

# 10 LAT POLSKI W ESA



Ministerstwo  
Rozwoju i Technologii





10 LAT POLSKI W ESA

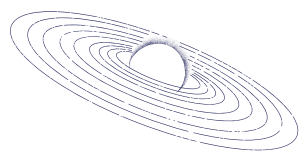




WARSZAWA 2022

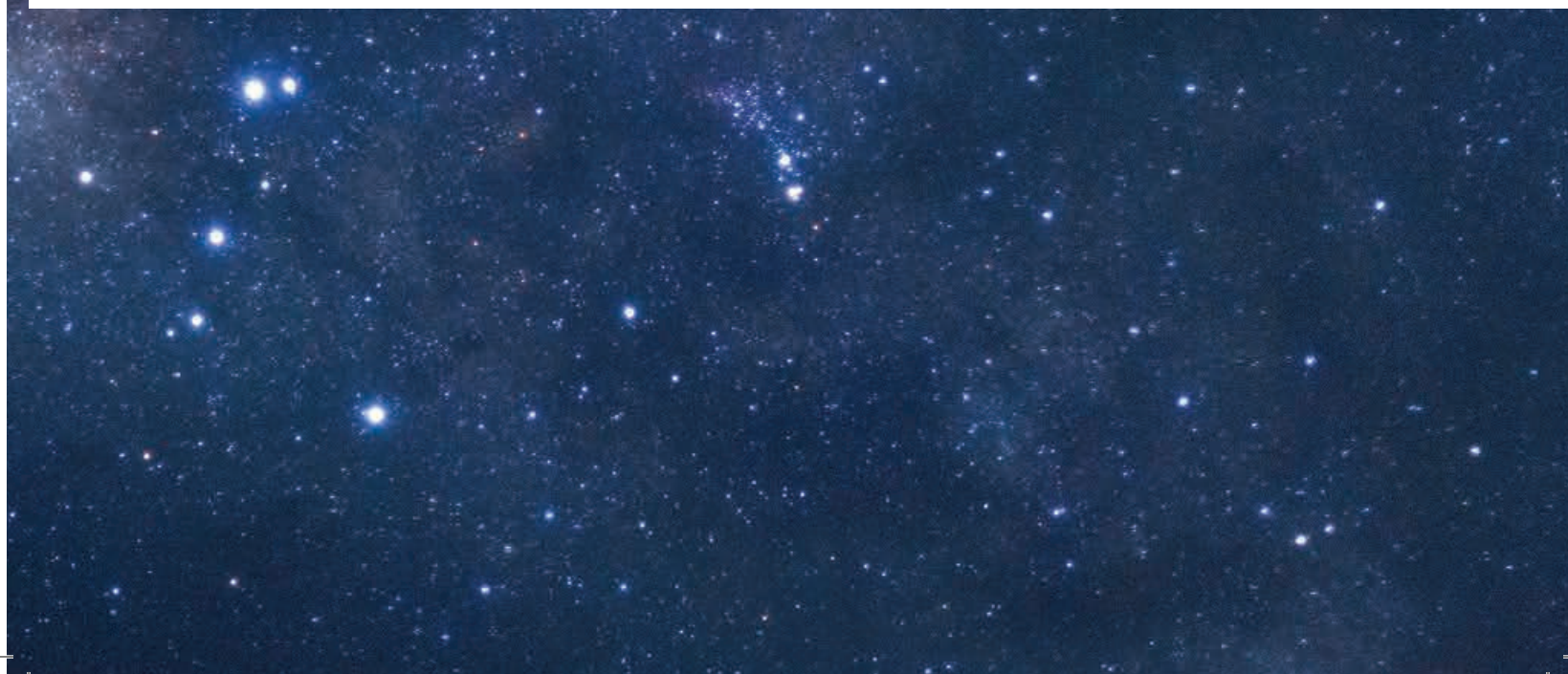






## SPIS TREŚCI

- 6 | 10 LAT POLSKI W EUROPEJSKIEJ AGENCJI KOSMICZNEJ
- 12 | POLSKA HISTORIA EKSPLOKACJI KOSMICZNEJ
- 18 | EKSPLOKACJA CIAŁ NIEBIESKICH
- 37 | INNE MISJE BADAWCZE
- 45 | ZASTOSOWANIE DANYCH SATELITARNYCH
- 49 | INNE OBSZARY AKTYWNOŚCI







10

LAT POLSKI  
W EUROPEJSKIEJ  
AGENCJI KOSMICZNEJ



# 10

## LAT POLSKI W EUROPEJSKIEJ AGENCJI KOSMICZNEJ

**Współpraca z agencjami narodowymi i największymi firmami sektora kosmicznego, możliwość rozwoju rodzimych technologii i znaczący udział w łańcuchu dostaw projektów kosmicznych - to tylko niektóre korzyści z 10 lat obecności Polski w Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA). To kontrakty na kwotę ponad 140 mln euro, 300 podmiotów współpracujących, w tym ponad 150 biorących bezpośredni udział w projektach. Korzyści z obecności Polski w ESA to także dostęp do infrastruktury naziemnej i kosmicznej, rozwój kadr i liczne programy edukacyjne.**

Na przestrzeni lat powstawały rozwiązania systemowe i instytucjonalne, które miały być impulsem do rozwoju sektora kosmicznego w Polsce. Ich podstawą stały się uznane w świecie dokonania polskich naukowców i inżynierów.

Kontakty pomiędzy Polską a Europejską Agencją Kosmiczną (ESA) sięgają jeszcze 1994 roku, w którym doszło do podpisania umowy o współpracy w zakresie pokojowego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. W 2002 r. umowę tę rozszerzono. Współpraca w naturalny sposób zacieśniła się wraz z wejściem Polski do Unii Europejskiej w maju 2004 roku. Od tej pory, polski rząd zaczął prowadzić negocjacje, które w 2007 roku zaowocowały podpisaniem z ESA porozumienia o Europejskim Państwie Współpracującym. Dzięki umowie zwiększyła się liczba polskich firm specjalizujących się w produktach i usługach, które wykorzystują techniki satelitarne. Wzrosła także jakość i stopień zaawansowania tych usług.



