie PECS to przede wszystkim: brak doświadczenia w realizacji projektów technologicznych przeznaczonych do wykorzystania w środowisku kosmicznym oraz brak doświadczenia związanego z aplikowaniem do projektów i programów ESA, a także niedostateczna wiedza o programach i misjach ESA.

Polskie podmioty, które uzyskały kontrakty i realizowały projekty w ramach PECS były pionierami polskiego przemysłu kosmicznego.⁸ Z tego powodu udział w powyższym programie został uznany za bardzo ważny czynnik wpływający na decyzję, czy dany podmiot powinien zostać uznany za członka sektora kosmicznego. Należy także pamiętać, że podkategoria ta dotyczy niskiego poziomu zaawansowania realizowanych przedsięwzięć. Nie występują w niej wymagania związane ze znacznym rozwojem zaplecza użytkowego, a projekty przyznawane w ramach programu koncentrowały się na podstawowych badaniach.

– **Aplikowanie w Programie Wsparcia Polskiego Przemysłu (PLIIS)**

Industry Incentive Scheme jest programem, który ma na celu umożliwienie jak najlepszego dostosowania krajowego sektora kosmicznego nowych państw członkowskich do udziału w programach i projektach kosmicznych po przystąpieniu do ESA. Jest to specjalna umowa akcesyjna z ESA ustanawiająca mechanizmy, które obowiązują w okresie przejściowym, zanim państwo zostanie pełnoprawnym członkiem europejskiej organizacji międzynarodowej. Powyższe

⁸ Wolański P., Banaszekiewicz M., Kłos Z., Ziółkowski J., Zdziarski A., *Udział Polski w badaniach kosmicznych*, NAUKA, 2008, nr. 3, str. 65-78.

mechanizmy są stosowane również w przypadku innych, nowych członków ESA (np. Czech, Rumunii, Węgier i Estonii).⁹

Program Wsparcia Polskiego Przemysłu został uruchomiony w 2013 r., po akcesji Polski do ESA 19 listopada 2012 r. i trwa do 2019 r. Nabór wniosków odbywa się w sposób ciągły, a wnioski rozpatrywane są kwartalnie.¹⁰

Z założenia obszary technologiczne rozwijane w ramach PLIIS powinny przygotowywać polskie podmioty do udziału w bardziej zaawansowanych programach obowiązkowych oraz opcjonalnych ESA, a także pozwolić na nawiązanie kontaktów międzynarodowych i włączenie w łańcuch dostaw europejskiego sektora kosmicznego. W związku z powyższym, projekty zgłaszane w ramach powyższego programu powinny nawiązywać do aktualnie subskrybowanych przez Polskę programów opcjonalnych lub korespondować z planami subskrypcji na przyszłość. Technologie rozwijane w ramach programów opcjonalnych dotyczą systemów wynoszenia, robotyki kosmicznej i misji eksploracyjnych, jak również zaawansowanych zagadnień z dziedziny nawigacji i obserwacji ziemi. Celem projektów nie jest rozwijanie technologii, które w Polsce istnieją i są już na wysokim poziomie zaawansowania.

Program PLIIS stawia nowe, trudniejsze (niż w przypadku PECS) wymagania przetargowe wobec polskich podmiotów. Projekty realizowane w ramach programu są skierowane do podmiotów przemysłowych, jednostek naukowo-badawczych oraz konsorcjów mieszanych. Aktywności finansowane w ramach PLIIS wymagają większego zaangażowania technologicznego w działalność kosmiczną niż PECS. Konkurencja w ramach programu PLIIS jest ograniczona jedynie do polskich podmiotów. Z założenia program jest ograniczony jedynie do jednostek i przedsiębiorstw zarejestrowanych w obrębie kraju, dla którego program został ogłoszony.

Uwzględnienie danych z PLIIS w procesie analizy jest konieczne, ponieważ jest to podstawowy program dla polskich podmiotów, który umożliwił rozwój współpracy z ESA. Do końca 2016 r.

⁹ Becker U., Williams E., Poirisse-Mougel N., Périon J., Morodo Testa M.C., *European Space Technology Master Plan 2016*, ESA-ESTEC, Paryż, 2016.

¹⁰ ESA, *Permanently Open Call for Outline Proposals under the Polish Industry Incentive Scheme - Invitation to Tender 1-8857*, Prezentowane podczas konferencji ESA Space Industry Day, Warszawa, 06.12.2016.

odbyły się trzy edycje przetargu, w których jeden podmiot, o statusie głównego konsorcjanta, mógł uzyskać finansowanie na maksymalnie dziewięć projektów. Przy ocenie wzięto pod uwagę zaangażowanie podmiotów i uwzględniono nie tylko otrzymanie finansowania na projekt. Proporcjonalnie przyznawano również punkty za samo złożenie wniosku.

– **Udział w programach opcjonalnych ESA**

Programy opcjonalne ESA są finansowane dobrowolnie przez państwa członkowskie poprzez wpłacanie składek. Dołączenie do istniejącego już programu jest ustalane w drodze negocjacji z krajami dotychczas je subskrybującymi oraz po wpłaceniu wymaganej składki. Podmioty z danych krajów mogą startować w przetargach, realizowanych w ramach programów subskrybowanych przez dany kraj. Programy opcjonalne koncentrują się na różnych obszarach technologicznych jak m.in.: budowa europejskiej rakiety nośnej, loty załogowe, robotyka, programy służące użytkowym zastosowaniom technik kosmicznych (telekomunikacja, obserwacja Ziemi, nawigacja), oraz programy obserwacji obiektów, w tym śmieci kosmicznych.

W trakcie posiedzenia Rady Ministerialnej ESA (1-2 grudnia 2016 r. w Lucernie/Szwajcaria), Polska delegacja zadeklarowała współfinansowanie poniższych programów opcjonalnych ESA, co umożliwiło uczestnictwo polskich podmiotów sektora kosmicznego w ich realizacji:

- Earth Observation Envelope Programme 5th Period EOEP 5 (2017-2021),
- ARTES Future Preparation (2017-2019),
- ARTES Next Generation Platform NEOSAT (2013-2020),
- ARTES Integrated Application Promotions IAP (faza 3, 2017-2019),
- Navigation Innovation and Support Programme NAVISP (element 2, 2017 – 2019),
- Future Launchers Preparatory Programme FLPP (okres 3 NEO, 2017-2019),
- European Exploration Envelope Programme E3P (okres 1, 2017-2019),
- Space Situational Awareness Programme SSA (okres 1, 2017-2019),
- General Support Technology Programme GSTP (element 1, 2017-2019),
- Prodex.¹¹

¹¹ ESA, *Permanently Open Call for Outline Proposals under the Polish Industry Incentive Scheme - Invitation to Tender 1-8857*, Prezentowane podczas konferencji ESA Space Industry Day, Warszawa, 06.12.2016.

Przetargi ogłaszane w ramach programów opcjonalnych odbywają się na warunkach konkurencji, z zastrzeżeniem udziału podmiotów z krajów, które realizują dany program opcjonalny, co oznacza, że w polskie firmy muszą konkurować z doświadczonymi podmiotami z Włoch, Francji, Niemiec, Wielkiej Brytanii, Hiszpanii, Szwecji, czy też Belgii. Projekty realizowane w ramach programów opcjonalnych charakteryzują się najwyższym poziomem zaawansowania technologicznego i wymagają od podmiotów ubiegających się o projekt doświadczenia na rynku kosmicznym.¹²

Większość podmiotów na polskim rynku kosmicznym posiada zbyt małe doświadczenie w tworzeniu instrumentów i systemów kosmicznych. Ich zaplecze przemysłowe, badawczo-rozwojowe, czy też informatyczne jest niewystarczające aby móc konkurować z dużymi podmiotami międzynarodowymi. W związku z powyższym, polskie podmioty często nie spełniają restrykcyjnych wymagań ESA stawianych w programach opcjonalnych. Koncepty realizowane w ramach wyżej wymienionych programów są skierowane do najbardziej doświadczonych podmiotów polskiego sektora kosmicznego i umożliwiają wyłonienie najbardziej zaawansowanych technologicznie jednostek i przedsiębiorstw.

– Udział w programach obowiązkowych ESA

Programy obowiązkowe są realizowane przez wszystkie państwa członkowskie ESA. Są one finansowane ze składek państw członkowskich (ich wielkość jest proporcjonalna do dochodu narodowego poszczególnych państw). Programy te obejmują swoim zakresem m. in. badania przestrzeni kosmicznej, rozwój kluczowych technologii kosmicznych i programy edukacyjne. Najważniejsze programy obowiązkowe ESA to:

- GSP – General Studies Programme,
- TRP – Basic Technology Research Programme,
- SP - Scientific Programme,
- GSC – Guiana Space Centre,
- ECI – European Component Initiative.

¹² Becker U., Williams E., Poirisse-Mougel N., Périon J., Morodo Testa M.C., *European Space Technology Master Plan 2016*, ESA-ESTEC, Paryż, 2016.

Ubieganie się o kontrakty ESA w ramach programów obowiązkowych stanowi duże wyzwanie, zwłaszcza dla sektora MŚP, z uwagi na fakt, że podczas konkursów polskie podmioty muszą konkurować z instytucjami i przedsiębiorstwami wszystkich państw członkowskich ESA.¹³

b. **Kategoria 2 – Realizacja projektów/kontraktów z agencjami narodowymi/głównymi integratorami systemowymi**

Współpraca międzynarodowa jest jednym z ważniejszych sukcesów europejskiego sektora kosmicznego. Ze względu na specyficzny charakter misji kosmicznych i zróżnicowane wymagania technologiczne poszczególnych podsystemów, dla pełnego powodzenia programu konieczne jest wykorzystanie kompetencji i doświadczenia podmiotów z wielu krajów. Kraje europejskie realizują działania kosmiczne przez własne agencje narodowe tj. DLR (Niemiecka Agencja Kosmiczna) i CNES (Francuska Agencja Kosmiczna). Instytucje te także realizują własne projekty kosmiczne, we współpracy z ESA lub poza nią. Ponadto na światowym rynku kosmicznym, własne programy kosmiczne rozwijają agencje – np. NASA i Roscosmos. Uzyskanie kontraktu z ramienia agencji potwierdza zaawansowanie technologiczne podmiotu oraz uznane doświadczenie na arenie międzynarodowej. Dodatkowym aspektem poddanym analizie, są kontrakty bezpośrednie z największymi światowymi podmiotami rynku kosmicznego (Airbus Defence and Space, Thales Alenia Space, czy OHB).

W celu podkreślenia międzynarodowego charakteru sektora kosmicznego oraz wyselekcjonowania podmiotów uznanych za doświadczonych dostawców systemów kosmicznych przez integratorów systemowych, uznano, iż kryterium to powinno zostać wprowadzone do oceny polskiego sektora kosmicznego.

c. **Kategoria 3 – Realizacja projektów w ramach konkursów Komisji Europejskiej (KE) w ramach programów: FP6 (Framework Programme), FP7, Horyzont 2020**

KE realizuje oraz realizowała projekty kosmiczne w ramach programów FP6 i FP7 oraz aktualnie w ramach kontynuacji dwóch powyższych: w programie Horyzont 2020. Europejska Polityka

¹³ Becker U., Williams E., Poirisse-Mouguel N., Périon J., Morodo Testa M.C., *European Space Technology Master Plan 2016*, ESA-ESTEC, Paryż, 2016.

Kosmiczna (*European Space Policy*) określa jako priorytetowe realizację programu Horyzont 2020 w zakresie przestrzeni kosmicznej (*Space*) oraz budowę i eksploatację systemów satelitarnych Copernicus i Galileo. Działania Unii Europejskiej w tym obszarze uzupełniają wysiłki państw członkowskich i kluczowych podmiotów w sektorze, w tym ESA.

Aby wnioskować o projekty KE konieczne jest spełnienie wielu wymogów merytorycznych oraz formalnych związanych z ubieganiem się o finansowanie lub współfinansowanie koncepcji. Projekty muszą mieć wymiar europejski, spełniać kryteria oceny takie jak *excellence, impact, implementation* oraz uwzględniać konieczność złożenia propozycji konkursowej przez co najmniej trzech partnerów z trzech różnych krajów.

Programy realizowane przez KE wymagają znacznego zaangażowania zarówno ze strony przedsiębiorstwa, jak i ze strony jednostki naukowo-badawczej. Konieczne jest doświadczenie w zarządzaniu etapami prac B+R oraz rozwinięty park technologiczny, niekiedy również finansowy wkład własny. Polskie podmioty muszą wykazać się dużym doświadczeniem w realizowanych projektach KE oraz uznaniem na rynku międzynarodowym.

d. **Kategoria 4 – Realizacja projektów Narodowego Centrum Badań i Rozwoju (NCBR)**

Programy realizowane przez NCBR skierowane są do przedstawicieli przemysłu oraz nauki z różnych dziedzin badawczych, a nie bezpośrednio do podmiotów sektora kosmicznego. Oferta programów NCBR nawiązuje m.in. do: technologii stosowanych w lotnictwie, innowacyjnych rozwiązań przemysłowych, systemów i urządzeń wykorzystywanych dla obronności kraju, technologii i procesów materiałowych, rozwiązań telekomunikacyjnych, informacyjnych, a także związanych ze środowiskiem naturalnym. Szeroki obszar wspierany przez NCBR, spowodował konieczność analizy zrealizowanych projektów w celu wyłonienia powiązanych z technologiami kosmicznymi. Podczas analizy rozpatrywano projekty, które otrzymały finansowanie w ramach programów: Lider, MNT, INNOTECH, INNOLOT, GRAF-TECH, Eureka, Gekon, Demonstrator+, Szybka Ścieżka, a także: Programu Operacyjnego Innowacyjna Gospodarka, Programu Badań Stosowanych oraz programów dotyczących współpracy międzynarodowej.

Podczas analizy tematyki dokonano podziału projektów na trzy podkategorie: projekty ściśle związane z aplikacjami kosmicznymi, projekty pośrednio związane z działalnością kosmiczną oraz takie których zastosowanie w sektorze kosmicznym jest potencjalnie możliwe w przyszłości.

Koncepcje zakwalifikowane do grupy projektów ściśle związanych z aplikacjami kosmicznymi, charakteryzują się bezpośrednim odniesieniem do rynku kosmicznego i traktują o procesach, technologiach oraz badaniach dla niego istotnych. Wyniki tych projektów zostały lub będą wykorzystane w elementach misji kosmicznych, lub rozwijają potencjał polskiego sektora kosmicznego.

Do grupy projektów o zastosowaniu pośrednim kwalifikują się koncepcje nieprzeznaczone jednoznacznie dla aplikacji kosmicznych, ale takie, które mogą przez sektor kosmiczny być wykorzystane suplementarnie do ich fundamentalnego zastosowania. Do tej kategorii zakwalifikowane zostały systemy, aplikacje oraz procesy technologiczne lub materiały, które początkowo nie były skierowane na rynek kosmiczny, ale np. do innej dziedziny wysokich technologii, jednak możliwy jest transfer danego rozwiązania do zastosowań kosmicznych. Są to m.in. projekty związane z lotnictwem, o właściwościach przydatnych także w aplikacjach kosmicznych.

Podkategoria „projekty przyszłościowe” dotyczy koncepcji ściśle związanych z działalnością badawczo-rozwojową. Są to projekty na początkowym etapie zaawansowania dotyczące badań fundamentalnych i poszukiwania zastosowań dla opracowywanych rozwiązań. Systemy, aplikacje i procesy realizowane w ramach projektów przyszłościowych nie są jeszcze całkowicie przebadane, a ich użyteczność dla sektora kosmicznego nie została w pełni potwierdzona. Posiadają one natomiast potencjał wykorzystania w przyszłości i wpisują się w trend poszukiwania nowych technologii i rozwiązań dla rynku (np. technologie generyczne).

