

# AD ASTRA

Program badań nad astropolityką  
i prawem kosmicznym

Nr 13/2024



**Ad Astra.**  
Center for Space  
Policy and Law



SPACE ENTREPRENEURSHIP  
INSTITUTE



**Uniwersytet  
Gdański**  
Centrum Prawa Nowych  
Technologii Wydziału  
Prawa i Administracji



**WYŻSZA SZKOŁA  
ADMINISTRACJI  
I BIZNESU**  
IM. E. KWIATKOWSKIEGO W GDYNI

# Polskie zdolności raketowe

ROZMOWA Z MICHAŁEM PAKOSZEM

DOI: 10.53261/adastra20251301

## mgr inż. Michał Pakosz

Kierownik Działu Technologii Raketowych w Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytucie Lotnictwa; Kierownik Programu BURSZTYN; członek Zespołu ds. Kosmicznych Systemów Wynoszenia w Komitecie Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN  
michal.pakosz@ilot.lukasiewicz.gov.pl  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3690-5955>

## dr Mariusz T. Kłoda

Przewodniczący Rady Fundacji Ad Astra. Center for Space Policy and Law; członek Komisji Rewizyjnej Stowarzyszenia Polskich Profesjonalistów Sektora Kosmicznego; asystent w Katedrze Prawa Handlowego, Morskiego i Postępowania Cywilnego, Wydział Prawa i Administracji, Uniwersytet Mikołaja Kopernika w Toruniu  
e-mail: [mtkloda@umk.pl](mailto:mtkloda@umk.pl)  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0547-8647>

**Mariusz T. Kłoda:** Od 2022 r. pełni Pan funkcję Kierownika Działu Technologii Raketowych, działającego w ramach Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa (dalej również: Łukasiewicz – ILOT). Jest Pan również kierownikiem projektu rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K, która w 2024 r. przekroczyła linię Kármána. Nie ma zatem szerszych wątpliwości, że jest Pan jedną z nielicznych osób w Polsce, z którymi warto porozmawiać na temat technik (technologii) raketowych. Pierwsze pytanie ma charakter ogólny. Proszę uprzejmie przedstawić podstawowe cele Łukasiewicz – ILOT. Ogniskują się one głównie wokół lotów suborbitalnych, czy może w równej mierze dotyczą one lotów suborbitalnych oraz orbitalnych? Aktywność Łukasiewicz – ILOT ma wymiar jedynie naukowy, czy przybiera także – w jakimś zakresie – charakter działalności gospodarczej (tj. zorientowanej na osiągnięcie zysku)?

**Michał Pakosz:** Komórka organizacyjna, której jestem kierownikiem skupia przede wszystkim wiedzę systemową w zakresie technologii raketowych. Poza Działem Technologii Raketowych, w program BURSZTYN zaangażowane jest praktycznie każde centrum Łukasiewicz – ILOT. Mamy dedykowane zespoły m.in. do projektowania różnego rodzaju napędów, awioniki, wyrzutni, ale także do przeprowadzania testów, prac chemicznych czy prac technicznych. Celem tego programu, od samego początku, była budowa zespołów, kompetencji, procesów i modeli współpracy w organizacji, które następnie będą mogły zostać wykorzystane do większych projektów raketowych. Docelowo naszą ambicją jest obecność nie tylko w obszarze suborbitalnym, ale także orbitalnym. Natomiast zakres tej obecności jest ściśle powiązany z nakładami finansowymi. Uważamy, że budowa rakiety orbitalnej ma swoje uzasadnienie.

nie w naszych warunkach w celu zapewnienia Polsce niezależnego i responsywnego dostępu do kosmosu. Łukasiewicz – ILOT posiada technologie, które już z powodzeniem mogłyby być wykorzystywane w konstrukcjach orbitalnych. Realizujemy także zlecenia dla Europejskiej Agencji Kosmicznej, w ramach których rozwijamy przyszłe technologie raket orbitalnych – o czym świadczy m. in. niedawny sukces demonstracji unikalnego w skali światowej silnika o kontrolowanej wartości ciągu<sup>1</sup>. Dodatkowo, bycie dużym instytutem, który posiada zarówno zespół z wiedzą *stricte* raketową, jak i szeroki zespół inżynierski z domeny *aerospace*, pozwala zwiększyć szanse powodzenia takiego przedsięwzięcia. Na świecie widoczne są *start-upy* pozyskujące spore środki na ten cel, choć nie zawsze startują z lepszej pozycji wyjściowej.