# POLSKA W ESA

Bardzo ważnym krokiem dla rozwoju sektora kosmicznego w Polsce było wstąpienie Polski do Europejskiej Agencji Kosmicznej w 2012 r. Najważniejsze daty to:

LIPIEC  
2012 ROKU  
Rada ESA jednomyślnie zaakceptowała przystąpienie Polski do ESA

13 WRZEŚNIA  
2012 ROKU  
W Warszawie podpisano dokumenty akcesyjne  
Stronę polską reprezentował wówczas wicepremier, minister gospodarki Waldemar Pawlak, a ESA jej ówczesny Dyrektor Generalny Jean-Jacques Dordain

LISTOPAD  
2012 ROKU  
Ratyfikacja umowy przez polski Parlament i Prezydenta RP

19 LISTOPADA  
2012 ROKU  
Polska stała się 20-stym państwem członkowskim ESA

Dzięki współpracy z ESA, polski sektor kosmiczny zaczął się rozwijać. Polscy przedsiębiorcy i naukowcy nawiązują kontakty z nowymi partnerami, rozwijają technologie, otrzymują zarówno wsparcie finansowe, jak i dostęp do infrastruktury ESA. Polski sektor korzysta z doświadczenia i wiedzy innych krajów, dzieli się własnymi doświadczeniami i osiągnięciami a także uczestniczy w przełomowych projektach. Dzięki temu staliśmy się ważnym i rozpoznawalnym partnerem w europejskich programach kosmicznych.

Rok 2012 wyznaczył też swego rodzaju cezurę w dążeniach Polski do aktywnego wykorzystania przestrzeni kosmicznej. Na orbicie okołoziemskiej znalazł się pierwszy polski studencki nanosatelita PW-Sat, zbudowany w kooperacji pomiędzy Politechniką Warszawską i Centrum Badań Kosmicznych PAN. Rok później (2013) wyniesiono pierwszego polskiego nanosatelitę naukowego LEM, który wraz z bliźniaczym HEWELIUSZEM (2014) dołączył do międzynarodowej konstelacji satelitów astronomicznych BRITE. Do dziś na orbicie znalazło się kilkanaście innych rodzimych konstrukcji, opartych głównie o platformę CubeSat. Trwają również prace nad znacznie większymi satelitami i ich konstelacjami, przeznaczonymi zarówno do obserwacji Ziemi (w tym na potrzeby Sił Zbrojnych RP), jak i do celów naukowych, związanych np.: z badaniami astrofizycznymi.

W 2019 roku zakończył się program wsparcia dedykowany dla polskich podmiotów – Polish Industry Incentive Scheme (PLIIS) 2012-2019. W czasie jego trwania, 45% polskiej składki obowiązkowej do ESA było przeznaczane na dostosowanie polskiego przemysłu, operatorów, środowiska naukowego i innych podmiotów prowadzących działalność na terenie kraju do wymagań ESA. W ramach PLIIS złożonych zostało blisko pół tysiąca wniosków, z których ponad dwieście projektów zostało zrealizowanych.

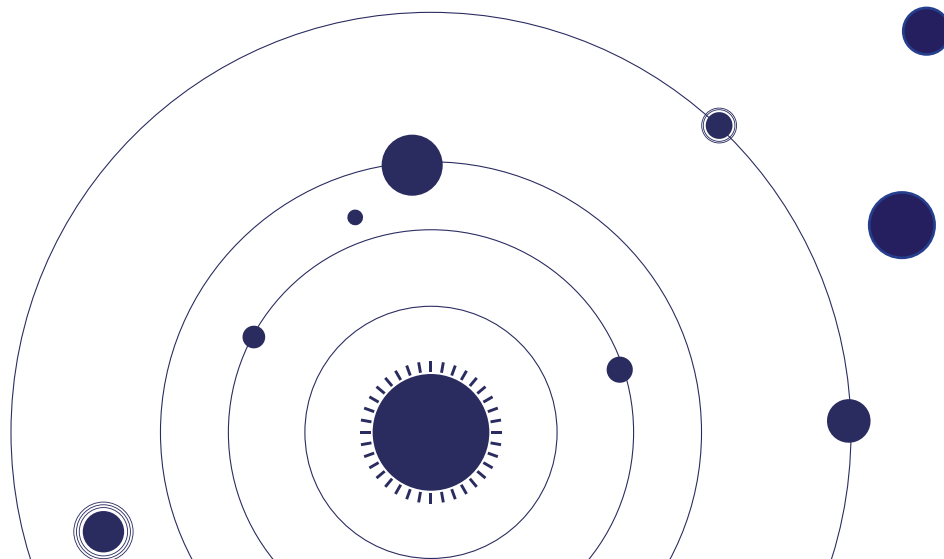
Obecnie Polska wpłaca składkę w wysokości ok. 40 milionów euro rocznie. W ramach tych nakładów, bierzemy udział w programach dotyczących m.in. obserwacji Ziemi, nawigacji satelitarnej, telekomunikacji i aplikacji, eksploracji kosmosu systemu informacji o sytuacji w przestrzeni kosmicznej czy w programie budowy instrumentów naukowych.

Dla polskich firm i ośrodków badawczych wejście do ESA otworzyło drogę do intensywnego rozwoju technologii kosmicznych i technik satelitarnych poprzez możliwość pełnoprawnego uczestnictwa w różnych programach ESA. W ostatnich latach z udziałem polskich inżynierów i naukowców zostały zrealizowane europejskie misje m.in. CASSINI-HUYGENS, ROSSETTA, BEPICOLOMBO czy SOLAR ORBITER.