Poprzez udział w projektach podmioty rozwijają swoje zaplecze przemysłowe, badawcze oraz informatyczne, a także zwiększają doświadczenie niezbędne w bardziej zaawansowanych programach kosmicznych. Uwzględnienie projektów realizowanych w ramach programów NCBR pozwala na uwzględnienie działalności badawczo-rozwojowej analizowanych podmiotów jako elementu klasyfikującego je do sektora kosmicznego.

e. **Kategoria 5 – Posiadane zaplecze technologiczne (produkcyjne/IT)**

Posiadane zaplecze technologiczne jest jedną z ważniejszych cech podmiotu przemysłowego, świadcząca o dokonanych inwestycjach oraz zdolnościach inwestycyjnych przedsiębiorstwa w działalność i rozwój sektora kosmicznego.

Jest to kryterium świadczące również o gotowości zaangażowania się w łańcuch dostaw dla europejskich podmiotów oraz sprostania wymaganiom ESA, jak i tzw. dużych integratorów systemowych. Dzięki odpowiednim inwestycjom w park maszynowy i zaplecze informatyczne oraz licencjonowane oprogramowanie rekomendowane przez ESA, polskie firmy mogą ubiegać się o bardziej odpowiedzialne i rentowne projekty realizowane ramach europejskich programów kosmicznych.

Przemysł kosmiczny wymaga: wyspecjalizowanych urządzeń i stanowisk do przeprowadzania testów procesów produkcyjnych, laboratoriów o wysokim stopniu czystości umożliwiającymi testowanie w warunkach specjalistycznych, aparatury testowej, oprogramowania etc. Posiadanie zaplecza produkcyjnego i IT wiąże się z dużymi nakładami finansowymi i inwestycjami, co stanowi barierę zwłaszcza dla sektora MŚP. Posiadana infrastruktura świadczy o długofalowej strategii podmiotu i jego zaangażowaniu w działalność kosmiczną. Firmy wyposażone w sprzęt i infrastrukturę badawczą są potencjalnymi liderami sektora i w przyszłości mogą być zdolne do realizacji narodowego programu kosmicznego.

f. **Kategoria 6 – Posiadane zaplecze badawczo-rozwojowe**

Zaplecze badawczo-rozwojowe wymaga znacznego zaangażowania finansowego oraz wykwalifikowanej kadry naukowej i inżynierskiej. Infrastruktura naukowa jest nieodzowną częścią przemysłu wysokich technologii, a zwłaszcza technologii kosmicznych. Zaawansowane laboratoria, wyspecjalizowane sprzęty testowe oraz kadra specjalistów pozwala na ciągły rozwój sektora.

Zaplecze badawczo-rozwojowe jest kluczowe dla sektora kosmicznego ze względu na: jednostkowe zapotrzebowanie, specyficzne wymagania technologiczne oraz prowadzenie zaawansowanych testów instrumentów projektowanych na potrzeby kosmiczne. Każdy projekt z zakresu inżynierii kosmicznej wymaga długiej i szczegółowej kampanii testowej, podczas której wykorzystywana jest zaawansowana aparatura pomiarowa, często dostępna tylko

w indywidualnych instytucjach na całym świecie. Uwzględnienie powyższego zaplecza jest konieczne, także ze względu na znaczącą wagę badań naukowych w projektach związanych z wykorzystaniem przestrzeni kosmicznej.

g. Kategoria 7 – Normy jakości

Elementy i podzespoły wysyłane w przestrzeń kosmiczną muszą spełniać szereg norm jakości i przejść pozytywnie wszystkie przewidziane testy. Wymuszają to warunki jakim poddane są instrumenty w przestrzeni kosmicznej takie jak m.in.: radiacja, próżnia, zmienna temperatura etc. Podczas realizacji projektu kosmicznego należy brać pod uwagę brak możliwości naprawy ewentualnej awarii oraz negatywny wpływ na otoczenie uszkodzonego obiektu (np. awaria satelity uniemożliwiająca korygowanie orbity). W wyniku nieprzewidzianego błędu nie ma możliwości odzyskania zbudowanego sprzętu, a także istnieje ryzyko uszkodzenia innych sprawnych obiektów. W związku z powyższym normy jakości wyznaczone dla technologii kosmicznych są bardzo restrykcyjne.

Kolejnym aspektem są wymagania związane z misjami załogowymi oraz wojskowymi. Certyfikaty wymagane w działalności kosmicznej to m.in. certyfikaty ESA *Space Qualified*, ale także normy ISO, koncesje przemysłowe i wojskowe w przypadku technologii związanej z obronnością kraju. Spełnienie norm jakości wymaga nakładów finansowych oraz zaangażowania podmiotu w przystosowanie procesów produkcyjnych oraz infrastruktury badawczo-rozwojowej. Dbłość o spełnianie norm i uzyskanie certyfikacji wskazuje, że dane przedsiębiorstwo lub jednostka naukowa jest zaangażowane w działalność sektora oraz posiada długofalowe plany na rozwój w dziedzinie tworzenia kompetencji w tym zakresie.

h. Kategoria 8 – Ochrona własności intelektualnej

Kryterium świadczącym o strategii rozwoju podmiotu w branży kosmicznej jest ochrona własności intelektualnej wytworzonej w ramach prowadzonych badań naukowych, prac rozwojowych lub przemysłowych w dyscyplinach związanych bezpośrednio z przemysłem kosmicznym. Uzyskiwanie patentu na wynalazek jest procesem trudnym i kosztownym, zwłaszcza przed Europejskim Urzędem Patentowym czy urzędami narodowymi. Przeanalizowano bazy patentowe tak, aby wyselekcjonować dokonane zgłoszenia przed urzędem Patentowym Rzeczypospolitej Polskiej (UP

RP), Europejskim Urzędem Patentowym (EPO) czy w trybie PCT (Patent Cooperation Treaty) polskich podmiotów. W wyniku poszukiwań uzyskano dane świadczące o dokonywaniu ochrony w zakresie bezpośrednio i pośrednio związanym z przemysłem kosmicznym. Przeanalizowano opisy patentowe i podzielono zgłoszenia i uzyskane patenty na kategorie: i) wynalazki stosowane w sektorze kosmicznym, dedykowane do prac w środowisku kosmicznym, ii) wynalazki o szerokim potencjale aplikacyjnym, zakładającym transfer technologii do zastosowań ziemskich (zastrzeżenia pozwalające na szeroką ochronę).

3.3 Ocena podmiotów na podstawie wyznaczonych kryteriów

Tab. 1 Kryteria oceny polskiego sektora kosmicznego

Kryteria oceny polskiego sektora kosmicznego				
Rodzaj kryterium	L.p.	Kryterium	Waga kryterium [%]	
		Rejestracja podmiotu na elektronicznym portalu przetargowym ESA EMITS	WARUNEK KONIECZNY	
Kontekst międzynarodowy	1	Realizacja projektów z ESA, w tym:	50	40
		a. PECS		
		b. PLIS		
c. Programy opcjonalne				
	d. Programy obowiązkowe			
	2	Realizacja projektów/kontraktów z agencjami narodowymi/głównymi integratorami systemowymi		3
	3	Realizacja projektów w ramach konkursów Komisji Europejskiej w ramach programów: FP6, FP7 lub Horyzont 2020 w obszarze technologii kosmicznych		7
Kontekst krajowy	4	Realizacja projektów B+R (NCBR):	20	20
		a. Ścisłe aplikacje kosmiczne		
		b. Pośrednie zastosowanie kosmiczne		
	c. Przyszłościowe			

Infrastruktura	5	Posiadane zaplecze technologiczne (zaplecze produkcyjne/IT)	15	10
	6	Posiadane zaplecze badawczo-rozwojowe		12
	7	Normy jakości/Certyfikaty		3
Ochrona własności	8	Ochrona własności intelektualnej	5	5

Oceniając polski sektor kosmiczny uwzględniono wszystkie aspekty świadczące o aktywności i zaangażowaniu polskich podmiotów w działalność kosmiczną (Tab. 1). Za kluczowy uznano kontekst międzynarodowy, na który składają się współpraca z ESA, KE oraz dużymi podmiotami prywatnymi i zagranicznymi organizacjami kosmicznymi. Aktualnie w wyniku braku krajowej ścieżki rozwoju potencjału kosmicznego, współpraca międzynarodowa oferuje najwięcej możliwości rozbudowujących kompetencje technologiczne podmiotów. Należy również zauważyć kluczowe znaczenie krajowej działalności kosmicznej co ukazano poprzez uwzględnienie udziału ocenianych podmiotów w programach badawczo-rozwojowych oferowanych przez NCBR. W system oceny włączono także infrastrukturę (zarówno przemysłową, jak i naukową) oraz procedury wykorzystywane w celu ochrony własności intelektualnej przez przedsiębiorstwo lub instytucję naukową.

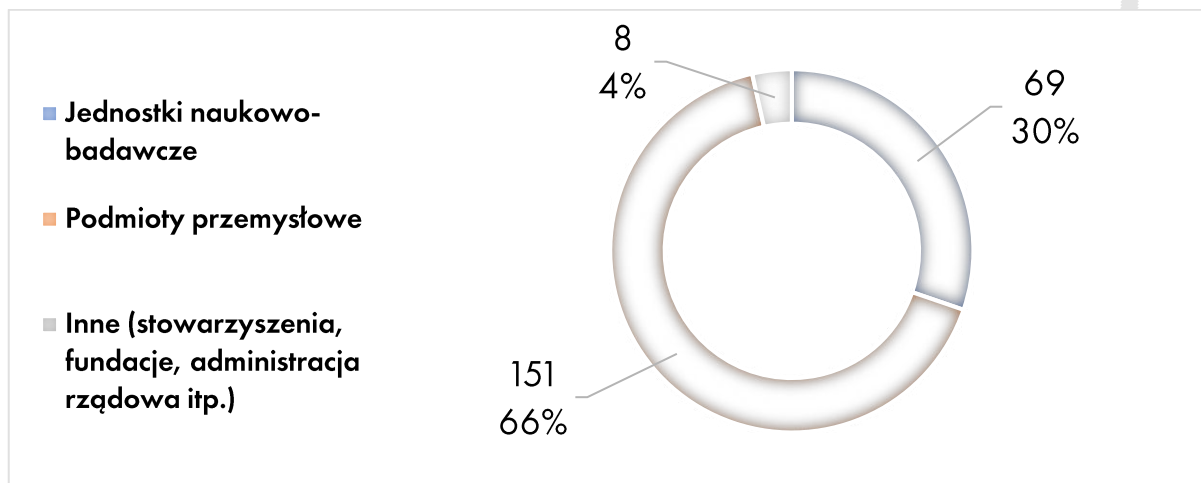
Warunkiem *sine qua non* do uznania danego podmiotu za potencjalnego członka polskiego sektora kosmicznego podczas procesu analizy była rejestracja na portalu EMITS/ESA-STAR. W wyniku tego wymogu do procesu oceny zakwalifikowano 351 podmiotów. Po wstępnej ocenie oraz selekcji z uwagi na błędy formalne oraz prawne (powtarzające się konta, błędne nazwy, jednostki zlikwidowane i znajdujące się w stanie upadłości, brak informacji o podmiocie oraz brak działalności związanej z przemysłem kosmicznym) odrzuconych zostało 123 podmiotów. Następnie przeanalizowano aktywność 228 pozostałych, które wyłoniono na drodze opisanej wcześniej wstępnej oceny.

Proces analizy sektora kosmicznego wymagał długotrwałego etapu weryfikacyjnego pozyskanych danych. Informacje o jednostkach naukowo-badawczych oraz przemysłowych

uzyskano głównie z danych publicznych lub były dostarczane przez partnerów podczas spotkań oraz wizyt studyjnych odbytych przez pracowników PAK. W celu poprawnej weryfikacji potencjału podmiotu, dokonywano także konsultacji telefonicznych z przedstawicielami powyższych podmiotów. Dane dotyczyły: zaplecza i infrastruktury podmiotu, predyspozycji oraz doświadczenie w wykonywaniu i wdrażaniu określonych projektów/rozwiązań technologicznych lub informatycznych. Potencjał podmiotów był badany wnikliwie i bezstronnie w celu osiągnięcia przejrzystego i opierającego się na rzetelnej analizie obrazu polskiego sektora kosmicznego. Każdy z ocenianych podmiotów mógł uzyskać maksymalnie 100 punktów w każdej z podkategorii/kategorii. Punktacja końcowa została oszacowana na podstawie sumy zdobytych punktów po analizie poszczególnych kryteriów z uwzględnieniem odpowiednich, nadanych wag. W rezultacie, po przeprowadzeniu indywidualnego procesu oceny każdego z podmiotów, uzyskano rozkład wyników (Rys.2). Do polskiego sektora kosmicznego zakwalifikowano podmioty, które uzyskały minimalnie 30 punktów na 100 w procesie oceny.

4. Omówienie wyników przeprowadzonej oceny sektora kosmicznego w Polsce

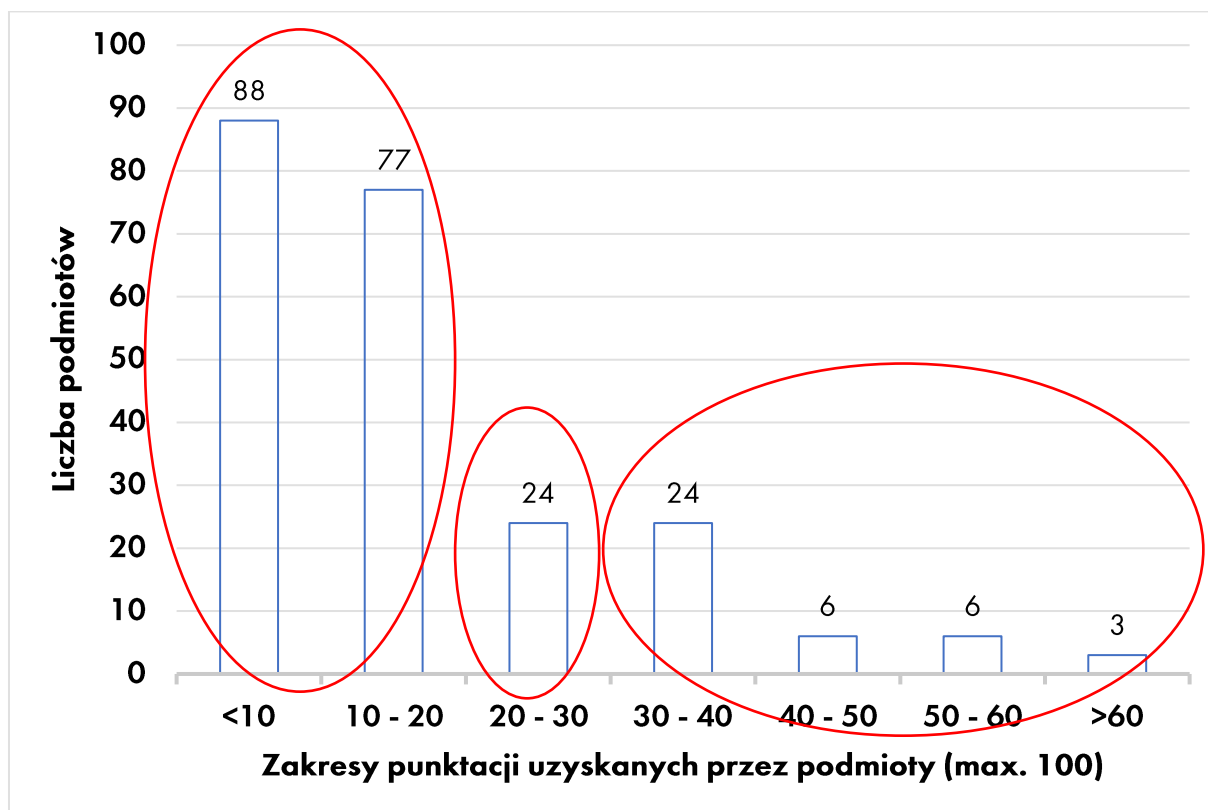
W grupie 228 podmiotów, wyłonionych na drodze wstępnej oceny, znajdują się zarówno instytucje badawczo-rozwojowe, jak i przedstawiciele przemysłu (Rys. 1). Na podmioty *Inne* składają się stowarzyszenia, fundacje oraz organy administracyjne, które nie realizują projektów kosmicznych, ale stanowią tzw. otoczenie sektora.