**Mariusz T. Kłoda: Czy wybuch wojny w Ukrainie w 2022 r. wpłynął na profil działalności Łukasiewicz – ILOT? Innymi słowy, aktualne oraz planowane działania wskazanej jednostki organizacyjnej ukierunkowane są tylko na zastosowania cywilne technik raketowych, czy niekoniecznie (w domyśle np. tzw. *dual use* uwzględniający potrzeby Sił Zbrojnych RP)?**

**Michał Pakosz:** Myślę, że nie ma w Polsce firmy technologicznej, która pozostała obojętna na wybuch wojny w Ukrainie. Nie inaczej jest w przypadku Sieci Badawczej Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa. Zagrożenia spowodowane tą niepewną sytuacją zostały uwzględnione w naszej strategii. Nie oznacza to jednak, że z tego powodu otrzymaliśmy konkretne, znaczące zamówienie na kompletną raketę, która miałaby zostać wykorzystana na polu walki. W kontekście prac Łukasiewicz – ILOT należy mieć świadomość, że budowa rakiety suborbitalnej to jest praca z tzw. *dual use* w trybie ciągłym. Raketa ILR-33 BURSZTYN 2K w aktualnej konfiguracji charakteryzuje się zasięgiem przekraczającym 200 km, a gdyby zwiększyć liczbę wykorzystywanych silników pomocniczych z dwóch do czterech to osiągamy zasięg rzędu 400 km. Kompetencje w zakresie *dual use* posiadamy i wykorzystujemy w projektach wojskowych zarówno krajowych, jak i europejskich, w ramach których konieczna jest aprobata Sił Zbrojnych RP. W listopadzie mieliśmy okazję (Łukasiewicz – ILOT) być gospodarzem dwudniowych warsztatów z domeny CapTech Space<sup>2</sup>. Aktywnie działamy również w projektach takich jak m.in. HYDEF (Hypersonic Defence Interceptor Study), w ramach którego konsorcjum opracowuje koncepcję pocisku zwalczającego zagrożenia hipersoniczne<sup>3</sup> czy REACTS (Responsive European Architecture for Space), który skupia się na opracowaniu rakiety nośnej umożliwiającej realizację misji wynoszenia „na żądanie”<sup>4</sup>. Poza pracami *stricte* raketowymi, na zlecenie Ministerstwa Obrony Narodowej, realizujemy także projekty satelitarne – jak chociażby PIAST (Nanosatelitarna konstelacja optoelektronicznego rozpoznania PIAST/Polish ImAging SaTellites), którego celem jest opracowanie komponentu narodowego systemu satelitarnego pozyskiwania danych na potrzeby informacyjne rozpoznania pola walki i zapewniania poszczególnym komponentom Sił Zbrojnych RP aktualnej informacji strategicznej i operacyjnej. Projekt ten jest finansowany z programu SZAFIR Narodowego Centrum Badań i Rozwoju<sup>5</sup>.