Polskie działania na forum ESA koordynuje delegacja, w Ministerstwo Rozwoju i Technologii, Ministerstwo Edukacji i Nauki, Ministerstwo Spraw Zagranicznych, Kancelaria Prezesa Rady Ministrów oraz Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego i Polska Agencja Kosmiczna. Dodatkowo, delegacja wspierana jest przez ekspertów, w której skład wchodzi przedstawiciele następujących instytucji Sił Zbrojnych RP, nauki oraz administracji publicznej.

#### ESA realizuje dwa rodzaje programów:

- 1 programy obowiązkowe**, w których zobowiązane do uczestnictwa są wszystkie państwa członkowskie, a wysokość składki wyliczana jest na podstawie PKB
- 2 programy opcjonalne**, finansowane przez państwa, które w nich uczestniczą w kwotach deklarowanych podczas organizowanych cyklicznie Rad Ministerialnych ESA.





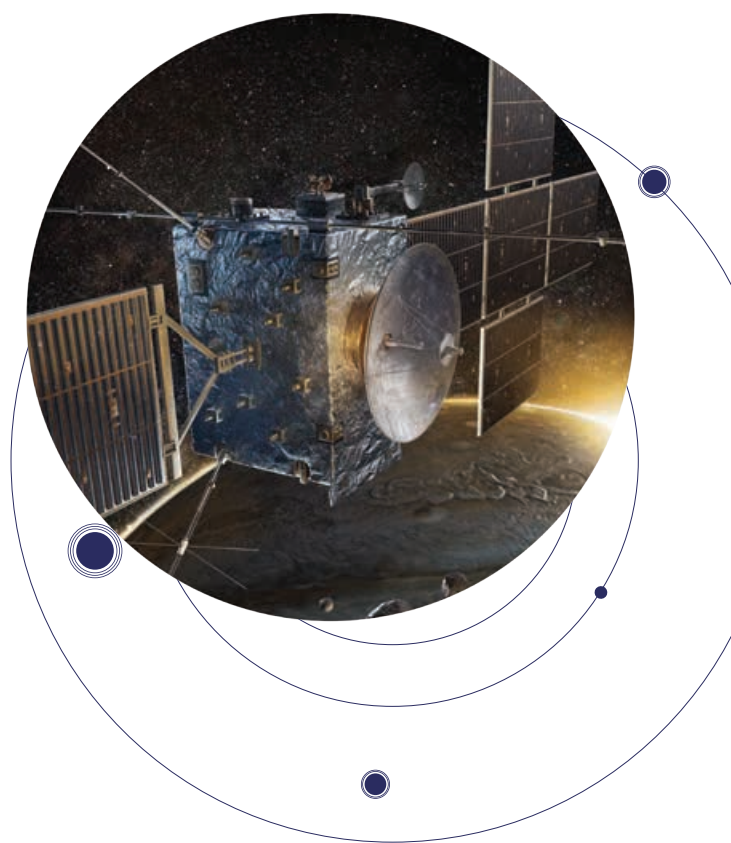
# POWSTANIE POLSKIEJ AGENCJI KOSMICZNEJ

Dwa lata po akcesji Polski do ESA (2014) Sejm RP uchwalił ustawę o powołaniu Polskiej Agencji Kosmicznej (POLSA). To organ wykonawczy polskiego rządu, który podlega Ministerstwu Rozwoju i Technologii (MRiT). POLSA jest integratorem środowisk: administracji publicznej, nauki i biznesu, a także partnerem w rozmowach z podmiotami międzynarodowymi. Podejmuje działania, które mają na celu zwiększenie wykorzystania systemów satelitarnych i przyspieszenie rozwoju technologii kosmicznych na rzecz krajowej administracji, nauki, edukacji, gospodarki i obronności.

Zgodnie z Polską Strategią Kosmiczną (PSK), przyjętą przez rząd w 2017 roku, POLSA wspiera MRiT w opracowywaniu Krajowego Programu Kosmicznego (KPK). Dokument systemowo określa dążenia, plany i wyzwania krajowego sektora kosmicznego na najbliższe lata, w oparciu o wcześniej zalokowane środki finansowe. POLSA ściśle współpracuje z ESA, biorąc czynny udział w pracach Rady Programowej programu Space Safety. Jego celem jest rozwój technologii służących do obserwacji sztucznych i naturalnych obiektów przestrzeni kosmicznej, badania zagadnień pogody kosmicznej oraz realizacja zadań związanych z aktywnym usuwaniem śmieci kosmicznych.

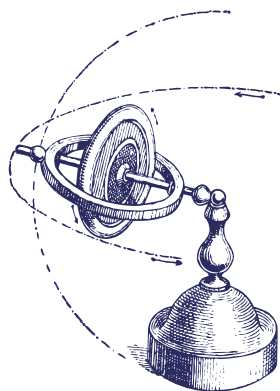
Agencja zaangażowana jest też w działania, które zmierzają do zwiększenia wykorzystywania danych satelitarnych przez administrację państwową i samorządową oraz rozpowszechnienia danych satelitarnych do szerokiego użytku. Projekt Sat4Envi jest platformą udostępniania i przetwarzania danych satelitarnych uzyskanych dzięki programowi Copernicus (satelity serii Sentinel) oraz danych pochodzących z innych satelitów środowiskowych i meteorologicznych zgromadzonych w zasobach IMGW-PIB. POLSA organizuje dla administracji publicznej szkolenia z wykorzystania danych satelitarnych.

Ważnym międzynarodowym projektem z udziałem POLSA jest ENTRUSTED, którego celem jest zidentyfikowanie potrzeb i wymagań użytkowników końcowych bezpiecznej łączności satelitarnej. Projekt ten przyczyni się do sformułowania założeń i wytycznych dla przyszłego unijnego programu GOVSATCOM. Ma on zapewnić gwarantowany i bezpieczny dostęp do łączności satelitarnej dla administracji publicznej państw członkowskich UE oraz unijnych instytucji i agencji.