Rys. 1 Podział analizowanych podmiotów (z pośród 228 przeanalizowanych podmiotów) pod względem rodzaju działalności

Każdy z analizowanych podmiotów w procesie oceny mógł otrzymać maksymalnie 100 punktów. Rys. 2 odzwierciedla stan faktyczny, w którym tylko kilkanaście firm i instytutów badawczych ubiega się o udział w projektach kosmicznych. Jest to zrozumiałe dla młodych i dopiero rozwijających się dziedzin przemysłu, jaką jest w Polsce działalność na rzecz misji kosmicznych. W związku z dużym zaawansowaniem technologii kosmicznych za podmioty wchodzące w skład polskiego sektora kosmicznego, uznano przedsiębiorstwa, uczelnie oraz jednostki naukowo-badawcze, które uzyskały powyżej 30% maksymalnej liczby punktów (Rys. 3). Do tej grupy zaliczają się podmioty, które aktywnie uczestniczą w programach kosmicznych oferowanych przez organizacje międzynarodowe (m.in. ESA) oraz dbają o rozwój własnego zaplecza technologicznego. Podmioty, które uzyskały liczbę punktów mieszczącą się w przedziale 20-30% maksymalnej liczby punktów, zostały zakwalifikowane do grupy podmiotów, które w momencie powstania sprzyjających warunków rozwoju w kraju (Krajowego Programu Kosmicznego) będą w stanie rozpocząć działalność kosmiczną. Podmioty te posiadają duży potencjał rozwojowy. Jednostki naukowo-badawcze i firmy, które uzyskały poniżej 20% maksymalnej

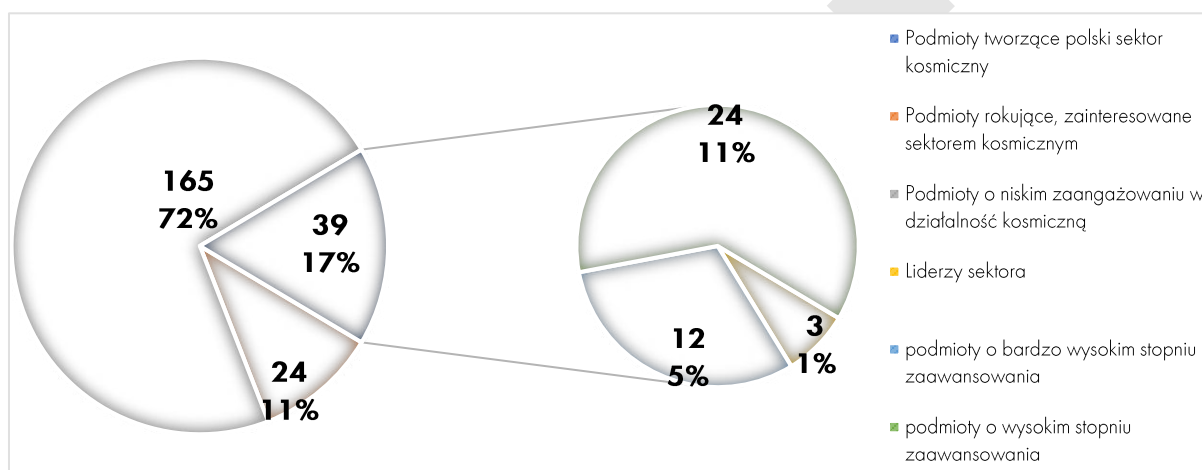
liczby punktów, są na początkowym etapie rozwoju i zgłaszają zainteresowanie rozpoczęciem działalności kosmicznej w przyszłości (Rys. 2) jednak obecnie nie zostały zakwalifikowane jako członkowie polskiego sektora kosmicznego.



Rys. 2 Histogram liczby podmiotów w zależności od zakresów punktacji uzyskanych przez analizowane podmioty podczas procesu oceny polskiego sektora kosmicznego

Według przeprowadzonych badań tylko niewielka część podmiotów charakteryzuje się dużą aktywnością w realizacji projektów z dziedziny kosmicznej oraz zapleczem technologicznym wymaganym do tego typu działalności. 39 podmiotów, które aktywnie i z dużym zaangażowaniem uczestniczą w większości programów ESA, posiadają wymagane zaplecze technologiczne oraz badawczo-rozwojowe, a także spełniają wymagane normy, tworzy trzon polskiego sektora kosmicznego. Sektor ten posiada trzech liderów, o najwyższym poziomie zaangażowania i liczbie projektów kosmicznych. Ponadto, wprowadzono kategorie *podmioty o bardzo wysokim stopniu zaawansowania i wysokim stopniu zaawansowania*. W kategorii *podmioty o bardzo wysokim stopniu zaawansowania* mieści się 12 podmiotów, które są istotnie zaangażowane w projekty kosmiczne, posiadają wymagane zaplecze technologiczne, ale liczba realizowanych przez nich projektów oraz

poziom ich rozwoju odbiega od liderów. Podmiotów o statucie *wysoki stopień zaawansowania* jest ok. 11%, są to podmioty zaangażowane w sektor, ale nie jest on ich główną działalnością gospodarczą. W wyniku tego realizują mniej projektów związanych z działalnością kosmiczną i posiadają mniejsze zaplecze technologiczne, B+R i IT niż podmioty, dla których działalność kosmiczna jest kluczowym obszarem aktywności. W kolejnej kategorii podmiotów nazwanych *rokujące* zidentyfikowano podmioty, które nie posiadają projektów kosmicznych lub posiadają ich niewiele, posiadają bardzo małe lub w ogóle nie posiadają zaplecza technologicznego, B+R lub IT, ale istnieje możliwość, że w przyszłości zaczną prowadzić działalność na polskim rynku kosmicznym. W ostatniej kategorii znalazły się podmioty, których aktywność pośrednio związana jest z sektorem kosmicznym, ale obecnie nie odnotowuje się żadnych inicjatyw w tym kierunku (Rys. 3).

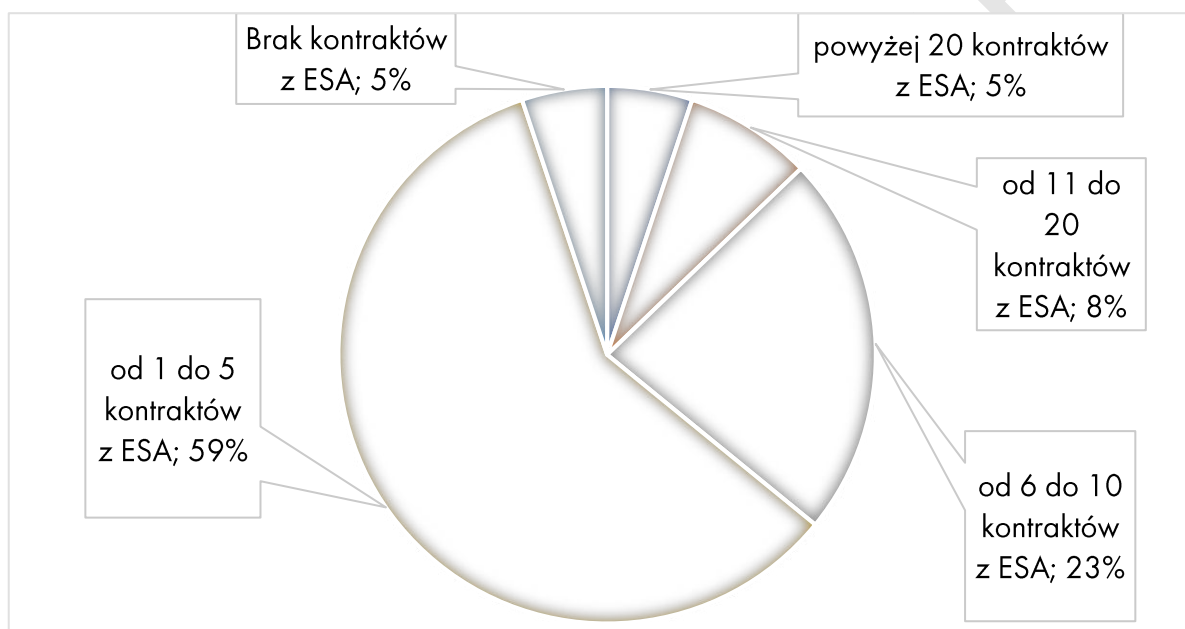


Rys. 3 Podział analizowanych podmiotów ze względu na zakresy punktacji do jakich zostały one zakwalifikowane w procesie oceny polskiego sektora kosmicznego

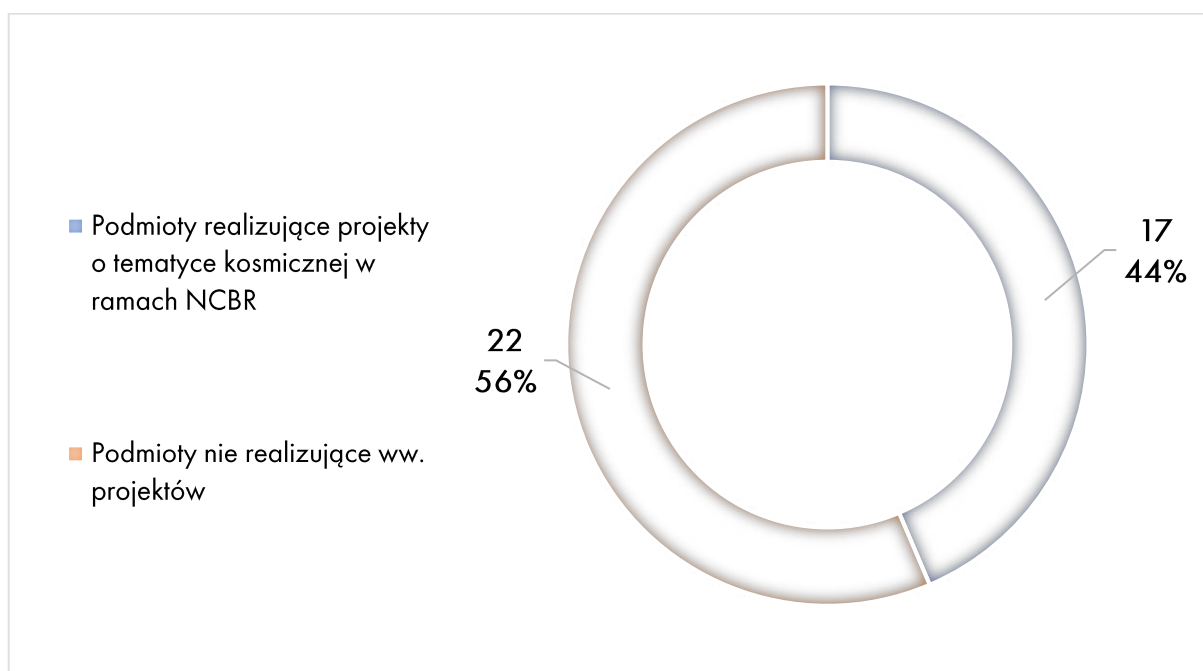
Polski sektor kosmiczny charakteryzuje się znacznym zróżnicowaniem stopnia zaawansowania technologicznego poszczególnych podmiotów. Obecnie przedstawiciele polskiego sektora kosmicznego nie są zdolni do zrealizowania misji pozaziemskej. Jednak istnieje kilka przedsiębiorstw, które są pretendenciami do uzyskania w przyszłości statusu integratora misji kosmicznych. Większość podmiotów zainteresowanych jest podwykonawstwem i realizacją niewielkich składowych projektów kosmicznych.

Dalszą analizę podmiotów ograniczono do jednostek naukowych i firm zakwalifikowanych jako polski sektor kosmiczny (39 podmiotów).

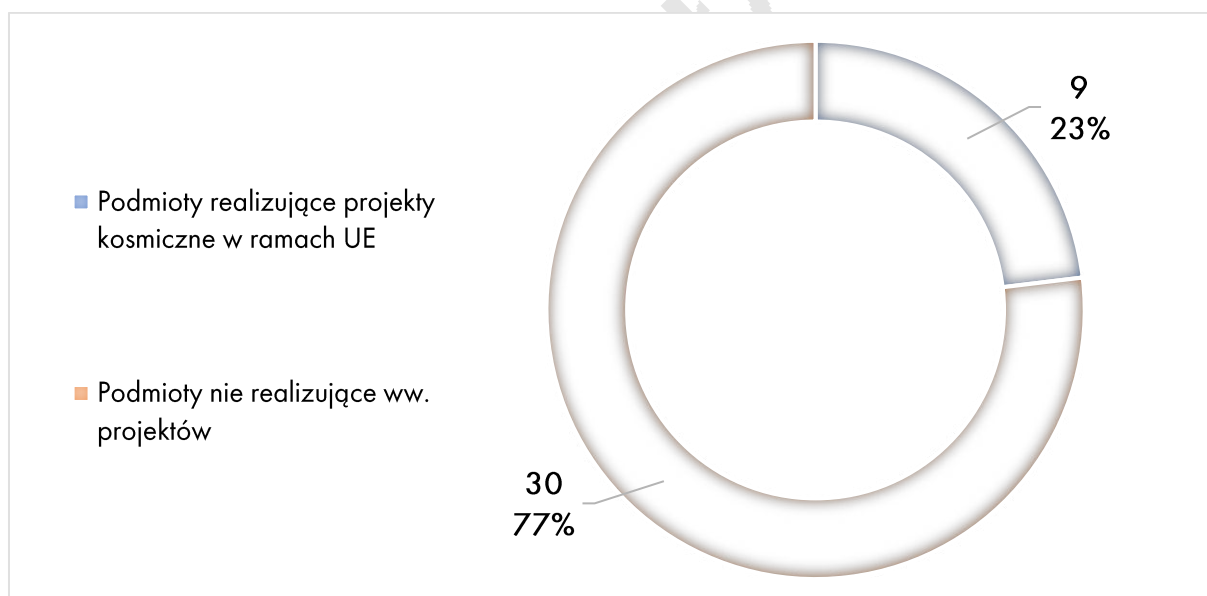
Podmioty zdefiniowane jako ścisły sektor kosmiczny w większości biorą aktywny udział w przetargach organizowanych przez Europejską Agencję Kosmiczną (Rys. 4). W powyższej grupie występują podmioty, dla których realizacja przetargów z ESA jest główną częścią działalności. Instytucje i przedsiębiorstwa te zrealizowały lub są w trakcie realizacji kilkunastu projektów w ramach ESA. Większość podmiotów polskiego sektora kosmicznego do końca 2016 r. zdobyła maksymalnie 5 kontraktów ESA. W wyniku analizy zauważono, iż znacznie mniej przedsiębiorstw i jednostek naukowych realizuje projekty kosmiczne w ramach programów ogłaszanych poza ESA, czyli np. przez NCBR lub UE (Rys. 5, Rys. 6).