**Mariusz T. Kłoda: W opracowaniu pt. „Polska Mikro-Rakietą Nośna – Perspektywa”, Warszawa 2018 r., s. 65<sup>6</sup>, którego współautorami są m.in. pracownicy Łukasiewicz – ILOT, wskazano, że: Na podstawie analizy uwarunkowań geograficznych i wynikających z tego szlaków komunikacyjnych, należy stwierdzić, że obecnie w Polsce nie ma możliwości budowy portu kosmicznego umożliwiającego wykonywanie konwencjonalnych (tj. bezpośrednio ze stacjonarnej**

**wyrzutni raket) lotów orbitalnych. Czy przedstawiona teza ma charakter bezwzględny, tzn. czy pozostaje ona aktualna także względem techniki startu oraz lądowania określanej jako VTVL (*vertical takeoff, vertical landing*), wykorzystywanej m.in. w systemie wynoszenia Falcon 9 (SpaceX)? Pytając wprost, czy systemy wynoszenia typu VTVL mogłyby być stosowane z terytorium lądowego Polski?**

**Michał Pakosz:** Przedstawiona teza dotyczyła perspektywy sprzed 6 lat i była formułowana w czasie pokoju, a także brała pod uwagę starty rakiety budowanej głównie krajowymi siłami. Myślę, że przy dzisiejszych uwarunkowaniach oraz wraz z rozwojem technologicznym i prawnym, teza mogłaby zostać poddana weryfikacji. Wciąż jednak mielibyśmy do czynienia z przelotem nad państwami skandynawskimi. Natomiast w okresie zagrożenia istnieje większa tolerancja ryzyka, która sprzyjałaby takiemu rozwiązaniu. Technologia VTVL jest oczywiście atrakcyjnym rozwiązaniem, jeśli mówimy o lądowaniu w pobliżu miejsca startu, a nie na barce oddalonej o kilkadziesiąt kilometrów, co jest wymagane w przypadku konieczności zapewnienia większej masy ładunku użytecznego. Jednakże aktualnie taka sztuka udała się jedynie firmie SpaceX. Gdyby patrzeć pod kątem polskiego zapotrzebowania na wynoszenie ładunków (masa ładunków i ich liczba) raczej powinniśmy rozważyć mniejszy system wynoszenia – bliżej rakiety Electron firmy Rocket Lab, która systemu pionowego lądowania nie posiada głównie ze względu na to, że dodanie takiego systemu znacząco obniżyłoby wynoszoną w kosmos masę ładunku użytecznego.

**Mariusz T. Kłoda: Jak kształtuje się rynek lotów suborbitalnych w Europie, jeśli o takim rynku można w ogóle mówić? Innymi słowy, z kim „polskie zdolności suborbitalne” konkurują/będą konkurowały o klienta (naukowego i komercyjnego)? W jaki sposób można scharakteryzować aktualnego/przyszłego, typowego klienta „polskich zdolności suborbitalnych” (kim on najczęściej jest/będzie)?**

**Michał Pakosz:** Rynek lotów suborbitalnych w Europie jak najbardziej istnieje, natomiast prawdą jest, że jego głównym źródłem finansowania aktualnie są mechanizmy rządowe. Mechanizmy te pozwalają także na stałe wykorzystywanie infrastruktury poligonowej za granicą (patrz Niemcy). Nie oznacza to jednak, że zainteresowania komercyjnego nie ma. Po udanym starcie rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K otrzymaliśmy zapytania ofertowe, które dotyczą zarówno wyniesienia pojedynczych ładunków, jak i realizacji serii dedykowanych lotów. W ostatnim czasie powstało kilka innowacyjnych rakiet suborbitalnych, głównie opartych o napęd hybrydowy, którego wykorzystanie ma szansę powodzenia ze względu na zwiększone bezpieczeństwo obsługi przy zachowaniu niskiej komplikacji systemu. Powstają także konstrukcje oparte o kriogeniczne materiały pędne, natomiast stanowią one platformy rozwojowe/testowe do rakiet orbitalnych, dla nowopowstałych firm. Uważam, że nie będą one realizowały misji suborbitalnych z ładunkami.