## POLSKI SEKTOR KOSMICZNY

Wielkość polskiego sektora kosmicznego można oszacować na podstawie podmiotów zarejestrowanych na portalu ds. rejestracji oraz ubiegania się o przetargi Europejskiej Agencji Kosmicznej (ang. ESA's System for Tendering And Registration). W lipcu 2021 r. było to 380 podmiotów z Polski. 79% podmiotów zarejestrowanych w ESA - STAR stanowiły przedsiębiorstwa (spośród których 40% miało status małych i średnich przedsiębiorstw). Ponadto, z danych ESA wynika, że w okresie od 2015 r. do pierwszego kwartału 2020 r. w kontraktach ESA (jako główni wykonawcy lub podwykonawcy) uczestniczyło 156 przedsiębiorstw. Łączne zatrudnienie w polskim sektorze kosmicznym szacowane jest obecnie na blisko 12 tysięcy etatów. Polskie firmy szczególnie aktywne są w takich dziedzinach, jak m.in. robotyka i automatyka, mechatronika, systemy zasilania urządzeń pokładowych, systemy optyczne i komunikacyjne dla satelitów, sensory i penetratory gruntu dla sond kosmicznych, czy oprogramowanie testujące systemy i podsystemy obiektów wynoszonych na orbitę. Od kilku lat trwają też prace nad w pełni odzyskiwanymi polskimi raketami suborbitalnymi, które w zamierzeniu mają osiągać pułap powyżej 100 km (tzw. linię Karmana – umowną granicę kosmosu). Projektowane są one tak, aby mogły zabrać kilkudziesięciokilogramowy ładunek, np. różnego rodzaju eksperymenty naukowo-inżynieryjne, do przeprowadzenia, których wymagane są warunki mikrogravitacji.



## PLANY NA 2022 ZWIĄZANE Z ESA

W 2022 roku obchodzimy 10-lecie wejścia Polski do ESA. W tym kontekście szczególnie ważna będzie planowana na listopad Rada Ministerialna ESA, podczas której zapadać będą najważniejsze decyzje dotyczące finansowania europejskiego sektora kosmicznego, m.in. w kwestii nowych programów kosmicznych, kontynuacji już rozpoczętych oraz wieloletnich zobowiązań finansowych. Polska delegacja, ustalając priorytety negocjacyjne na Radę Ministerialną ESA, bierze pod uwagę planowane przyjęcie w 2022 r. Krajowego Programu Kosmicznego, który wyznacza ścieżki rozwoju polskiego sektora kosmicznego na najbliższe lata. Nie bez znaczenia także dla roli Polski w europejskim sektorze kosmicznym, będzie ustawa o działalności kosmicznej, której zasadniczy kształt ma powstać w ciągu najbliższych miesięcy jako wynik prac środowisk naukowych i administracji publicznej.

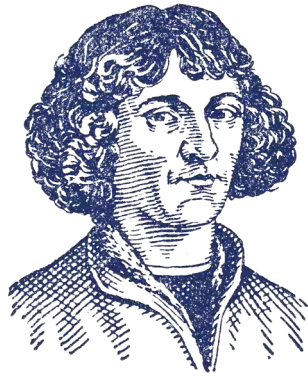






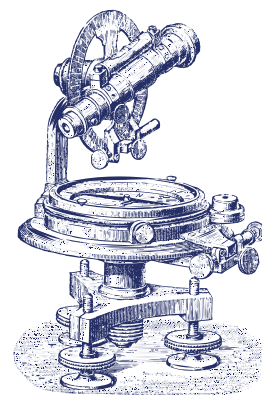
# POLSKA HISTORIA EKSPLOKACJI KOSMICZNEJ

## Badania astronomiczne - polscy astronomowie



Historia polskich badań kosmosu o przełomowym znaczeniu sięga czasów **Mikołaja Kopernika** (1473-1543), który zrewolucjonizował postrzeganie miejsca Ziemi w Układzie Słonecznym. Rewolucja kopernikańska otworzyła nowy rozdział w astronomii, rozwijany przez kolejne pokolenia słynnych astronomów, takich jak **Galileusz** (1564-1642), czy **Johannes Kepler** (1571-1630). Każdy zainteresowany kosmosem zna osiągnięcia Mikołaja Kopernika. To na jego cześć nazwano program Komisji Europejskiej poświęcony obserwacji Ziemi – Copernicus. Już teraz rodzime środowisko naukowe, a także rząd i samorządy przygotowują się na przyszłoroczne obchody 550. rocznicy urodzin wielkiego astronoma. Kolejnym wielkim polskim uczonym który wpłynął na stan badań, był **Jan Heweliusz** (1611-1687). W swoim gdańskim obserwatorium, wraz z **Elżbietą Heweliuszową**, dokonywał systematycznych obserwacji pozycji gwiazd, które skwapliwie katalogował. Światową sławę przyniosły mu przede wszystkim autorskie monografie dotyczące komet (Cometographia), Księżyca (Selenographia) i pośmiertnie wydane dzieło Prodrromus astronomiae cum catalogo fixarum et Firmamentum Sobiescianum sive Uranographia, zawierające pozycje 1888 gwiazd, co na ówczesne czasy było rekordowym osiągnięciem.