Rys. 4 Liczba podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów), które uzyskały kontrakty z programów ESA (PECS, PLIIS, Obowiązkowych i Opcjonalnych) w latach 2009 – 2016 w podziale na przedziały



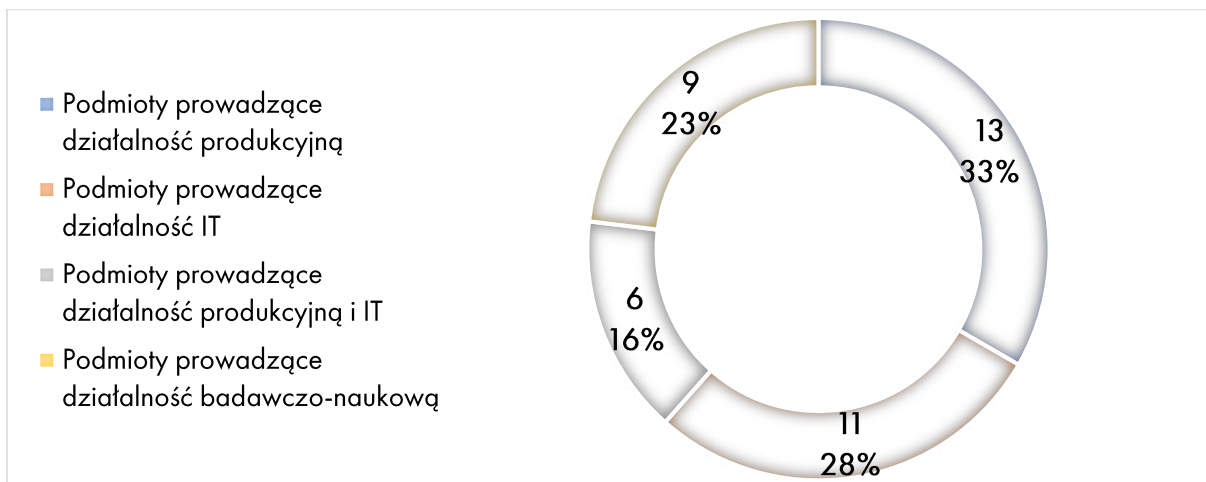
Rys. 5 Podział podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) ze względu na realizację projektów o tematyce kosmicznej w ramach NCBR



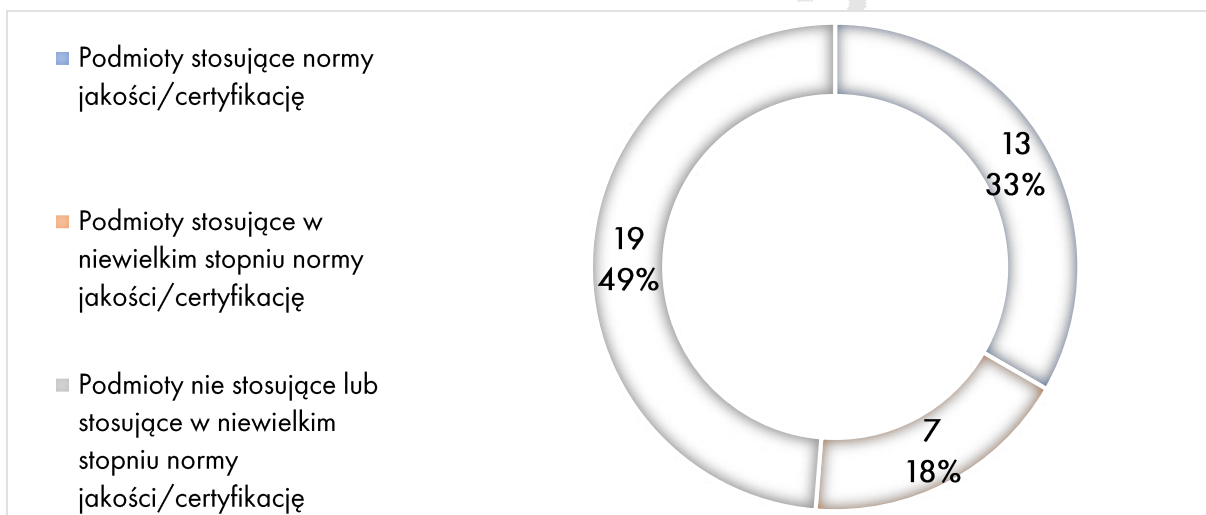
Rys. 6 Podział podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) ze względu na realizację projektów o tematyce kosmicznej w ramach UE

Znaczną część polskiego sektora stanowią podmioty, których działalność związana jest z technologiami informacyjnymi, zarządzaniem danymi, oprogramowaniem na cele kosmiczne oraz aplikacjami wykorzystującymi dane satelitarne. W większości są to firmy zajmujące się produkcją instrumentów i mechanizmów kosmicznych oraz prowadzące działalność badawczo-rozwojową

(Rys 7). Ponad połowa podmiotów zakwalifikowanych do polskiego sektora kosmicznego w niewielkim stopniu korzysta z norm jakości (Rys. 8).

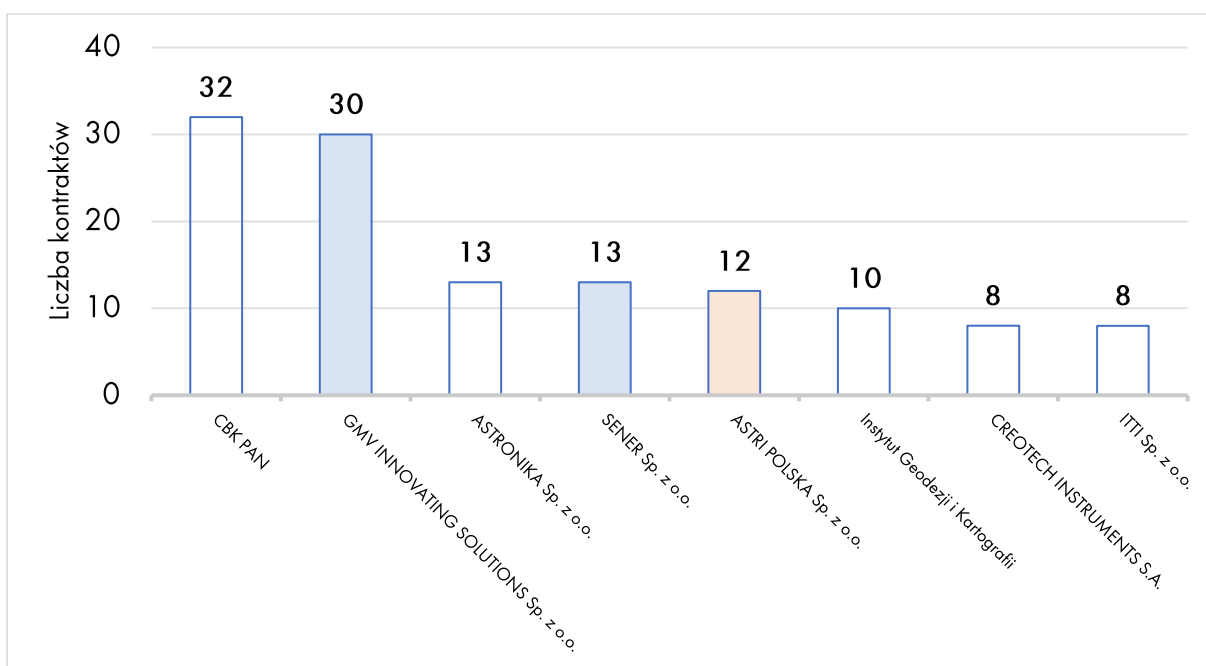


Rys 7 Podział podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) ze względu na rodzaj prowadzonej działalności

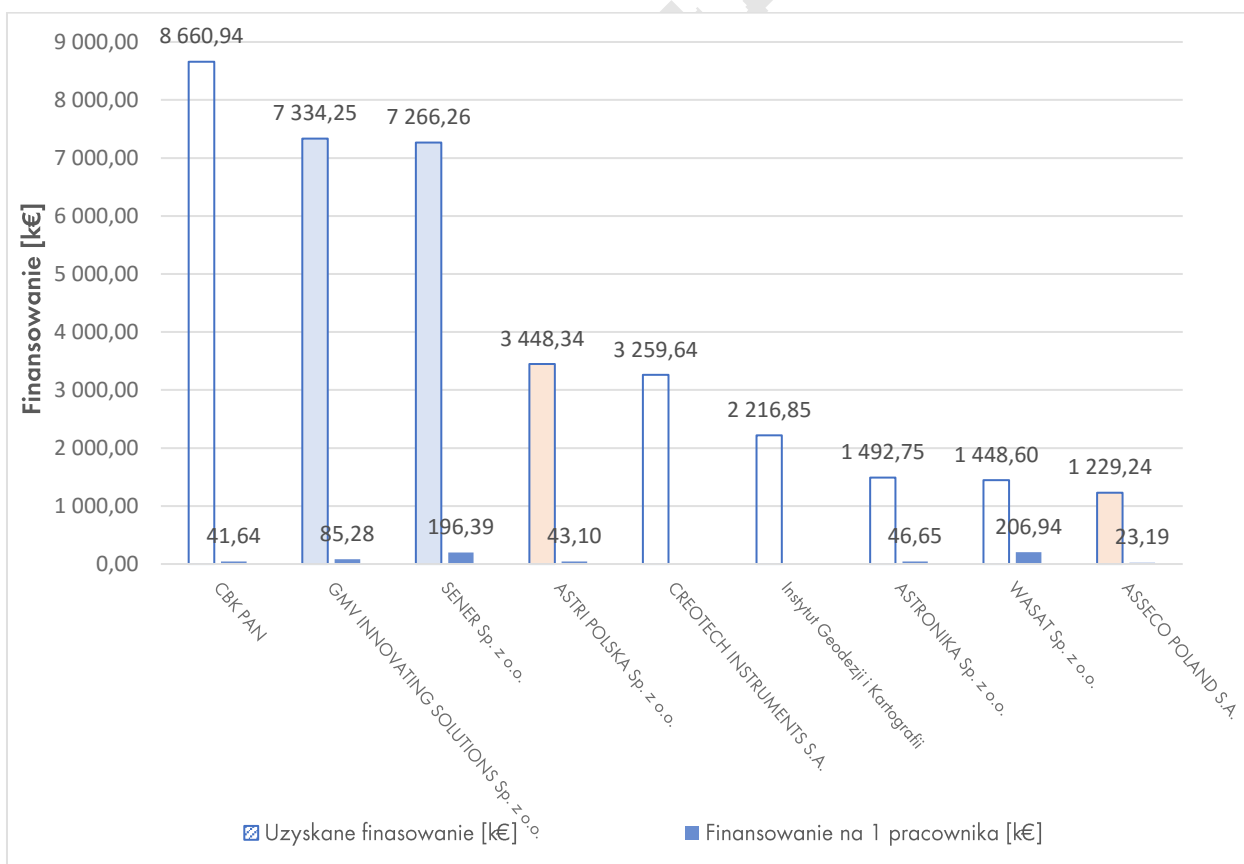


Rys. 8 Podział podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) ze względu na stosowane normy jakości

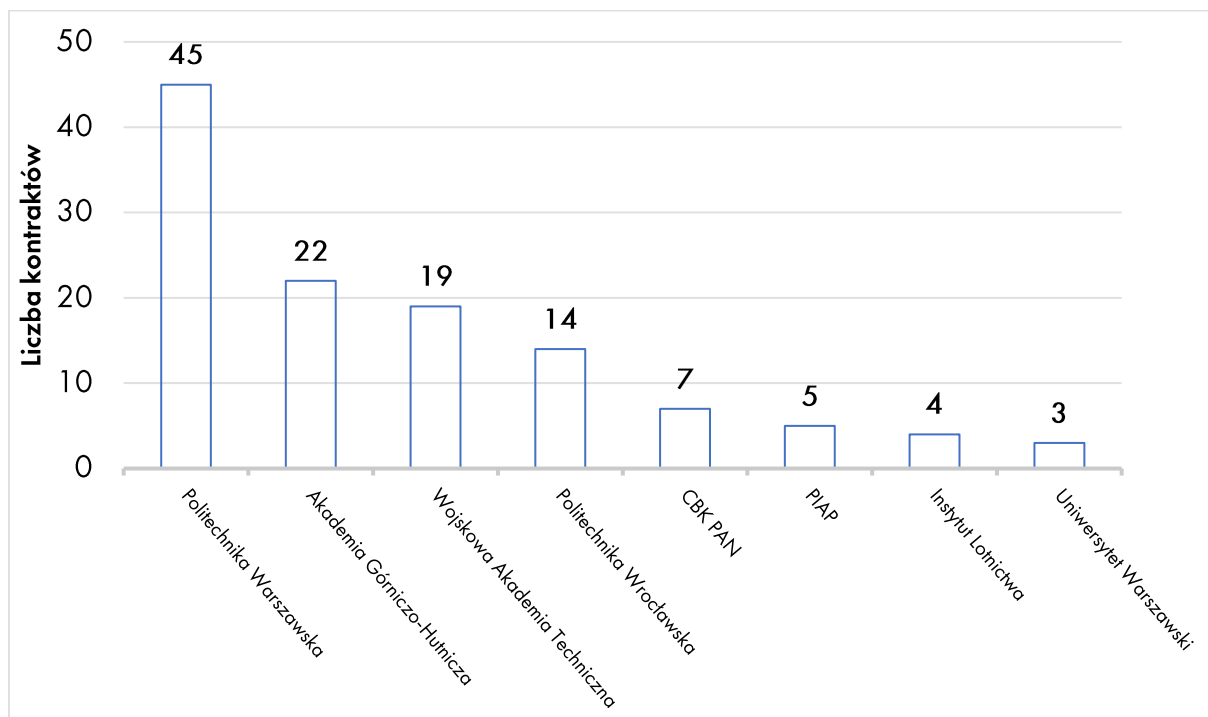
Podmioty, które do końca roku 2016 uzyskały najwięcej projektów z ESA, przedstawia Rys. 9, natomiast Rys. 10 prezentuje klasyfikację względem uzyskanego finansowania. Najbardziej aktywne podmioty, realizujące projekty o tematyce kosmicznej, w ramach programów NCBR ilustruje Rys. 11. Należy zaznaczyć, iż najbardziej aktywne w programach oferowanych przez NCBR są jednostki naukowo-badawcze, co wynika z badawczego charakteru oferowanych programów i wymagań stawianych przez NCBR.



Rys. 9 Ranking podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) w zależności od liczby kontraktów uzyskanych z ESA w latach 2009 – 2016 (rodzaj kapitału podmiotu: kreskowanie – kapitał polski, niebieski kapitał – zagraniczny, pomarańczowy – kapitał mieszany).



Rys. 10 Ranking podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) w zależności od kwoty uzyskanego finansowania w ramach kontraktów uzyskanych z ESA w latach 2009 – 2016 (rodzaj kapitału podmiotu: kreskowanie – kapitał polski, niebieski kapitał – zagraniczny, pomarańczowy – kapitał mieszany).