W przypadku rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K głównym założeniem jest realizacja dedykowanych lotów dla klientów. Dotychczasowe, duże rakiety, zabierają na pokład kilka – kilkanaście ładunków użytecznych i latają stosunkowo rzadko. Sprawia to, że profil misji musi spełniać wymagania wszystkich właścicieli ładunków jednocześnie. W przypadku BURSZTYNA możemy dostosować w szerokim zakresie zarówno profil misji, jak i strukturę rakiety. Dodatkowo, zastosowanie silników pomocniczych na stały materiał pędny sprawia, że odporność rakiety na warunki wietrzne przy starcie jest

stosunkowo wysoka, a jednocześnie zapewniamy dobre osiągi przy małym gabarycie rakiety. Warto też zaznaczyć, że Łukasiewicz – ILOT jest dla klienta tzw. *one – stop – shop*, co w rzeczywistości oznacza, że oprócz samego zaprojektowania i wystrzelenia rakiety jesteśmy w stanie zapewnić proces kwalifikacji ładunku użytecznego wykorzystując szeroką ofertę laboratoryjną, co przekłada się na efektywność kosztową i czasową.

Wracając jednak do głównego pytania – posiadamy bardzo dobre rozeznanie dotyczące potrzeby lotów suborbitalnych przez krajowe środowisko akademickie i to zainteresowanie jest naprawdę duże. Przeszkodą jest natomiast aktualny brak dykowanych środków na systematyczną realizację takich lotów. Zapewniam jednak, że aktywnie działamy także w zakresie utworzenia odpowiedniego ekosystemu, aby zmienić stan obecny – wszak w końcu możemy stwierdzić, że na polskim rynku pojawiła się dotychczas niedostępna usługa badawcza. Zapotrzebowanie na takie loty istnieje jednak nie tylko w obszarze badawczym, ale również komercyjnie – o czym świadczy m. in. projekt SUBCOM, który realizujemy w ramach rozwoju produktów lidera – firmy Thorium Space<sup>7</sup> (projekt dofinansowany ze środków Narodowego Centrum Badań i Rozwoju).

**Mariusz T. Kłoda: Czy loty suborbitalne – w aktualnych uwarunkowaniach gospodarczo-politycznych – mają realny potencjał wygenerowania zysku dla podmiotu z siedzibą na terytorium Polski świadczącego takie usługi na tym terytorium, w relatywnie krótkim czasie (uwzględniając czas trwania projektów kosmicznych w zakresie technik raketowych), np. w ciągu 5 lat, przy założeniu, że podmiot ten zaczyna „od zera” w ujęciu technicznym, kadrowym i innym oraz że dysponuje typowymi (w ujęciu polskiego sektora kosmicznego) możliwościami finansowymi? Innymi słowy, czy można uznać przedstawioną działalność za potencjalnie opłacalną w niedługim czasie, w aktualnych polskich warunkach gospodarczo-politycznych?**

**Michał Pakosz:** Uważam, że odpowiedź na to pytanie nie jest jednoznaczna, ponieważ technologia i zapotrzebowanie na testy po latach „stanu ustalonego” zmienia się. Loty suborbitalne cieszą się zwiększonym zainteresowaniem pod kątem testów m.in. technologii hipersonicznych. Ciekawym przykładem jest grudniowy start rakiety orbitalnej Electron, która została dostosowana do trajektorii suborbitalnej<sup>8</sup>.

Techniki raketowe jednak wymagają znacznych nakładów finansowych i bariera wejścia związana z wymaganą wiedzą, dostępem do poligonów, znajomością regulacji i zachowaniem kwestii bezpieczeństwa sprawiają, że odniesienie spektakularnego sukcesu finansowego w powyżej opisanym scenariuszu w mojej opinii jest niebywale trudne. Rozwój kompetencji w zakresie zaawansowanych technologii raketowych suborbitalnych oraz responsywnego dostępu do orbity należy rozpatrywać w dłuższej perspektywie czasowej, a w takiej może już się opłacać.