Rówieśniczką Heweliusza była **Maria Kunic** (1610-1664), astronomka pracująca na Śląsku. Jej głównym osiągnięciem było udoskonalenie słynnych keplerowskich Tablic Rudolfińskich, służących do wyznaczania przyszłych pozycji planet, a które bazowały na kopernikańskim modelu świata. W czasie rozbiorów najbardziej znaczącymi osiągnięciami na polu astronomii, matematyki i geografii mógł się poszczycić **Jan Śniadecki** (1756-1830). Publikował on swoje prace w ojczystym języku, przez co podtrzymywał świadomość narodową, edukację i nadzieję na wolną Polskę. Przełom XIX i XX wiek to błyskawiczny rozwój światowej astronomii, jej nowych metod obserwacyjnych i rachunkowych. Brali w tym udział również Polacy, których prace wyznaczały nowe kierunki badań. W mechanice nieba, a więc obliczaniu orbit ciał niebieskich, prym wiedli tacy uczeni, jak: **Felicjan Kępiński** (1885-1966), **Michał Kamieński** (1879-1973), czy **Grzegorz Sitarski** (1932-2015). **Tadeusz Banachiewicz** (1882-1954) wynalazł nową metodę matematyczną, **tzw. rachunek krakowianowy**, którego nazwa upamiętnia miejsce pracy uczonego. Rachunek ten, w dobie przedkomputerowej, znacznie ułatwiał i przyspieszał obliczenia astronomiczne dokonywane za pomocą ręcznych arytmetometrów.



Polacy mieli też swoich łowców komet, a więc poszukiwaczy i odkrywców tajemniczych gwiazd z ogonem. Heweliusz odkrył ich co najmniej siedem. Kolejne odkrycia zawdzięczamy Lucjanowi Orkiszowi (1899-1973), Władysławowi Lisowi (1911-1980), Antoniemu Wilkowi (1876-1940), Konradowi Rudnickiemu (1926-2013), Grzegorzowi Pojmańskiemu, zespołowi w składzie Marcin Gędek, Michał Kusiak, Rafał Reszelewski i Michał Żołnowski czy Kacprowi Wierchosiowi. Polscy miłośnicy astronomii odkrywają też komety na fotografiach z sond SOHO i STEREO. Liczba tych odkryć przekroczyła obecnie kilkaset i stale rośnie.

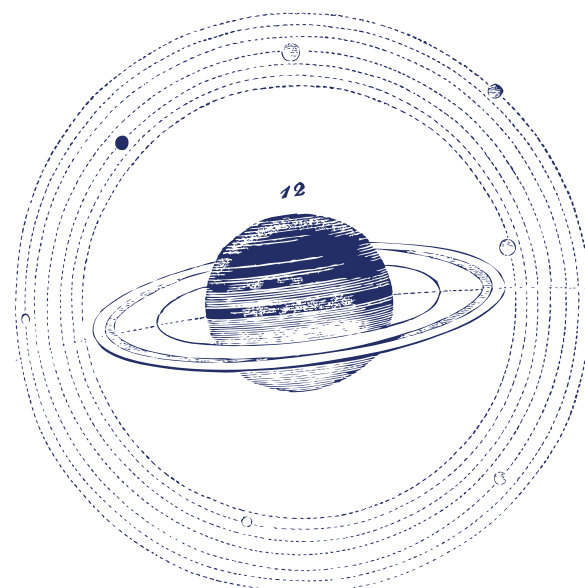
Do Nagrody Nobla z fizyki wielokrotnie zgłaszany był **Bohdan Paczyński** (1940-2007), pomysłodawca projektu OGLE (The Optical Gravitational Lensing Experiment), poszukującego w Drodze Mlecznej zjawisk mikrosoczewkowania grawitacyjnego. Jego prace kontynuuje z powodzeniem **Andrzej Udalski**, a projekt może poszczycić się tysiącami zarejestrowanych zjawisk tego typu, odkryciami egzoplanet, nowych planetoid w Pasie Kuipera i wieloma innymi. Projekt ASAS (All Sky Automated Survey) to również pomysł Bohdana Paczyńskiego, realizowany przez Grzegorza Pojmańskiego. Projekt pozwolił na odkrycie nowych komet, tysięcy nieznanych gwiazd zmiennych, wielu gwiazd nowych i stały monitoring milionów gwiazd południowego nieba. Międzynarodową sławę zdobył **Aleksander Wolszczan**, odkrywca pierwszego pozasłonecznego układu planetarnego wokół pulsara w konstelacji Panny. To dzięki jego odkryciu w 1992 roku po raz pierwszy uzyskano dowody, że nasz Układ Słoneczny jest tylko jednym z wielu we Wszechświecie. Zapoczątkowało to masowe odkrywanie egzoplanet za pomocą teleskopów kosmicznych.

Odkrycie fal grawitacyjnych to dziedzina, w której Polacy wnieśli swój zauważalny wkład. Na czoło wysuwa się tu postać **Andrzeja Trautmana**, który teoretycznie udowodnił, że jest to zjawisko możliwe do detekcji za pomocą czułych przyrządów. Jeśli o nich mowa, to użyty w eksperymentach LIGO i VIR-

GO interferometr został skonstruowany na zasadzie opracowanej przez **Alberta Michelsona** (1852-1931), amerykańskiego uczonego – noblisty, który urodził się w Strzelnie, położonym w dzisiejszym województwie kujawsko-pomorskim.

Jednym z najbardziej znanych kosmologów na świecie jest **Michał Heller**, laureat Nagrody Templetona. Ten duchowny uczonek z powodzeniem łączy swoje powołanie z badaniami naukowymi. Zajmuje się poszukiwaniem drogi do stworzenia kwantowej teorii grawitacji i wyjaśnienia warunków, które doprowadziły do Wielkiego Wybuchu, czyli powstania wszystkiego, co współcześnie obserwujemy, włącznie z nami samymi, przyrodą ożywioną i nieożywioną, inteligencją i świadomością.

Warto w tym miejscu wspomnieć też jednego z największych polskich wizjonerów, filozofów i futurystów – Stanisława Lema (1921-2006), którego powieści science-fiction, publicystyka i rozważania na temat kondycji współczesnego świata, stały się legendarne jeszcze za życia ich autora. Był on żywo zainteresowany przyszłością technologii kosmicznych i satelitarnych, zwłaszcza że żył w okresie ich intensywnego rozwoju i międzynarodowej rywalizacji w ramach zimnej wojny. Lem dużo czasu poświęcał też rozważaniom na temat roli człowieka w skomplikowanej kosmicznej układance, co czytelnicy na całym świecie odnajdywali później na stronach jego klasycznych już książek i traktatów filozoficznych.