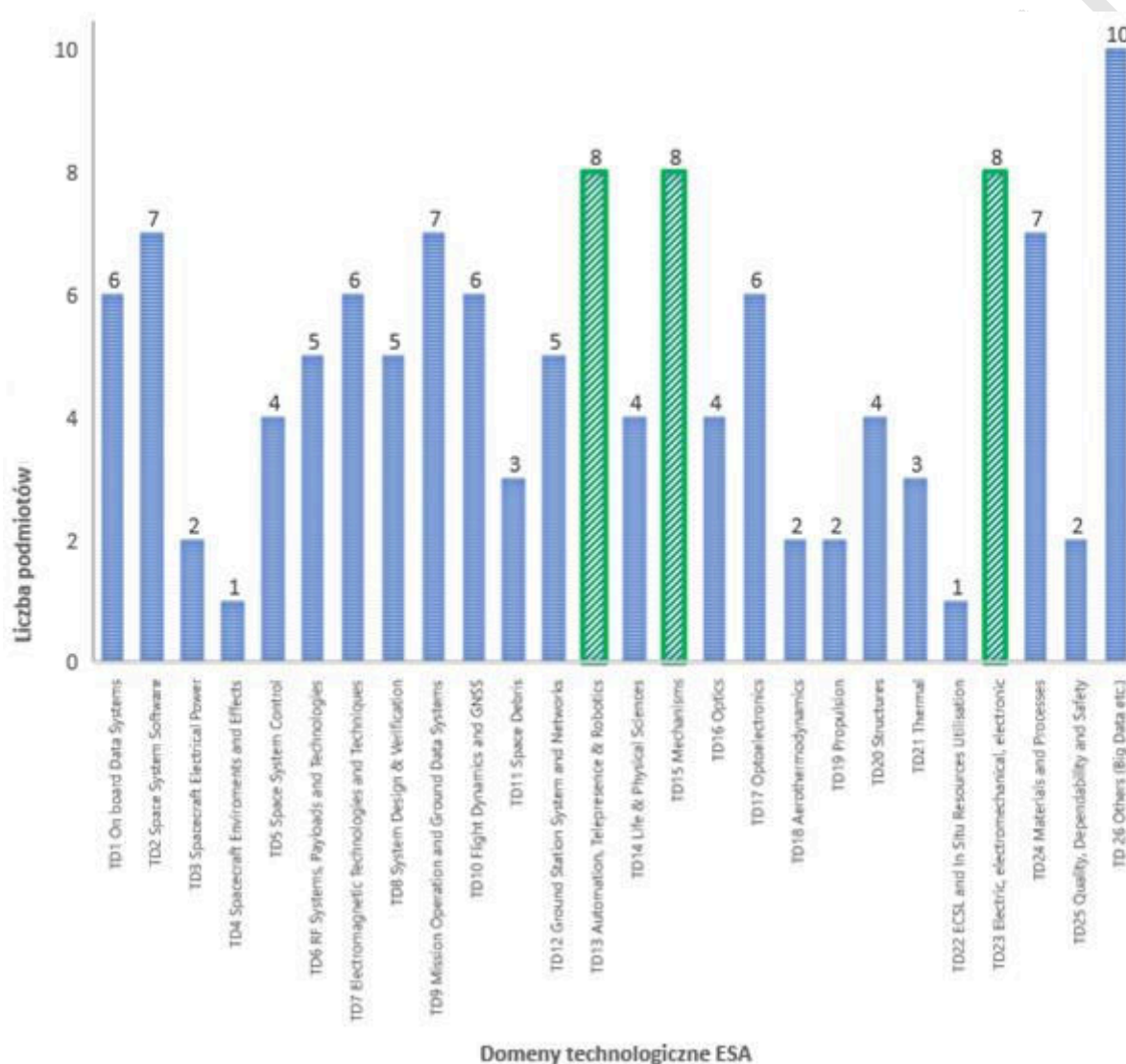
Rys. 11 Ranking podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) w zależności od liczby uzyskanych kontraktów o tematyce związanej z sektorem kosmicznym, w ramach NCBR w latach 2008 – 2016 (Szybka Ścieżka, PBS i inne)

4.1 Analiza pod względem domen technologicznych ESA

Analiza pod względem domen technologicznych wykazała, iż kluczowe dla polskiego sektora są domeny tj. Mechanizmy (TD15), Automatyka i Robotyka (TD13) oraz Komponenty elektroniczne (EEE TD17) (Rys. 11), a także technologie informacyjne, w tym głównie zarządzanie i wykorzystanie danych wielkoformatowych (tzw. Big Data). Poniższe badanie nie pozwoliło jednak na miarodajną ocenę sektora w tej kwestii.

Analiza polskiej branży kosmicznej wymaga zbadania konkretnych dziedzin nauki i techniki, pod względem posiadania kompetencji (lub ich braku) przez podmioty wspomnianego sektora. W związku z silnym powiązaniem sektora z ESA, podjęto próbę przyporządkowania podmiotów należących do polskiego sektora kosmicznego do dziedzin technologii opisanych przez drzewo technologiczne ESA (Rys. 12). Wyznaczenie specjalizacji polskiego przemysłu przez domeny technologiczne jest jednak utrudnione, ze względu na niesprecyzowane obszary działalności podmiotów oraz szerokie deklaracje zainteresowań i kompetencji. Poszczególne podmioty nie kwalifikują się tylko do jednego obszaru działalności, określanego przez drzewo technologiczne ESA. Ponadto, elementy i podsystemy wykonywane przez podmioty, w ramach poszczególnych

kontraktów i projektów kosmicznych, nie mieszczą się w zakresie wyłącznie jednej domeny technologicznej ESA. Kategoryzowanie technologii ze względu na domeny technologiczne ESA uznano za nieodpowiednie i niedopasowane do wymagań rynku. Domeny technologiczne wyszczególnione przez ESA służą bardziej do harmonizacji poszczególnych osiągnięć technologicznych, ale nie powinny być wykorzystywane do wyznaczania obszarów technologii, które należy uwzględnić w celu określenia kierunku rozwoju sektora kosmicznego.



Rys. 12 Liczba podmiotów (spośród 39 szczegółowo analizowanych podmiotów) w zależności od domen technologicznych ESA, w ramach których prowadzą działalność

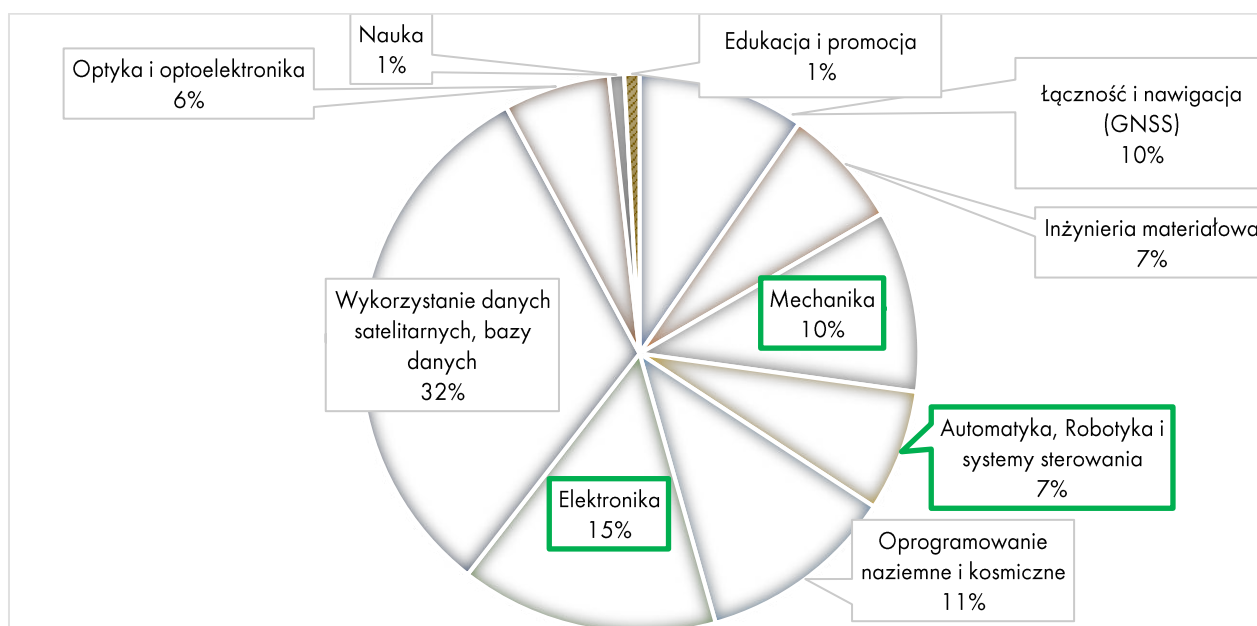
4.2 Analiza pod względem obszarów technologicznych

W celu miarodajnej oceny sektora w procesie analizy przyporządkowano kontrakty uzyskane przez podmioty zakwalifikowane do polskiego sektora kosmicznego do wyszczególnionych grup tematycznych. Analizę skupiono na przetargach oferowanych przez ESA, ze względu na to, iż jest to główna część działalności podmiotów na rzecz projektów kosmicznych. W toku analizy określono 10 obszarów technologicznych:

- Łączność i nawigacja (GNSS),
- Inżynieria materiałowa,
- Mechanika,
- Automatyka, robotyka i systemy sterowania,
- Oprogramowanie naziemne i kosmiczne,
- Elektronika,
- Wykorzystanie danych satelitarnych, bazy danych,
- Optyka i optoelektronika,
- Nauka,
- Edukacja i promocja.

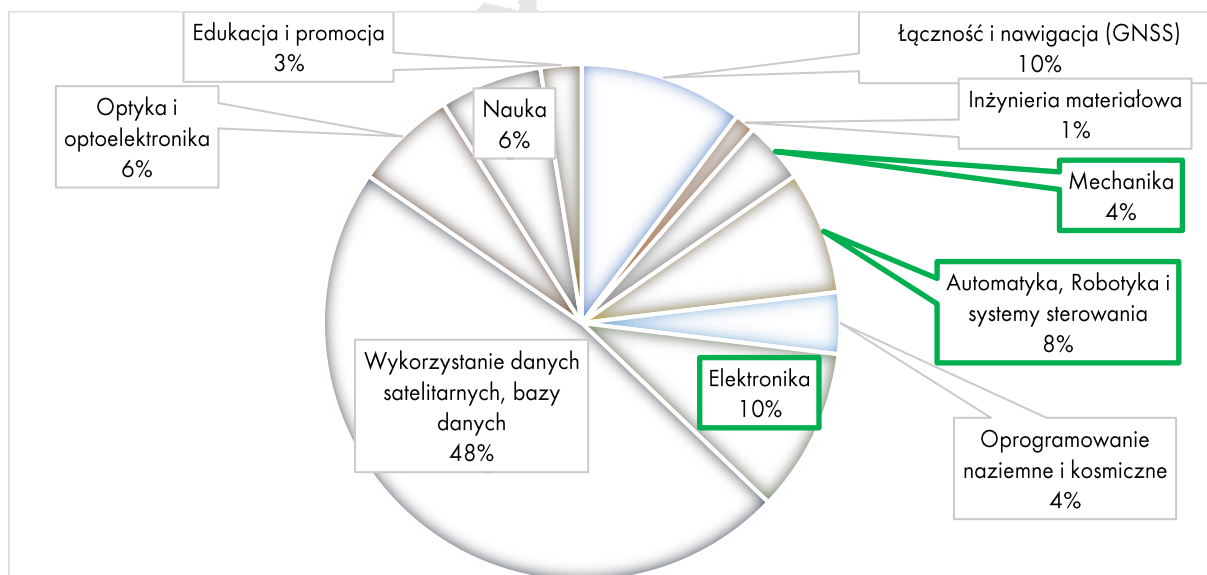
Przeprowadzono analizę przetargów w których udział brały polskie podmioty dla każdego z rodzajów programów ESA: i) PLIIS, ii) Programy opcjonalne, iii) Programy obowiązkowe. Poniższe wykresy przedstawiają liczbę uzyskanych kontraktów w programach ESA w zależności od ich tematyki.

W programie PLIIS największym zainteresowanie wzbudzały projekty związane z wykorzystaniem satelitarnych danych wielkoformatowych (Rys. 13). W czołówce znalazły się także „twarde” (*hardware*) technologie tj. komponenty elektroniczne i mechanika. Oznacza to, że wiele podmiotów rozpoczynających swoją działalność kosmiczną specjalizuje się w branży IT i rozwija aplikacje wykorzystujące dane satelitarne. Istnieje również duża liczba podmiotów rozwijających kompetencje związane z „twardymi” technologiami kosmicznymi. Polskie podmioty realizowały w ramach powyższych programów projekty związane z: konstrukcjami mechanicznymi, komponentami elektronicznymi, elementami i systemami robotycznymi. Polskie podmioty próbowały także rozwijać kompetencje związane z procesami materiałowymi oraz optyką i optoelektroniką.



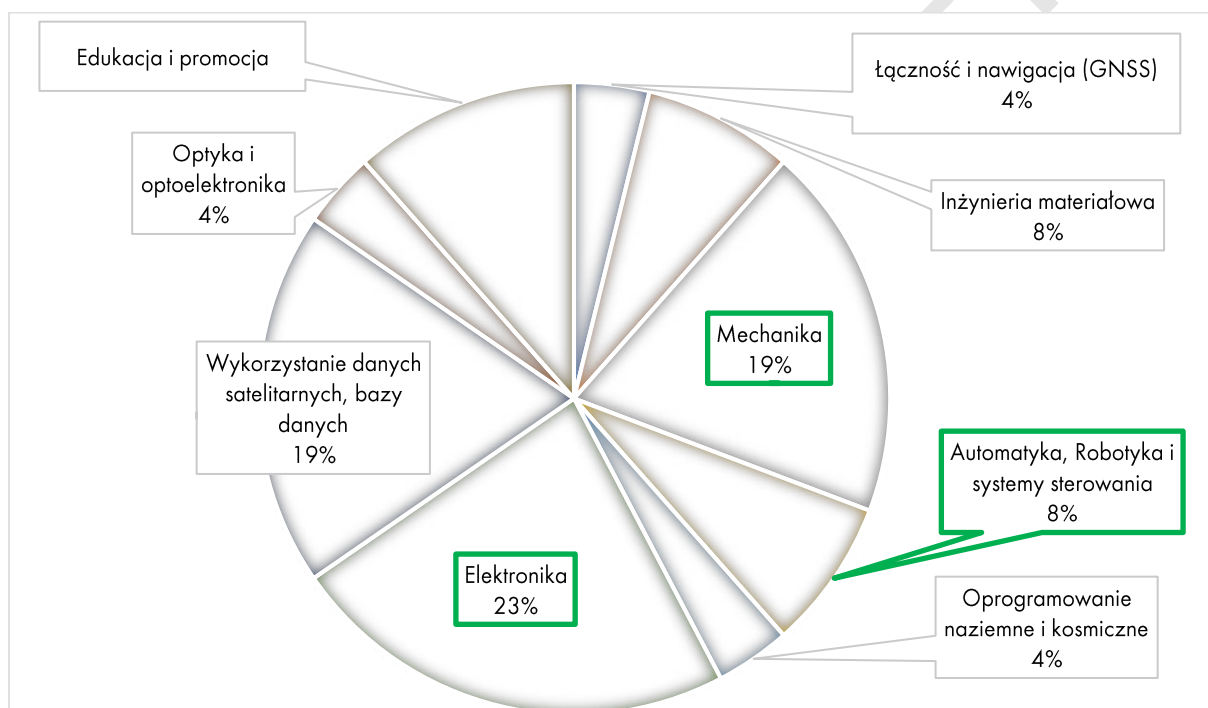
Rys. 13. Obszary technologiczne wynikające z uczestnictwa polskich podmiotów w programie PLIS ESA w latach 2013 – 2016

W programach opcjonalnych ESA, podobnie jak w programie PLIS największe zainteresowanie odnotowano wśród projektów z dziedziny wykorzystania danych satelitarnych. W ramach programów opcjonalnych, stosunkowo dużym zainteresowaniem, w porównaniu do innych programów ESA, cieszyły się konkursy o tematyce naukowej (Rys. 14).



Rys. 14. Obszary technologiczne wynikające z uczestnictwa polskich podmiotów w programach opcjonalnych ESA, w latach 2013 – 2016

W ramach programów obowiązkowych polskie podmioty głównie realizowały projekty z zakresu „twardych” technologii kosmicznych (Rys. 15). Polskim podmiotom zlecono najwięcej projektów z dziedziny elektroniki i komponentów elektronicznych. Znaczną część stanowią też projekty związane z mechaniką i robotyką, jak również inżynierią materiałową. Uzyskanie projektu w ramach powyższych programów świadczy o dużym zaawansowaniu technologicznym i wysokich kompetencjach podmiotu. Oznacza to, że podmioty polskiego sektora kosmicznego są najbardziej rozwinięte w dziedzinie elektroniki i komponentów elektronicznych, mechaniki i robotyki oraz inżynierii materiałowej.



Rys. 15. Obszary technologiczne wynikające z uczestnictwa polskich podmiotów w programach obowiązkowych ESA, w latach 2013 – 2016

Ze względu na trudność w uzyskaniu kontraktu oraz poziom zaawansowania technologicznego poszczególnych programów, wyróżnionym rodzajom przetargów przyznano odpowiednie wagi. Ze względu na największą konkurencyjność oraz stosunkowo wysoki poziom technologiczny realizowanych projektów, największą wagę przyznano projektom z dziedziny programów obowiązkowych, następnie z dziedziny programów opcjonalnych. Najniższą wagę uzyskały

projekty realizowane w ramach programu PLIIS, ze względu na podstawy charakter prac o silnym związku z wstępną działalnością badawczo-rozwojową (Tab. 2).