**Mariusz T. Kłoda: W opracowaniu pt. „Polskie możliwości suborbitalne” (red. W. Dziaduch), Warszawa 2021, s. 68<sup>9</sup>, którego współautorami są m.in. pracownicy Łukasiewicz – ILOT, wskazano, że: Obecnie jedynym miejscem w Polsce, z którego są możliwe loty raket suborbitalnych na pułapy pow. 20 km jest Centralny Poligon Sił Powietrznych w Ustce. Gdzie leży źródło tego swoistego ograniczenia „polskich zdolności suborbitalnych”?**

**Michał Pakosz:** Ograniczenia możemy podzielić na dwie kategorie – prawne i związane z bezpieczeństwem. Od strony prawnej, kiedy to startowaliśmy raketą BURSZTYN z terytorium Polski, poligon CPSP w Ustce był jedynym, który zapewniał zamknięcie strefy powietrznej do poziomu *UNLIMITED*. Na ten czas przykładowo poligon drawski umożliwiał loty do pułapu 20 km.

Drugim ograniczeniem są kwestie związane z bezpieczeństwem. Rakiety suborbitalne charakteryzują się tzw. dyspersją lądowania. Oznacza to, że miejsce lądowania rakiety uzależnione jest od wielu zmiennych – w tym warunków pogodowych i niezawodności podzespołów. Każdy kilometr pułapu przekłada się na zwiększoną strefę niebezpieczeństwa. Dla przykładu mogę podać, że w locie kosmicznym rakiety BURSZTYN wylądowała ona 135 km od miejsca startu, ok. 10 km od nominalnego miejsca upadku. To stanowi fantastyczny wynik, ponieważ zmieściliśmy się w strefie 1-sigma, przy zamknięciu strefy 3-sigma. Oczywiście istnieją sposoby na redukcję strefy niebezpiecznej, ale często wiąże się to z dodatkową komplikacją systemu rakiety, a to przekłada się na znacząco zwiększone koszty każdego ze startów bez pełnej niwelacji ryzyka.

Zatem wybór poligonu do realizacji lotu znacznie przekraczającego 20 km jest wypadkową kilku ograniczeń, a poligon CPSP w Ustce charakteryzuje się największą w Polsce strefą lądowania.

**Mariusz T. Kłoda: W projekcie Krajowego Programu Kosmicznego (2021–2026) v. 0.8, s. 24–25<sup>10</sup>, założono powstanie centrum lotów suborbitalnych z wykorzystaniem szeroko rozumianych możliwości, jakie daje CPSP (kierunek interwencji zakłada zaangażowanie MON w otwarcie i przygotowanie Centralnego Poligonu Sił Powietrznych jako polskiego centrum lotów suborbitalnych). Pomijając kwestię aktualności przywołanego projektu KPK, warto zadać następujące pytania. Czy należy postulować utworzenie alternatywnego względem CPSP miejsca startowego dla rakiet suborbitalnych, z którego byłaby możliwość przeprowadzania lotów na pułapy pow. 20 km? Jeżeli tak, to gdzie powinno ono zostać zlokalizowane? Warto zwrócić uwagę, że w opracowaniu pt. „Polskie możliwości suborbitalne” (s. 129 i n.), w ramach poszukiwania „lokalizacyjnego wariantu A”, nie wskazano na CPSP, lecz na punkt umiejscowiony między Kołobrzegiem a Ustką, ściślej między Gąskami a Darłowem.**

**Michał Pakosz:** CPSP jest poligonem wojskowym i na takich aktywnościach przede wszystkim się skupia. Oznacza to, że starty rakiet suborbitalnych są realizowane nie jako „przy okazji” realizowanych ćwiczeń. Operator rakiety przygotowując się do wystrzelenia swojej misji nie jest pewny ani dnia, ani godziny startu oraz musi pozostawać przez długi czas w gotowości. Aktualnie wszystkie rozwijane w Polsce rakiety suborbitalne strzelane z terytorium Polski były w fazie demonstracji i rozwoju, w ramach funduszy publicznych. W przyszłości planowane są jednak loty komercyjne, których realizacja w obecnej formule będzie bardzo trudna. Wymagania klientów często sprawiają, że ładunek użyteczny musi być dostępny na określony czas przed lotem. Inne misje związane są ściśle z konkretnym momentem wystrzelenia rakiety – np. w Skandynawii badane są zorze polarne bądź inne zjawiska atmosferyczne, na których czas pojawienia się nie mamy wpływu.