# INŻYNIERIA KOSMICZNA — HISTORIA

Przyjmuje się, że jednym z najstarszych rodzimych osiągnięć, które przysłużyły się inżynierii kosmicznej, były prace polskiego wojskowego **Kazimierza Siemienowicza herbu Ostoja** (ok. 1600 - po 1651). Rzecz jasna w owych czasach nikt nie kojarzył tego typu zagadnień z astronautyką. Fundamentalna monografia Siemienowicza „Artis Magnae Artilleriae Pars Prima” dotyczyła artylerii i jej wykorzystania na polu walki. Przez ponad 200 lat była w Europie przez głównym źródłem wiedzy na ten temat. Zagadnienia opisane w rozdziale o budowie rakiet, w tym rakiet wielostopniowych, są dziś podstawą projektowania systemów wnoszenia ładunków na orbitę. **Zygmunt Florenty Wróblewski** (1845-1888) i **Karol Stanisław Olszewski** (1986-1915), którzy jako pierwsi na świecie otrzymali skroploną postać tlenu, a także ojciec światowego przemysłu naftowego **Ignacy Łukasiewicz** (1822-1882), to twórcy podstawowych składników stosowanego do dnia dzisiejszego paliwa raketowego. Co prawda, ci wielcy uczeni nie zdawali sobie sprawy, że ich osiągnięcia znajdą zastosowanie w sięganiu gwiazd, ale nie sposób pominąć ich fundamentalnego wkładu w technologię wysoko wyrafinowanej nafty i ciekłego tlenu, która umożliwia wnoszenie wielotonowych ładunków na orbitę okołozemską. Teoretyczne podstawy kosmonautyki, w jej współczesnym rozumieniu, są dziełem dwóch uczonych, których losy związane są z Polską. Pierwszym z nich był **Konstanty Ciołkowski** (1857-1935). W swoich pracach zajmował się budową sterowców, teorią

ruchu rakiet wielostopniowych w ziemskim polu grawitacyjnym, pomiarami aerodynamicznymi, stabilizatorami żyroskopowymi, czy silnikami raketowymi na paliwo ciekłe. Prace Ciołkowskiego kontynuował **Ary Sternfeld** (1905-1980), pochodzący z polsko-żydowskiej rodziny z Sieradza. Jego fundamentalna praca „Wstęp do kosmonautyki” zawierała teorię lotu rakiet wielostopniowych i trajektorie hipotetycznych lotów międzyplanetarnych. Orbita, po której poruszała się Sputnik 1, została obliczona właśnie przez Sternfelda. Po II wojnie światowej polscy inżynierowie, którzy zostali na emigracji, zasilili m.in. amerykański program kosmiczny, w tym słynny program Apollo. Wśród nich warto wymienić **Mieczysława Bekkera** (1905-1989) – twórcę pojazdu księżycowego LRV i pioniera terra-mechaniki, **Wenera Ryszarda** Kirchnera (1919-2008) – jednego z konstruktorów silnika lądownika księżycowego LM, **Eugeniusza Lachockiego** (1921-2010) – twórcę zasilaczy do urządzeń pokładowych statku Apollo, **Wojciecha Rostafińskiego** (1921-2002) – pracującego nad pompami i sprzężarkami rakiety Saturn V, **Kazimierza Piwońskiego** (1920-1996) – twórcę Rendez Vous Radar do komunikacji lądownika LM z modułem serwisowym CSM, czy **Stanisława Stankiewicza** (1923-2008) – pracującego nad składem mieszanki powietrza, którą oddychali astronauty.







W tym czasie wiodącym polskim ośrodkiem zajmującym się inżynierią kosmiczną staje się **Centrum Badań Kosmicznych PAN**, które zostało powołane decyzją prezydium PAN 29 września 1976 r. CBK PAN działalność rozpoczęło 1 kwietnia 1977 r., co oznacza, że w tym roku mija 45. lat jego nieprzerwanej działalności. Osiągnięcia CBK PAN są imponujące – zaprojektowano tam i wciąż projektuje się instrumenty wchodzące w skład misji wielu agencji kosmicznych. CBK PAN to kolebka historii polskiego udziału w rozwoju technologii kosmicznych i wiodący ośrodek naukowy w tym zakresie w Polsce. Lata 60. to również czas budowania kompetencji raketowych przez Instytut Lotnictwa. To tam właśnie powstała pierwsza polska rakieta sondująca atmosferę Meteor (prace prof. dr hab. inż. Jacka Walczewskiego oraz inż. Adama Obidzińskiego). Jej loty zakończyły się w latach 70-tych ubiegłego wieku. Ostatnio powrócono do idei narodowego systemu wynoszenia, czego dowodem są prace nad elementami raket napędzanych silnikami hybrydowymi, które mają szansę stać się systemami suborbitalnego wynoszenia niewielkich ładunków na wysokość 100-150 km.