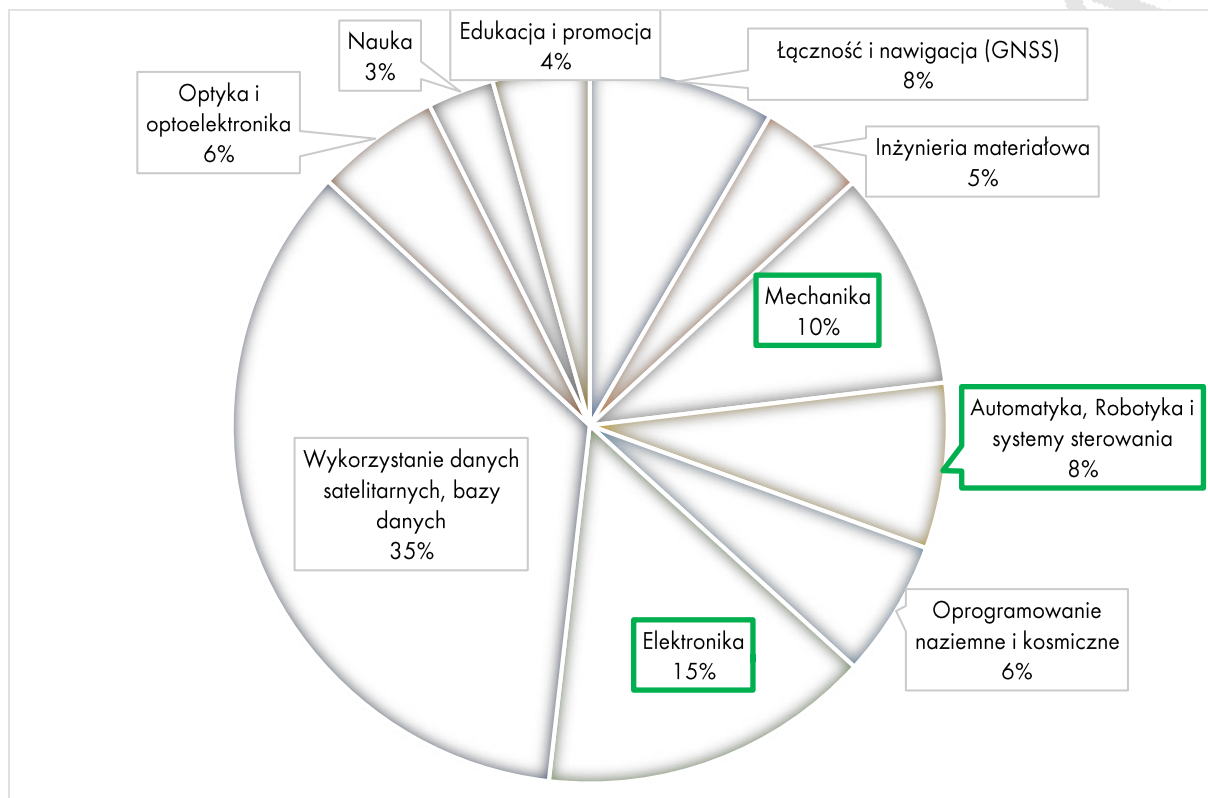
Tab. 2. Wagowanie kontraktów uzyskanych przez polskie podmioty z ESA w latach 2013-2016

Nazwa programu ESA	Waga [%]
PLIIS	15
Programy obowiązkowe	55
Programy opcjonalne	30

Podsumowując, oferowane przez ESA programy opcjonalne, obowiązkowe i PLIIS, w ramach których polskim podmiotom zlecono kontrakty oraz uwzględniając wagowanie projektów, uzyskano zbiorczy wykaz obszarów kompetencji polskiego sektora kosmicznego (Rys. 16). Polskie podmioty wykazują duże zainteresowanie i doświadczenie w obszarze wykorzystania danych satelitarnych. W dziedzinie tej odnotowano dużą aktywność podmiotów, szybki wzrost poziomu ich zaawansowania. Wynika to z charakterystyki projektów z kategorii IT. Realizacja ich w większości nie wymaga początkowego zaplecza technologicznego, co jest konieczne w przypadku „twardych” technologii (posiadanie linii produkcyjnych lub aparatury badawczej jest wymagane). W polskim sektorze kosmicznym możemy wyróżnić również obszary kompetencji tj. elektronika, automatyka i robotyka oraz mechanika, które są na wysokim poziomie zaawansowania i mogą zostać uznane za narodowe specjalizacje. W dziedzinach tych odnotowano dużą liczbę kontraktów pozyskanych przez polskie instytucje i firmy oraz wysoki poziom kompetencji i doświadczenia analizowanych podmiotów. Ponadto jedną z dziedzin, wzbudzającą równie wysokie zainteresowanie ze strony polskich podmiotów są technologie związane z łącznością i nawigacją. Poza obszarami specjalizacji przemysłu istnieją dziedziny, w których podstawowe kompetencje wciąż są rozwijane. Dzięki stałemu finansowaniu i możliwości rozwoju, z czasem mogą się one przekształcić w krajowe specjalizacje. Ponadto są to obszary, w których odnotowano deficyt dostawców rozwiązań na rynku europejskim.¹⁴

¹⁴ Optical communication for space – Technical dossier ESA IPC-THAG, ESA/IPC/THAG(2017)9, ESA 2017.

Są one niszą technologiczną, w której polskie podmioty mają szansę wpisać się w łańcuch dostaw sektora kosmicznego, należą do nich: optyka i optoelektronika oraz technologie przyrostowe. Ważnym aspektem jest także uwzględnienie kierunków przyszłościowych, które pozwolą rozwinąć nowe technologie, zapewnić brak zależności od zagranicznych dostawców w krytycznych podsystemach i systemach misji.



Rys. 16. Obszary technologiczne wyznaczone na podstawie kontraktów otrzymanych przez polskie podmioty z Europejskiej Agencji Kosmicznej, w latach 2013 – 2016

Optical detectors: infrared range – Technical dossier ESA PIC-THAG, ESA/IPC/THAG(2017)8, ESA 2017.
Additive manufacturing – Technical dossier ESA PIC-THAG, ESA/IPC/THAG(2017)4, ESA 2017.

5. Porównanie z innymi analizami sektora

5.1 Wnioski wynikające z dostępnych raportów dotyczących sektora kosmicznego w Polsce

Przeanalizowano istotne dokumenty o charakterze kierunkowym i strategicznym, włączając raporty i analizy sektorowe. Były one pomocne do wyznaczenia rekomendowanych kierunków rozwoju w obszarze działalności kosmicznej, a jednocześnie wskazywały kondycję oraz potencjał rozwojowy podmiotów, jak również szanse i ewentualne zagrożenia dla dalszego rozwoju tego typu działalności w Polsce oraz na rynku europejskim.

Pierwszym analizowanym dokumentem wyznaczającym kierunki rozwoju sektora kosmicznego w skali makroekonomicznej jest „Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce”¹⁵.

„Program działań...” został przygotowany z myślą o ukierunkowaniu wsparcie rozwoju sektora kosmicznego w Polsce (zarówno przemysłu, jak i jednostek naukowo-badawczych) do 2000 r., w szczególności poprzez zwiększenie udziału podmiotów w programach i projektach kosmicznych realizowanych przez Unię Europejską, Europejską Agencję Kosmiczną oraz inne organizacje, co w opinii autorów dokumentu umożliwi nawiązywanie kontaktów i współpracy z zagranicznymi partnerami, transfer zaawansowanych technologii oraz opracowanie i wdrażanie w gospodarce i administracji publicznej nowych, innowacyjnych rozwiązań opartych na technikach satelitarnych.

Drugim dokumentem o znaczeniu kierunkowym, określającym najważniejsze cele i wyzwania dla tego sektora w perspektywie długookresowej jest Polska Strategia Kosmiczna¹⁶. Dla osiągnięcia celów strategicznych niezbędne jest podjęcie różnych kierunków interwencji instytucjonalnej, przyporządkowanych do pięciu celów szczegółowych:

¹⁵ Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce, Ministerstwo Gospodarki, 2012

¹⁶ Polska Strategia Kosmiczna została opublikowana w Monitorze Polskim w dniu 17 lutego 2017 roku, poz. 203 (uchwała nr 6 Rady Ministrów)

-
- wzrost konkurencyjności polskiego sektora kosmicznego i zwiększenie jego udziału w obrotach europejskiego sektora kosmicznego,
 - rozwój aplikacji satelitarnych w celu budowy gospodarki cyfrowej,
 - rozbudowa zdolności w obszarze bezpieczeństwa i obronności państwa z wykorzystaniem technologii kosmicznych i technik satelitarnych,
 - stworzenie sprzyjających warunków do rozwoju sektora kosmicznego w Polsce,
 - budowa kadr dla potrzeb polskiego sektora kosmicznego.

Polska Strategia Kosmiczna zwraca także uwagę na fakt, że rozwój aplikacji zintegrowanych i usług wykorzystujących dane satelitarne w segmencie naziemnym jest uzależniony od dostępnej infrastruktury satelitarnej, a ta z kolei od postępu w technologiach kosmicznych. Dlatego też, w dłuższej perspektywie udział w segmencie *upstream* jest niezbędny dla zapewnienia zrównoważonego rozwoju polskiego sektora kosmicznego

Innym dokumentem zawierającym pogłębioną analizę stanu, potencjału i przewidywanych w kolejnych latach kierunków rozwoju polskiego przemysłu kosmicznego był opracowany przez Polską Agencję Rozwoju Przedsiębiorczości „Raport z rozmów bilateralnych z przedsiębiorstwami polskiego sektora kosmicznego”¹⁷.

Dokument zawiera szczegółowe wnioski, podsumowanie oraz konkretne rekomendacje sformułowane na podstawie z rozmów bilateralnych przeprowadzonych z 38 perspektywicznymi przedsiębiorstwami z sektora kosmicznego na terenie całej Polski, które zostały przeprowadzone w ostatnim kwartale 2013 r. W raporcie zwrócono uwagę na fakt, że około 50% przedsiębiorstw biorących udział w rozmowach bilateralnych stanowiły grupę już uczestnicząca w programach ESA. Druga połowa przedsiębiorstw deklarowała potencjalne zainteresowanie rozwojem aktywności w zakresie działalności kosmicznej i udziałem w projektach finansowanych przez ESA.

Spotkania z przedsiębiorstwami pozwoliły PARP na przygotowanie pierwszego zestawienia obszarów kompetencji i potencjalnych tematów wiodących, wydawających się uzasadnionych

¹⁷ Raport z rozmów bilateralnych z przedsiębiorstwami polskiego sektora kosmicznego, PARP, Warszawa, 2014

z perspektywy dostępnej zdolności przemysłowej i zainteresowania przedsiębiorstw ich rozwojem, a jednocześnie służących do realizacji celów strategicznych polityki kosmicznej Polski.

W raporcie wskazano m. in. obszary technologiczne, które mogą stać się w przyszłości polską specjalizacją. W opinii autorów są to m. in.: elektronika pokładowa, w tym oprogramowanie, elementy programowalne i optoelektronika, mechanika kosmiczna, w tym robotyka eksploracyjna, elektronika oparta na układach GaN, technologie materiałowe, w tym kompozyty, jak i systemy IT do gromadzenia, przechowywania i przetwarzania wielkich ilości danych (*Big Data*) systemy satelitarnej transmisji czasu, systemy monitoringu nieba (SSA/SST), w tym rozwój kamer naziemnych, łańcuch przetwarzania danych i algorytmów ich analizy. Jednocześnie autorzy raportu prezentują konkretne możliwości zastosowania tych kompetencji w różnych domenach technologii kosmicznych celem stworzenia konkretnych urządzeń, instrumentów, czy też komponentów.

W dokumencie podkreślono, że aktywna działalność polskich podmiotów w powyższych obszarach stwarza konkretne możliwości wytworzenia produktów i usług, które wydają się atrakcyjne komercyjnie i które mogłyby być oferowane na rynku europejskim. Jednocześnie, w opinii PARP istnieje szansa, aby rozwinięte kompetencje technologiczne były przedmiotem transferu do innych obszarów działalności przemysłowej.

Przeprowadzenie przez wykonawcę dokumentu serii wielu rozmów z konkretnymi aktorami polskiego sektora kosmicznego pozwoliło na opracowanie listy pożądanych oraz perspektywicznych obszarów z zakresu technologii kosmicznych i technik satelitarnych, którymi polskie podmioty byłyby zainteresowane. Wśród nich autorzy wymieniają m. in.: aplikacje satelitarne, integrację systemów satelitarnych, przetwarzanie danych, oprogramowanie, sensory, elektronika, systemy obserwacyjne na orbicie, obsługa IT ośrodków ESA, nowatorskie rozwiązania w zakresie technologii w segmencie *upstream*, jak i w zakresie technik satelitarnych.

Kolejnym dokumentem, który podjął temat kondycji polskiego przemysłu kosmicznego i diagnozą jego rozwoju w Polsce formułującym jednocześnie konkretne rekomendacje na przyszłość jest raport p.t. „Efekty funkcjonowania Polski w ESA i ocena dotychczasowego rozwoju polskiej

branży kosmicznej”¹⁸. Raport został wykonany w 2014 r. na zlecenie Ministerstwa Gospodarki przez firmę doradczą Seendico Sp. j. . Celem analizy było dokonanie oceny obecnego stanu rozwoju polskiej branży kosmicznej, określenie przyszłych kierunków jej rozwoju, a także zaprezentowanie wytycznych do lokowania środków z polskiej składki do ESA na odpowiednie programy opcjonalne Agencji. Autorzy raportu przytaczają również konkretne oczekiwania polskich podmiotów zebrane na podstawie przeprowadzonych wywiadów z firmami, do których zaliczyć można wsparcie informacyjne w zakresie przyszłych programów i konkursów ESA ze strony administracji publicznej i wyspecjalizowanych agencji państwowych, pozyskanie informacji na temat zrealizowanych projektów ESA oraz opracowanych technologii, opracowanie i wdrażanie narodowego programu kosmicznego z krajowym budżetem na jego realizację, działania promocyjne polskiej branży kosmicznej, w tym promowanie zastosowań codziennych technologii kosmicznych w codziennym życiu, a także długofalowych korzyści z misji naukowych.

Należy również przytoczyć najważniejsze konkluzje z tzw. Wspólnego przeglądu śródkresowego ESA-Polska z 2015 r. („Mid-Term Review ESA-Poland 2015”)¹⁹ podsumowujący dwupół letni okres członkostwa Polski w ESA. Komisja ds. Przeglądu Śródkresowego składająca się z przedstawicieli ESA oraz Polski dokonała ogólnej oceny, że 3 zadeklarowane cele zaangażowania Polski w sektor kosmiczny określone w „Programie działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce” przyjętym przez Radę Ministrów 22 czerwca 2012 r. realizowane są zgodnie z oczekiwaniami, a ich wyniki mogą być podsumowane następująco:

- poziom konkurencyjności przemysłu stale wzrasta,
- generujący wartość dodaną przemysł niższego szczebla (tj. dostawcy komponentów) opracowuje produkty przeznaczone specjalnie na rynek polski i przydatne przy podnoszeniu efektywności administracji publicznej,

¹⁸ Efekty funkcjonowania Polski w ESA i ocena dotychczasowego rozwoju polskiej branży kosmicznej, Seendico Sp. j. Warszawa, 2014 r.

¹⁹ Wspólny przegląd śródkresowy ESA-Polska (Mid-Term Review ESA-Poland), Warszawa, 2015 r.

-
- uczestnictwo polskich podmiotów gospodarczych w programach ESA przyczynia się do realizacji potrzeb w dziedzinie bezpieczeństwa narodowego dzięki wykorzystaniu istniejących instrumentów oraz rozwijaniu autonomicznego potencjału w konkretnych obszarach.