Dodatkową kwestią są potrzeby infrastrukturalne. Podczas realizacji misji należy zapewnić m.in. pomieszczenia socjalne dla klientów, biura, przestrzeń do integracji w podwyższonej klasie czystości, odpowiednie radary do łączności z rakieta. Aktualnie te potrzeby zaspokajane są poprzez zapewnianie infrastruktury mobilnej, która nie jest komfortowym, efektywnym (czasowo i kosztowo) oraz bezpiecznym rozwiązaniem. Budowanie infrastruktury stałej na poligonie jest aktualnie w zasadzie niemożliwe. Do tych wyzwań dochodzą kwestie infrastruktury krytycznej i ograniczanego dostępu, co potencjalnie może sprawiać problemy z obecnością przedstawicieli klientów.

Biorąc pod uwagę powyższe czynniki, postulowanie utworzenia alternatywnego względem CPSP miejsca startowego dla rakiet suborbitalnych uważam za zasadne. Sama formuła i miejsce musiałyby być poddana dialogowi i sprawdzona również pod kątem biznesowym. Na świecie mamy przykłady takich rozwiązań. Poligon norweski, z którego wystrzelona została rakiet ILR-33 BURSZTYN 2K jest właśnie poligonem cywilnym współpracującym z poligonem wojskowym. Poligon ten w przypadku większych ćwiczeń jest aktywnie angażowany zapewniając pewne usługi. Aktualnie pozyskiwane są zgody w Wielkiej Brytanii na rozpoczęcie budowy poligonu Spaceport 1<sup>st</sup>, który służyłby do celów cywilnych, a korzystał z przestrzeni wojskowej, która jest już wydzielona. Jak widać na powyższych przykładach, istnienie kompleksu cywilnego przy poligonie wojskowym może być z korzyścią dla obydwu stron. Taki aspekt wspólnych korzyści powinien zostać wzięty pod uwagę przy docelowym wyborze lokalizacji.

**Mariusz T. Kłoda: Czy ewentualne, alternatywne względem CPSP miejsce startowe dla rakiet suborbitalnych na pułapy pow. 20 km powinno być zarządzane w organizacyjnym i prawnym „reżimie” cywilnym (realizowanym np. przez PAK), czy wojskowym?**

**Michał Pakosz:** Natura przedsięwzięć realizowanych na takim poligonie różniłaby się od ćwiczeń *stricte* wojskowych. Testowane byłyby inne obiekty, mające inne zadania i będące mniej groźne m. in. ze względu na brak posiadania głowic bojowych. Z tego powodu konieczne byłoby wypracowanie adekwatnego „reżimu”, który mógłby bazować na zasadach wojskowych, lecz zostałby złagodzony bez pójścia na kompromis w kwestiach bezpieczeństwa. Uważam, że jest to możliwe. Można byłoby skorzystać z ugruntowanego, stosowanego na świecie standardu amerykańskiego.

Nie chciałbym określać kto konkretnie miałby takim kompleksem „dowodzić”, natomiast w mojej opinii powinna to być jednostka cywilna. Jednakże współpraca ze stroną wojskową musiałaby być ścisła pod kątem m. in. wykorzystania przestrzeni powietrznej i morskiej.