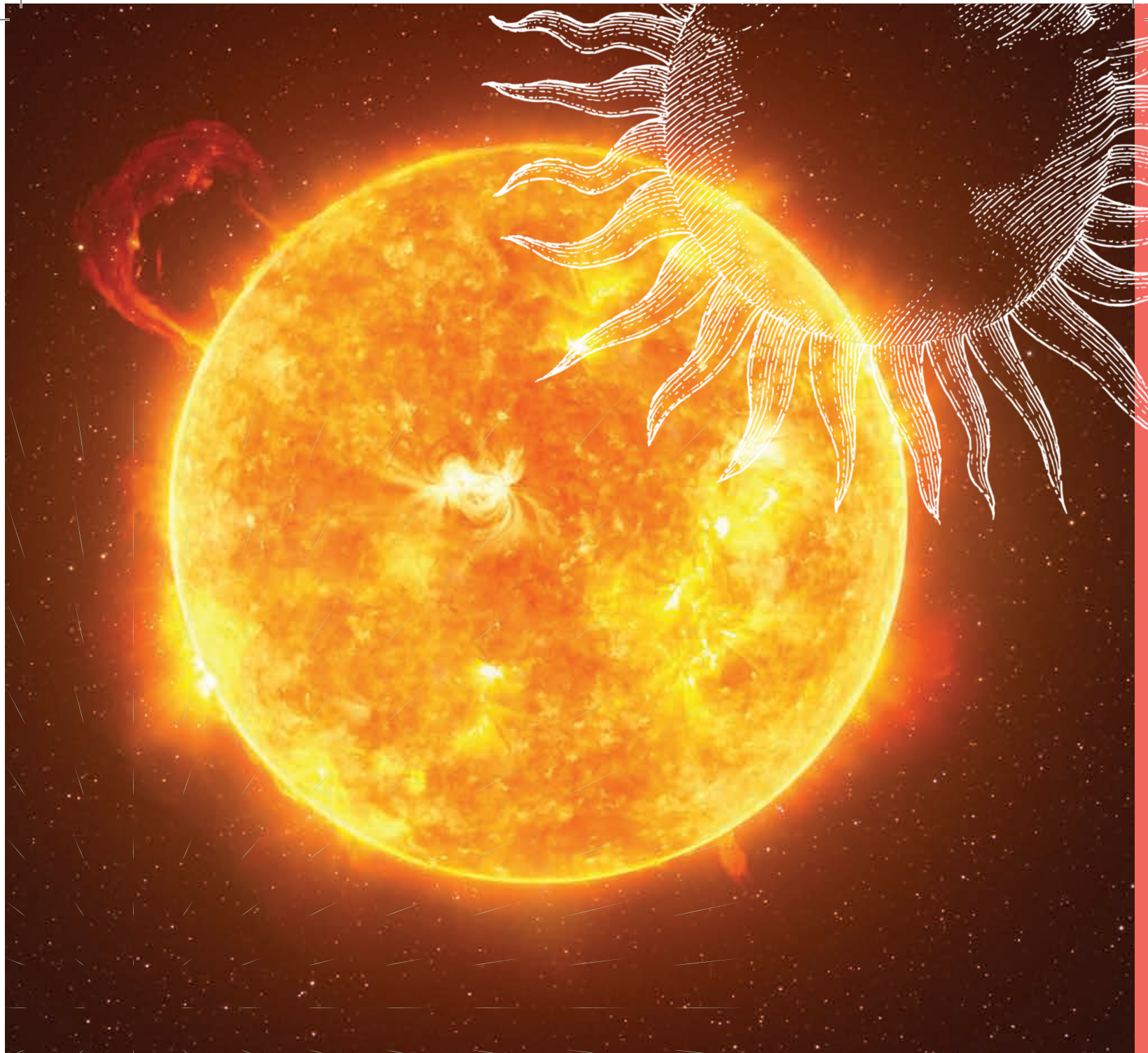
## POLACY W KOSMOSIE

Radziecki program Interkosmos kojarzony jest przede wszystkim z pierwszym polskim pilotem-kosmonautą **Mirosławem Hermaszewskim**. To on, wraz z Piotrem Klimukiem, w ramach misji Sojuz 30/Salut 6 spędził ponad tydzień na orbicie okołoziemskiej, wykonując zaplanowane wcześniej eksperymenty biologiczne, psychologiczne, fizjologiczne i geofizyczne. Warto pamiętać też o **Zenonie Jankowskim**, który był kosmonautą rezerwowym dla Hermaszewskiego i w każdej chwili mógł go zastąpić w razie jego niedyspozycji. Program STS (ang. Space Transportation System), czyli amerykański program lotów wahadłowców, zatrudniał w charakterze astronautów kolejne pokolenie potomków polskich emigrantów. Byli to **Karol Bobko** (STS-6, STS-51-D, STS-51-J), **Scott Parazynski** (STS-66, STS-86, STS-95, STS-100, STS-120), **James Pawelczyk** (STS-90), **George Zamka** (STS-120, STS-130) i **Christopher Ferguson** (STS-115, STS-126, STS-135). Ten ostatni, jako dowódca, brał udział w finałowej misji promu Atlantis, który zamknął program STS i erę wahadłowców.









## EKSPLORACJA CIAŁ NIEBIESKICH

W czasach przed i tuż po transformacji ustrojowej, Polska brała udział praktycznie tylko w projektach realizowanych przez Związek Radziecki i Rosję. Przykładem mogą być marsjańskie misje Fobos 1, Fobos 2, Mars 96, czy wcześniejsze misje Wega 1 i Wega 2, skierowane do badania planety Wenus i jądra komety Halleya. W CBK PAN powstało w tamtym czasie kilkadziesiąt czujników i elementów konstrukcyjnych rakiet i satelitów, które zostały wyniesione w bliższą i dalszą przestrzeń kosmiczną. Akces naszego kraju do struktur europejskich zaowocował pierwszymi dużymi projektami pod szyldem Europejskiej Agencji Kosmicznej i jej amerykańskiego odpowiednika – NASA. Oprócz ośrodków naukowych zaczęły w nich brać udział również firmy prywatne. Wśród najważniejszych misji z polskim udziałem warto wymienić:



# SŁOŃCE

## Solar Orbiter (2020-teraz)

Misja Europejskiej Agencji Kosmicznej, realizowana we współpracy z NASA. 10 lutego 2020 w stronę Słońca została wysłana sonda kosmiczna. Dzięki danym z misji naukowcy będą próbowali odpowiedzieć na pytania:

- JAK POLE MAGNETYCZNE SŁOŃCA MOŻE WPŁYWAĆ NA TECHNOLOGIE NA ZIEMI ORAZ NA LOTY KOSMICZNE?
- JAK DZIAŁA SŁONECZNE DYNAMO?
- CO SIĘ DZIEJE NA BIEGUNACH SŁOŃCA?
- DLACZEGO KORONA SŁONECZNA JEST TAKA GORĄCA?
- CO NAPĘDZA WIATR SŁONECZNY?