5.2 Zmiany w strukturze rynku kosmicznego

Na podstawie danych przedstawionych w raporcie ASD-Eurospace²⁰ zauważyć można zmiany zachodzące w strukturze europejskiego i globalnego rynku kosmicznego, wynikające ze zmian finansowania programów kosmicznych. Obecnie, agencje kosmiczne nie zarządzają i nie realizują misji kosmicznych jedynie na własne potrzeby, lecz dostarczają produkty i usługi dla innych podmiotów. Za przykład takiej sytuacji można uznać program Copernicus, który zarządzany jest przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) budującą również satelity wykorzystywane w programie na rzecz i przy finansowaniu Komisji Europejskiej (KE). Podobne rozwiązanie zostało zastosowane w przypadku programu Galileo, jak również w przypadku satelitów meteorologicznych dostarczanych przez ESA do Eumetsat. Sytuacja ta sprawia, że ESA jest największym klientem europejskiego rynku kosmicznego. W 2015 r. jej zamówienia, w które włączone są programy realizowane na rzecz KE (wytworzące zysk wielkości 364 milionów € dla europejskich firm przemysłu kosmicznego) oraz na rzecz Eumetsat (59 milionów € dla europejskiego przemysłu kosmicznego), miały wartość 2,7 miliardów €. W tym samym roku bezpośrednie zamówienia KE wśród firm europejskiego sektora kosmicznego osiągnęły wartość 92 milionów €, zaś dla publicznych operatorów satelitów 97 milionów €. Wartość sprzedaży usług i produktów związanych z przemysłem kosmicznym dla państwowych agencji kosmicznych wyniosła 743 miliony €, zaś dla wojskowych instytucji 534 miliony €²¹. Należy przy tym podkreślić, że wojskowe systemy były również zamawiane przez narodowe agencje kosmiczne i wartość tych zamówień wyniosła 103 miliony €. Całkowita wartość zamówionych systemów wojskowych wyniosła 1080 milionów €.

Powyższe dane wyraźnie ukazują, iż trend *New Space*, w Europie znany również jako *Space 4.0*, który określa tendencję do prywatyzacji działalności kosmicznej coraz częściej spotykaną

²⁰ Lionnet, P., *Introduction to space markets*, ASD-Eurospace, Paryż, 2016.

²¹ Lionnet, P., *Introduction to space markets*, ASD-Eurospace, Paryż, 2016.

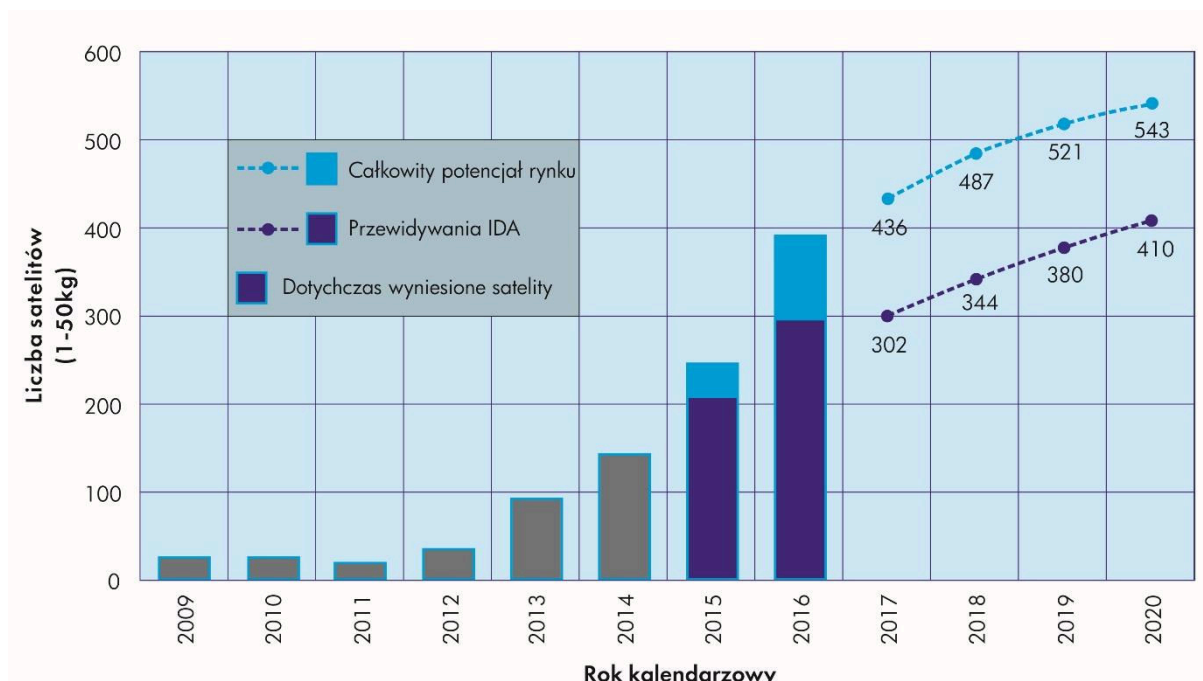
w Europie i na świecie²² powoduje również, iż narodowe agencje kosmiczne oraz organizacje międzynarodowe (ESA) w coraz większym stopniu muszą podporządkować swoją działalność zasadom wolnego rynku i zwiększyć w nich udział komercyjnych przedsięwzięć.

Europejski przemysł kosmiczny jest sektorem strategicznym będącym zarówno częścią europejskiego sektora aeronautycznego i obronnego. Przemysł kosmiczny jest dostawcą infrastruktury kosmicznej, zaopatrującym dostawców usług, instytucje publiczne, pojazdy kosmiczne i rakiety nośne, o strukturze wertykalnej, w której znajdują się zarówno małe, jak i duże przedsiębiorstwa będące integratorami. Integratorzy zapewniają możliwość prowadzenia działalności rozległej grupie dostawców produktów i usług (zdolnych do dostarczenia gotowych zintegrowanych podsystemów, wyposażenia i części oraz zapewnienia wyspecjalizowanych usług i narzędzi wspierających projektowanie systemów, integrowanie ich i testowanie). Przemysł kosmiczny jest wysoko wyspecjalizowany i kapitałochłonny. Jest również skoncentrowany, pomimo, że stanowiące go przedsiębiorstwa znajdują się we wszystkich krajach Unii Europejskiej.

Zmiany na rynku kosmicznym wpływają również na zmniejszenie kosztów wytwarzania satelitów, co może być szansą biznesową dla polskich podmiotów. Na podstawie raportu ASD-Eurospace²³ oraz danych udostępnionych przez OECD można stwierdzić, że w okresie 2006-2015 we wszystkich dziedzinach działalności kosmicznej zauważalne jest coraz częstsze wykorzystanie mikro- i nano- satelitów, podczas gdy na niezmiennym poziomie pozostaje użycie satelitów średnich i większych (masa od 500 kilogramów wzwyż). Powyższą tendencję obrazuje również Rys. 17 utworzony na podstawie danych zawartych w raporcie pt. *Global Trends in Space Volume: 2 Trends by Subsector and Factors that Could Disrupt Them* z 2015 r. Przewidywania autorów opierają się na deklarowanych przez instytucje rządowe i prywatne planach powiększenia infrastruktury kosmicznej.

²² European Space Technology Master Plan 2016, ESA, Paryż, 2016.

²³ Lionnet, P., *Introduction to space markets*, ASD-Eurospace, Paryż, 2016.



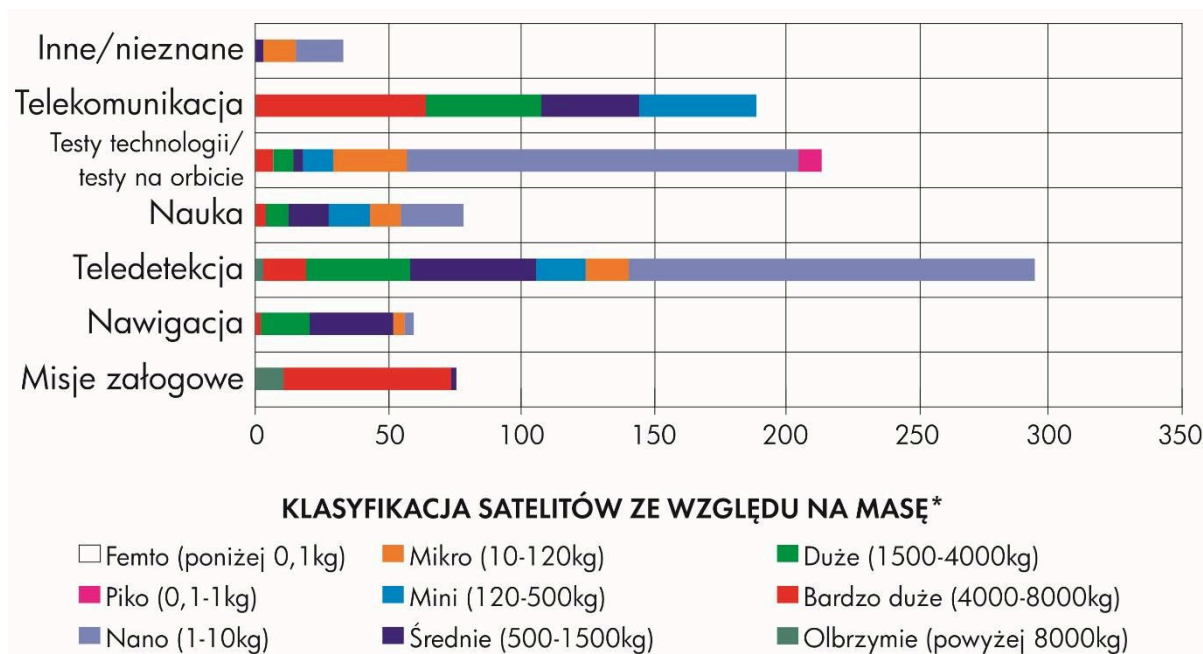
Rys. 17 Dotychczasowe wyniesienia mikro- i nanosatelitów oraz przewidywania do 2020 r. Opracowanie własne na podstawie *Global Trends in Space Volume: 2 Trends by Subsector and Factors that Could Disrupt Them*, Institute for Defense Analyses, Alexandria, 2015.

Analiza funkcji satelitów przedstawiona przez ASD-Eurospace²⁴ ukazuje, że w okresie 2011-2015 nanosatelity były wykorzystywane przede wszystkim jako satelity obserwacji Ziemi (połowa statków kosmicznych wyprodukowanych w powyższym okresie w celu prowadzenia działań związanych z teledetekcją zaliczała się do kategorii nanosatelitów). Około 75% satelitów przeznaczonych do demonstracji rozwiązań technologicznych również stanowiła nanosatelity. Satelity telekomunikacyjne (ze względu na wagę podzespołów komunikacyjnych) stanowiły jedynie średnie lub większe satelity. W celach nawigacyjnych mikro- i nanosatelity stanowiły zdecydowaną mniejszość w stosunku do dużych i średnich satelitów, jednak należy zwrócić uwagę na trendy w kolejnych latach. Na niezmiennym poziomie pozostaje wykorzystanie średnich i dużych satelitów oraz wykorzystywanych przede wszystkim podczas misji załogowych bardzo dużych 4000-8000kg) i olbrzymich (powyżej 8000kg) satelitów. Wykorzystanie piko-, nano-, mikro- i mini satelitów (według niektórych klasyfikacji zbiorczo określane jako małe satelity)²⁵ staje się coraz powszechniejsze ze

²⁴ Lionnet, P., *Introduction to space markets*, ASD-Eurospace, Paryż, 2016.

²⁵ <http://www.nanosats.eu/>. Dostęp: 22 marca 2018 r.

względu na ekonomiczne zalety wykorzystania mniejszych statków kosmicznych, co ukazane zostało na Rys. 18.



Rys. 18 Produkcja statków kosmicznych na świecie (liczba) z podziałem uwzględniającym ich masę oraz przeznaczenie w okresie 2011-2015 na podstawie raportu Lionnet, P., *Introduction to space markets*, ASD-Eurospace, Paryż, 2016. *Klasyfikacja satelitów ze względu na masę opracowana na podstawie raportu *Space Trends: Global Space Activity Overview 1986-2011*, ASD-Eurospace, Paryż, 2012. Ze względu na późniejszy rozwój technologii femtosatelitów, nie zostały one uwzględnione na schemacie)

5.3 Wnioski wynikające z deklarowanego zainteresowania podmiotów poszczególnymi technologiami

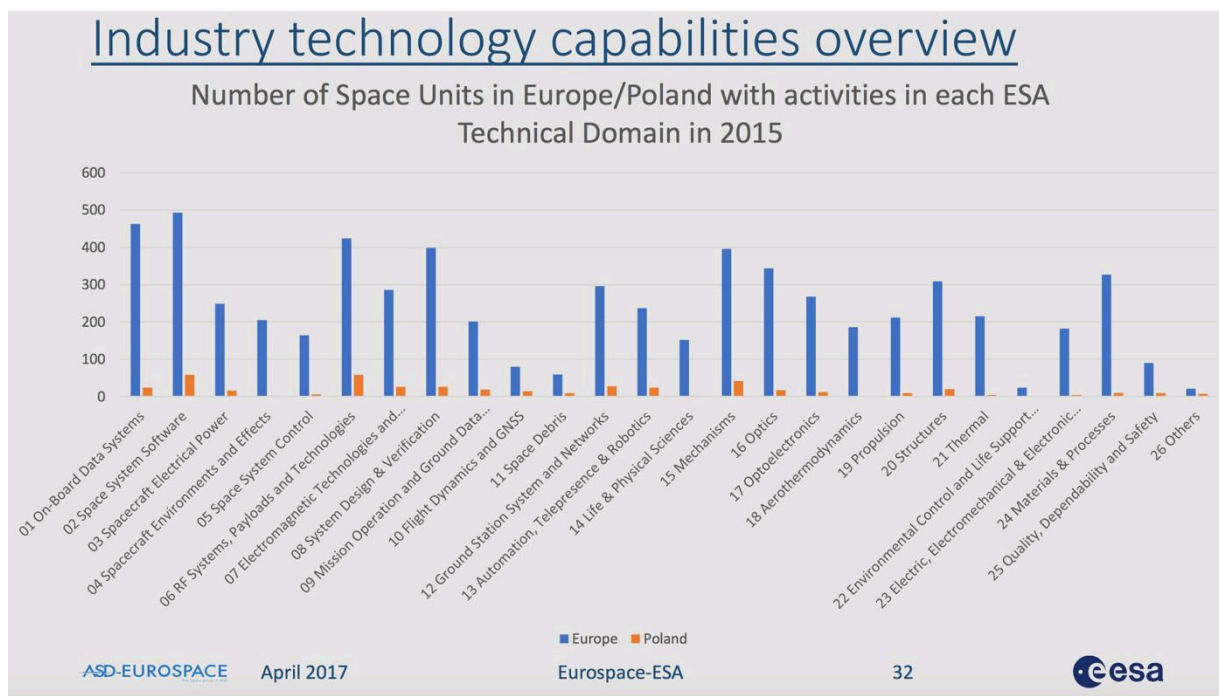
Istniejące i dokonane częściowe analizy sektora przez ESA²⁶, Sendico²⁷, PARP²⁸ oraz Ministerstwo Gospodarki²⁹ wykazują zbieżność z uzyskanymi wynikami przez PAK. Dotyczy to zwłaszcza zainteresowania podmiotów poszczególnymi obszarami technologicznymi. Warto wymienić również dane Eurospace i ESA zgromadzone na potrzeby analizy polskiego rynku kosmicznego.

²⁶ Wspólny przegląd śródkresowy ESA-Polska (Mid-Term Review ESA-Poland), Warszawa, 2015 r.

²⁷ Efekty funkcjonowania Polski w ESA i ocena dotychczasowego rozwoju polskiej branży kosmicznej, Seendico Sp. j. Warszawa, 2014 r.

²⁸ Raport z rozmów bilateralnych z przedsiębiorstwami polskiego sektora kosmicznego, PARP, Warszawa, 2014

²⁹ Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce, Ministerstwo Gospodarki, 2012



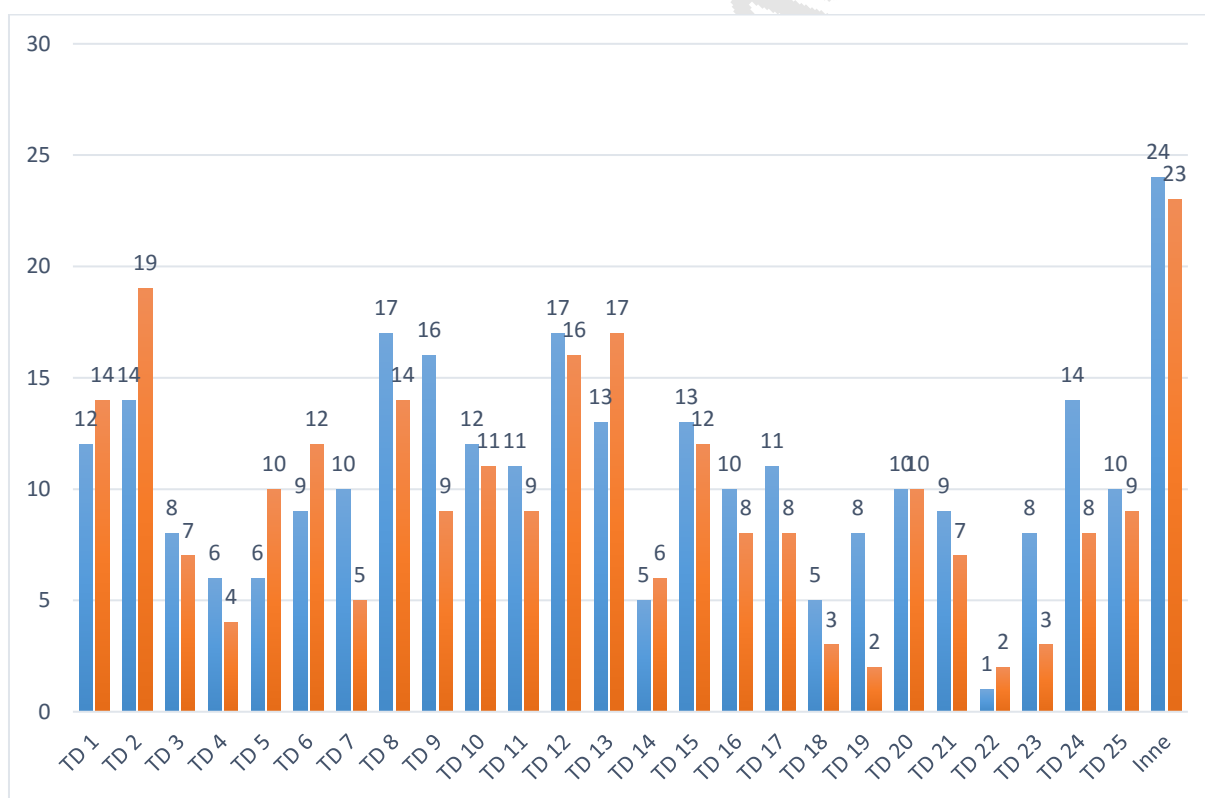
Rys. 19 Dane podane do publicznej wiadomości podczas forum Space Market w dn.4. kwietnia 2017 r. (Vinader M.P., ESA accessible market for Poland, Eurospace-ESA, Space Market, 2017, slajd 32)

Wykres ilustruje dokonaną przez ESA (satna na rok 2015) ocenę ilościową polskich podmiotów w porównaniu do europejskich w ujęciu rozwijania kompetencji technologicznych z podziałem na domeny technologiczne ESA. Dane wskazują, iż w następujących domenach polskie podmioty stanowią znaczący wkład do sektora europejskiego, a przez to pośrednio można wnioskować o rozwoju kompetencji krajowych związanych z poniższymi obszarami:

- TD 6 -RF Systems, Payloads and Technologies -12% spośród podmiotów europejskich to podmioty z Polski
- TD 2 - Space System Software - ok. 10% spośród podmiotów europejskich to podmioty z Polski
- TD 13 Automation, Telepresence and Robotics – 8% spośród podmiotów europejskich to podmioty z Polski
- TD 15 Mechanisms - ok. 7 % spośród podmiotów europejskich to podmioty z Polski

- TD 07- Electromagnetic Technologies - 7% spośród podmiotów europejskich to podmioty z Polski
- TD 20 Structures – ok.6% spośród podmiotów europejskich to podmioty z Polski

Dokumenty takie jak Sięgając gwiazd³⁰ oraz Katalog Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego³¹ podają również potencjał polskich podmiotów w podziale na domeny ESA. Poniższe zestawienie ilustruje liczbę podmiotów, które zadeklarowały zainteresowanie i potencjalne doświadczenie oraz kompetencje w konkretnej domenie technologicznej ESA. ZPSK stworzył mapę kompetencji podmiotów zrzeszonych w ZPSK³², pokazując dane dla 38 podmiotów, natomiast PARP w publikacji Sięgając Gwiazd – 36 podmiotów. Na wykresie podano dla porównania wartości z obu źródeł.



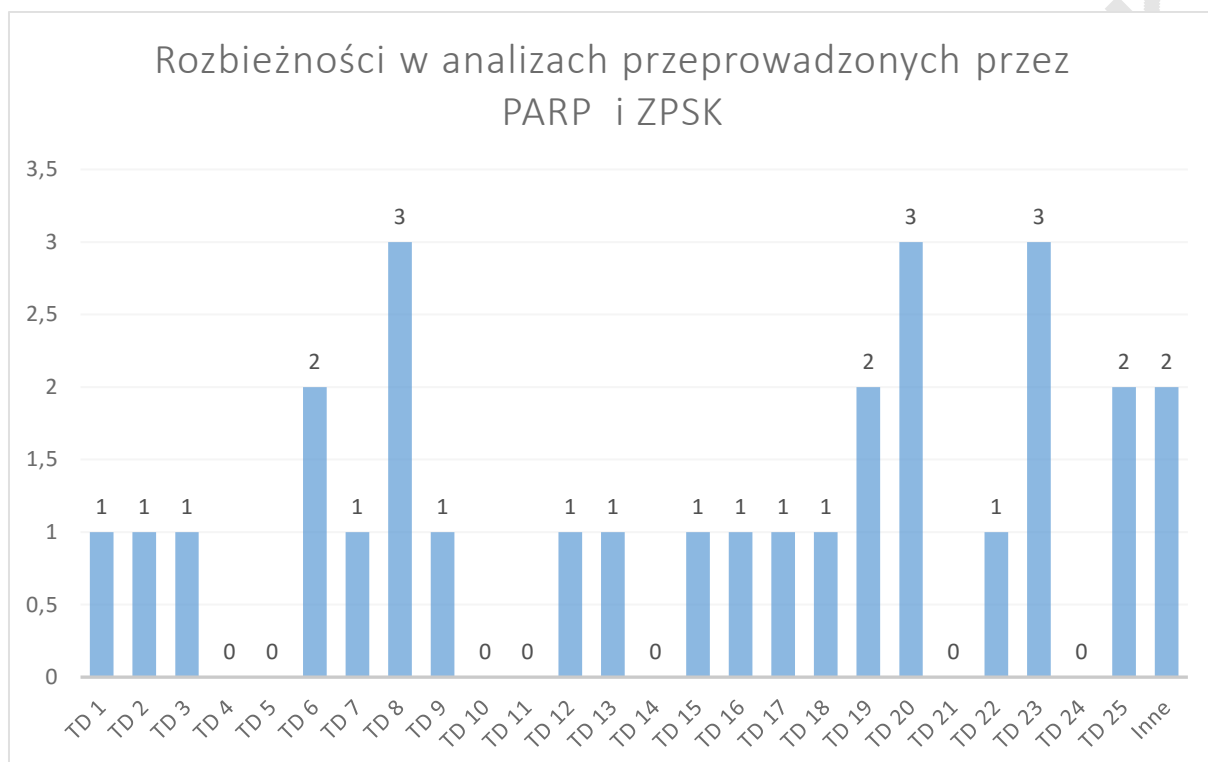
Rys. 20 Liczba podmiotów deklarujących zainteresowanie i potencjalne doświadczenie i kompetencje w domenach technologicznych ESA.

³⁰ Sięgając gwiazd, Polski sektor kosmiczny. 4 lata w ESA, PARP, 2016, str. 22

³¹ Katalog Członków Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego, Warszawa, 2016

³² Katalog Członków Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego, Warszawa, 2016, str.3

Jest to sposób określenia polskich kompetencji, należy jednak nadmienić, że analizowano różne podmioty, członkowie obu grup nie są tożsami. Dla porównania, wyselekcjonowano wspólną grupę tożsamą dla obu zestawień w funkcji zainteresowania konkretnymi domenami technologicznymi i poniższy wykres ilustruje poziom rozbieżności w podawaniu danych.



Rys. 21 Rozbieżności w analizach przeprowadzonych przez PARP i ZPSK

Pozwala to na refleksję, że podmioty nie oceniają powtarzalnie swoich kompetencji, co wobec faktu publikacji obu dokumentów w 2016 r. szczególnie dziwi.

Tendencje wynikające z szacowania zainteresowania poszczególnymi domenami ESA są następujące:

- najwięcej podmiotów określa swoje kompetencje w obszarze technologicznym TD2, TD 12, TD 13, TD 8, TD 20;
- najwięcej rozbieżności w deklaracjach odnotowano dla domeny TD8, TD 20, TD 23.

Podsumowując, analizy PAK wskazujące na priorytetowe obszary wsparcia nie stoją w sprzeczności z potrzebami deklarowanymi do tej pory przez różne podmioty i częściowo pokrywają się.

MATERIAŁY WŁASNE PAK

6. Podsumowanie

Celem dokonanej analizy było uzyskanie informacji o charakterystyce rodzimego sektora kosmicznego – jego wielkości oraz dynamice rozwoju podmiotów formujących krajowy sektor kosmiczny, ich zaangażowaniu w poszczególne dziedziny technologii, a także o cechach i powiązaniach zachodzących wewnątrz sektora. Zgromadzenie powyższych danych pozwala na sformułowanie szeregu rekomendacji na rzecz przygotowania zakresu merytorycznego obszarów interwencji na rzecz Krajowego Programu Kosmicznego.

Rekomenduje się, aby w ścieżkach finansowania oferowanych przez KPK znalazły się polskie nisze technologiczne, czyli obszary technologii, w których polskie podmioty posiadają już kompetencje, a rynek z nimi związany w przyszłości ma predyspozycje do przekształcenia się w narodową specjalizację. W oparciu o analizy przytoczone w opracowaniu, można do nich zaliczyć technologie materiałowe, ze szczególnym uwzględnieniem technologii przyrostowych oraz optykę i optoelektronikę. Ponadto, rekomenduje się, wsparcie takich obszarów technologicznych, do których można zaliczyć zarządzanie misjami kosmicznymi, krytyczne systemy misji (m.in. napędy, systemy zasilania), oraz robotykę planetarną.

Jednym z ważniejszych wniosków płynących z przeprowadzonej analizy jest istnienie w Polsce obszarów, w których podmioty posiadają duże doświadczenie i są w stanie konkurować z podmiotami zagranicznymi. Dziedziny te określono jako narodowe specjalizacje, zaliczają się do nich elektronika, mechanika oraz automatyka, robotyka i systemy sterowania. Najsilniej rozwiniętą gałęzią polskiego sektora kosmicznego są aplikacje zintegrowane wykorzystujące dane satelitarne, obszar ten jednak nie wymaga dodatkowego wsparcia ze względu na niskie bariery wejścia na rynek. Konieczne jest wsparcie systemowe – tworzenie infrastruktury krajowej odpowiedzialnej za przetwarzanie danych satelitarnych. Ze względu na dużą liczbę zainteresowanych podmiotów IT oraz trendy rynkowe, do specjalizacji należy zaliczyć natomiast oprogramowanie naziemne i kosmiczne. Obszar łączności i nawigacji ze względu na ścisłe powiązanie z technologiami wojskowymi, powinien być rozwijany w ramach projektów dedykowanych obronności i bezpieczeństwu państwa.

Badanie kompetencji polskiego sektora zostało przeprowadzone kompleksowo i przy wykorzystaniu bardzo szerokiego zakresu informacji.

Literatura

1. ADDITIVE MANUFACTURING – Technical Dossier ESA PIC-THAG, ESA/IPC/THAG(2017)4, ESA 2017
2. Becker U., Williams E., Poirisse-Mougel N., Périon J., Morodo Testa M.C., European Space Technology Master Plan 2016, ESA-ESTEC, Paryż, 2016.
3. BIS ECONOMICS PAPER NO. 3 The Space Economy in the UK: An economic analysis of the sector and the role of policy, luty 2010.
4. Efekty funkcjonowania Polski w ESA i ocena dotychczasowego rozwoju polskiej branży kosmicznej, Seendico Sp. j., Warszawa, 2014.
5. ESA, Permanently Open Call for Outline Proposals under the Polish Industry Incentive Scheme - Invitation to Tender 1-8857, Prezentowane podczas konferencji ESA Space Industry Day, Warszawa, 06.12.2016.
6. European Space Technology Master Plan 2016, ESA, Paryż, 2016,
7. Katalog Członków Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego, Warszawa, 2016
8. Lionnet, P., Introduction to Space Markets, ASD-Eurospace, Paryż, 2016.
9. OECD Handbook on Measuring the Space Economy, OECD Publishing, Paryż, 2012
10. OPTICAL COMMUNICATION FOR SPACE – Technical Dossier ESA IPC-THAG, ESA/IPC/THAG(2017)9, ESA 2017
11. OPTICAL DETECTORS: INFRARED RANGE – Technical Dossier ESA PIC-THAG, ESA/IPC/THAG(2017)8, ESA 2017
12. Polska Strategia Kosmiczna, opublikowana w Monitorze Polskim 17 lutego 2017 roku, poz. 203 (Uchwała nr 6 Rady Ministrów)
13. Program działań na rzecz rozwoju technologii kosmicznych i wykorzystywania systemów satelitarnych w Polsce, Ministerstwo Gospodarki, Warszawa 2012
14. Raport z rozmów bilateralnych z przedsiębiorstwami polskiego sektora kosmicznego, PARP, Warszawa, 2014.
15. Sięgając gwiazd. Polski sektor kosmiczny. 4 lata w ESA, PARP, 2016.
16. Vinader M.P., ESA accessible market for Poland, Eurospace-ESA, Space Market, 2017

17. Wolański P., Banaszkiewicz M., Kłos Z., Ziółkowski J., Zdziarski A., Udział Polski w badaniach kosmicznych, NAUKA, 2008, nr. 3, str. 65-78.

18. Wspólny przegląd śródkresowy ESA-Polska (Mid-Term Review ESA-Poland), Warszawa, 2015

Archiwizacja danych

W procesie analizy sektora kosmicznego w Polsce korzystano z informacji pozyskanych ze stron internetowych podmiotów, rozmów telefonicznych i spotkań przeprowadzonych przez pracowników PAK z podmiotami, dokumentów ESA, KE oraz danych dostępnych na stronach ministerstw.

Informacje o podmiotach uzyskane ze stron internetowych zostały wydrukowane i zarchiwizowane, a także są przechowywane w formie elektronicznej. Ponadto zarchiwizowano notatki ze spotkań oraz rozmów telefonicznych, zarówno w formie elektronicznej jak i papierowej. Dokumenty ESA, KE oraz inne wykorzystane w trakcie analizy są również przechowywane w formie elektronicznej oraz papierowej.

Dokumenty związane z procesem opracowywania oceny sektora oraz analizą pozyskanych danych (arkusze kalkulacyjne, pliki użytkowe itp.) przechowywane są w formie elektronicznej.

MATERIAŁY WŁASNE PAK