**Mariusz T. Kłoda: Start rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K w 2024 r. zakończył się sukcesem m.in. w zakresie osiągniętego maksymalnego pułapu lotu (101 km n.p.m.) Jakie są dalsze plany dotyczące tej rakiety (cywilne/niecywilne)? W szczególności, czy może ona zostać bazą opracowania orbitalnego systemu wynoszenia?**

**Michał Pakosz:** Start rakiety ILR-33 BURSZTYN 2K w Norwegii zwińczył wieloletnią pracę zespołu. Możemy powiedzieć, że posiadamy wiedzę zarówno teoretyczną, jak i praktyczną w projektowaniu, wytwarzaniu i testowaniu rakiet. Kolejnym lotem BURSZTYNA ma być start w ramach projektu SUBCOM, z ładunkiem użytecznym

lidera projektu. Natomiast równolegle działamy nad pozyskaniem klientów na wykorzystanie naszej rakiety i to zainteresowanie widać. Ze względu na konfigurację rakiety jesteśmy w stanie zaproponować także dostosowanie osiągnięć do wymagań klienta – takie opcje również aktywnie analizujemy i przedstawiamy. Rakieta ILR-33 BURSZTYN 2K nie może stanowić bazy do bezpośredniego przeskalowania jej do misji orbitalnych. Jednakże zebrana wiedza, wypracowane procesy i przygotowany zespół jak najbardziej stanowi właściwy fundament do takiego projektu. Warto jednak zaznaczyć, że w przypadku rzeczywistego pozyskania funduszy na taki cel, projekt angażowałby większą liczbę podmiotów krajowego rynku raketowego.

**Mariusz T. Kłoda:** Dziękuję serdecznie za rozmowę.

---

<sup>1</sup> Por. [https://www.esa.int/Enabling\\_Support/Space\\_Transportation/Future\\_space\\_transportation/Promising\\_early\\_tests\\_for\\_variable-thrust\\_landing\\_engine](https://www.esa.int/Enabling_Support/Space_Transportation/Future_space_transportation/Promising_early_tests_for_variable-thrust_landing_engine) (wejście 12.1.2025 r.).

<sup>2</sup> Por. na ten temat <https://eda.europa.eu/what-we-do/all-activities/activities-search/captech-space> (wejście 20.12.2024 r.).

<sup>3</sup> Por. <https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/europejski-program-hydef/> (wejście 12.1.2025 r.).

<sup>4</sup> Por. [https://defence-industry-space.ec.europa.eu/system/files/2023-06/REACTS-Fact-sheet\\_EDF22.pdf](https://defence-industry-space.ec.europa.eu/system/files/2023-06/REACTS-Fact-sheet_EDF22.pdf) (wejście 12.1.2025 r.).

<sup>5</sup> Por. link: <https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/nanosatelitarna-konstelacja-optoelektronicznego-rozpoznania-piast-polish-imaging-satellites/> (wejście 12.1.2015 r.)

<sup>6</sup> Zadający pytania uzyskał dostęp do opracowania od Polskiej Agencji Kosmicznej, w trybie dostępu do informacji publicznej.

<sup>7</sup> Por. na ten temat <https://ilot.lukasiewicz.gov.pl/konsorcjum-thorium-space-i-lukasiewicz-instytutu-lotnictwa-otrzyma-387-mln-zl-dofinansowania-na-rozwoj-innowacyjnych-systemow-laczności-dla-zastosowań-kosmicznych-i-raketowych/> (wejście 21.12.2024 r.).

<sup>8</sup> Por. na ten temat <https://www.rocketlabusa.com/updates/mission-success-for-rocket-labs-latest-suborbital-hypersonic-launch/> (wejście 20.12.2024 r.).

<sup>9</sup> Zadający pytania uzyskał dostęp do opracowania od Polskiej Agencji Kosmicznej, w trybie dostępu do informacji publicznej.

<sup>10</sup> Por. <https://www.gov.pl/web/rozwoj-technologie/prekonsultacje-krajowego-programu-kosmicznego-na-lata-2021--2026-kpk> (wejście 20.12.2024 r.).

<sup>11</sup> Por. na ten temat <https://www.friendsofscoplaig.org/what-is-sp1> (wejście 22.12.2024 r.).