## POLSKI WKŁAD:

W CBK PAN WYKONANO ELEMENTY EKSPERYMENTU STIX DO OBRAZOWANIA SPEKTRALNEGO PROMIENIOWANIA X W ZAKRESIE OD 4 DO 150 KEV.

# MERKURY

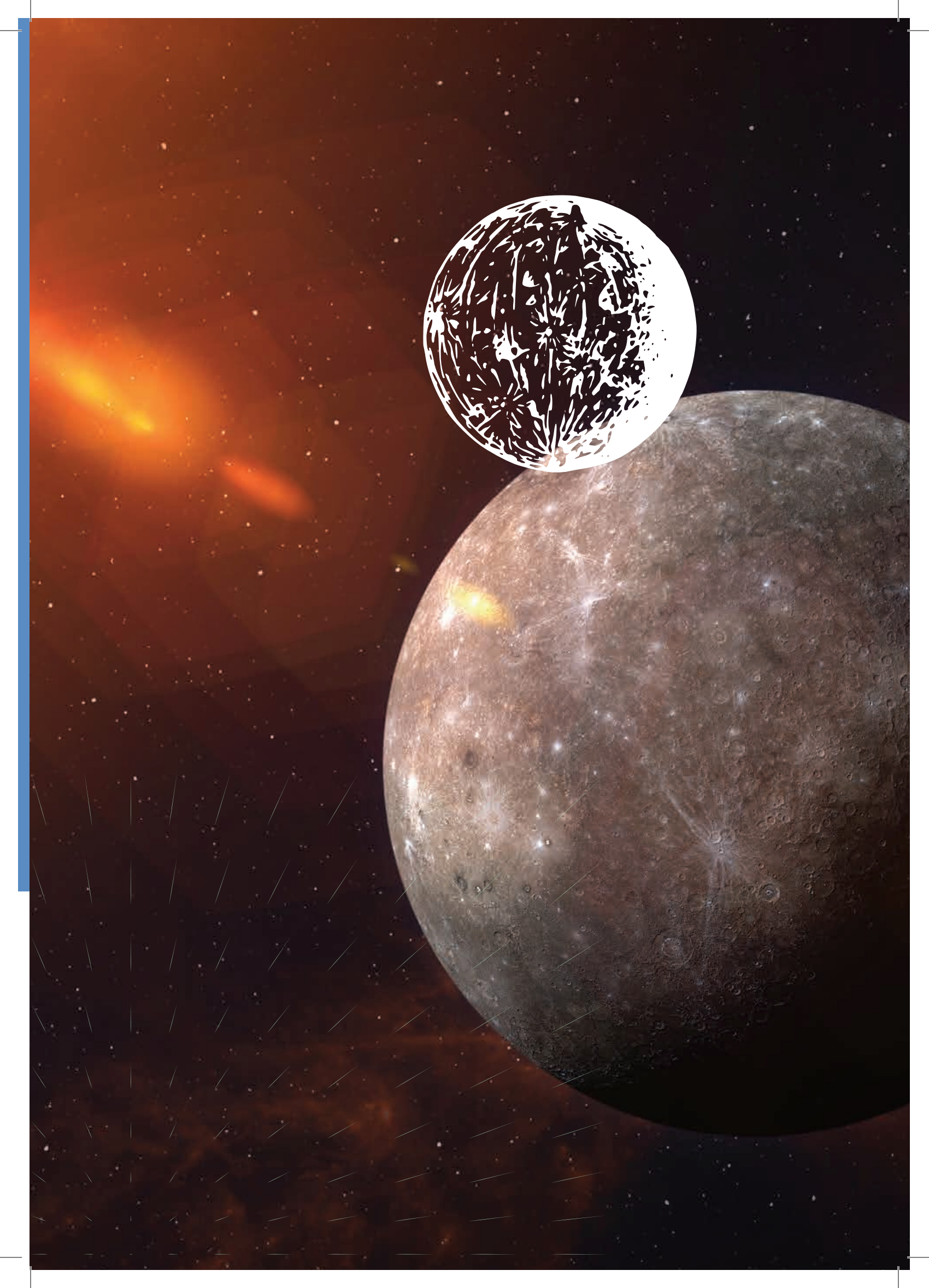
Jest to pierwsza wspólna misja Europejskiej Agencji Kosmicznej i Japońskiej Agencji Eksploracji Aerokosmicznej (JAXA). Sonda BepiColombo została wystrzelona 10 października 2018 roku i samo dotarcie do Merkurego zajmie ponad 7 lat. Czas misji na orbicie Merkurego jest planowany na ok. 1 rok. Cele misji to odpowiedź na m.in. poniższe pytania:

- JAK MERKURY EWOLUOWAŁ?
- CZY JĄDRO MERKUREGO JEST PŁYNNIE CZY STAŁE?
- CZY PLANETA JEST AKTYWNA TEKTONICZNIE?
- CZY NA MERKURYM ZNAJDUJE SIĘ LÓD?
- JAKA JEST DYNAMIKA POLA MAGNETYCZNEGO? JAK NA NIE WPŁYWA WIATR SŁONECZNY?
- CZY BLISKOŚĆ MERKUREGO DO SŁOŃCA POMOŻE NAM PRZETESTOWAĆ TEORIĘ WZGLĘDNOŚCI Z WIĘKSZĄ DOKŁADNOŚCIĄ?

## POLSKI WKŁAD:

W CBK PAN POWSTAŁ SYSTEM WYZNACZAJĄCY KIERUNEK POMIARU DLA SPEKTROMETRU MERTIS, KTÓRY MA POMÓC SPORZĄDZIĆ MAPY MINERALOGICZNEJ POWIERZCHNI MERKUREGO Z ROZDZIELCZOŚCIĄ SPEKTRALNