



POLSKA
AGENCJA
KOSMICZNA

OCENA ROZWOJU
BADAŃ I UŻYTKOWANIA
PRZESTRZENI KOSMICZNEJ
W POLSCE

2019

Spis treści

Wykaz wybranych skrótów	3
Wprowadzenie	4
01 Ocena rozwoju badań przestrzeni kosmicznej	5
1.1. Badania podstawowe finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki	7
1.2. Badania przemysłowe finansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju	12
1.3. Ocena okresowa rozwoju badań przestrzeni kosmicznej	16
02 Ocena użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce	19
2.1. Udział polskich podmiotów w programach Europejskiej Agencji Kosmicznej	21
2.2. Udział polskich podmiotów w programach Unii Europejskiej	30
2.3. Ocena okresowa użytkowania przestrzeni kosmicznej	35
03 Wnioski i uwagi końcowe	37
Źródła	39
Załącznik A: Skrócona postać drzewa technologicznego ESA	40
Załącznik B: Wykaz krajowych projektów badań podstawowych w zakresie domen technologicznych ESA finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w ramach paneli „ST9: Astronomia i badania kosmiczne” oraz „ST10: Nauki o Ziemi” zakończonych w 2019 r.	44
Załącznik C: Wykaz wybranych krajowych projektów badań przemysłowych w zakresie domen technologicznych ESA finansowanych przez NCBR w roku 2019	50
Załącznik D: Lista projektów Europejskiej Agencji Kosmicznej realizowanych przez podmiot krajowe w 2019 r. w ramach ostatniego naboru konkursowego do programu PLIIS	52
Załącznik E: Lista projektów badawczo-innowacyjnych i wsparcia w zakresie dome technologicznych ESA dofinansowanych z programu Horyzont 2020 realizowanych zrealizowanych z udziałem polskich podmiotów do roku 2019	53

Wykaz wybranych skrótów

ARTES	program opcjonalny ESA związany z budową satelitów telekomunikacyjnych
COPERNICUS	program Komisji Europejskiej związany z obserwacją Ziemi
COSPAR	(ang. Committee for Space Research) - międzynarodowy Komitet do spraw Badań Przestrzeni Kosmicznej utworzony przez Międzynarodową Radę Unii Naukowych
CSA	(ang. Coordination and Support actions) – typ projektu w programie Horyzont 2020 obejmujący działania koordynacyjne i wspierające
E3P	(ang. European Exploration Envelope Programme) eksploracyjny program rozwojowy ESA
EEE	Komponenty elektryczne, elektroniczne i elektromechaniczne
EO	(ang. Earth observation) satelitarna obserwacja Ziemi
EOEP	(ang. Earth Observation Envelope Programme) program ESA związany z obserwacją Ziemi
ESA	(ang. European Space Agency) Europejska Agencja Kosmiczna
ESOC	(ang. European Space Operations Centre) Europejskie Centrum Operacji Kosmicznych
EUSST	(ang. European Space Surveillance and Tracking) europejski system wykrywania i śledzenia obiektów kosmicznych
FLPP	(ang. Future Launchers Preparatory Programme) - program ESA wsparcia budowy przyszłych systemów wynoszenia
GALILEO	Program utworzenia europejskiego systemu globalnej nawigacji satelitarnej
GNSS	(ang. Global Navigation Satellite Systems) globalny systemy nawigacji satelitarnej
GSTP	(ang. General Support Technology Programme) program opcjonalny ESA związany ze wsparciem rozwoju technologii
IA	(ang. Innovation actions) typ projektu w programie Horyzont 2020 obejmujący działania nastawione bezpośrednio na plany produkcyjne i/lub projektowanie nowych, zmienionych lub ulepszonych produktów, procesów lub usług
IAP	(ang. Integrated Applications Promotion) program ESA zintegrowanych aplikacji
KE	Komisja Europejska
LEOP	(ang. Launch and Early Orbit Phase) faza lotu satelity po odłączeniu się od rakiety nośnej
LSI	(ang. Large Scale Integrators) duże podmioty zajmujące się integracją systemów kosmicznych
MMIC	(ang. Monolithic Microwave Integrated Circuit) – monolityczny mikrofalowy układ scalony
MSCA	(ang. Marie Skłodowska-Curie Actions) typ projektu w programie Horyzont 2020 mający na celu rozwój kadry naukowej
MŚP	Małe i średnie przedsiębiorstwa
NAVISP	(ang. Navigation Innovation and Support) - program ESA budowy europejskiego globalnego systemu nawigacji satelitarnej
NCBR	Narodowe Centrum Badań i Rozwoju
NCN	Narodowe Centrum Nauki
OECD	(ang. Organisation for Economic Cooperation and Development) - Organizacja Współpracy Gospodarczej i Rozwoju
PECS	(ang. The Plan for European Cooperating States) plan ESA dla europejskiego państwa współpracującego
PKN	Polski Komitet Normalizacyjny
PLIIS	(ang. Polish Industry Incentive Scheme) program ESA wsparcia polskiego przemysłu
PM/QA/PA	(ang. Project Management, Quality Assurance, Product Assurance) zarządzanie projektem, zapewnianie jakości procesu, zapewnianie wiarygodności produktu
PRODEX	(fr. PROgramme de Développement d'Expériences scientifiques) program ESA budowy instrumentów naukowych ESA
RIA	(ang. Research and Innovation actions) typ projektu w programie Horyzont 2020 obejmujący prace badawczo-rozwojowe
SME	(ang. small and medium enterprise) małe lub średnie przedsiębiorstwo
SSA	(ang. Space Situational Awareness Programme) program ESA budowy systemu świadomości sytuacyjnej w przestrzeni kosmicznej
SSPA	(ang. solid state power amplifier) – scalony wzmacniacz mocy
SST	(ang. Space Surveillance and Tracking) element systemu SSA związany ze śledzeniem obiektów w przestrzeni kosmicznej
TAS	Thales Alenia Space
TD	(ang. Technology Domain) - domena technologiczna według klasyfikacji ESA
TRL	(ang. Technology Readiness Level) – poziom gotowości technologicznej
TS	(ang. Technology Subdomain) - poddomena technologiczna według klasyfikacji ESA
UE	Unia Europejska

Wprowadzenie

Niniejszy raport został przygotowany w ramach obowiązku wynikającego z art. 9 znowelizowanej w dn. 13 czerwca 2019 r. Ustawy o Polskiej Agencji Kosmicznej (Dz.U. 2019 poz. 1248) i jest dokumentem przygotowywanym po raz piąty począwszy od powstania Agencji w roku 2015. Przed szczegółowym omówieniem przeprowadzonych analiz warto przytoczyć kilka faktów z 2019 r. o dużym znaczeniu dla krajowego sektora kosmicznego.

Rok 2019 był ostatnim rokiem funkcjonowania programu wsparcia polskiego przemysłu PLIIS, prowadzonego od momentu przystąpienia Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej w roku 2012. Zadaniem programu było wspieranie nowoczesnego i konkurencyjnego przemysłu w państwach członkowskich, a także prowadzenie badań podstawowych i działań edukacyjnych. Program ten należy uznać za najważniejszy instrument budowy w Polsce kompetencji z zakresu technologii kosmicznych i satelitarnych.

Opracowany przez Polską Agencję Kosmiczną i przewidziany do realizacji na lata 2019-2021 Krajowy Program Kosmiczny [9], który w zamysle miał być właściwym początkiem realizacji celów określonych w Polskiej Strategii Kosmicznej, nie został uruchomiony. Jednakże za pewien element prowadzący do jego realizacji można uznać uruchomienie w minionym roku przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju naboru wniosków do konkursu „Szybka ścieżka – technologie kosmiczne” w ramach poddziałania 1.1.1 „Badania przemysłowe i prace rozwojowe realizowane przez przedsiębiorstwa”. Na konkurs wstępnie alokowano kwotę 300 mln zł [2]. Konkurs spotkał się z dużym zainteresowaniem krajowych podmiotów, ale w związku z ogłoszeniem rezultatów naboru w roku 2020 szczegółowa analiza jego wyników zostanie przedstawiona w przyszłorocznej wersji niniejszego raportu.

Po przystąpieniu do konsorcjum EUSST (ang. European Union Space Surveillance and Tracking) w 2018 r. Polska Agencja Kosmiczna bierze aktywny udział w jego pracach, których celem jest rozwój europejskiej i krajowej infrastruktury kosmicznej, obiektów i usług niezbędnych do zapewnienia bezpieczeństwa i ochrony gospodarek, społeczeństw i obywateli Europy [3].

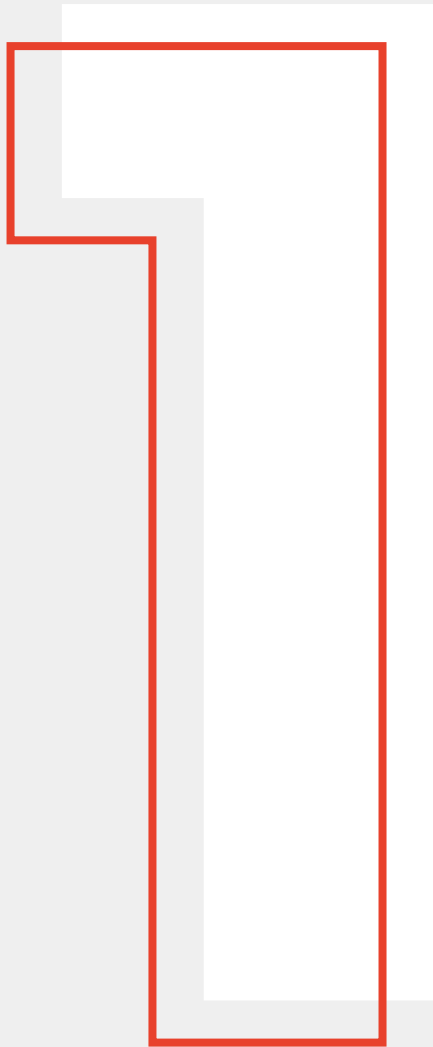
W zakresie prowadzenia badań naukowych w Polsce, 1. października 2019 r. weszła w życie Ustawa „Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce” [1], która w znaczący sposób ograniczyła liczbę dyscyplin naukowych, wykorzystywanych w ocenie dorobku jednostek naukowych i definiowaniu kierunków kształcenia. Nie znalazła się wśród nich żadna, która by bezpośrednio obejmowała całość zagadnień dotyczących technologii kosmicznych

i satelitarnych. Z tego powodu niniejszy raport podobnie jak w latach poprzednich za punkt odniesienia w ocenie rozwoju badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w Polsce przyjmuje zawartość drzewa technologicznego opublikowanego przez Europejską Agencję Kosmiczną. Dokument ten przygotowany w formie normatywnej w języku angielskim wykorzystywany jest przez ESA przy ocenianiu kompetencji podmiotów europejskiego sektora kosmicznego [8]. W roku 2019 została opracowana przez PAK propozycja dokumentu normatywnego w języku polskim, bazującego na wspomnianym dokumencie ESA. Opracowany dokument jest aktualnie procedowany przez Komitet Zadaniowy PKN ds. terminologii z zakresu technologii kosmicznych i satelitarnych. W przedstawionych w niniejszym raporcie analizach użyto pojęć w języku polskim zaczerpniętych z tego dokumentu.

Tegoroczny raport składa się z trzech rozdziałów, a uzupełnieniem ich treści są cztery załączniki z wykazami danych źródłowych wykorzystanych w analizach opisanych w tych rozdziałach, pozyskanych z Narodowego Centrum Nauki, Narodowego Centrum Badań i Rozwoju oraz Krajowego Punktu Kontaktowego Programów Badawczych Unii Europejskiej. W porównaniu z raportem z poprzedniego roku w bieżącym raporcie nie zostały ujęte wyniki bezpośredniej ankietyzacji krajowych jednostek naukowych oraz przedsiębiorstw krajowego sektora kosmicznego zrzeszonych w Związku Pracodawców Sektora Kosmicznego. W przypadku jednostek naukowych wyniki ich aktywności zostały już pośrednio odzwierciedlone w wynikach analizy dotyczącej projektów badawczych, zatem ponowne ankietowanie tych jednostek w stosunkowo krótkim okresie jednego roku nie wniosłoby wiele względem raportu ubiegłorocznego. Z kolei w przypadku przedsiębiorstw krajowego sektora kosmicznego w roku 2020 jest planowane przeprowadzenie pogłębionej analizy ich aktywności z wykorzystaniem szczegółowej ankiety przygotowywanej przez PAK przy współpracy z ESA.

W podsumowaniu przedstawiono krótko kilka najważniejszych wniosków wynikających z przeprowadzonych w raporcie analiz. Wyłaniający się z nich zarys perspektyw rozwoju polskiego sektora kosmicznego wygląda obiecująco – w pewnych obszarach posiadamy już w kraju potencjał i zasoby kompetencyjne, dorównujące ich odpowiednikom w krajach, w których funkcjonuje w pełni rozwinięty sektor kosmiczny.

Autorzy raportu pragną podziękować za dostarczenie obszernych informacji przez Narodowe Centrum Nauki, Narodowe Centrum Badań i Rozwoju oraz Krajowy Punkt Kontaktowy Programów Badawczych Unii Europejskiej.



Ocena rozwoju badań przestrzeni kosmicznej

Punktem odniesienia dla przeprowadzonej oceny były wszystkie trzy poziomy drzewa technologicznego ESA, klasyfikujące różne tradycyjnie rozumiane dziedziny wiedzy z obszarów nauk ścisłych, przyrodniczych, technicznych i medycznych w postaci rozłącznych domen technologicznych (poziom TD, ang. Technology Domains), z rozbiciem każdej dziedziny na poddziedziny (poziom TS, ang. Technology Subdomains), a każdej poddziedziny na grupy technologii (poziom TG, ang. Technology Group). W Załączniku A przedstawiono zawartość tego drzewa w postaci skróconej; pełne opisy wszystkich jego węzłów można znaleźć w dokumencie źródłowym ESA [8]. W dalszej części raportu całość zakresu pojęciowego zdefiniowanego w tym drzewie określać będziemy dla zwięzłości umownie mianem „tematyki kosmicznej”.

Klasyfikacja przedstawiona w Załączniku A pozwoliła w sposób uporządkowany i obiektywny opisywać zakresy kompetencji jednostek realizujących analizowane projekty. Zagadnienia wymienione w pełnym opisie drzewa technologicznego ESA obejmują zarówno badania podstawowe, podejmowane w celu zdobycia nowej wiedzy o podstawach zjawisk i obserwowalnych faktach, jak i badania stosowane, mające na celu ulepszenie lub opracowywanie nowych urządzeń, procesów i technologii, wykorzystywanych w eksploracji kosmosu.

Jednostki krajowe prowadzące działalność badawczą, badawczo-wdrożeniową oraz komercyjną w obrębie wyżej wymienionych zagadnień zostały przeanalizowane z kilku perspektyw:

- 1) Wykazu tematyki projektów badań podstawowych finansowanych w roku 2019 w ramach konkursów organizowanych przez Narodowe Centrum Nauki w zakresie panelu dziedzinowego „ST9: Astronomia i badania kosmiczne” oraz w panelu dziedzinowego „ST10: Nauki o Ziemi” (Załącznik B).
- 2) Wykazu tematyki projektów badań stosowanych dotyczących tematyki kosmicznej finansowanych w roku 2019 w ramach konkursów organizowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (Załącznik C).

1.1

Badania podstawowe finansowane ze środków Narodowego Centrum Nauki

Formuła konkursów na dofinansowanie projektów badań podstawowych ogłaszanych cyklicznie przez Narodowe Centrum Nauki pozwala wnioskodawcom swobodnie definiować we wnioskach podejmowaną tematykę badawczą. Zagadnienia szczegółowe podlegają jedynie ogólnej klasyfikacji na panele dziedzinowe, porządkujące proces merytorycznej recenzji zgłaszanych wniosków i wyłanianie w obrębie każdego panelu najlepszych propozycji projektów przeznaczonych do finansowania.

W roku 2019 zrealizowano łącznie 40 projektów badań podstawowych w ramach panelu dziedzinowego „ST9: Panel ST9: Astronomia i badania kosmiczne” oraz 37 projektów w ramach panelu „ST10: Nauki o Ziemi”; ich szczegółowy wykaz przedstawiono w tabeli w Załączniku B. Udział poszczególnych grup technologii wyspecyfikowanych w drzewie technologicznym ESA w analizowanych projektach każdego z tych paneli przedstawiają odpowiednio Tabela 1 i Tabela 2.

Tabela 1

Reprezentacja domen technologicznych ESA w projektach NCN panelu ST9: Astronomia i badania kosmiczne w roku 2019

Panel ST9: Astronomia i badania kosmiczne		Grupy technologii ESA		
Symb.	Nazwa dziedziny	2E-I	14B-I	14B-II
001	Fizyka Słońca i przestrzeni międzyplanetarnej			
002	Planety i małe ciała Układu Słonecznego			
003	Materia międzygwiazdowa			
004	Powstawanie gwiazd i planet			
005	Układy planetarne pozasłoneczne			
006	Astrobiologia			
007	Gwiazdy i układy gwiazdowe			
008	Droga Mleczna			
009	Powstawanie i ewolucja galaktyk			
010	Gromady galaktyk i wielkoskalowa struktura Wszechświata			
011	Astrofizyka wys. energii – prom. rtg, gamma, kosmiczne, neutrina			
012	Astrofizyka relatywistyczna			
013	Ciemna materia, ciemna energia			
014	Astronomia fal grawitacyjnych			
015	Kosmologia			
017	Duże bazy danych: archiwizacja, przechowywanie i analiza			

Tabela 2**Reprezentacja domen technologicznych ESA w projektach NCN panelu ST10: Nauki o Ziemi roku 2019**

Panel ST9: Astronomia i badania kosmiczne		Grupy technologii ESA						
Symb.	Nazwa dziedziny	2E-I	7B-I	14B-I	14B-III	16C-III	24C-III	24C-IV
001	Chemia i fizyka atmosfery, zanieczyszczenia atmosfery							
002	Klimatologia, meteorologia, zmiany klimatu							
004	Geochemia, biogeochemia							
005	Mineralogia, petrologia, wulkanologia, geologia złóż							
006	Ewolucja Ziemi, geologia regionalna, geologia morska, geologia planetarna							
007	Geomorfologia, badania kriosfery, zmiany krajobrazu Ziemi							
008	Paleontologia, stratygrafia, geochronologia							
010	Hydrogeologia, hydrologia, obieg wód, zanieczyszczenia wód							
011	Oceanologia chemiczna i fizyczna							
012	Geodezja, kartogr., syst. inform. geogr., teledetekcja i teledetekcja satelitarna							
013	Geoekosystem: atmo-morfo-lito-pedo-hydro-bio-antropo-sfera							
015	Paleoklimatologia, paleoekologia							
016	Zmiany/kształtowanie i ochrona środowiska przyrodniczego							

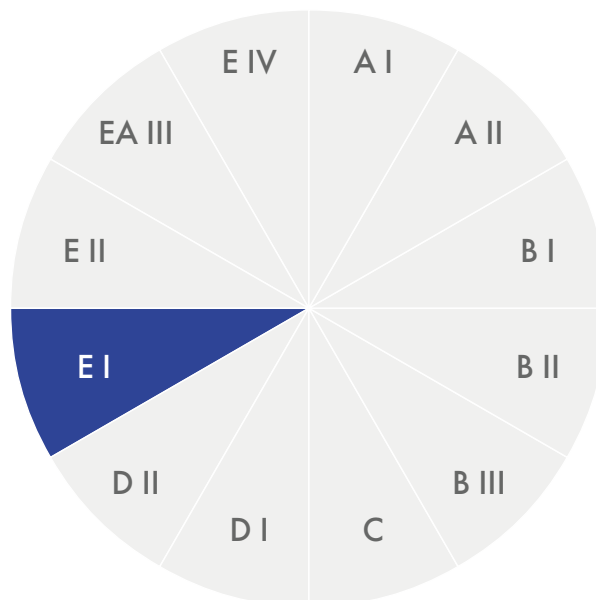
Czytelników zainteresowanych szczegółami dotyczącymi kwalifikacji tematyki badawczej w pozostałych panelach dziedzinowych względem klasyfikacji domen technologicznych ESA odsyłamy do raportu o stanie

badań i wykorzystania przestrzeni kosmicznej w Polsce za rok 2017 [6]. Wyniki analizy projektów z obszaru Paneli ST9 i ST10 w ujęciu dziedzinowym wg drzewa ESA przedstawia Tabela 3.

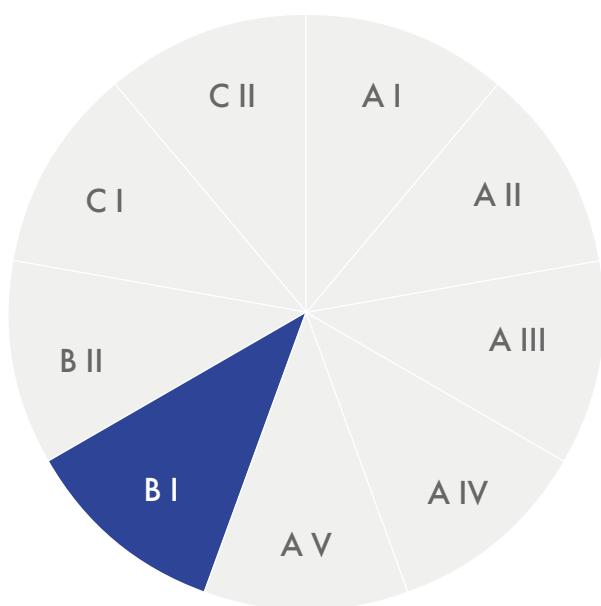
Tabela 3**Tematyka kosmiczna w projektach badań podstawowych finansowanych przez NCN wg grup technologii drzewa ESA**

■ Liczba projektów: 28

Centrum Badań Kosmicznych PAN,
 Instytut Fizyki Jądrowej PAN,
 Instytut Geogr. i Przem. Zagosp. PAN,
 Instytut Oceanologii PAN,
 Instytut Ochrony Przyrody PAN,
 Politechnika Krakowska,
 Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego,
 Uniwersytet im. A. Mickiewicza,
 Uniwersytet Jagielloński,
 Uniwersytet Łódzki,
 Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej,
 Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
 Uniwersytet Szczeciński,
 Uniwersytet Śląski,
 Uniwersytet Warmińsko-Mazurski,
 Uniwersytet Warszawski,
 Uniwersytet Wrocławski



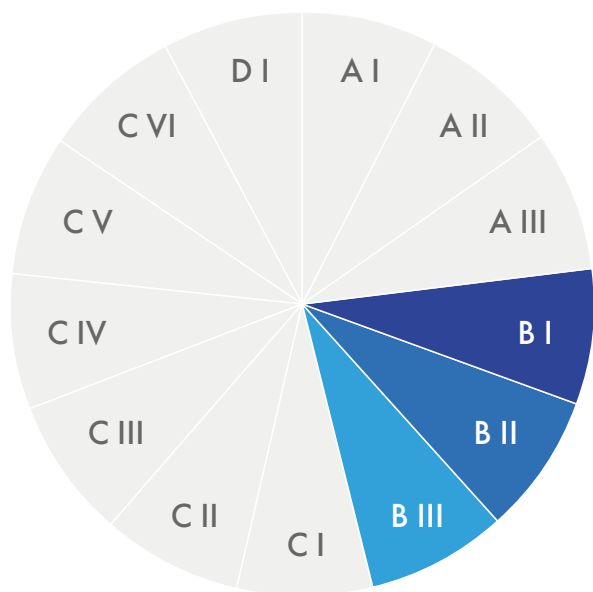
TD 2: OPROGRAMOWANIE SYSTEMÓW KOSMICZNYCH



■ Liczba projektów: 5

Instytut Chemii Fizycznej PAN,
 Instytut Fizyki Jądr. PAN,
 Instytut Oceanologii PAN,
 Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu,
 Uniwersytet Warmińsko-Mazurski

TD 7: TECHNOLOGIE ELEKTROMAGNETYCZNE



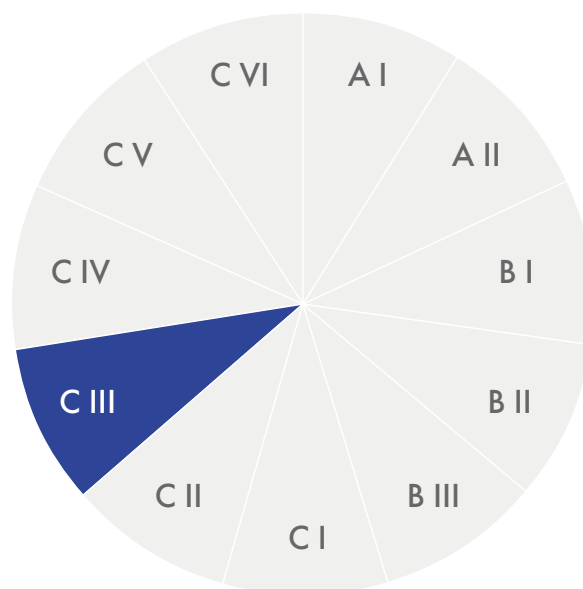
■ Liczba projektów: 13
 Centr. Astr. PAN, CBK PAN, Inst. Fizyki Jądr. PAN, NCBJ, UMK, Uniw. Ped. w Krakowie, Uniw. Warsz., Uniw. Zielonog., Inst. Chemii Fizycznej PAN, Uniw. Śl.

■ Liczba projektów: 36
 Centr. Astr. PAN, Centr. Fiz. Tech. PAN, Inst. Fizyki Jądr. PAN, NCBJ, UMK, Uniw. Ped. w Krakowie, Uniw. Warsz., Uniw. Zielonog., Uniw. im. A. Mickiewicza, Uniw. Jag., Pol. Śl., Uniw. Szczec., Uniw. Wroc.

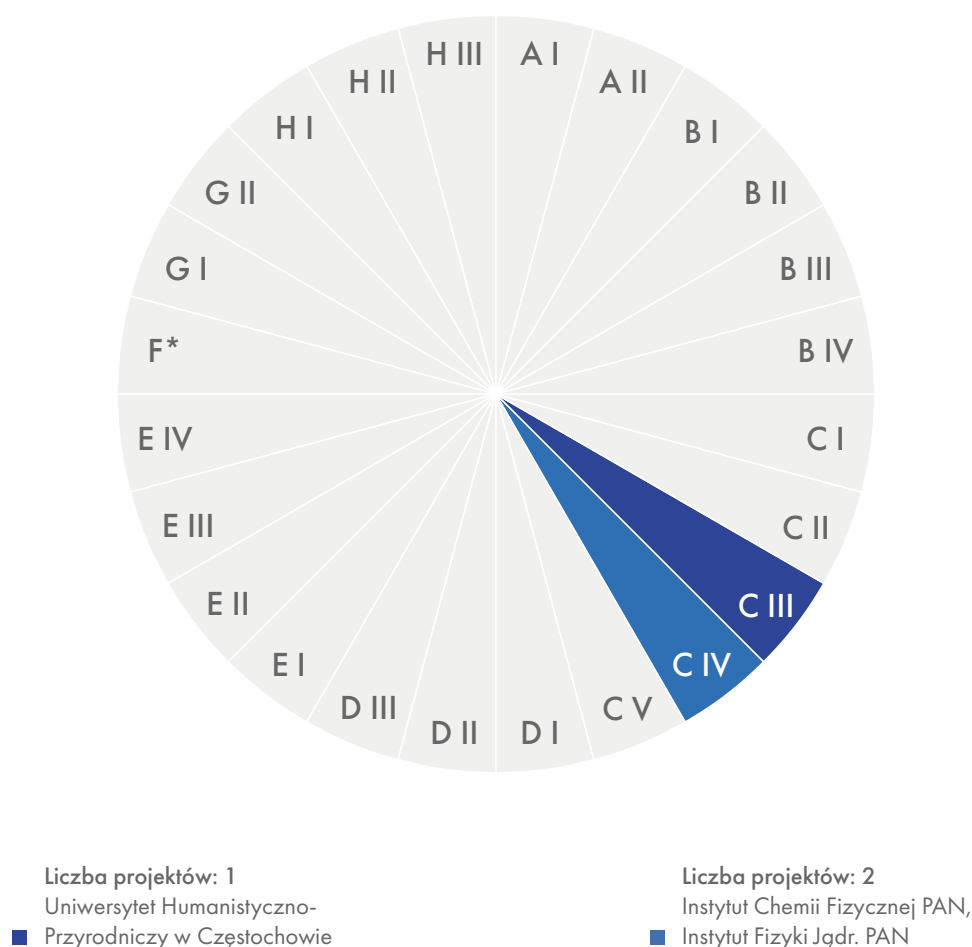
■ Liczba projektów: 1
 Uniw. Śl.

TD 14: NAUKI BIOLOGICZNE I FIZYCZNE

■ Liczba projektów: 4
 Centrum Badań Kosmicznych PAN, Politechnika Koszalińska, Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu, Uniwersytet Szczeciński



TD 16: OPTYKA



TD 24: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA I PROCESY

Jak widać z tych diagramów, w projektach NCN wykazanych w Załączniku B najliczniej reprezentowane były zagadnienia z zakresu domeny „TD2: Oprogramowanie systemów kosmicznych” w grupie technologii „TD2-E-I: Przetwarzanie danych i informacji” z poddomeny „TD2-E: Wykorzystanie danych z przyrządów obserwacji Ziemi”. Podobnie licznie reprezentowane były zagadnienia z zakresu domeny „TD14: Nauki biologiczne i fizyczne”, a w nim grup technologii „TD14-B-I: Sensory i oprzyrządowanie analityczne”, „TD14-B-II: Obrazowanie diagnostyczne oraz technologie obróbki obrazu” i „TD14-B-III: Przetwarzanie i produkcja materiałów in-situ” w poddomenie „TD14-B: Instrumenty badawcze dla nauk fizycznych”. Mniej licznie reprezentowane były natomiast zagadnienia z zakresu domeny „TD7:

Technologie elektromagnetyczne” w grupie technologii „TD7-B-I: Oddziaływanie fal elektromagnetycznych” poddomeny „TD7-B: Propagacja i oddziaływanie fal elektromagnetycznych” oraz „TD16: Optyka” w grupie technologii „TD16-C-III: Laserowe pomiary odległości i obrazowanie, lizary i wysokościomierze” w poddomenie „TD16-C: Technologie sprzętu i przyrządów optycznych”. Najmniej licznie w przeanalizowanych projektach badawczych wykazanych w Załączniku B reprezentowane były zagadnienia z zakresu domeny „TD24: Inżynieria materiałowa i procesy” w grupie technologii „TD24-C-III: Kontrola zanieczyszczenia cząstkami stałymi” oraz „TD24-C-IV: Kontrola biokorozji, biocydów, korozji plazmowej i tym podobnych” z poddomeny „TD24-C: Zapewnianie czystości i sterylizacja materiałów”.

1.2

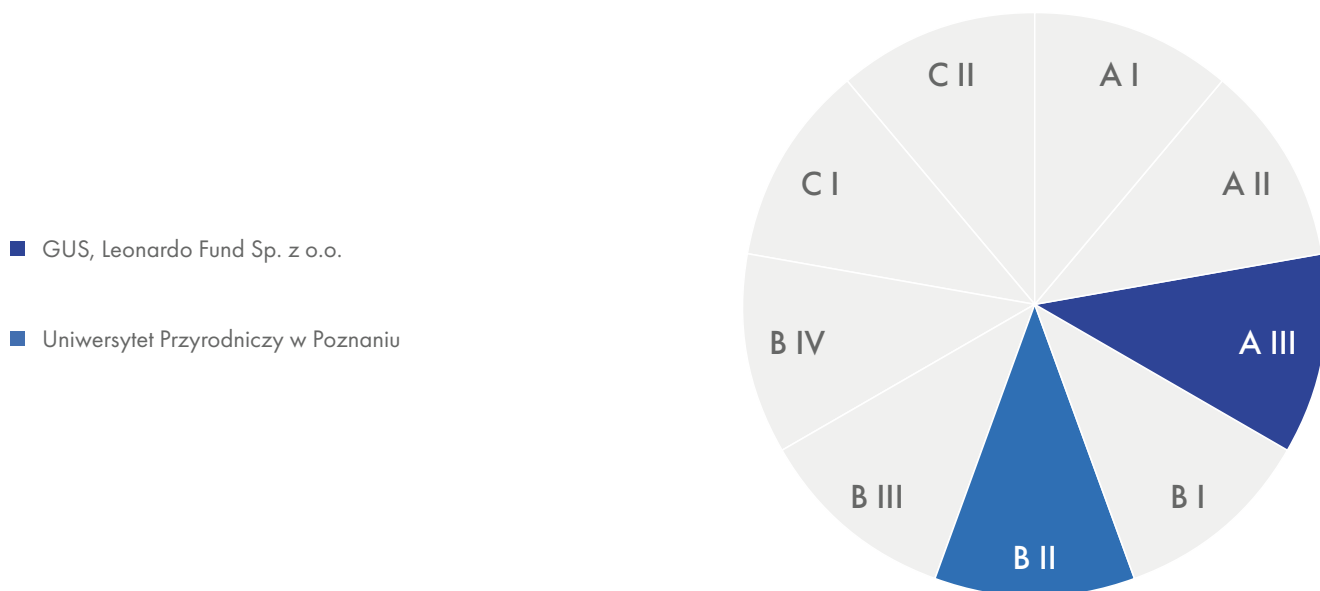
Badania przemysłowe finansowane ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju

Konkursy na dofinansowanie projektów ogłaszane cyklicznie przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju są dedykowane określonej tematyce i dotyczą przedsięwzięć B+R kończących się zazwyczaj prototypami urządzeń lub wdrożeniami nowych

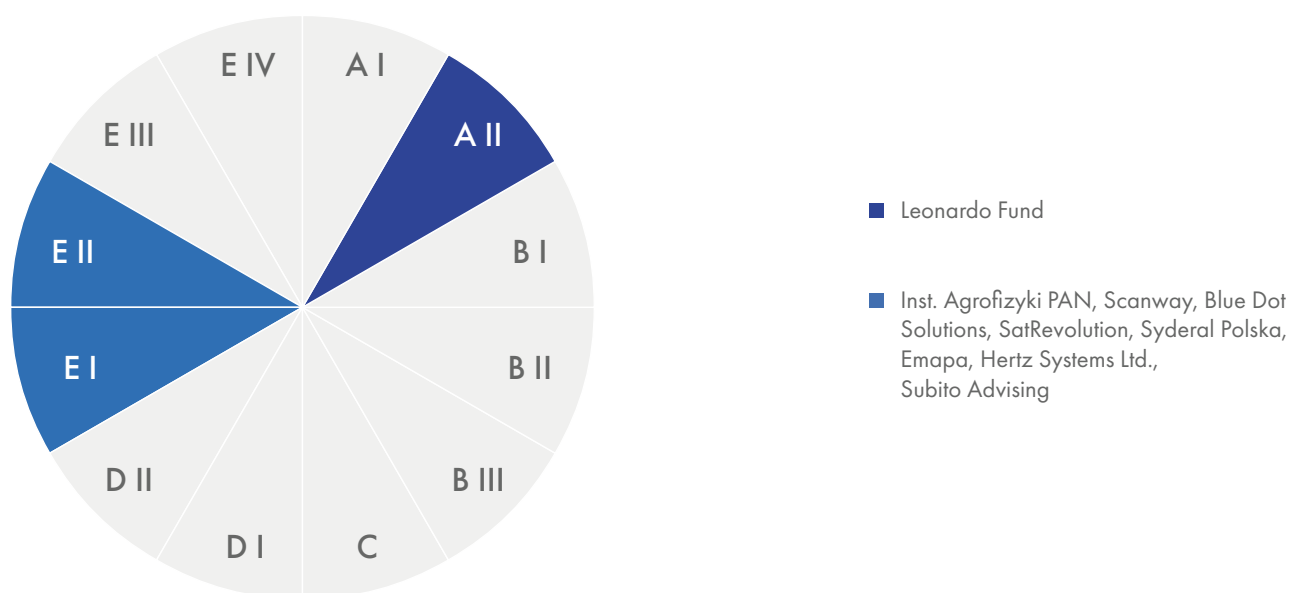
procesów czy usług. Spośród 22 wskazanych przez NCBR projektów do dalszej analizy ostatecznie wybrano 17 projektów, wymienionych w tabeli w Załączniku C. Jej wyniki przedstawia Tabela 4.

Tabela 4

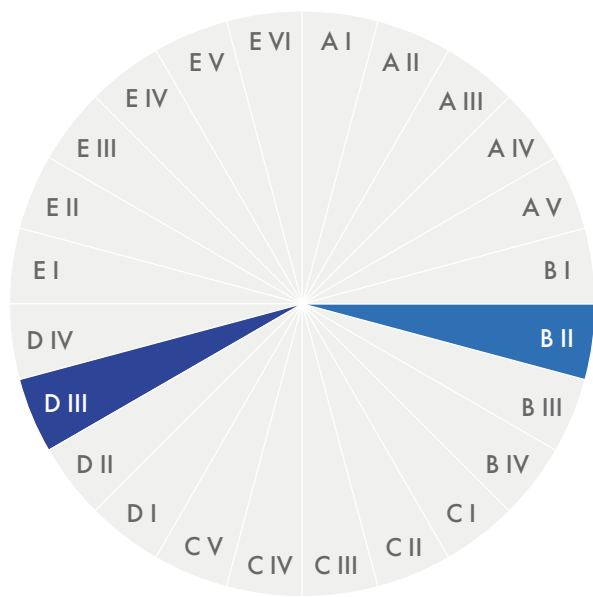
Tematyka projektów badań stosowanych finansowanych przez NCBR wg grup technologii drzewa ESA



TD 1: POKŁADOWE SYSTEMY PRZETWARZANIA DANYCH

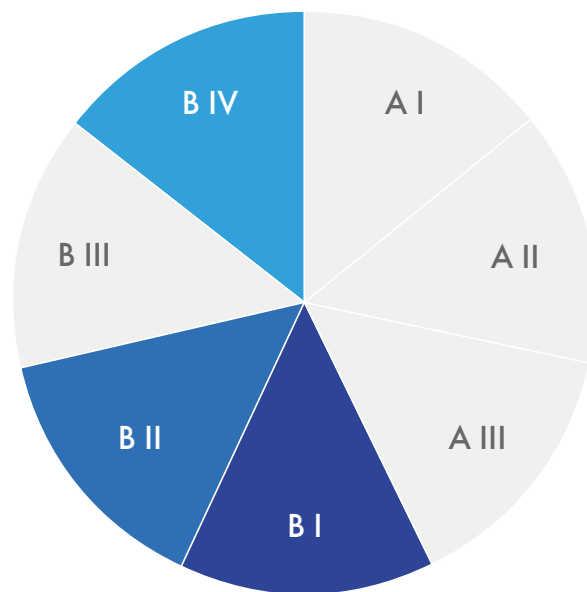


TD 2: OPROGRAMOWANIE SYSTEMÓW KOSMICZNYCH



- Wasat
- IGHT, Pol. Warsz.

TD 6: SYSTEMY, ŁADUNKI UŻYTECZNE I TECHNOLOGIE W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH

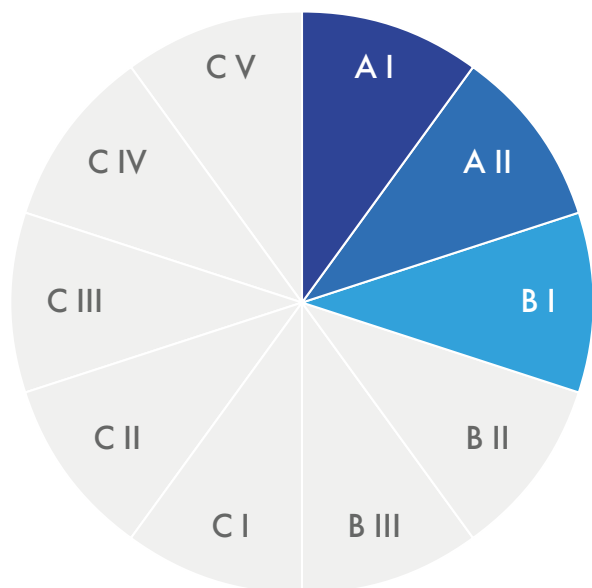


- Uniw. Przyrod. we Wrocławiu
- Creotech Instruments, Polservice Geo, Subito Advising
- Polservice Geo, Pol. Warsz., IGHT, Uniw. Przyrod. we Wrocławiu

TD 10: DYNAMIKA LOTU I SYSTEMY NAWIGACJI GLOBALNEJ (GNSS)

Wśród zagadnień z drzewa technologicznego ESA reprezentowanych w projektach badań przemysłowych wymienionych w Załączniku C można wyodrębnić wyraźnie dwie kategorie zagadnień - jedną bardzo licznie reprezentowaną, zawierającą zagadnienia z domen „TD2: Oprogramowanie systemów kosmicznych”, „TD10: Dynamika lotu i systemy nawigacji globalnej (GNSS)” i „TD13: Automatyka, telematyka i robotyka” oraz drugą o zdecydowanie słabszej reprezentacji z domen „TD1: Pokładowe systemy przetwarzania danych”, „TD6: Systemy, ładunki użyteczne i technologie w zakresie

częstotliwości radiowych” oraz „TD24: Inżynieria materiałowa i procesy”. W pierwszej (licznej) kategorii dominują zagadnienia dotyczące grup technologii „TD2-E-I: Przetwarzanie danych i informacji” i „TD2-E-II: Zastosowania i usługi informacyjne” z poddomeny „TD2-E: Wykorzystanie danych z przyrządów obserwacji Ziemi”, „TD2-A-II: Zaawansowane funkcje systemów oprogramowania” z poddomeny „TD2-A: Zaawansowane technologie informatyczne”, „TD10-B-I: Naziemne sieci śledzenia”, „TD10-B-II: Przetwarzanie danych GNSS i danych geodezyjnych” oraz „TD10-B-



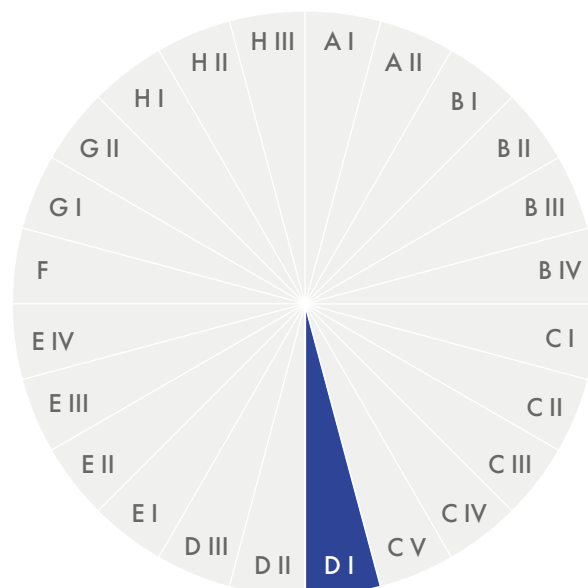
■ CBK-PAN, ABM Space, Akad. Pom. w Słupsku, One More Level

■ OMNI3D

■ OMNI3D, QMedia

TD 13: AUTOMATYKA, TELEMATYKA I ROBOTYKA

IV: Geodezyjne układy współrzędnych” z poddomeny „TD10-B: Wysokoprecyzyjne przetwarzanie danych GNSS”, „TD13-A-I: Eksploracja planet” i „TD13-A-II: Systemy orbitalne” z poddomeny „TD13-A: Innowacyjne koncepcje robotyczne dla nowych misji kosmicznych” oraz „TD13-B-I: Systemy manipulacji” z poddomeny „TD13-B: Projektowanie systemów automatyki i systemów robotycznych”. W drugiej (stosunkowo nielicznej) kategorii pojawiają się pojedyncze zagadnienia z grup technologii „TD1-A-III: Technologie informatyczne do przetwarzania danych z urządzeń ładunku użytecznego”



■ ABM Space, One More Level

TD 24: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA I PROCESY

poddomeny „TD1-A: Systemy przetwarzania danych z urządzeń ładunku użytecznego” i „TD1-B-II: Komputery pokładowe” poddomeny „TD1-B: Systemy przetwarzania danych z urządzeń pokładowych”, „TD6-B-II: Odbiorniki naziemne” poddomeny „TD6-B: Systemy i podsystemy radionawigacji” i „TD6-D-III: Przyrządy do obserwacji Ziemi” poddomeny „TD6-D: Urządzenia radiowe ładunku użytecznego” oraz „TD24-D-I: Oddziaływanie materiałów w środowisku kosmicznym” poddomeny „TD24-D: Wpływ środowiska kosmicznego na właściwości materiałów”.

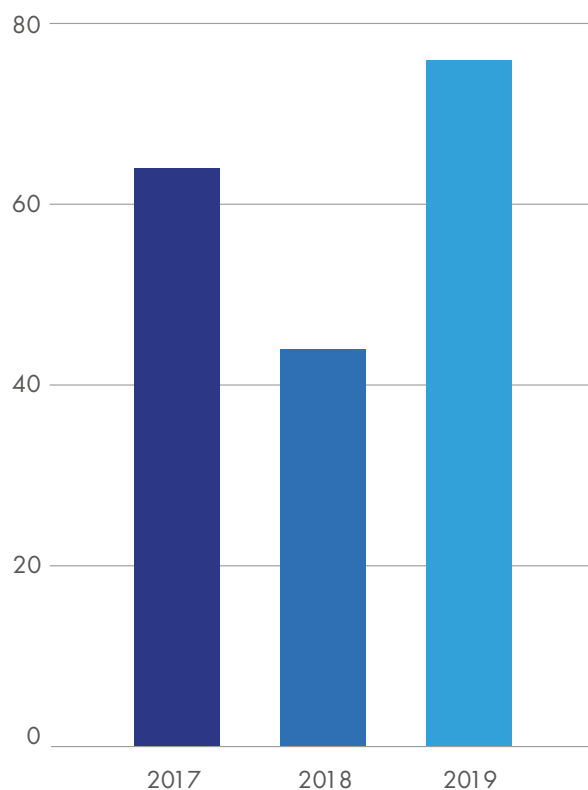
1.3

Ocena okresowa rozwoju badań przestrzeni kosmicznej

W ramach tegorocznego raportu dokonano oceny okresowej za lata 2017-2019 rozwoju badań przestrzeni kosmicznej w Polsce w oparciu o projekty dofinansowywane przez Narodowe Centrum Nauki (NCN) oraz Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR).

W przypadku projektów dofinansowanych ze środków NCN uwzględniono jedynie te, które realizowane były w ramach paneli „ST9 - Astronomia i badania kosmiczne” oraz dziedziny „ST10.12 – Geodezja, kartografia, systemy informacji geograficznej, teledetekcja i teledetekcja satelitarna” panelu „ST10 - Nauki o Ziemi”. Ich liczba w okresie ostatnich trzech lat waha się w przedziale od 43 do 77, ze średnią wynoszącą 61. Mimo krótkiego okresu oceny można oszacować, że rocznie realizowanych jest w Polsce około 60 projektów badań podstawowych o tematyce kosmicznej (Rysunek 1).

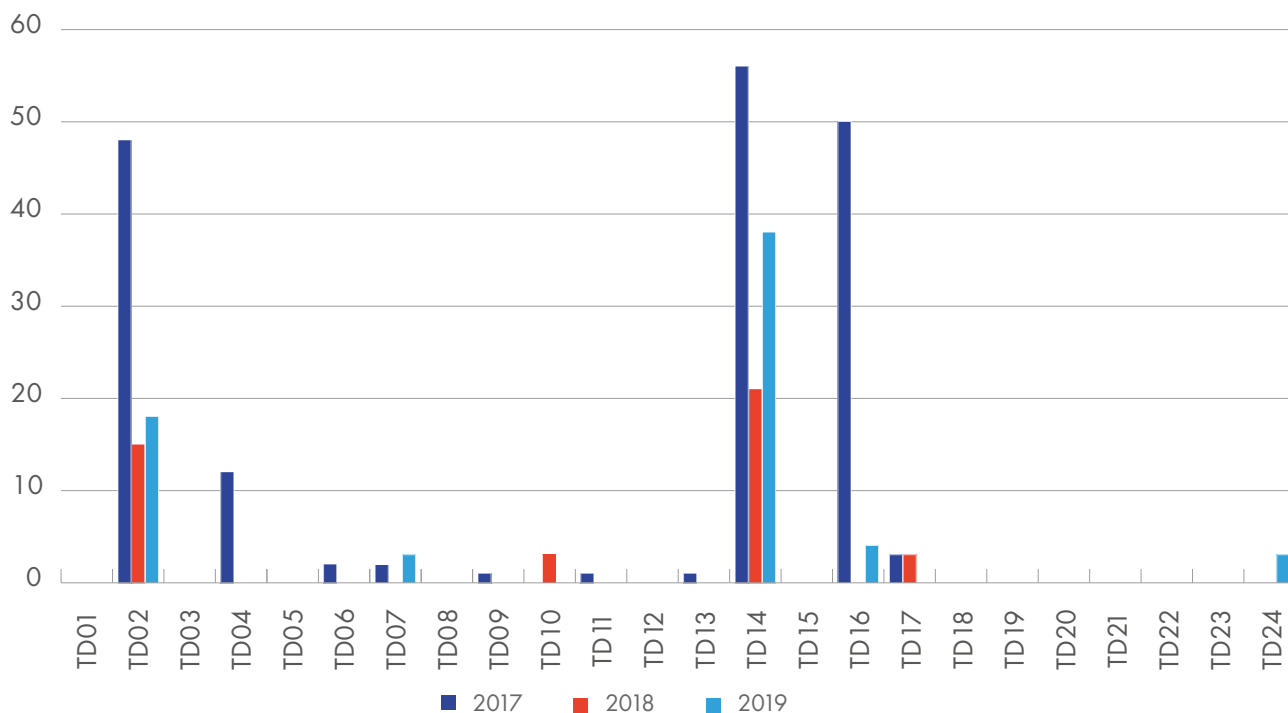
Warto jednak zauważyć, że pokrywają one niewielki obszar domen technologicznych ESA. Większość z projektów lokuje się w domenie „TD14 – Nauki biologiczne i fizyczne” i „TD2 - Oprogramowanie systemów kosmicznych”. Można również wskazać większą liczbę projektów lokujących się w roku 2017 jeszcze w domenach „TD16 – Optyka” oraz „TD4 – Przestrzeń kosmiczna i jej oddziaływanie na obiekty kosmiczne” (rysunek 2). W kilku innych domenach technologicznych w ciągu minionych trzech lat realizowane były zaledwie pojedyncze projekty.



RYСУNEK 1: ŁĄCZNA LICZBA PROJEKTÓW BADAŃ PODSTAWOWYCH O TEMATYCE KOSMICZNEJ REALIZOWANYCH W POLSCE (W UJĘCIU ROCZNYM)

Można również wskazać większą liczbę projektów lokujących się w roku 2017 jeszcze w domenach „TD16 – Optyka” oraz „TD4 – Przestrzeń kosmiczna i jej oddziaływanie na obiekty kosmiczne” (Rysunek 2).

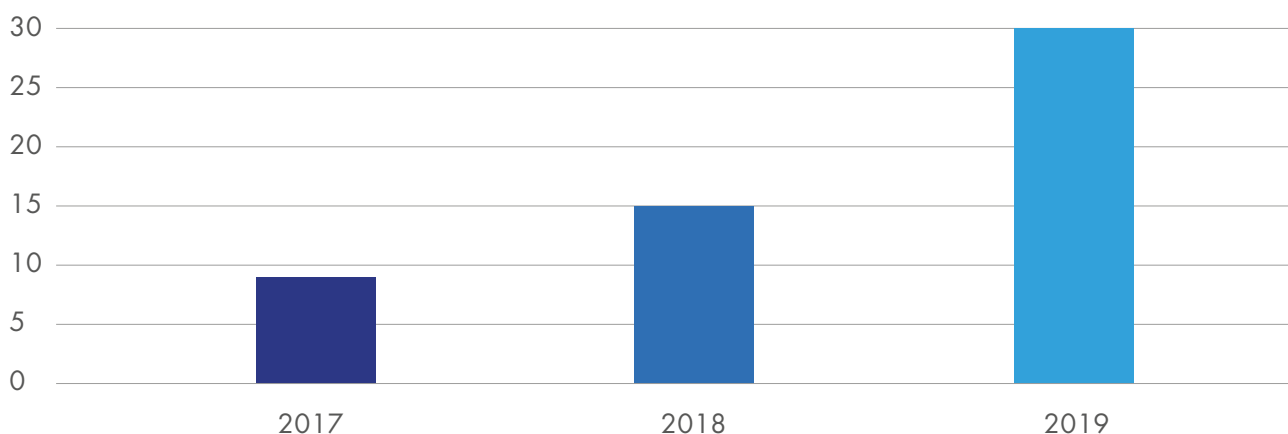
W kilku innych domenach technologicznych w ciągu minionych trzech lat realizowane były zaledwie pojedyncze projekty.



RYSUNEK 2: ŁĄCZNA LICZBA PROJEKTÓW BADAŃ PODSTAWOWYCH O TEMATYCE KOSMICZNEJ REALIZOWANYCH W POLSCE (ROCZNIE WG DOMEN ESA)

W przypadku badań przemysłowych i prac rozwojowych dofinansowanych przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju można w ciągu ostatnich trzech lat

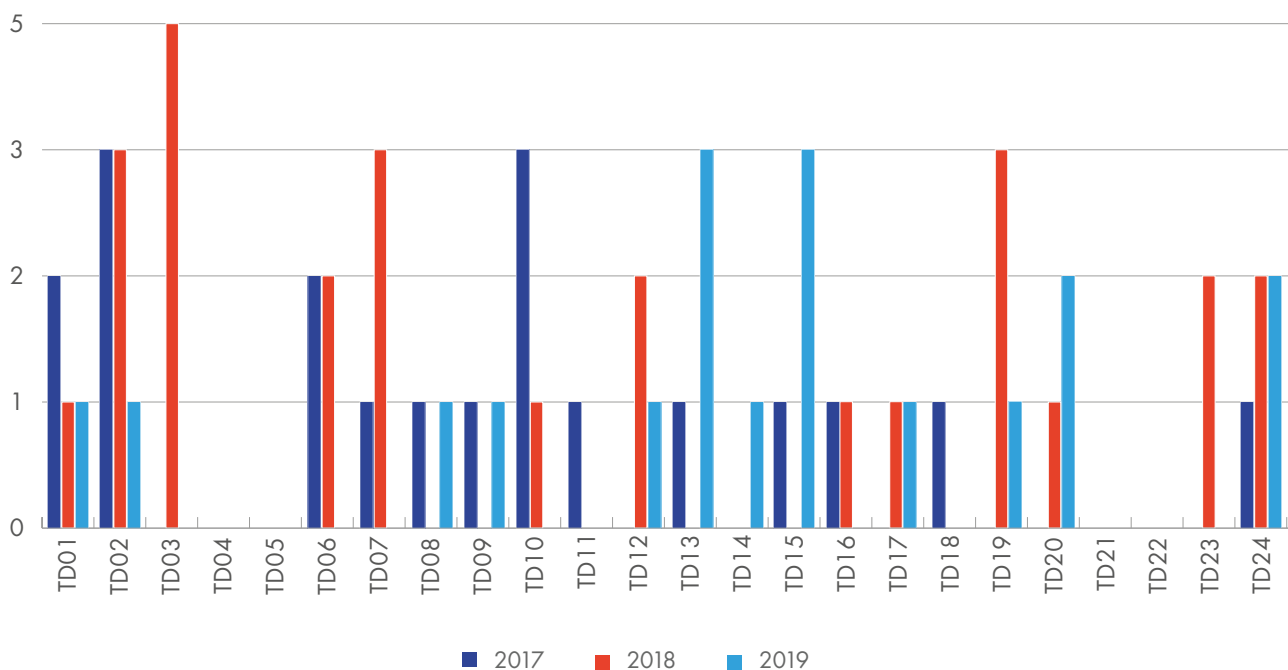
zaobserwować wyraźny wzrost liczby projektów o tematyce kosmicznej: od 9 w roku 2017 do 30 w roku 2019 (Rysunek 3).



RYSUNEK 3: ŁĄCZNA LICZBA PROJEKTÓW BADAŃ PRZEMYSŁOWYCH I PRAC ROZWOJOWYCH O TEMATYCE KOSMICZNEJ REALIZOWANYCH W POLSCE (W UJĘCIU ROCZNYM)

Pokrycie domen technologicznych jest w tym przypadku bardziej równomierne. Warto jednak zauważyć, że w ciągu trzech ostatnich lat w Polsce nie realizowano żadnych projektów aż z czterech domen: „TD4: Przestrzeń kosmiczna i oddziaływanie na obiekty kosmiczne”, „TD5: System sterowania obiektami kosmicznymi”,

„TD21: Zagadnienia cieplne” i „TD22: Systemy podtrzymywania życia i wykorzystanie zasobów in situ” (Rysunek 4). Uzasadnieniem braku zainteresowania przez polskie podmioty projektami badawczo-rozwojowymi w tych obszarach może być nieposiadanie przez Polskę własnego segmentu kosmicznego.



RYSUNEK 3: ŁĄCZNA LICZBA PROJEKTÓW BADAŃ PRZEMYSŁOWYCH I PRAC ROZWOJOWYCH O TEMATYCE KOSMICZNEJ REALIZOWANYCH W POLSCE (W UJĘCIU ROCZNYM)

W podsumowaniu powyższej analizy projektów wspieranych przez obie wspomniane instytucje finansujące badania w Polsce można zauważyć, że w ostatnich latach nastąpił wzrost liczby projektów o tematyce kosmicznej ukierunkowanych na prace badawczo-rozwojowe przy zachowaniu tego samego poziomu w zakresie badań podstawowych. Skutkuje to zwiększeniem liczby produktów „kosmicznych”, które wykazują coraz wyższy poziom gotowości technologicznej. Ten trend należy uznać za właściwy

i obiecujący. Natomiast widoczne różnice w rzędach liczb realizowanych projektów NCN (kilkadziesiąt) i NCBR (kilkanaście) wynikają z faktu, że te ostatnie wymagają zaangażowania własnych środków przez komercyjnego partnera lub lidera konsorcjum, czemu w przypadku opracowywania produktów o wyższym poziomie dojrzałości technologicznej (TRL5-7) mogą sprostać tylko niektóre firmy krajowego sektora kosmicznego.



Ocena użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce

W wąskim znaczeniu wyrażenie „użytkowanie przestrzeni kosmicznej” określa tę działalność jako działalność w zakresie badania przestrzeni kosmicznej, technologii wynoszenia statków kosmicznych, pojazdów kosmicznych i ich aparatury pokładowej, z wykorzystaniem obiektów zarejestrowanych formalnie w międzynarodowym rejestrze COSPAR. W szerszym ujęciu obejmuje świadczenie wszelkich usług, w których wykorzystuje się dane i techniki kosmiczne, w tym różnego typu usługi dla przemysłu, gospodarki, nauki i administracji.

W roku 2019 do grona polskich satelitów umieszczonych w przestrzeni kosmicznej dołączyły dwa satelity KRAKSat oraz Światowid. Wyniesione one zostały 17 kwietnia 2019 z terenu USA przez raketę Antares na pokładzie bezzałogowego statku kosmicznego Cygnus NG-11 jako ładunki dostarczone do Międzynarodowej Stacji Kosmicznej ISS. W przestrzeń kosmiczną zostały wypuszczone na niską orbitę okołozemską 3 lipca 2019 roku z japońskiego modułu Międzynarodowej Stacji Kosmicznej Kibō. Oba satelity zostały zbudowane z inicjatywy firmy SatRevolution S.A. z Wrocławia, z tym że studencki satelita KRAKSat zbudowany został w ramach współpracy tej firmy z Akademią Górniczo-Hutniczą i Uniwersytetem Jagiellońskim. Satelita ten charakteryzuje się pionierskim wykorzystaniem ferrofluidu do sterowania orientacją. Satelita Światowid jest z kolei pierwszym polskim satelitą komercyjnym. Od początku misji satelita wykonuje i przesyła zdjęcia powierzchni Ziemi o rozdzielczości do 4 m/px w paśmie widzialnym. Pierwsze zdjęcie zostało wykonane 6 sierpnia 2019. W ten sposób w międzynarodowym rejestrze obiektów

kosmicznych utrzymywanym przez Komitet do spraw Badań Przestrzeni Kosmicznej (ang. COSPAR) znajduje się 6 satelitów przypisanych Polsce tj. PWSAT-1, Lem, Heweliusz, PWSAT-2, KRAKSat i Światowid. Należy zaznaczyć, że KRAKSat i Światowid co prawda znajdują się na liście COSPAR obiektów wyniesionych w przestrzeń kosmiczną, to jednak, jak dotychczas nie zostały oficjalnie zarejestrowane w Organizacji Narodów Zjednoczonych. Ponadto, jako obiekty niezarejestrowane, nie posiadają także tzw. Numeru Krajowego (ang. National Designator).

W tym miejscu warto także wspomnieć o działalności fińsko-polskiej firmy Iceye, która zajmuje się produkcją mikrosatelitów wykorzystujących technologię obserwacji radarowej SAR (radar z syntetyzowaną aperturą). W minionym roku (5.07.2019) firma umieściła w przestrzeni kosmicznej dwa kolejne satelity ICEEYE-X4 i ICEEYE-X5 zarejestrowane przez Finlandię.

W drugim z wymienionych wyżej znaczeń przestrzeń kosmiczna może być traktowana jako środowisko pozwalające poszukiwać rozwiązań globalnych problemów ludzkości, które wymaga zaawansowanej wiedzy naukowej i technologicznej. W tym sensie użytkowanie przestrzeni kosmicznej realizowane jest w Polsce pośrednio poprzez udział polskich naukowców w programach międzynarodowych, w szczególności w programach europejskich finansowanych ze środków Unii Europejskiej oraz Europejskiej Agencji Kosmicznej. W tym kontekście w kolejnych podrozdziałach przedstawiony zostanie udział polskich podmiotów w programach ogłaszanych przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) oraz Komisję Europejską (KE).

2.1

Udział polskich podmiotów w programach Europejskiej Agencji Kosmicznej

Podobnie jak w poprzednich latach, największym zainteresowaniem w 2019 r. wśród polskich podmiotów, spośród wszystkich programów ESA, w których mogły one uczestniczyć, cieszył się Program Wsparcia Polskiego Przemysłu (ang. PLIIS). Wynika to z faktu, że jest on dedykowany wyłącznie na polski rynek, tzn. w konkursach w ramach ww. programu mogą uczestniczyć wyłącznie podmioty zarejestrowane i prowadzące działalność na terenie naszego kraju. Jest on finansowany z polskiej składki obowiązkowej do ESA (45% rocznej składki Polski trafia na ten program). Ponadto, program stwarza doskonałe możliwości, aby realizować ze środków budżetowych przekazanych przez Polskę do ESA, autorskie pomysły i propozycje i tym samym pracować nad dalszym rozwojem i podniesieniem poziomu gotowości technologicznej własnych urządzeń lub technologii.

W ubiegłym roku można było zauważyć wyraźny spadek liczby podmiotów uczestniczących w konkursach w ramach PLIIS, w stosunku do lat poprzednich. Wynika to z faktu, że w stosunku do poprzednich lat, zasady naborów prowadzonych w 2019 r. uległy istotnym zmianom. Najważniejsza z nich, to podział zakresu tematycznego konkursu oraz budżetu na dwie części: tylko jednego otwartego naboru (ang. Open Call for Outline Proposal) autorskich propozycji polskich podmiotów (w poprzednich latach były aż cztery takie nabory) oraz uruchomienie projektów w odgórnie określonych przez ESA (ang. Top-Down Activities) obszarach działalności kosmicznej, w których polskie podmioty mają potencjał i realne szanse sprostać otwartej konkurencji w ramach ESA po zakończeniu okresu przejściowego, od 2020 r.

W przypadku tzw. naboru otwartego i ciągłego najważniejsza zmiana to wprowadzenie trzech* kategorii projektów:

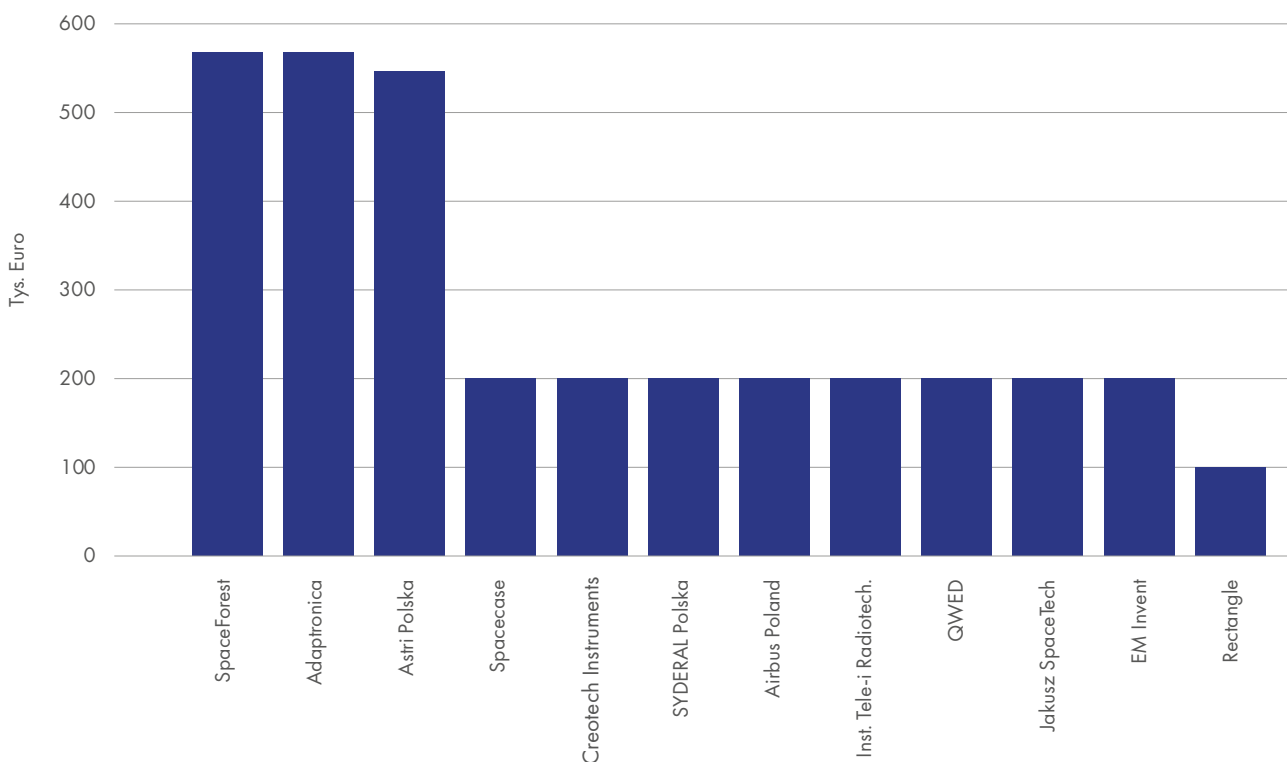
- | | |
|---------------------|--|
| Kategoria 01 | sprzęt gotowy do wystania w przestrzeń kosmiczną (ang. Flight Hardware), od min. TRL-3 do maks. TRL-5, z finansowaniem do 600 tys. Euro, |
| Kategoria 02 | badania i rozwój (włącznie z demonstratorami, procesami oraz ich kwalifikacją/certyfikacją), od min. TRL-2 do maks. TRL-, 4 z finansowaniem do 200 tys. Euro |
| Kategoria 03 | czynności przygotowawcze, takie jak studia wykonalności, szacowanie technologii, wymagania użytkownika, analizy rynkowe oraz usługi powiązane z misjami ESA wspierające konkurencyjność Polski w programach ESA, z finansowaniem do 100 tys. Euro. |

*czwarta kategoria tj. aplikacje w segmencie naziemnym wykorzystujące dane satelitarne została usunięta

Jednocześnie wyłączono z zakresu tematycznego propozycji konkursowych projekty z obszarów, w których polskie podmioty odnoszą już sukcesy i wygrywają przetargi ESA w programach obowiązkowych i opcjonalnych, tj.: mechanizmy, oprogramowanie, projekty mające zastosowanie do programu opcjonalnego ESA dot. budowy instrumentów naukowych PRODEX, a także projekty objęte programem SSA, które są wspierane w ramach Top-Down Activities.

W ubiegłym roku odbył się tylko jeden (ostatni) nabór konkursowy w programie PLIIS. Łącznie 37 podmiotów przemysłowych i naukowo-badawczych złożyło 53 propozycje na kwotę ok. 13,7 mln Euro, z czego

do realizacji zostało zatwierdzonych 12 propozycji projektów na kwotę 2,8 mln Euro. Szczegółowy wykaz projektów i ich wykonawców przedstawiono w tabeli w Załączniku D, zaś przyznane kwoty zestawiono na Rysunku 5. Trzy projekty dotyczyły rozwoju instrumentów lotnych, z docelowym przeznaczeniem na przyszłe misje ESA, 8 z nich miało charakter badawczo-rozwojowy i jeden z nich stanowił studium wykonalności dotyczące GNSS. Uśredniony współczynnik sukcesu z tego naboru wynosił 23%, co oznacza niewystarczające wykorzystanie dostępnego budżetu, co nie jest zadowalające w stosunku do potrzeb polskiego sektora kosmicznego.

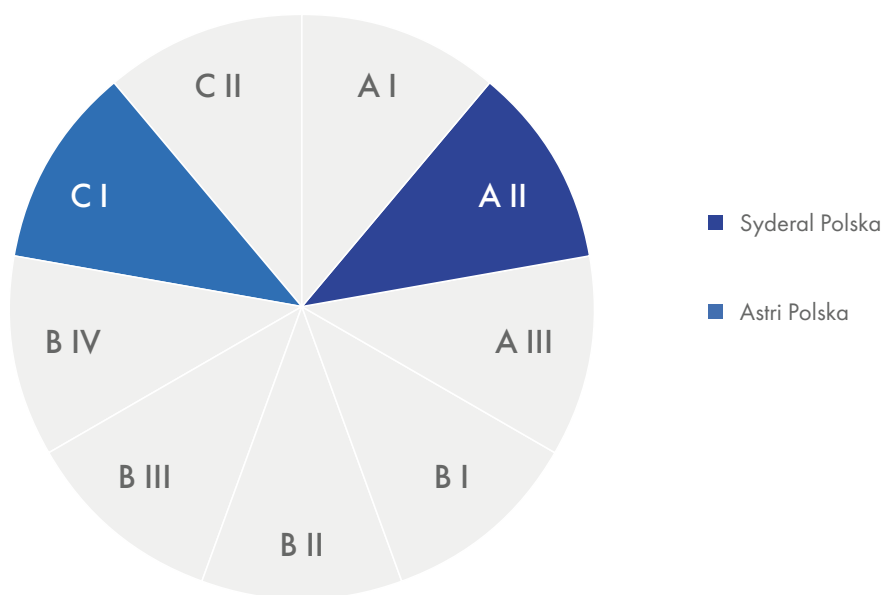


RYSUNEK 3: WYKONAWCY PROJEKTÓW OSTATNIEGO NABORU KONKURSOWEGO W PROGRAMIE PLIIS W UJĘCIU KWOTOWYM

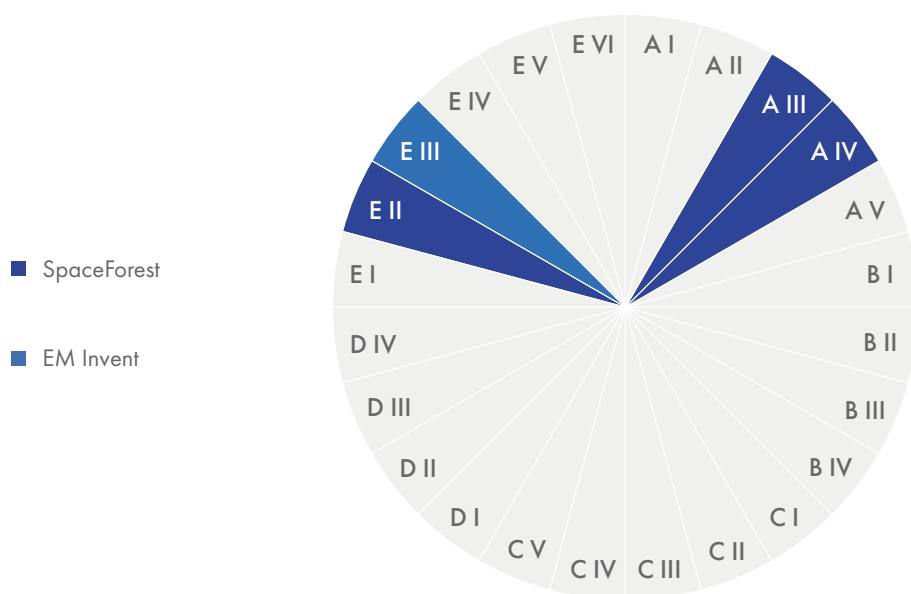
Tabela 5 z kolei przedstawia najliczniej reprezentowane w tych projektach grupy technologii drzewa ESA.

Tabela 5

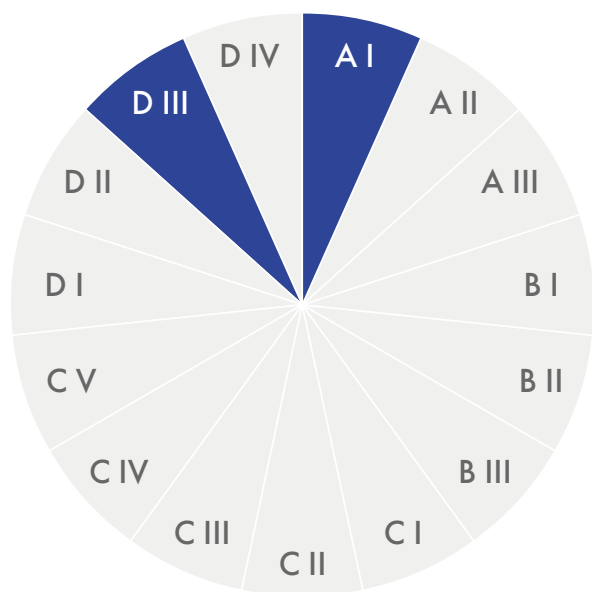
Tematyka projektów w konkursie PLIS wg grup technologii drzewa ESA



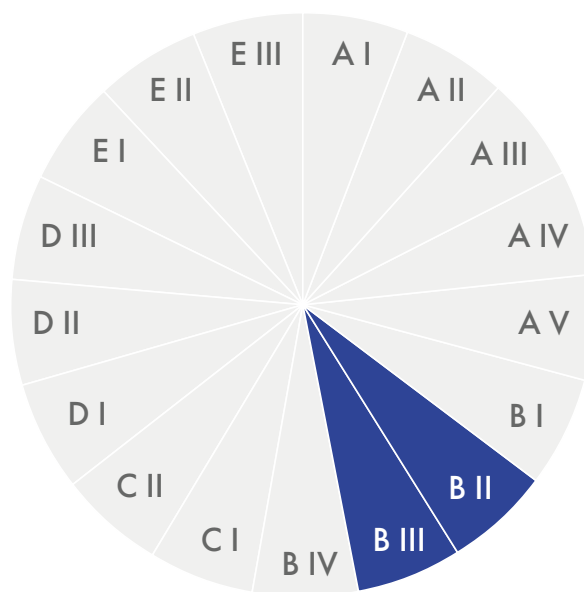
TD 1: POKŁADOWE SYSTEMY PRZETWARZANIA DANYCH



TD 6: SYSTEMY, ŁADUNKI UŻYTECZNE I TECHNOLOGIE W ZAKRESIE CZĘSTOTLIWOŚCI RADIOWYCH



■ Jakusz SpaceTech



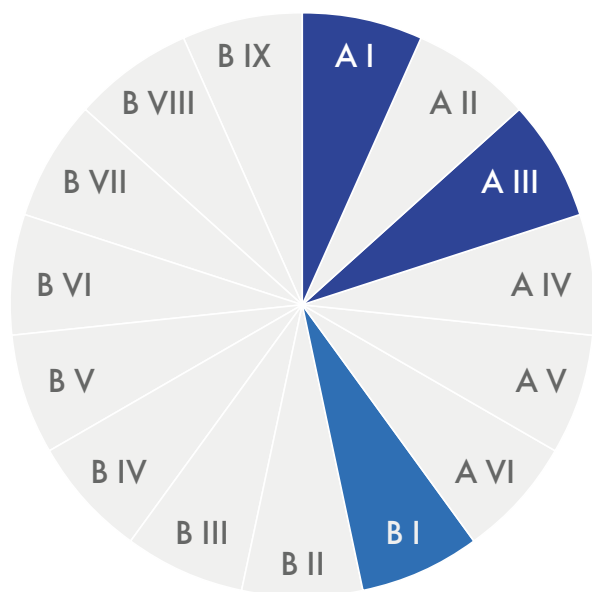
■ Adaptronica

TD19: NAPIĘDY

W najszerszej reprezentowanej domenie „TD6: Systemy, ładunki użyteczne i technologie w zakresie częstotliwości radiowych” znalazły się zagadnienia dotyczące grup technologii „TD6A-III: Technologie sieciowe” i „TD6A-IV: Sprzęt telekomunikacyjny” z poddomeny „TD6A: Systemy i podsystemy telekomunikacyjne” oraz „TD6E-II: Układy częstotliwości radiowych” i „TD6E-III: Komponenty układów częstotliwości radiowych” z poddomeny „TD6E: Komponenty i podzespoły pokładowych urządzeń radiowych”. Podobnie licznie reprezentowane były zagadnienia z domeny „TD23: Komponenty elektryczne,

TD21: ZAGADNIENIA CIEPLNE

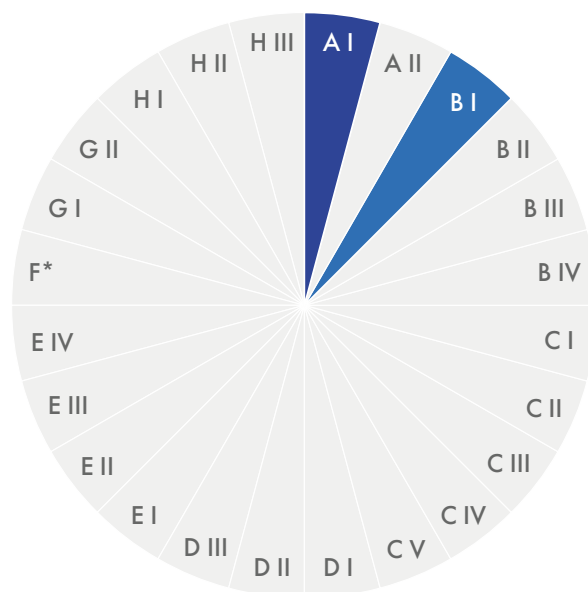
elektroniczne i elektromechaniczne (EEE)” dotyczące grup technologii „TD23A-I: Ocena i testowanie” oraz „TD23A-III: Projektowanie i wytwarzania elementów odpornych na promieniowanie” z poddomeny „TD23A: Metody zapewniania jakości komponentów EEE”, a także grupy technologii „TD23B-I: Komponenty pasywne” z poddomeny „TD23B: Technologie wytwarzania komponentów EEE”. Pozostałe zagadnienia dotyczyły domen: „TD1: Pokładowe systemy przetwarzania danych” (grupy technologii „TD1A-II: Technologie urządzeń przetwarzania danych ładunku użytecznego”



■ Spacecase

■ Creotech Instruments,
QWED, Instytut Tele-i
Radiotechniczny

TD 23: KOMPONENTY ELEKTRYCZNE, ELEKTRONICZNE I ELEKTROMECHANICZNE (EEE)



■ QWED

■ Instytut Tele-i
Radiotechniczny

TD 24: INŻYNIERIA MATERIAŁOWA I PROCESY

poddomeny „TD1-A: Systemy przetwarzania danych z urządzeń ładunku użytecznego” i „TD1C-I: Metodyki” poddomeny „TD1C: Mikroelektronika dla zastosowań cyfrowych i analogowych”), „TD19: Napędy” (grupy technologii „TD19A-I: Systemy napędów na paliwo ciekłe” poddomeny „TD19A: Napędy chemiczne” i „TD19D-III: Paliwa i materiały napędowe” poddomeny „TD19D: Technologie i narzędzia wspierające napędy”), „TD21: Zagadnienia cieplne” (grupy technologii „TD21B-I: Pompy ciepła i urządzenia chłodzące” i „TD21B-II: Kriochłodziarki” poddomeny „TD21B:

Kriogenika i chłodzenie”) oraz „TD24: Inżynieria materiałowa i procesy” (grupy technologii „TD24A-I: Ocena materiałów” poddomeny „TD24A: Nowe materiały i technologie materiałowe” i „TD24B-I: Łączenie” poddomeny „TD24B: Wytwarzanie materiałów do zastosowań kosmicznych”).

Lista projektów przewidzianych do realizacji w 2019 r. w ramach projektów odgórnych (Top Down Activities) to efekt spotkań przedstawicieli ESA z polskimi firmami oraz pogłębionej analizy tej organizacji dotyczącej polskiego sektora kosmicznego przeprowadzonej na podstawie wywiadów i ankiet dotyczących dalszego rozwoju kompetencji polskich podmiotów i ich oceny rozwoju sytuacji na europejskim rynku. Zadania te zostały zrealizowane wcześniej w latach 2017-2018. Uwzględniono także realne możliwości konkurencji

przez krajowy przemysł i instytuty naukowe z europejskimi firmami i szanse na zdobycie przewagi rynkowej, jak i włączenie się w europejski łańcuch dostaw w tym sektorze. Celem wszystkich działań zaplanowanych w ramach Top-Down Activities jest rozwój technologii do możliwie wysokiego poziomu gotowości (TRL), tj. gotowych produktów sprawdzonych w warunkach operacyjnych lub zbliżonych do rzeczywistych, które mogłyby być komercjalizowane na rynku europejskim i światowym.

Wspomniane wyżej projekty mieszczą się w następujących obszarach:

- 01** napędy (ang. Propulsion) z budżetem 2 mln Euro w ramach mapy drogowej,
- 02** wsparcie administracji publicznej w zakresie wykorzystania danych satelitarnych (ang. Downstream user led activities) z budżetem 400 tys. Euro w ramach programu PLIIS,
- 03** łączność satelitarna i technologie mikrofalowe (ang. Telecommunication and Microwaves), z budżetem 1,4 mln Euro w ramach PLIIS,
- 04** system świadomości sytuacyjnej SSA (ang. Space Situational Awareness) z budżetem 0,7 mln Euro w ramach PLIIS (z ewentualną możliwością zwiększenia),
- 05** operacje kosmiczne i wspieranie infrastruktury (ang. Space Operations Infrastructure) Europejskiego Centrum Operacji Kosmicznych ESA-ESOC w Darmstadt z budżetem 0,6 mln Euro,
- 06** wsparcie i przygotowanie polskich podmiotów do współpracy z dużymi integratorami systemów (ang. LSI) w celu włączania ich w europejski łańcuch dostaw w tym sektorze (ang. Qualification of Recurring Space Hardware) z budżetem 1,6 mln Euro,
- 07** wsparcie polskich podmiotów we wdrażaniu standardów ESA w zakresie zarządzania projektami, zarządzania jakością i produktem (ang. PM/QA/PA) z budżetem 0,5 mln Euro.

Celem realizacji projektów w dziedzinie napędów jest podniesienie poziomu gotowości technologicznej w zakresie wybranych podsystemów i komponentów, które zostały zapoczątkowane w ramach PLIS w poprzednich latach. Dotyczą one m. in. zagadnień z poddomeny „TD19-D: Techniki i narzędzia wspierające” domeny „TD19: Napędy”, takich jak zawory (ang. valves), zbiorniki deorbitowalne (ang. demisable tanks) oraz „zielone” (ekologiczne) napędy (ang. green propellant). W ocenie ESA rozwój technologii związanych z produkcją szczególnie tych pierwszych wymienionych wyżej komponentów jest bardzo istotny dla Europy, ponieważ zawory są obecnie importowane z USA. Jednocześnie ESA dostrzega konkretne kompetencje w tej dziedzinie w Polsce.

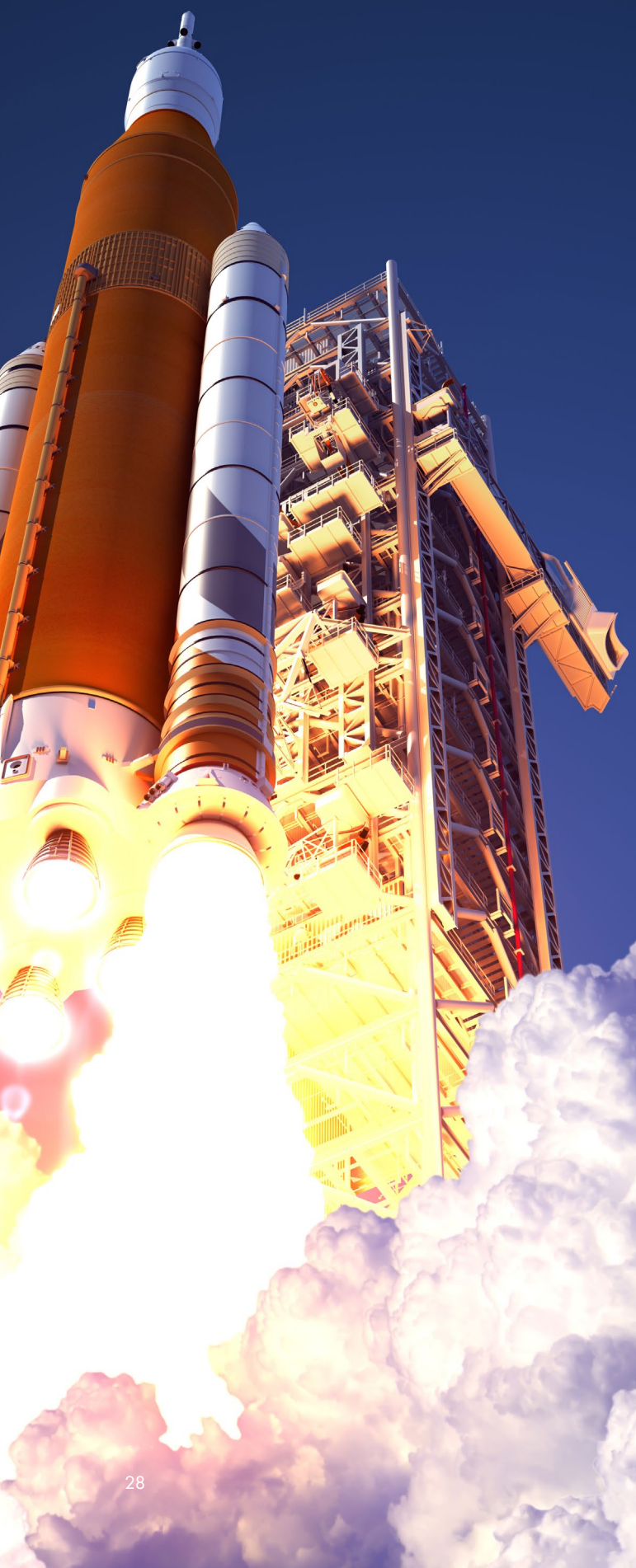
Projekty wspierające administrację publiczną w zakresie wykorzystania danych satelitarnych mają zapewnić wsparcia jednostkom administracji publicznej w zakresie wykorzystywania danych satelitarnych, zwłaszcza z obszaru satelitarnej obserwacji Ziemi (satelity typu Sentinel). Projekty zostały zgłoszone bezpośrednio przez wybrane jednostki administracji centralnej i wojewódzkiej odpowiadają ich realnym potrzebom, takim jak zarządzanie kryzysowe, rolnictwo precyzyjne, geodezja, planowanie przestrzenne i transport. Ich rezultatem będzie stworzenie kilku funkcjonalnych serwisów dla konkretnych jednostek administracji publicznej. Wszystkie projekty powinny zakończyć się na poziomie gotowości TRL-7.

Projekty z zakresu łączności satelitarnej i technologii mikrofalowych z kolei wspierają wybrane, polskie podmioty działające w obszarze łączności satelitarnej oraz zapewniają im kontynuowanie prac nad projektami badawczo-rozwojowymi zapoczątkowanymi w poprzednich edycjach programu PLIS w poddomenie „TD6A: Systemy i podsystemy telekomunikacyjne” domeny „TD6: Systemy, ładunki użyteczne i technologie w zakresie częstotliwości radiowych”. Ich zagadnienia dotyczą systemów działających w zakresie częstotliwości mikrofalowych oraz fal milimetrowych: radiokomunikacji satelitarnej, wyposażenia naziemnego dla celów telekomunikacyjnych, telemetrii, śledzenia i naziemnych stacji sterujących (ang. telemetry, tracking and command, TT&C). Powinno to pomóc polskim podmiotom na włączenie się w ambitne projekty w ramach programów opcjonalnych ESA wspierających rozwój technologii łączności satelitarnej, jak np. ARTES-Competitiveness and Growth, w grupie technologii „TD23B-III: Komponenty mikrofalowe i fal milimetrowych” poddomeny „TD23B: Technologie wytwarzania komponentów EEE” domeny „TD23: Komponenty elektryczne, elektroniczne

i elektromechaniczne (EEE)”, w tym monolityczne mikrofalowe układy scalone (MMIC) oparte na krzemogermanie (SiGe), scalone wzmacniacze mocy SSPA w paśmie X (8-12,5 GHz) oraz urządzenia pasywne jak przetworniki sygnałów (dupleksery) dla satelitów typu Cubesat.

Celem działań w ramach obszaru systemu świadomości sytuacyjnej jest wsparcie wybranych, polskich podmiotów w obszarze rozwoju technologii do obszaru SSA/SST, zwłaszcza w zakresie laserów i sensorów. Przyczyni się to do zaspokojenia narodowych potrzeb w zakresie lepszego i wydajniejszego monitoringu i śledzenia obiektów kosmicznych oraz wcześniejszego informowania o potencjalnych zagrożeniach. Przykładowe technologie rozwijane w ramach tych działań przez polskie podmioty to sensory do monitoringu nieba i obiektów podlegających ponownemu wejściu w atmosferę, radio-teleskopowa obserwacja Słońca i mały teleskop na potrzeby udziału Polski w projekcie SST (Space Surveillance and Tracking).

Projekty z zakresu operacji kosmicznych i wspierania infrastruktury pozwalają na włączenie perspektywicznych podmiotów w regularną współpracę z Europejskim Centrum ds. Operacji Kosmicznych (ESOC) z siedzibą w Darmstadt/Niemcy w zakresie wsparcia dla segmentu naziemnego. W szczególności będą to zadania dotyczące operacji kosmicznych, w tym m.in. analiza i weryfikacja misji, nadzorowanie i kontrola działania satelitów w pierwszej, krytycznej fazie po odłączeniu od systemu wynoszenia - LEOP (Launch and Early Orbit Phase), łączność pomiędzy systemami satelitarnymi na orbicie i stacją naziemną, a także wsparcie inżynieryjne dla całej infrastruktury ESOC. Istotną przesłanką do długookresowej współpracy polskich podmiotów, zwłaszcza z obszaru IT, będzie możliwość włączenia się krajowych firm do europejskich konsorcjów, które współpracują z ESOC w ramach ramowego kontraktu. „ESOC GOF 9 Frame Contract”.



Projekty wspierające i przygotowujące polskie podmioty do współpracy z dużymi integratorami systemowymi (LSI) mają na celu włączyć, w możliwie krótkim horyzoncie czasu, polskich producentów z sektora kosmicznego w europejski łańcuch dostaw, przede wszystkim dla Airbus D&S oraz Thales Alenia Space (TAS). W pierwszej kolejności, obszary technologiczne wskazane przez ESA, w których według ekspertów tej agencji są realną szansę na współpracę z polskimi dostawcami: okablowania kosmicznego (ang. space harness) w ramach grup technologii „TD23B-I: Elementy bierne” poddomeny „TD23B: Technologie wytwarzania komponentów EEE” domeny „TD23: Komponenty elektryczne, elektroniczne i elektromechaniczne (EEE)” oraz struktur konstrukcyjnych satelitów w ramach poddomeny „TD20B: Wytwarzanie konstrukcji o wysokiej stabilności i dokładności” domeny „TD20: Mechanika konstrukcji”.

Wspomniany wybór wynikał m. in. z następujących przesłanek:

- ▶ w Polsce istnieją realne kompetencje w obu ww. obszarach, które w ciągu najbliższych dwóch lat pozwolą na oferowanie przez krajowych dostawców produktów w pełni przetestowanych do zastosowań kosmicznych (ang. space qualified) w planowanych lub aktualnie przygotowywanych misjach kosmicznych ESA (np. FLEX, PLATO, czy ATHENA),
- ▶ rozwój kompetencji w ww. obszarach, jak i związanych z tym inwestycji w niezbędną infrastrukturę produkcyjną jest konieczny, o ile integratorzy LSI chcieliby zaoferować integrację systemów satelitarnych w Polsce w ramach programu narodowego.

Ramowy projekt wspierający polskie podmioty we wdrażaniu standardów ESA w zakresie zarządzania projektami, zarządzania jakością i produktem ma zapewnić polskim firmom z sektora kosmicznego, które już realizują kontrakty z ESA, pełne profesjonalne wsparcie doradcze niezbędne do zapewniania jakości produktu oraz zapewniania jego wiarygodności (ang. Quality and Product Assurance), a także zarządzania projektami i ich kontroli w projektach kosmicznych. Zgodnie z założeniami przyjętymi przez ESA w tej mapie drogowej, beneficjenci objęci wsparciem będą wnioskować o pomoc doradczą do tej agencji, która w każdym przypadku będzie decydować o konieczności, stopniu i zakresie wsparcia, jak również będzie określać pożądane do osiągnięcia efekty.

Działania, które zostaną podjęte mają za zadanie m. in. zapewnienie doradztwa, wsparcia oraz możliwości udziału w szkoleniach dla podmiotów polskiego sektora kosmicznego uczestniczących w programach ESA, w zakresie:

- ▶ wsparcia zarządzania jakością, w tym takie kwestie jak: zapewnienie jakości produktu, systemy zarządzania jakością, audyty, kontrola i raportowanie,
- ▶ wsparcia zarządzania programem, z uwzględnieniem m.in. przewidywania, minimalizacji i zapobiegania wszelkiego ryzyka związanych z realizacją projektu, w tym np. dotyczącego płynności finansowej, dostosowania się do harmonogramu, jak również zapewnienia ciągłości dostaw i zarządzania dostawcami.

Mają one kluczowe znaczenie dla realizacji z sukcesem projektów kosmicznych i jednocześnie spełnienia wymagań, potrzeb i oczekiwań klientów końcowych, w tym zwłaszcza ESA i dużych integratorów systemowych (ang. Large Scale Integrators - LSI). Planowane jest objęcie tego typu pomocą co najmniej 10 podmiotów. W grupie podmiotów wyłonionych do tej pory przez ESA znalazły się: Adaptronica, Astronika, Solaris Optics, Instytut Lotnictwa, WiRan, Space Forest oraz PIAP Space. Realizacją tego wsparcia zajmuje się firma Transition Technologies. Maksymalna, jednorazowa pomoc doradcza to 50 tys. euro. Polskie firmy otrzymały wsparcie uzależnione od potrzeb na maksymalnie 3-letni okres (lub do wyczerpania środków w budżecie) w zakresie doradztwa (konsultacje i szkolenia) na rzecz kluczowych projektów.

W ten sposób, realizacja projektów, odgórnie narzucona przez ESA, w kilku istotnych dla Polski obszarach technologicznych (napędy, aplikacje dla końcowych użytkowników z segmentu „downstream”, telekomunikacja i technologie mikrofalowe, SSA, oprogramowanie i technologie naziemne do wykorzystania w centrach operacji kosmicznych i stacjach naziemnych), powinna przyczynić się do dalszego rozwoju technologii przez polskie podmioty, podniesienia poziomu ich kompetencji w ww. dziedzinach, a w konsekwencji sprostania konkurencji europejskiej. Należy uznać to za krok we właściwym kierunku i skuteczne wsparcie rozwoju w Polsce przyszłościowych i perspektywicznych obszarów dla naszego przemysłu kosmicznego.

Oprócz programu PLIIS, w 2019 r. polskie podmioty ubiegały się o projekty ESA w programach obowiązkowych i opcjonalnych ESA, do których Polska przystąpiła podczas ostatniej Rady Ministerialnej w grudniu 2016 r. Wśród nich zdecydowanie największym zainteresowaniem cieszyły się takie programy opcjonalne jak: program rozwoju ogólnych technologii GSTP, program budowy instrumentów naukowych PRODEX, program rozwoju zintegrowanych aplikacji ARTES-20 (IAP), ARTES Next Generation Platform NEOSAT, SSA czy obserwacji Ziemi (EOEP 5). Jak przedstawiano już w ubiegłorocznym raporcie [7] zwrot geograficzny utrzymywał się w tych programach na zadawalającym poziomie. Niektóre projekty, uruchomione lub kontynuowane w roku 2019 dotyczyły budowy instrumentów dla przyszłych misji satelitarnych ESA o dużym znaczeniu, jak JUICE, PLATO, FLEX, BIOMASS, ATHENA, HERA, MARS SAMPLE RETURN, czy też EXO MARS.

Stosunkowo słabsze wykorzystanie polskiej składki można było zauważyć w programie przygotowawczym wyrzutni przyszłości FLPP, w programie budowy europejskiego globalnego systemu nawigacji satelitarnej NAVISP oraz w eksploracyjnym programie rozwojowym E3P. Wynikało to z faktu, że te programy są dla naszego kraju zupełnie nowe, a podmioty krajowe nie były dotychczas włączone do europejskiego łańcucha dostaw w zakresie systemów wynoszenia.

2.2

Udział polskich podmiotów w programach Unii Europejskiej

Program Horyzont 2020 SPACE umożliwia europejskiej społeczności badawczej zajmującej się przestrzenią kosmiczną opracowanie innowacyjnych technologii kosmicznych i koncepcji operacyjnych od pomysłu do demonstracji w kosmosie oraz wykorzystanie danych kosmicznych do celów naukowych, publicznych i komercyjnych. Jego nadrzędnym celem jest wzmocnienie poziomu badań i pobudzenie innowacyjnych

rozwiązań. Projekty realizowane w ramach programu mają stymulować powstawanie dochodowego, konkurencyjnego i innowacyjnego przemysłu kosmicznego (w tym małych i średnich przedsiębiorstw) oraz zwiększenie zaangażowania społeczności badawczej w rozwijanie i wykorzystywanie infrastruktury kosmicznej na potrzeby społeczeństwa.

Program ramowy opracowany w trzech edycjach (2014-2015, 2016-2017 oraz 2018-2020) realizuje następujące priorytety:

- 01** wspieranie europejskiego systemu nawigacji satelitarnej (EGNSS) i systemu obserwacji Ziemi, z uwzględnieniem korzyści, jakie mogą one przynieść w nadchodzących latach;
- 02** zapewnienie wsparcia dla ochrony infrastruktury kosmicznej, w szczególności ustanowienie systemu nadzoru i śledzenia przestrzeni kosmicznej (SST) na poziomie europejskim;
- 03** zapewnienie wsparcia dla przemysłu w celu osiągnięcia celów zgodnych z kosmiczną polityką przemysłową UE, w szczególności w celu utrzymania i zwiększenia konkurencyjności przemysłu i jego łańcucha wartości na rynku globalnym;
- 04** wykorzystanie infrastruktury kosmicznej z korzyścią dla obywateli i wspieranie europejskich badań kosmosu;
- 05** wzmocnienie pozycji Europy jako atrakcyjnego partnera dla międzynarodowych partnerstw w badaniu i eksploracji przestrzeni kosmicznej.

Trzecia edycja programu przygotowana na lata 2018-2020 zawiera działania wspierające rozwój m.in. w następujących obszarach: obserwacja Ziemi (ang. Earth Observation), sztuczna inteligencja i kosmos (ang. Artificial Intelligence and Space), biznes kosmiczny, przedsiębiorczość, dalekosiężne cele i edukacja (ang. Space Business, Entrepreneurship, Outreach, and Education), technologie kosmiczne, nauka i eksploracja (ang. Space Technologies, Science and Exploration) oraz bezpieczeństwo w przestrzeni kosmicznej (Secure and Safe Space Environment). W szczególności

na lata 2019 i 2020 zaplanowano także działania związane z wykorzystaniem europejskiego systemu globalnej nawigacji satelitarnej EGNSS (ang. EGNSS market uptake). Całkowity budżet programu SPACE w roku 2019 zaplanowany był na poziomie 207,2 milionów Euro, co stanowiło budżet o 10 milionów Euro wyższy niż w poprzednim roku. Do roku 2019 włącznie realizowanych było 48 projektów związanych z tematyką kosmiczną z udziałem 43 polskich podmiotów; ich pełny wykaz przedstawiono w Załączniku F.

Wspomniane projekty uzyskały dofinansowanie w kilku różnych programów Horyzont 2020:

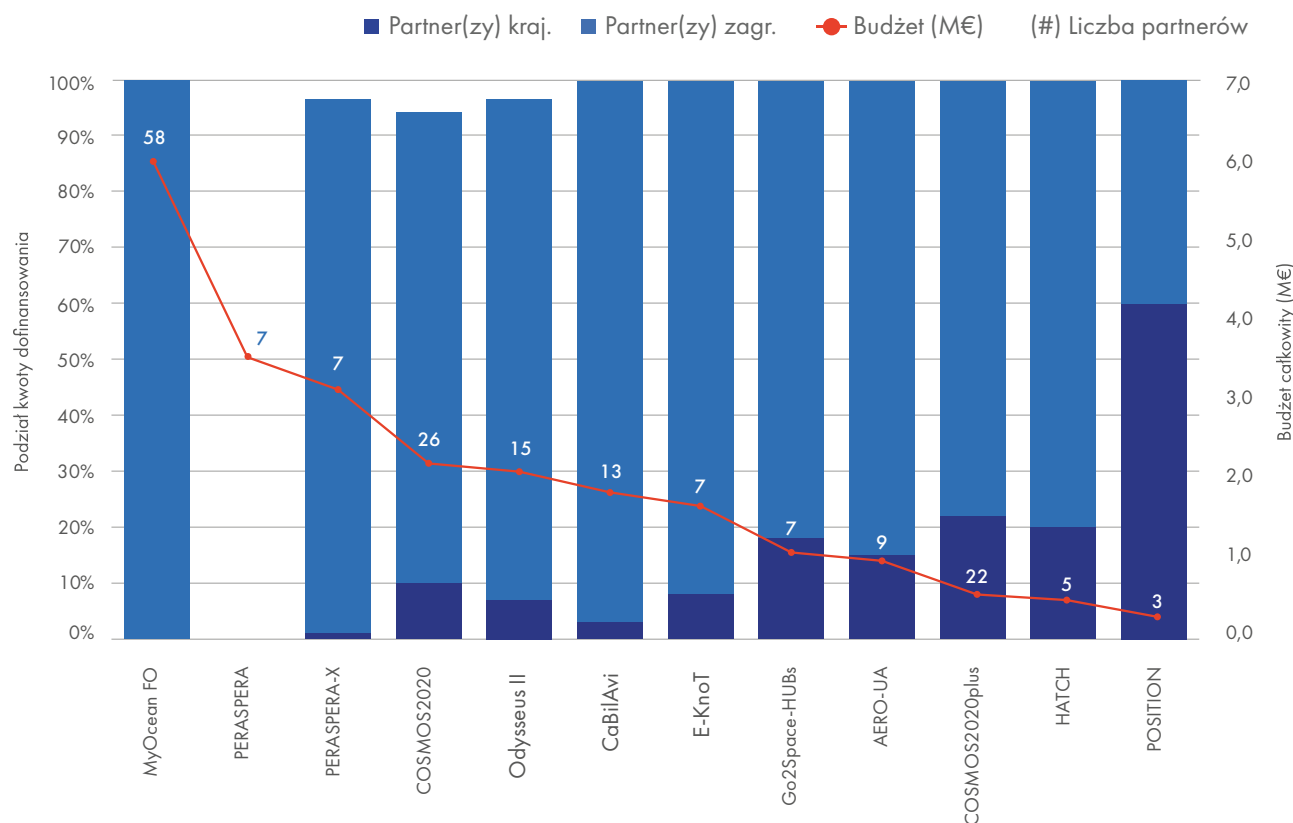
- 01** H2020-EU.3.4. - WYZWANIA SPOŁECZNE - Inteligentny, zielony i zintegrowany transport, (ang. SOCIETAL CHALLENGES - Smart, Green And Integrated Transport),
- 02** H2020-EU.3.3. - WYZWANIA SPOŁECZNE - Bezpieczna, czysta i efektywna energia, (ang. SOCIETAL CHALLENGES - Secure, clean and efficient energy),
- 03** H2020-EU.1.4. - DOSKONAŁA BAZA NAUKOWA - Infrastruktura badawcza, (ang. EXCELLENT SCIENCE - Research Infrastructures),
- 04** H2020-EU.2.1.1. - WIODĄCA POZYCJA W PRZEMYSŁE - Wiodąca pozycja w zakresie technologii prorozwojowych i przemysłowych - Technologie informacyjno-komunikacyjne (ICT), (ang. INDUSTRIAL LEADERSHIP - Leadership in enabling and industrial technologies - Information and Communication Technologies),
- 05** H2020-EU.2.1.6. - WIODĄCA POZYCJA W PRZEMYSŁE - Wiodąca pozycja w zakresie technologii prorozwojowych i przemysłowych - Przestrzeń kosmiczna, (ang. INDUSTRIAL LEADERSHIP - Leadership in enabling and industrial technologies – SPACE).

Wszystkie projekty dofinansowywane przez Komisję Europejską kategoryzowane są według kilku typów projektów:

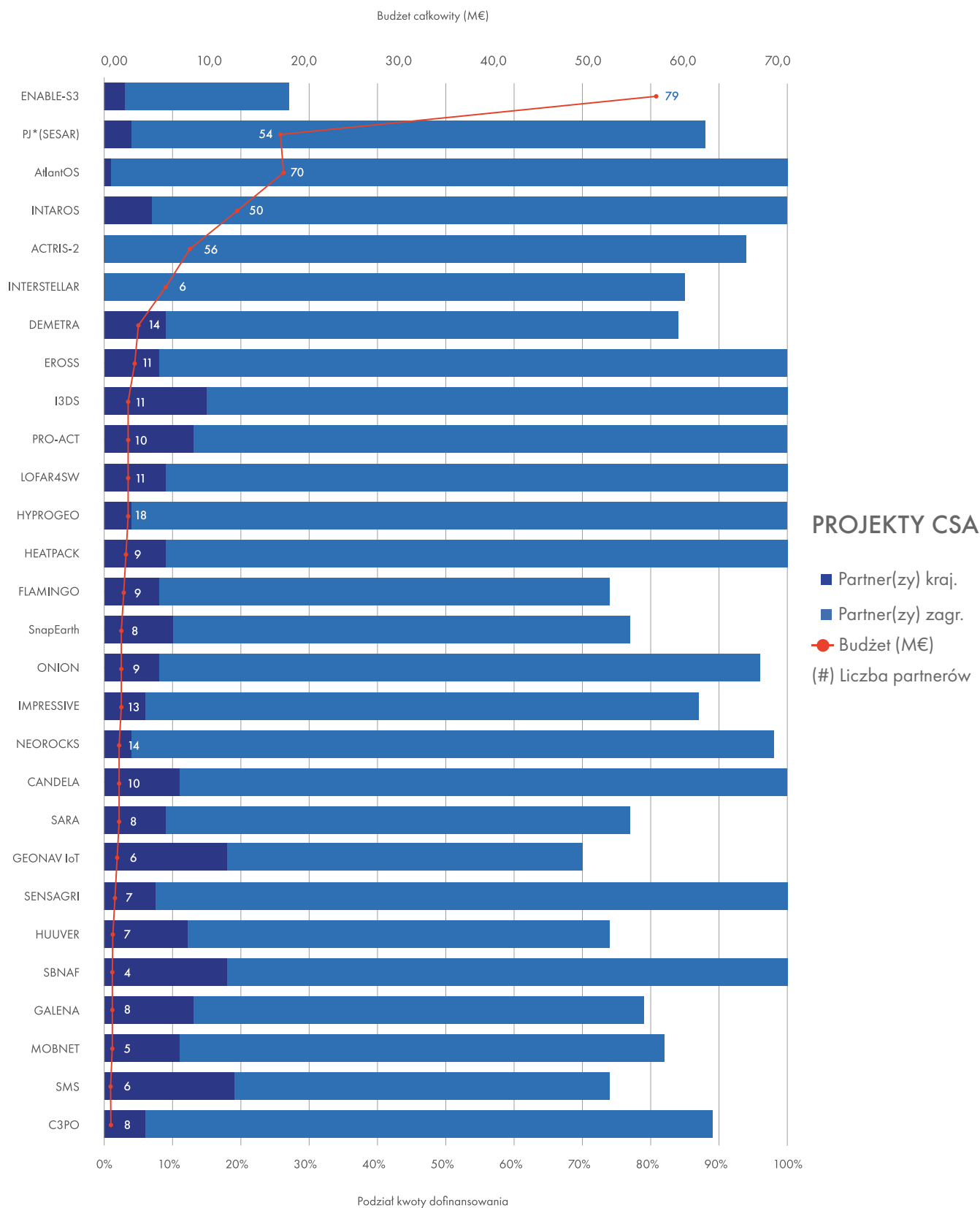
- ▶ badania i innowacje (ang. Research and Innovation actions – RIA),
- ▶ innowacje (ang. Innovation actions – IA),
- ▶ rozwój małych i średnich przedsiębiorstw (ang. SME Instrument – SME),
- ▶ koordynacja i wsparcie (ang. Coordination and Support actions – CSA),
- ▶ stypendia rozwojowe (Marie Skłodowska-Curie Actions – MSCA) dla badaczy posiadających stopień naukowy doktora lub legitymujących się przynajmniej czteroletnim doświadczeniem w pracy naukowej,
- ▶ szybka ścieżka do innowacji (ang. fast track to innovation).

W zakresie pierwszego typu tj. badań i innowacji (RIA) sfinansowano 24 projekty podejmujące próby rozwiązania wyzwań prowadzących do rozwoju nowej wiedzy i nowych technologii. Takie działania pracowników nauki i przemysłu otrzymują pełne 100% dofinansowanie z KE. Z kolei w zakresie innowacji (IA) KE sfinansowała 10 projektów ze wsparciem 70% dla jednostek komercyjnych zorientowanych na wdrożenie. Udział polskich podmiotów w obu tych typach projektów zobrazowano na rysunkach 6 i 7. Analizując tę statystykę można zauważyć, że budżet polskich konsorcjantów stanowi zwykle niewielki procent całego budżetu projektu. Działania związane z rozwojem małych i średnich przedsiębiorstw wspierają te przedsiębiorstwa, których ambicją jest zwiększenie swojego potencjału poprzez innowacje i ich komercjalizację. Dofinansowane są działania takie jak opracowywanie studiów wykonalności, demonstratorów i prototypów, testowanie i rozwój aplikacji.

PROJEKTY CSA



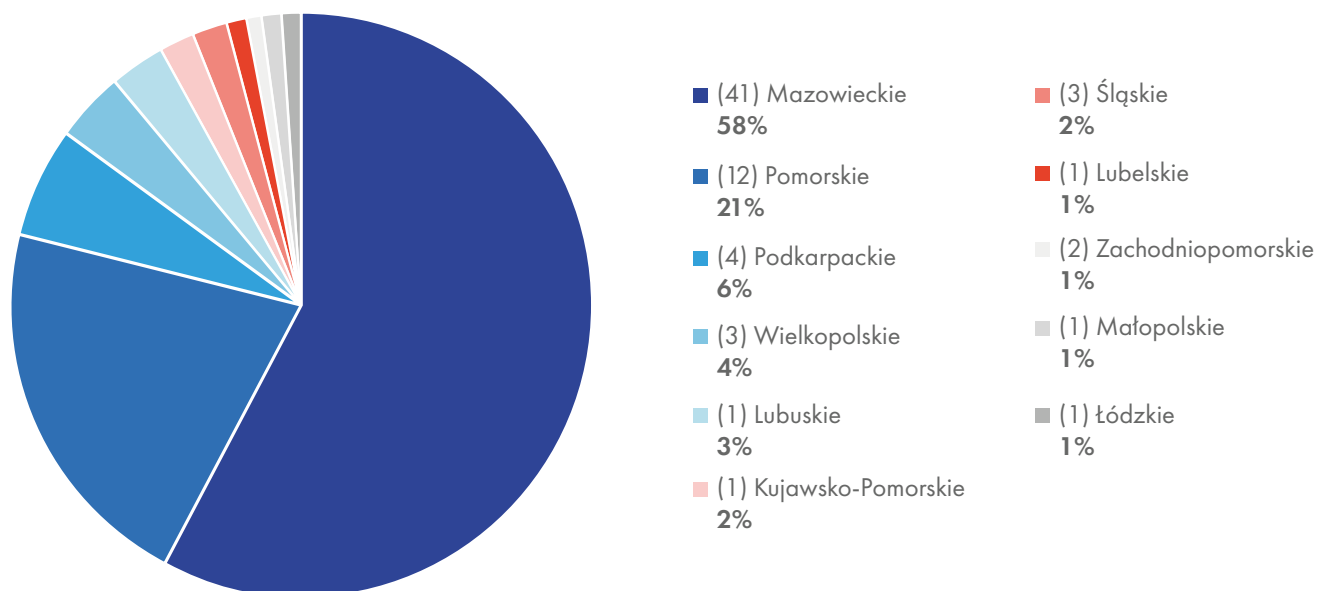
RYSUnek 6: PROJEKTY KOORDYNUJĄCO-WSPIERAJĄCE (CSA) Z UDZIAŁEM POLSKICH PODMIOTÓW, DOFINANSOWANE Z PROGRAMU HORYZONT 2020 SPACE



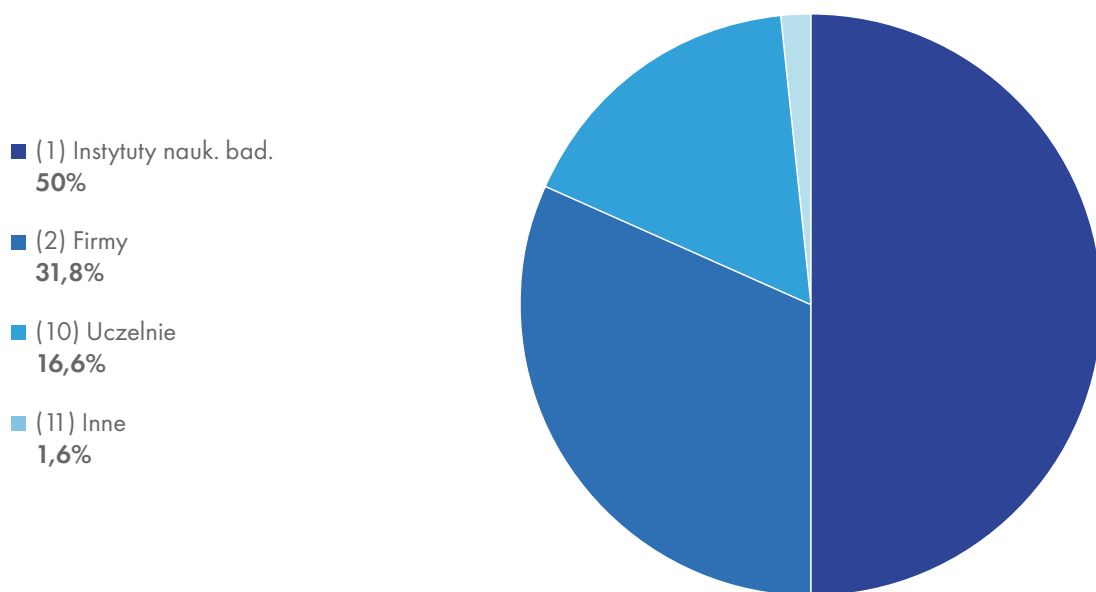
RYСУNEK 7: PROJEKTY BADAWCZO-INNOWACYJNE W PROGRAMIE HORYZONT 2020 W ZAKRESIE DOMEN TECHNOLOGICZNYCH ESA Z UDZIAŁEM POLSKICH PODMIOTÓW W UJĘCIU KWOTOWYM

Warto zwrócić uwagę, że większość podmiotów z Polski (blisko 80%) biorących udział w projektach H2020 Space pochodziła z województwa mazowieckiego (41 projektów) i pomorskiego (12 projektów). Spośród

wszystkich jednostek blisko 50% to instytuty badawcze, 32% firmy i 17% uczelnie. Pełne dane przedstawiają odpowiednio Rysunek 8 i Rysunek 9.



RYSUNEK 8: UDZIAŁ W DOTACJI KOMISJI EUROPEJSKIEJ WG WOJEWÓDZTW



RYSUNEK 9: UDZIAŁ W DOTACJI KOMISJI EUROPEJSKIEJ WG KATEGORII JEDNOSTEK

2.3

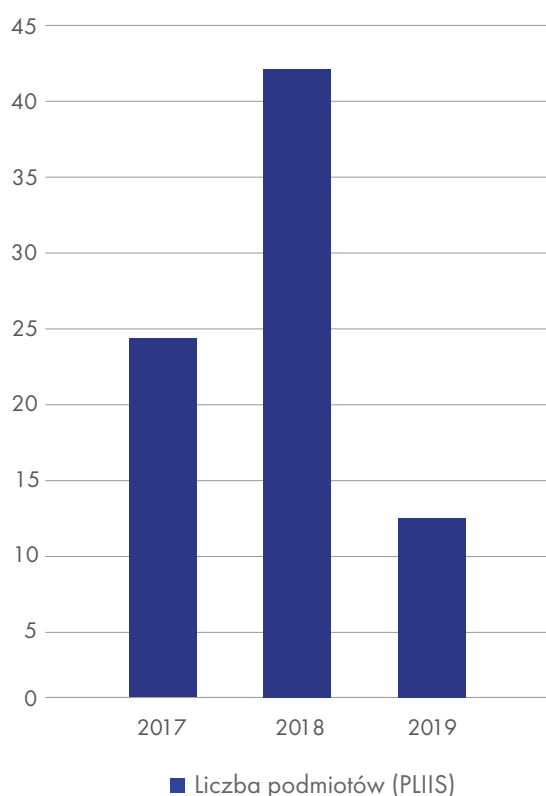
Ocena okresowa użytkowania przestrzeni kosmicznej

Wyniki analiz udziału polskich podmiotów w projektach dofinansowywanych przez Europejską Agencję Kosmiczną w ramach programu Wsparcia Polskiego Przemysłu oraz przez Komisję Europejską w ramach programu Horyzont 2020 o tematyce kosmicznej przedstawione w kolejnych raportach rocznych PAK za lata 2017-2019 [5,6,7] pozwalają już na pewne całościowe podsumowania.

Na Rysunkach 10 i 11 przedstawiono wykresy przedstawiające liczbę podmiotów realizujących projekty w ramach programu PLIIS oraz uzyskane przez

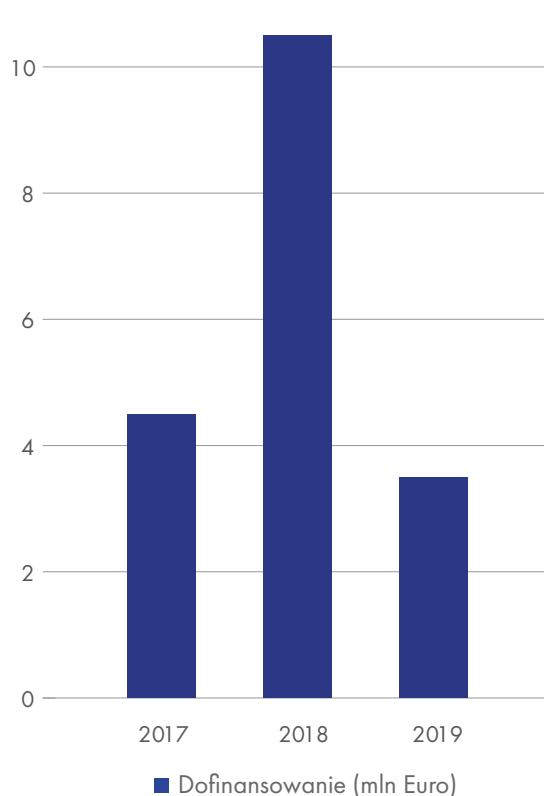
nie dofinansowanie. Wynika z nich, że po okresie wzrastającego zainteresowania udziałem w programie, które miało miejsce do roku 2018, w roku 2019 liczba podmiotów zaangażowanych w tego typu projekty zmalała. Fakt ten wynika bezpośrednio z decyzji ESA o podziale polskiej składki na projekty konkursowe i zamawiane, a poniższa ocena dotyczy jedynie Programu Wsparcia Polskiego Przemysłu. Warto jednak zauważyć, że z punktu widzenia kreowania w kraju liderów sektora, decyzja ta pozwala na ich stopniowe wyłanianie.

ESA PLIIS - liczba podmiotów



RYСУNEK 10: ŁĄCZNA LICZBA PODMIOTÓW BIORĄCA UDZIAŁ W PROJEKTACH PROGRAMU WSPARCIE POLSKIEGO PRZEMYSŁU PLIIS (W UJĘCIU ROCZNYM)

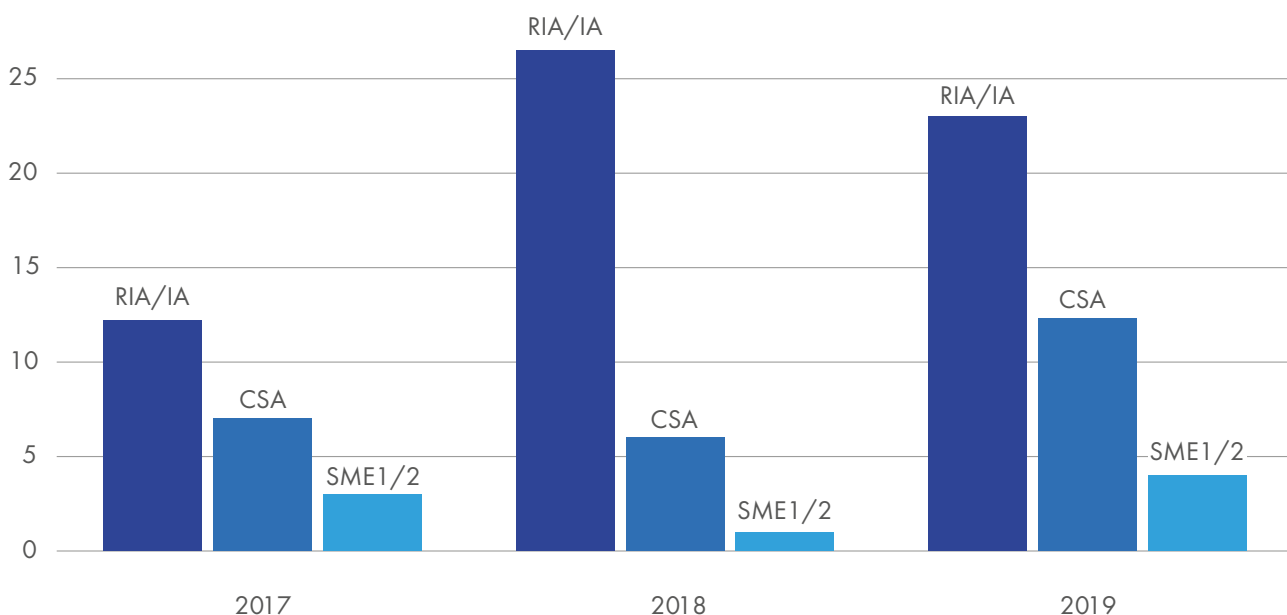
ESA PLIIS - dofinansowanie mln Euro



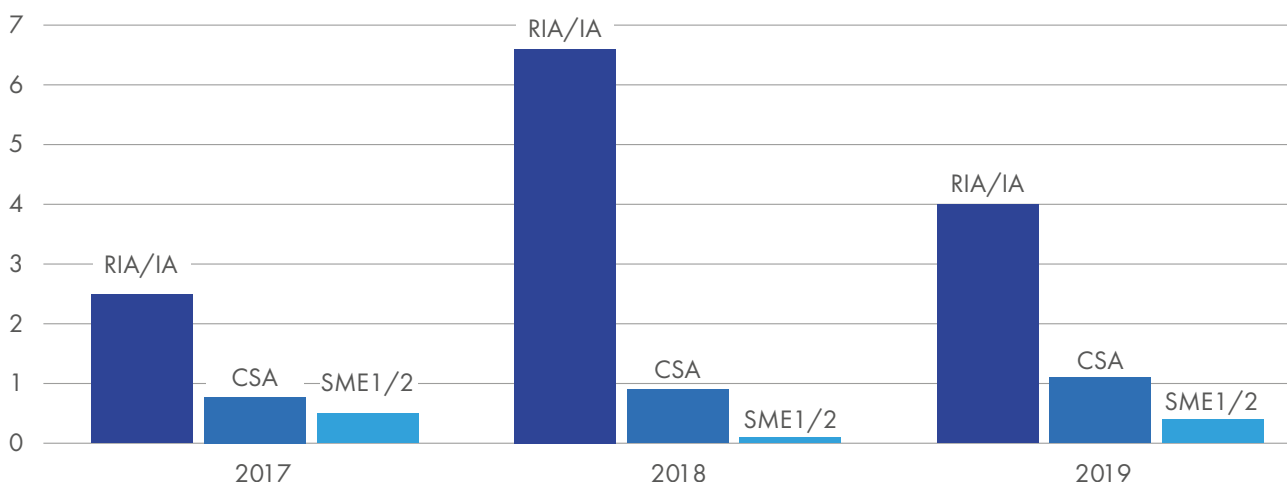
RYСУNEK 11: ŁĄCZNA KWOTA DOFINANSOWANIA POLSKICH PODMIOTÓW W PROGRAMIE WSPARCIE POLSKIEGO PRZEMYSŁU PLIIS - W UJĘCIU ROCZNYM

Poniżej z kolei przedstawiono takie oceny dla trzech typów projektów z programu Horyzont 2020: naukowo-innowacyjnych (RIA/IA), koordynacji i wsparcia (CSA) oraz rozwoju MŚP (SME1/2), co zostało zilustrowane zbiorczo na rysunkach 12 i 13. Jak widać, w przypadku projektów naukowo-innowacyjnych występuje wyraźny wzrost liczby uczestniczących w nich podmiotów krajowych, co może świadczyć o stopniowym nabywaniu przez nie kompetencji do twórczego udziału w międzynarodowych zespołach B+R. Tej tendencji

towarzyszy także rosnący udział pozyskiwanego dofinansowania - zwłaszcza w 2018 roku. Niestety, w przypadku pozostałych dwóch typów projektów (CSA i SME1/2) udział polskich podmiotów jest znikomy. Stąd trudno jest zaobserwować jakiegokolwiek trendu. Należy stwierdzić, że w przypadku małych i średnich przedsiębiorstw ich zainteresowanie rozwojem w obszarze tematyki kosmicznej jest nadal niewielkie – inaczej jak w przypadku udziału jednostek naukowych w projektach innowacyjnych.



RYSUNEK 12: ŁĄCZNA LICZBA PODMIOTÓW KRAJOWYCH PROJEKTACH RIA/IA, CSA I SME1/2 PROGRAMU HORYZONT2020 O TEMATYCE KOSMICZNEJ (W UJĘCIU ROCZNYM)



RYSUNEK 13: POZIOMY DOFINANSOWANIA POLSKICH PODMIOTÓW UCZESTNICZĄCYCH W PROJEKTACH RIA/IA, CSA I SME1/2 PROGRAMU HORYZONT2020 O TEMATYCE KOSMICZNEJ (W UJĘCIU ROCZNYM)



Wnioski i uwagi
końcowe

Polska z chwilą rozpoczęcia współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną w roku 2007 realizując Plan dla Europejskiego Państwa Współpracującego (ang. PECS) oraz po przystąpieniu w roku 2012 Program Wsparcia Polskiego Przemysłu (ang. PLIS) podniosła w znacznym wymiarze swoje kompetencje w zakresie technologii kosmicznych i satelitarnych. W zakresie użytkowania przestrzeni kosmicznej polski przemysł wraz z instytucjami naukowymi w sposób zadawalający pozyskiwał dofinansowanie do swych prac z dostępnych mechanizmów wsparcia.

Ocena okresowa przeprowadzona za ostatnie trzy lata tj. za lata 2017-2019 na podstawie liczby zaangażowanych podmiotów w projektach sklasyfikowanych według drzewa technologicznego ESA oraz na podstawie uzyskanego przez nie dofinansowania wskazuje na równomierne w ostatnich latach angażowanie podmiotów naukowo-badawczych w projekty o charakterze rozwojowym i rosnącemu zainteresowaniu podmiotów komercyjnych udziałem w projektach wdrożeniowych. Ponadto dzięki wypracowanym wspólnie z Europejską Agencją Kosmiczną decyzjom związanym z podziałem polskiej składki ostatnia faza dedykowanego wsparcia pozwoliła na wykreowanie firm-liderów innowacyjności sektora i jednocześnie uruchomienia mechanizmu zamawiania projektów, na które jest zapotrzebowanie w kraju i na które są już w kraju kompetencje. Przeprowadzona w niniejszym raporcie analiza i ocena badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce pozwala zatem stwierdzić, że polski sektor kosmiczny jest gotowy na uruchomienie krajowego strumienia finansowania sektora.

Z danych gromadzonych przez Ośrodek Przetwarzania Informacji – PIB wynika, że ponad 50 tys. osób ze stopniem doktora lub wyższym uzyskanym w Polsce prowadzi w kraju aktywną działalność naukową w obszarze nauk technicznych – jako kierownicy zespołów w jednostkach naukowych lub kadra zarządzająca przedsiębiorstw zaawansowanych technologii. Ten kapitał ludzki może być skutecznie wykorzystany do osiągnięcia celów Polskiej Strategii Kosmicznej i budowania przemysłu kosmicznego w Polsce. Uwzględniając specyfikę europejskiego przemysłu kosmicznego i obecną wielkość jego rynku, na którym olbrzymia większość MŚP europejskiego sektora kosmicznego pracuje na rzecz kilku kluczowych graczy z ESA na czele [11] należałoby skoncentrować się na konkretnych kilku wybranych obszarach technologicznych i podjąć działania stymulujące możliwie najszybszy rozwój kilku starannie wybranych przedsiębiorstw osadzonych w roli czynników napędowych całego krajowego ekosystemu

kosmicznego [12]. W przeciwnym razie małe polskie podmioty konkurujące samotnie ze swoimi europejskimi odpowiednikami o dostarczanie drobnych komponentów i podzespołów kluczowym graczom europejskiego przemysłu kosmicznego na zawsze pozostaną w pułapce średniego dochodu i średniego produktu, przed czym przestrzega się w Strategii Odpowiedzialnego Rozwoju [9].

Warto podkreślić, że poza tak wąsko pojmowanym przemysłem kosmicznym przed krajowymi przedsiębiorstwami aspirującymi do udziału w sektorze kosmicznym otwierają się aktualnie zupełnie nowe możliwości rozwojowe związane z rosnącym wykorzystaniem technologii kosmicznych i satelitarnych w budowie rynku zaawansowanych usług cyfrowych dla różnych gałęzi gospodarki. Wymaga to w szczególności wdrożenia skutecznych mechanizmów zapewniania szerokiego dostępu polskim podmiotom do danych satelitarnych i umożliwiania im nieskrępowanego rozwoju ich potencjału w zakresie innowacyjnych produktów wykorzystujących te dane. Istnienie potencjału w tym zakresie potwierdzają jednoznacznie wyniki analiz przedstawionych w Tabelach Tabela 3 i Tabela 4 – grupy technologii „TD2-E-I: Przetwarzanie danych i informacji” i „TD2-E-II: Zastosowania i usługi informacyjne” z poddomeny „TD2-E: Wykorzystanie danych z przyrządów obserwacji Ziemi”.

Inny obszar zagadnień, w których istnieje znaczący potencjał krajowy (por. Tabela 4) to domena „TD13 – Automatyka, telematyka i robotyka”, obejmująca nie tylko innowacyjne koncepcje robotyczne dla nowych misji kosmicznych, ale również projektowanie, technologie i komponenty systemów automatyki i systemów robotycznych. Tego typu urządzenia, od robotów autonomicznych zdolnych rozumieć swoje otoczenie i samodzielnie w nim działać po systemy umożliwiające człowiekowi pełne zanurzenie w odległych (nieprzyjaznych lub niedostępnych) środowiskach oferują niezliczone możliwości wykorzystania w gospodarce.

Planując dalsze działania Polska Agencja Kosmiczna wspólnie z Europejską Agencją Kosmiczną przeprowadzi w 2020 roku kompleksowy audyt krajowego sektora technologii kosmicznych. Audyt ten ma na celu wyłonienie liderów wzrostu tego sektora i zaplanowanie w nadchodzącej dekadzie w oparciu o ich potencjał ewolucyjnego procesu budowania w Polsce ekosystemu innowacji w obszarze technologii kosmicznych i satelitarnych.

Źródła

1. Prawo o szkolnictwie wyższym i nauce, Dz.U. 2018 poz. 1668, tekst ujednoczony, <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WDU20180001668/U/D20181668Lj.pdf>
2. Konkurs 5/1.1.1/2019 - Szybka ścieżka Technologie kosmiczne, NCBR, <https://www.ncbr.gov.pl/programy/fundusze-europejskie/poir/konkursy/konkurs-5-1-1-1-2019/>
3. EUSST: European MS coming together for SST: the EU SST Governance, <https://www.eusst.eu/project/eusst-governance/>
4. Polish space industry association member catalog 2018, SPACE PL, www.space.biz.pl
5. Polska Agencja Kosmiczna, (2017), Ocena rozwoju badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce w roku 2016, Gdańsk (raport roczny). https://polsa.gov.pl/images/docs/raport-ocena_rozwoju_badan_2016.pdf
6. Polska Agencja Kosmiczna, (2018), Ocena rozwoju badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce w roku 2017, Gdańsk (raport roczny), https://polsa.gov.pl/images/publikacje_PAK/raport-OcenaRozwojuBada2018ostateczna.pdf
7. Polska Agencja Kosmiczna, (2019), Ocena rozwoju badań i użytkowania przestrzeni kosmicznej w Polsce w roku 2018, Gdańsk (raport roczny), https://polsa.gov.pl/images/publikacje_PAK/Raport_-_Ocena_rozwoju_bada_i_uytkowania_przestrzeni_kosmicznej_w_Polsce_2018.pdf
8. Westman, J. (ed): ESA Technology Tree, version 3.0, STM-277 2nd ed., Oct. 2013, <https://esamultimedia.esa.int/multimedia/publications/STM-277/>
9. Krajowy Program Kosmiczny na lata 2019-2021, (dokument źródłowy), https://polsa.gov.pl/images/KPK_2018_FINAL/KPK_proj_20-12-18_small.pdf
10. Strategia na rzecz Odpowiedzialnego Rozwoju do roku 2020 (z perspektywą do 2030 r.), Monitor Polski 2017 poz. 260, <http://prawo.sejm.gov.pl/isap.nsf/download.xsp/WMP20170000260/O/M20170260.pdf>
11. Eurospace (2017). The European space industry in 2016. Technical Report 21 st ed., The Space group in ASD. https://p7665.phpnet.org/wp-content/uploads/2018/05/factsfigures_2017-web.pdf
12. OECD (2010). High-Growth Enterprises: What Governments can do to make a difference. OECD Studies on SMEs and Entrepreneurships. OECD Publishing, <https://doi.org/10.1787/20780990>.

Załącznik A**Skrócona postać drzewa technologicznego ESA**

TD	Domena technologiczna	TS	Poddomena technologiczna	Symbole grup technologii (TG)
1	Półkowe systemy przetwarzania danych	A	Systemy przetwarzania danych z urządzeń ładunku użytecznego	I, II, III
		B	Systemy przetwarzania danych z urządzeń półkowych	I, II, III, IV
		C	Mikroelektronika dla zastosowań cyfrowych i analogowych	I, II
2	Oprogramowanie systemów kosmicznych	A	Zaawansowane technologie informatyczne	I, II
		B	Oprogramowanie półkowe	I, II, III
		C	Oprogramowanie systemów naziemnych	
		D	Naziemne systemy przetwarzania danych	I, II
		E	Wykorzystanie danych z przyrządów obserwacji Ziemi	I, II, III, IV
3	Półkowe systemy zasilania elektrycznego	A	Budowa systemów zasilania	
		B	Technologie wytwarzania energii elektrycznej	I, II, III
		C	Technologie magazynowania energii elektrycznej	I, II
		D	Półkowe systemy zarządzania energią elektryczną	I, II, III
4	Przestrzeń kosmiczna i jej oddziaływanie na obiekty kosmiczne	A	Metody modelowania przestrzeni kosmicznej oraz akwizycji i analizy związanych z tym danych pomiarowych	I, II
		B	Modelowanie i analiza wpływu zjawisk zachodzących w przestrzeni kosmicznej na parametry techniczne obiektów kosmicznych	I, II
		C	Metody przewidywania i modelowania przebiegu zjawisk zachodzących w przestrzeni kosmicznej	I, II
5	Systemy sterowania obiektami kosmicznymi	A	Metody projektowania i wytwarzania systemów sterowania obiektami	I, II, III, IV, V
		B	Innowacyjne technologie urządzeń i podzespołów systemów sterowania obiektami	I, II, III, IV
		C	Metody analizy i weryfikacji konstrukcji systemów sterowania obiektami	I, II, III
		D	Czujniki pomiarowe i elementy wykonawcze systemów sterowania obiektami	I, II, III
6	Systemy, ładunki użyteczne i technologie w zakresie częstotliwości radiowych	A	Systemy i podsystemy telekomunikacyjne	I, II, III, IV, V
		B	Systemy i podsystemy radionawigacji	I, II, III, IV
		C	Technologie łączności radiowych dla celów telemetrii, śledzenia, sterowania i transmisji danych	I, II, III, IV, V
		D	Urządzenia radiowe ładunku użytecznego	I, II, III, IV
		E	Komponenty i podzespoły półkowych urządzeń radiowych	I, II, III, IV, V, VI

7	Technologie elektromagnetyczne	A	Anteny	I, II, III, IV, V
		B	Propagacja i oddziaływanie fal elektromagnetycznych	I, II
		C	Kompatybilność elektromagnetyczna i częstotliwości radiowej, czułość na wyładowania elektrostatyczne oraz czystość magnetyczna urządzeń	I, II
8	Projektowanie i weryfikacja systemów	A	Specyfikacja wymagań dla misji i systemów	I, II
		B	Środowiska pracy grupowej wspierające zespoły wytwórcze	I, II, III
		C	Metody analizy i projektowania systemów	I, II
		D	Metody i narzędzia weryfikacji, integracji i testowania systemów	I, II
9	Zarządzanie misją i naziemne systemy danych	A	Innowacyjne koncepcje nowych misji kosmicznych	
		B	Planowanie i realizacja misji kosmicznych	I, II, III
		C	Naziemne systemy zarządzania misją	I, II, III
10	Dynamika lotu i systemy nawigacji globalnej (GNSS)	A	Dynamika lotu	I, II, III
		B	Wysokoprecyzyjne przetwarzanie danych GNSS	I, II, III, IV
11	Śmieci kosmiczne	A	Naziemne i kosmiczne systemy śledzenia śmieci kosmicznych i meteoroidów	I, II, III
		B	Modelowanie i analiza ryzyka	I, II, III
		C	Metody ochrony przed kolizjami oraz ograniczania i usuwania ich skutków	I, II, III
12	Systemy i sieci stacji naziemnych	A	System stacji naziemnej	I, II, III, IV, V
		B	Sieci komunikacyjne stacji naziemnej	I, II
13	Automatyka, telematyka i robotyka	A	Innowacyjne koncepcje robotyczne dla nowych misji kosmicznych	I, II
		B	Projektowanie systemów automatyki i systemów robotycznych	I, II, III
		C	Technologie i komponenty systemów automatyki i systemów robotycznych	I, II, III, IV, V
14	Nauki biologiczne i fizyczne	A	Instrumenty badawcze dla nauk biologicznych	I, II, III
		B	Instrumenty badawcze wspierające nauki fizyczne	I, II, III
		C	Nauki biologiczne w zastosowaniach kosmicznych	I, II, III, IV, V, VI
		D	Nauki fizyczne w zastosowaniach kosmicznych	I
15	Mechanizmy	A	Technologie bazowe urządzeń mechanicznych	I, II, III, IV, V, VI, VII
		B	Bezwybuchowe mechanizmy zwalniające	
		C	Technologie narzędzi eksploracyjnych	
		D	Technologie elektronicznych układów sterujących	
		E	Mikroukłady elektromechaniczne	
		F	Tribotechnika	I, II
		G	Metody i narzędzia projektowania mechanizmów	I, II
		H	Pirotechnika	I, II, III, IV, V, VI

16	Optyka	A	Projektowanie i wytwarzanie systemów optycznych	I, II
		B	Technologie materiałów i elementów optycznych	I, II, III, IV
		C	Technologie sprzętu i przyrządów optycznych	I, II, III, IV, V, VI
17	Optoelektronika	A	Lasery	I, II, III, IV, V
		B	Detektory promieniowania	I, II, III, IV, V, VI
18	Aerodynamika	A	Obliczeniowa dynamika płynów	I, II, III
		B	Naziemne obiekty testowe	I, II, III
		C	Czujniki i techniki pomiarowe	I, II, III
		D	Bazy danych pomiarowych	I, II
19	Napędy	A	Napędy chemiczne	I, II, III
		B	Napędy elektryczne	I, II, III
		C	Zaawansowane techniki napędowe	I, II, III, IV, V
		D	Technologie i narzędzia wspierające napędy	I, II, III, IV
20	Mechanika konstrukcji	A	Metody i narzędzia projektowania konstrukcji	I, II, III, IV
		B	Wytwarzanie konstrukcji o wysokiej stabilności i dokładności	I, II, III
		C	Konstrukcje nadmuchiwane i rozkładalne	I, II, III
		D	Konstrukcje wysokotemperaturowe	I, II, III, IV, V
		E	Struktury aktywne i adaptacyjne	I, II, III, IV
		F	Odporność na uszkodzenia i monitoring strukturalny konstrukcji	I, II, III
		G	Wyrzutnie, lądowiki i pojazdy planetarne	I, II, III, IV
		H	Bezpieczne pomieszczenia dla załogi, skafandry do pracy w otwartej przestrzeni kosmicznej	I, II
		I	Ośłony ochronne przed odłamkami i meteoroidami	I
		J	Innowacyjne struktury i materiały konstrukcyjne	I
21	Zagadnienia cieplne	A	Technologie przekazywania ciepła	I, II, III, IV, V
		B	Kriogenika i chłodzenie	I, II, III, IV
		C	Ochrona cieplna	I, II
		D	Magazynowanie i odprowadzanie ciepła	I, II, III
		E	Metody i narzędzia do analizy zagadnień i projektowania urządzeń cieplnych w zastosowaniach kosmicznych	I, II, III
22	Systemy podtrzymywania życia i wykorzystanie zasobów in situ	A	Systemy zarządzania środowiskiem i podtrzymania życia	I, II, III, IV
		B	Technologie wytwarzania materiałów niezbędnych do życia z surowców lokalnych	I, II, III
23	Komponenty elektryczne, elektroniczne i elektromechaniczne (EEE)	A	Metody zapewniania jakości komponentów EEE, w tym w szczególności odporności na promieniowanie jonizujące	I, II, III, IV, V, VI
		B	Technologie wytwarzania komponentów EEE	I, II, III, IV, V, VI, VII, VIII, IX

24	Inżynieria materiałowa i procesy	A	Nowe materiały i technologie materiałowe	I, II
		B	Wytwarzanie materiałów do zastosowań kosmicznych	I, II, III, IV
		C	Zapewnianie czystości i sterylizacja materiałów	I, II, III, IV, V
		D	Wpływ środowiska kosmicznego na właściwości materiałów	I, II, III
		E	Modelowanie właściwości materiałów	I, II, III, IV
		F	Nieniszczące metody badania właściwości materiałów	
		G	Procesy starzenia się materiałów	I, II
		H	Materiały montażowe dla urządzeń elektronicznych	I, II, III
25	Jakość, niezawodność i bezpieczeństwo	A	Wiarygodność i bezpieczeństwo systemów kosmicznych	I, II
		B	Jakość oprogramowania systemów kosmicznych	I, II
		C	Metody zapewniania jakości systemów kosmicznych i ich zgodności z wymaganiami użytkowymi	I, II

Załącznik B

Wykaz krajowych projektów badań podstawowych w zakresie domen technologicznych ESA finansowanych przez Narodowe Centrum Nauki w ramach paneli „ST9: Astronomia i badania kosmiczne” oraz „ST10: Nauki o Ziemi” zakończonych w 2019 r.

Lp.	Panel dziedzinowy	Tytuł projektu	Wykonawcy	Typ konkursu
1	ST9	Zmienne przepływy akrecyjne	Centrum Astronomiczne PAN	MAESTRO
2	ST9	The history of a neutron star's magnetic field	Centrum Astronomiczne PAN	POLONEZ
3	ST9	Mapping the close environments of accreting black holes through X-ray reverberation	Centrum Astronomiczne PAN	POLONEZ
4	ST9	Struktura i ewolucja ultra-jasných astrofizycznych źródeł rentgenowskich	Centrum Astronomiczne PAN	OPUS
5	ST9	Rotating neutron stars: dense-matter interiors and gravitational-wave searches using the time-domain F-statistic method	Centrum Astronomiczne PAN	ETIUDA
6	ST9	Badanie Układów Podwójnych z Akreującym Białym Karłem poprzez Symulacje Numeryczne	Centrum Astronomiczne PAN	PRELUDIUM
7	ST9	Wyznaczenie parametrów fizycznych cefeid II typu w układach zaćmieniowych.	Centrum Astronomiczne PAN	SONATA
8	ST9	Dynamika i morfologia oddziałujących galaktyk	Centrum Astronomiczne PAN	MAESTRO
9	ST9	Pomiar rozkładu absorpcji w aktywnych jąder galaktyk	Centrum Astronomiczne PAN	PRELUDIUM
10	ST9	Udział Polski w projekcie LOFT	Centrum Astronomiczne PAN, Centrum Badań Kosmicznych PAN	HARMONIA
11	ST9	Dokładny wgląd w różne populacje gwiazdowe halo Galaktyki za pomocą wielkich przeglądów spektroskopowych	Centrum Astronomiczne PAN	OPUS
12	ST9	Badanie rozbłysków słonecznych na podstawie obserwacji wykonanych za pomocą polskiego spektrofotometru SphinX	Centrum Badań Kosmicznych PAN	ETIUDA
13	ST9	Ciąg główny kwazarów	Centrum Fizyki Teoretycznej PAN	OPUS
14	ST9	Populacje gwiazdowe gigantycznych radioźródeł	Centrum Fizyki Teoretycznej PAN	FUGA
15	ST9	Przyspieszanie cząstek i generacja turbulencji elektromagnetycznej w plazmie kosmicznej	Instytut Fizyki Jądrowej PAN	SONATA BIS

16	ST9	Klasyfikacja galaktyk o przesunięciu ku czerwieni ~ 1	Narodowe Centrum Badań Jądrowych - Otwock	SONATA
17	ST9	Eksperyment EUSO-TA - kalibracja detektora i pomiary promieniowania kosmicznego najwyższych energii w koincydencji z eksperymentem Telescope Array	Narodowe Centrum Badań Jądrowych - Otwock	PRELUDIUM
18	ST9	Poprawa precyzji pomiarów fotometrycznych uzyskiwanych z pierwszych polskich satelitów naukowych.	Politechnika Śląska - Gliwice	SONATA
19	ST9	Stabilność układów hierarchicznych w gromadach kulistych	Uniwersytet im. A. Mickiewicza	FUGA
20	ST9	PanDust: everything you always wanted to know about cosmic dust	Uniwersytet im. A. Mickiewicza	POLONEZ
21	ST9	Identyfikacja blazarów OGLE w Obłokach Magellana oraz badanie ich zmienności.	Uniwersytet Jagielloński	PRELUDIUM
22	ST9	Wzmacnianie parametryczne sygnału w obrazowaniu astronomicznym	Uniwersytet Jagielloński	PRELUDIUM
23	ST9	Wpływ warunków fizyczno-chemicznych na proces powstawania gwiazd: identyfikacja i analiza własności młodych obiektów gwiazdowych w zewnętrznych częściach Galaktyki	Uniwersytet Jagielloński	OPUS
24	ST9	Więcej niż grupa, mniej niż gromada: niskoczęstotliwościowe badania nietypowych, małolicznych układów galaktyk przy użyciu interferometru LOFAR i przeglądu LoTSS.	Uniwersytet Jagielloński	UWERTURA
25	ST9	Korelacja radio-podczerwień dla galaktyk obserwowanych przez satelitę AKARI w przeglądzie całego nieba	Uniwersytet Jagielloński	PRELUDIUM
26	ST9	Osobliwe widma międzygwiazdowe	Uniwersytet Mikołaja Kopernika - Toruń	OPUS
27	ST9	Kosmologiczne symulacje N-ciałowe w ujęciu relatywistycznym versus Ciemna Energia	Uniwersytet Mikołaja Kopernika - Toruń	OPUS
28	ST9	Fotometryczne i spektroskopowe badanie zmienności optycznej klasycznych gwiazd typu T Tauri	Uniwersytet Pedagogiczny im. Komisji Edukacji Narodowej - Kraków	SONATA BIS
29	ST9	Powstawanie i ewolucja rezonansów ruchu średniego w układach planetarnych	Uniwersytet Szczeciński	MAESTRO

30	ST9	Astrofizyka pozagalaktyczna w projekcie OGLE	Uniwersytet Warszawski	OPUS
31	ST9	Astrofizyczne zastosowania mikrosoczewkowania grawitacyjnego w Drodze Mlecznej	Uniwersytet Warszawski	ETIUDA
32	ST9	Zjawiska tymczasowe z misji Gaia i OGLE w badaniu ekstremalnych środowisk centralnych rejonów galaktyk i populacji supermasywnych czarnych dziur.	Uniwersytet Warszawski	OPUS
33	ST9	Badanie ciemnej materii i czarnych dziur za pomocą misji kosmicznej Gaia.	Uniwersytet Warszawski	HARMONIA
34	ST9	Podgrzanie wszechświata w uzasadnionych teoretycznie i zgodnych z danymi empirycznymi modelach inflacji	Uniwersytet Warszawski	SONATA BIS
35	ST9	Katalog zatrzymanych słonecznych erupcji koronalnych.	Uniwersytet Wrocławski	MINIATURA
36	ST9	Badanie quasi-okresowości obserwowanych w rozbłyskach słonecznych.	Uniwersytet Wrocławski	PRELUDIUM
37	ST9	Wkład oscylacji plazmy o wysokiej częstotliwości do globalnego grzania korony słonecznej	Uniwersytet Wrocławski	OPUS
38	ST9	Ewolucja i Pulsacje Gwiazd Masywnych	Uniwersytet Wrocławski	OPUS
39	ST9	Kształt wiązki emisyjnej pulsarów.	Uniwersytet Zielonogórski	MINIATURA
40	ST9	Gorąca plazma z akrecji: pogłębiona diagnoza oparta o obserwacje w zakresie X i gamma	Uniwersytet Zielonogórski	OPUS
41	ST10	Powstawanie pęcherzyków w skorupie obtopieniowej meteoroidów eukrytowych	Centrum Badań Kosmicznych PAN	PRELUDIUM
42	ST10	Analiza modeli ziemskich ośrodków ciekłych oraz modeli klimatycznych CMIP celem ich weryfikacji pod względem zgodności ich ekscytacji ruchu bieguna z obserwowanymi zmianami tego ruchu	Centrum Badań Kosmicznych PAN	OPUS
43	ST10	Rozpoznanie Składu Chemicznego Frakcji Organicznej Pyłu Zawieszonego PM ₁ , PM _{2.5} i PM ₁₀ na Obszarach Pozamiejskich w Aspekcie Identyfikacji Źródeł Pochodzenia Tego Pyłu oraz Implikowanych Zagrożeń Środowiskowych i Zdrowotnych	Instytut Chemii Fizycznej PAN, Instytut Chemii Organicznej PAN, Instytut Ochrony Środowiska	OPUS

44	ST10	Źródła i poziomy skażeń promieniotwórczych w porostach i mchach z obszarów lądowych zachodniej Arktyki	Instytut Fizyki Jądrowej PAN	PRELUDIUM
45	ST10	Kriokonity w obszarach polarnych i ich rola w akumulacji zanieczyszczeń atmosferycznych	Instytut Fizyki Jądrowej PAN	OPUS
46	ST10	Wpływ katastroficznych odlesień na ekosystem jezior i torfowisk Borów Tucholskich	Instytut Geografii i Przestrzennego Zagospodarowania PAN	OPUS
47	ST10	Pomiary, parametryzacja oraz analiza właściwości strumieni aerozolu morskiego w przywodnej warstwie atmosfery w rejonach południowego Bałtyku oraz europejskiej części Arktyki.	Instytut Oceanologii PAN	PRELUDIUM
48	ST10	Określenie wpływu zmian klimatu na skład fitoplanktonu w fiordach zachodniego Spitsbergenu na podstawie pigmentów w osadach	Instytut Oceanologii PAN	PRELUDIUM
49	ST10	Specjacja arsenu w środowisku południowego Bałtyku	Instytut Oceanologii PAN	PRELUDIUM
50	ST10	Wpływ Prądu Zachodniospitsbergeńskiego na rozmieszczenie metali ciężkich w dwóch fiordach Zachodniego Spitsbergenu	Instytut Oceanologii PAN	OPUS
51	ST10	Struktura i funkcjonowanie systemu kwasowo-zasadowego w Morzu Bałtyckim.	Instytut Oceanologii PAN	OPUS
52	ST10	Zdalna identyfikacja zmian koncentracji zawiesiny węglanowej w fiordach Spitsbergenu.	Instytut Oceanologii PAN	PRELUDIUM
53	ST10	Przyczyny, przebieg i skutki zmian obecności nadrzecznych lasu i zadrzewionych kęp w dolinach rzek polskich Karpat w XX wieku	Instytut Ochrony Przyrody PAN	PRELUDIUM
54	ST10	Wpływ podniesienia bazy erozyjnej wywołanego przez zbiornik zaporowy na hydrodynamikę i układ roślinności w korycie i na równinie zalewowej górskiej rzeki żwirodenej	Instytut Ochrony Przyrody PAN	PRELUDIUM
55	ST10	Intensywność odbicia wiązki lasera jako dodatkowy atrybut w diagnostyce obiektów budowlanych	Politechnika Koszalińska	MINIATURA

56	ST10	Charakterystyka zawiesiny unoszonej w zlewni zbiornika karpackiego z wykorzystaniem znaczników geochemicznych (sediment fingerprints).	Politechnika Krakowska	PRELUDIUM
57	ST10	Prognoza wpływu zmian klimatu na ustrój hydrologiczny rzek i funkcjonowanie siedlisk rzecznych i dolinowych	Szkoła Główna Gospodarstwa Wiejskiego	ETIUDA
58	ST10	Zastosowanie modyfikowanych materiałów polimerowych do usuwania toksycznych jonów metali z wód podziemnych w technologii przepuszczalnych barier sorpcyjnych	Uniwersytet Humanistyczno - Przyrodniczy	SONATA
59	ST10	Uwarunkowania dobowych fluktuacji poziomu wody w strefach źródłiskowych i rzekach z uwzględnieniem oddziaływania strefy hyporeicznej	Uniwersytet im. A. Mickiewicza	OPUS
60	ST10	Ocena i monitoring zmian powierzchni lasów z wykorzystaniem pasywnych i aktywnych danych teledetekcyjnych (RS4FOR)	Uniwersytet Jagielloński	OPUS
61	ST10	Inwersje temperatury powietrza w dolnej i środkowej troposferze nad Europą	Uniwersytet Jagielloński	ETIUDA
62	ST10	Określenie zmienności wskaźnika LAI różnych typów pokrycia roślinnego jako parametru umożliwiającego ocenę ewapotranspiracji rzeczywistej	Uniwersytet Łódzki	MINIATURA
63	ST10	Multidekadowa zmienność temperatury powietrza w regionie Europy Środkowo-Wschodniej w ostatnim tysiącleciu	Uniwersytet Marii Curie-Skłodowskiej	MINIATURA
64	ST10	Propagacja sygnału w technice okultacji radiowych - symulacja amplitudy i fazy dla misji FORMOSAT-7/COSMIC-2.	Uniwersytet Przyrodniczy - Wrocław	PRELUDIUM
65	ST10	Wykorzystanie danych lotniczego skaningu laserowego do identyfikacji obszarów osuwiskowych.	Uniwersytet Przyrodniczy - Wrocław	ETIUDA

66	ST10	Rozwój wydm embrionalnych na plaży jako efekt oddziaływania roślinności pionierskiej - rejony i tempo odbudowy na polskim wybrzeżu po katastrofalnych spiętrzeniach sztormowych z sezonu 2016/17	Uniwersytet Szczeciński	MINIATURA
67	ST10	Kształtowanie wybrzeży klifowych pod wpływem lokalnych i globalnych procesów sprawczych ujętych w zróżnicowanych skalach czasowych.	Uniwersytet Szczeciński	SONATA
68	ST10	Wyznaczanie współczynników emanacji oraz emisji masowych i powierzchniowych izotopów $^{222}\text{-Rn}$ i $^{220}\text{-Rn}$ z minerałów metamiktycznych	Uniwersytet Śląski - Katowice	OPUS
69	ST10	Określenie przebiegu ewolucji stoków południowego Spitsbergenu na tle zmian klimatu	Uniwersytet Śląski - Katowice	PRELUDIUM
70	ST10	Pomiar stężeń aktywności izotopów: ^{238}U , ^{234}U oraz stosunku $^{234}\text{U}/^{238}\text{U}$ w węglu kamiennym i produktach jego spalania w różnych reżimach technologicznych	Uniwersytet Śląski - Katowice	MINIATURA
71	ST10	Minerały zawierające chlor ze skał pirometamorficznych jako naturalne prototypy zaawansowanych materiałów technologicznych.	Uniwersytet Śląski - Katowice	PRELUDIUM
72	ST10	Wykorzystanie szeregów czasowych parametrów troposfery otrzymanych z obserwacji GNSS do walidacji modeli klimatu nad obszarem Europy.	Uniwersytet Warmińsko - Mazurski - Olsztyn	OPUS
73	ST10	Opracowanie metodyki monitoringu poziomu wód gruntowych z wykorzystaniem wielu technik wyznaczania geopotencjału	Uniwersytet Warmińsko - Mazurski	OPUS
74	ST10	Naturalne i wymuszone powstawanie aerozoli solankowych w różnych warunkach pogodowych	Uniwersytet Warmińsko - Mazurski	MINIATURA
75	ST10	Mikrodynamika chmur	Uniwersytet Warszawski	MAESTRO
76	ST10	Granica lasu wschodnich Andów w ostatnich 30 latach - analiza globalna w kontekście adaptacji Amazonii do zmian klimatycznych.	Uniwersytet Warszawski	SONATA
77	ST10	Pole wiatru archipelagu Svalbard w świetle projekcji zmian klimatu z zastosowaniem dynamicznego downscalingu	Uniwersytet Wrocławski, Uniwersytet im. A. Mickiewicza	OPUS

Załącznik C**Wykaz wybranych krajowych projektów badań przemysłowych w zakresie domen technologicznych ESA finansowanych przez NCBR w roku 2019**

Lp.	Nr umowy	Tytuł projektu	Wykonawcy	Rodzaj programu
1	POIR.01.01.01-00-0390/15	Opracowanie innowacyjnego modelu wibratora bezprzekładniowego oraz przeslewacza do recyklingu odpadów	Przedsiębiorstwo Projektowania i Realizacji Goster Anna Pater	PO IR 1.1.1
2	POIR.01.01.01-00-0835/15	Opracowanie aktywnego wielopunktowego systemu GNSS monitoringu przemieszczeń obiektów inżynierskich, budynków, skarp oraz innych budowli.	PolSERVICE Geo sp. z o.o.	PO IR 1.1.1
3	POIR.01.01.01-00-1561/15	Opracowanie innowacyjnego systemu diagnostyki napędów (DiagSys) bazującego na elektrycznych pomiarach sygnałów charakterystycznych dla mechanicznych uszkodzeń elementów maszyn wirujących, wraz z wyspecjalizowanym analizatorem stanu pracy i sprawności maszyn (APPS 3)	DB Energy sp. z o.o.	PO IR 1.1.1
4	POIR.01.01.01-00-1690/15	Opracowanie innowacyjnego procesu technologicznego do wytwarzania nowej generacji warstw TCF do zastosowań w wyświetlaczach oraz cienkowarstwowych ogniwach fotowoltaicznych.	XTPL sp. z o.o.	PO IR 1.1.1
5	POIR.01.01.02-00-0008/15	Demonstrator technologii lekkiego wiroplata dwusilnikowego z elektrycznym wspomaganie wirnika głównego	Fusioncopter sp. z o.o.	PO IR 1.1.2
6	POIR.01.01.01-00-0792/17	Prace badawczo-rozwojowe nad kompleksowym systemem Emergency Restoration System na potrzeby krajowego rynku elektroenergetycznego w oparciu o technologię Uniwersalnych Modułowych Konstrukcji Wsporczych	ARINET sp. z o. o.	PO IR 1.1.1
7	POIR.01.01.01-00-0875/17	Identyfikacja przestrzeni 3D za pomocą bezzatogowego statku powietrznego i budowa wirtualnej struktury w wydajnej reprezentacji w postaci drzew ósemkowych	Sky Tronic sp. z o. o.	PO IR 1.1.1

8	DOB-1P/02/03/2016	Przenośne urządzenie do wytwarzania kurtyny elektromagnetycznej	Politechnika Gdańska	I/P/2016 Młodzi Naukowcy
9	TANGO1/266989/NCBR/2015	Komercjalizacja wyników projektu pt.: Tomografia GNSS jako istotne źródło danych meteorologicznych	Uniwersytet Przyrodniczy we Wrocławiu	Tango 1
10	POIR.01.01.01-00-0008/15	Innowacyjny, wielomodułowy, konwertowany wiropląt dwusilnikowy	Fusioncopter	PO IR 1.1.1
11	TECHMATSTRATEG I_346922	Technologie materiałów półprzewodnikowych dla elektroniki dużych mocy i wysokich częstotliwości	Politechnika Warszawska, Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych, Politechnika Wrocławska, Instytut Technologii Elektronowej, Nano Carbon sp. z o. o.	Techmat-strateg I
12	POIR.01.01.01-00-0894/17	System detekcji, monitoringu, lokalizacji i wspomaganie eliminacji zakłóceń radiowych w wybranych pasmach częstotliwości (RNSS i telekomunikacyjnych)	PnP Systems sp. z o. o.	PO IR 1.1.1
13	POIR.01.01.01-00-1183/17	System monitorowania sygnałów systemów nawigacji satelitarnej w otoczeniu infrastruktury krytycznej	Blue Dot Solutions	PO IR 1.1.1
14	DOB-1-4/1/PS/2014	Infrastruktura Badawcza w zakresie nowych technologii związanych z generatorami do wytwarzania wysokomocowych impulsów promieniowania elektromagnetycznego, anten nadawczych impulsów HPM, HPRF, RFDF, technologii materiałowych związanych z ochroną i obroną aparatury pomiarowej	Wojskowa Akademia Techniczna, PIT RADWAR S.A, Politechnika Wrocławska, Radiotechnika Marketing S.A, Wojskowy Instytut Techniczny Uzbrojenia	projekt strategiczny 1/2014
15	TECHMATSTRATEG I 347431	Wydajne i lekkie układy zasilające złożone z ogniwa słonecznego i baterii litowo-jonowej oraz ogniwa słonecznego i superkondensatora przeznaczone do zastosowań specjalnych	Wojskowy Instytut Techniki Inżynieryjnej Wrocław, Uniwersytet Warszawski, ML System S.A, Instytut Fizyki PAN	Techmat-strateg I
16	POL-SINiy/2/2018	Zintegrowany miniaturowy spektrometr MEMS do monitorowania szkodliwych gazów produkcyjnych - MEMS MS	Politechnika Wrocławska	Współpraca polsko-singapurska
17	POIR.01.01.01-00-0774/17	SIR - sterowalna i odzyskiwalna rakietą suborbitalna z silnikiem hybrydowym SF1000 bazującym na ekologicznych materiałach pędnych	Space Forest sp. z o. o.	PO IR 1.1.1

Załącznik D

Lista projektów Europejskiej Agencji Kosmicznej realizowanych przez podmioty krajowe w 2019 r. w ramach ostatniego naboru konkursowego do programu PLIIS

L.p.	Tytuł projektu	Wykonawca	Kwota tys. EUR
1	Schematics Analysis Software (SAS)	Spacecase Sp. z o.o.	200,0
2	Modular Electrical Ground Support Equipment (Modular EGSE)	Astri Polska Sp. z o.o.	552,7
3	Optimization and effectiveness study of stabilizers for 98% hydrogen peroxide	Jakusz SpaceTech Sp. z o.o.	199,6
4	Press-FIT Qualification	Creotech Instruments SA	200,0
5	Demonstration of SpaceFibre Technology Usage for Image Processing Applications	SYDERAL Polska Sp. z o.o.	200,0
6	RF filters with Enhanced Electromagnetic Performance for Space Applications Exploiting Shape Optimization with Free-Form Deformation and Additive Manufacturing Techniques	EM Invent Sp. z o.o.	195,3
7	The Satellite AIT activities development	Airbus Poland S.A.	200,0
8	Study on the technology of the soldered embedded passive components in space PCBs - SolEm	Sieć Badawcza Łukasiewicz- Instytut Tele- i Radiotechniczny	200,0
9	New accurate material characterisation techniques	QWED Sp. z o.o.	199,7
10	A Robust Interference DETection Algorithm for the hybrid GNSS/INS receivers – RIDETA	Rectangle Sp. z o.o.	100,0
11	TRL6 upgrade of microvibration damping algorithm for cryocooler	Adaptronica Sp. z o.o.	570,0
12	Fully digital, generic RF-Switch Control Electronic	SpaceForest Sp. z o.o.	572,2

Załącznik E

Lista projektów badawczo-innowacyjnych i wsparcia w zakresie domen technologicznych ESA dofinansowanych z programu Horyzont 2020 realizowanych/zrealizowanych z udziałem polskich podmiotów do roku 2019

Lp.	Akronim	Tytuł projektu	Konkurs	Typ proj.	Partnerzy krajowi
1	ACTRIS-2	Aerosols, Clouds, and Trace gases Research InfraStructure	H2020-INFRAIA-2014-2015	RIA	Instytut Geofizyki PAN, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej, Instytut Podstaw Inżynierii Środowiska PAN
2	AERO-UA	Strategic and Targeted Support for Europe-Ukraine Collaboration in Aviation Research	H2020-MG-2016-SingleStage-INEA	CSA	Fundacja Partnerstwa Technologicznego Technology Partners
3	AtlantOS	Optimizing and Enhancing the Integrated Atlantic Ocean Observing System	H2020-BG-2014-2	RIA	Instytut Oceanologii PAN
4	C3PO	advanced Concept for laser uplink/ downlink CommuniCation with sPace Objects	H2020-COMPET-2014	RIA	ASTRI Polska
5	CaBilAvi	Capacity building for aviation stakeholders, inside and outside the EU	H2020-Galileo-2014-1	CSA	KOSMONAUTA.NET
6	CANDELA	Copernicus Access Platform Intermediate Layers Small Scale Demonstrator	H2020-EO-2017	RIA	CLOUDFERRO, SmallGIS
7	COSMOS 2020	Cooperation Of Space NCPs as a Means to Optimise Services under Horizon 2020	H2020-COMPET-2014	CSA	Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
8	COSMOS 2020 plus	Continuation of the Cooperation of Space NCPs as a Means to Optimise Services under Horizon 2020	H2020-IBA-SPACE-NCP-2018	CSA	Instytut Podstawowych Problemów Techniki PAN
9	DEMETRA	Demonstrator of EGNSS Services based on Time Reference Architecture	H2020-Galileo-2014-1	IA	Elproma Elektronika
11	E-KnoT	E-GNSS Knowledge Triangle	H2020-Galileo-2014-1	CSA	ASTRI Polska
12	ENABLE -S3	European Initiative to Enable Validation for Highly Automated Safe and Secure Systems	H2020-ECSEL-2015-2-IA-two-stage	IA	Politechnika Gdańska

13	EROSS	European Robotic Orbital Support Services	H2020-SPACE-2018	RIA	PIAP Space
14	FLAMINGO	Fulfilling enhanced Location Accuracy in the Mass-market through Initial Galileo services	H2020-GALILEO-GSA-2017-1	IA	Blue Dot Solutions
15	GALENA	Galileo-based solutions for urban freight transport	H2020-Galileo-2014-1	IA	Instytut Geodezji i Kartografii
16	GEONAV IoT	Galileo dual frequency, 5G, IoT devices and services for Drones, Assets Management and Elite sport	H2020-SPACE-EGNSS-2019	IA	Radomski Tomasz Marcin, CHIPCRAFT
17	Go2Space-HUBs	Generating new solutions 2 and from Space through effective local start-up HUBs	H2020-SPACE-2019	CSA	Fundacja Partnerstwa Technologicznego Technology Partners
18	HATCH	SME-led Space Portal for Europe	H2020-COMPET-2017	CSA	Blue Dot Solutions
19	HEATPACK	New generation of High Thermal efficiency components PACKages for space	H2020-SPACE-2018	RIA	Politechnika Warszawska
20	HUUVER	Hybrid UAV-UGV for Efficient Relocation of Vessels	H2020-SPACE-EGNSS-2019	IA	CERVI Robotics, Rectangle
21	HYPROGEO	Hybrid Propulsion Module for transfer to GEO orbit	H2020-COMPET-2014	RIA	Sieć Badawcza Łukasiewicz-Instytut Lotnictwa
22	I3DS	Integrated 3D Sensors suite	H2020-COMPET-2016	RIA	PIAP, HERTZ Systems
23	IMPRESSIVE	Integrated Marine Pollution Risk assessment and Emergency management Support Service In ports and coastal environments	H2020-SPACE-2018	IA	CLOUDFERRO
24	INTAROS	Integrated Arctic observation system	H2020-BG-2016-1	RIA	Uniwersytet Śląski, Instytut Geofizyki PAN, Instytut Oceanologii PAN
25	INTER-STAR	Building the next generation high-speed data converters to strengthen European excellence and competitiveness on space applications and beyond	H2020-COMPET-2016	RIA	KAPITECH
27	LOFAR4SW	LOFAR for Space Weather	H2020-INFRADEV-2017-1	RIA	Centrum Badań Kosmicznych PAN
28	MOBNET	MOBILE NETWORK for people's location in natural and man-made disasters	H2020-Galileo-2015-1	IA	Szkoła Główna Służby Pożarniczej
29	MyOcean FO	Pre-Operational Marine Service Continuity in Transition towards Copernicus	H2020-Adhoc-2014-20	CSA	Instytut Morski W Gdańsku

30	NEOROCKS	The NEO Rapid Observation, Characterization and Key Simulations	H2020-SPACE-2019	RIA	NEOSPACE
31	Odysseus II	Youth for Space Challenge - ODYSSEUS II	H2020-COMPET-2014	CSA	Centrum Badan Kosmicznych PAN
32	ONION	Operational Network of Individual Observation Nodes	H2020-EO-2015	RIA	Politechnika Warszawska
33	PERASPERA	PERASPERA (AD ASTRA) Plan European Roadmap and Activities for SPace Exploitation of Robotics and Autonomy	H2020-COMPET-2014	CSA	Polska Agencja Kosmiczna
34	PERASPERA-X	Plan the European Roadmap and its Activities for SPace Exploitation of Robotics and Autonomy - eXtended	H2020-IBA-SPACE-SRC-2019	CSA	Polska Agencja Kosmiczna
35	PJ* (SESAR)	SESAR (Trajectory based Free Routing, Optimised Airspace Users Operations, Digital Network Management Services, Controller Tools and Team Organisation for the Provision of Separation in Air Traffic Management, Enable RPAS Insertion in Controlled Airspace, SWIM Technical Infrastructure)	H2020-SESAR-2015/2019	RIA	Politechnika Rzeszowska, Uniwersytet Warszawski, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, Instytut Chemii Bioorganicznej PAN
36	POSITION	POLish Support to Innovation and Technology IncubatiON	H2020-Galileo-2014-1	CSA	Black Pearls Investments
37	PRO-ACT	Planetary RObots Deployed for Assembly and Construction Tasks	H2020-SPACE-2018	RIA	PIAP
38	SARA	Search And Rescue Aid and Surveillance using High EGNSS Accuracy	H2020-GALILEO-GSA-2017-1	IA	Akademia Morska W Szczecinie
39	SBNAP	Small Bodies: Near and Far	H2020-COMPET-2015	RIA	Uniwersytet Im. Adama Mickiewicza w Poznaniu
40	SENSAGRI	Sentinels Synergy for Agriculture	H2020-EO-2016	RIA	Instytut Ochrony Roslin
41	SMS	Sandwich material and structure	H2020-COMPET-2015	RIA	North Thin Ply Technology
42	SnapEarth	Fostering Earth Observation market uptake thanks to natural and holistic access to added value data generated through cutting-edge Artificial Intelligence technologies	H2020-SPACE-2019	IA	KAPITECH

www.polsa.gov.pl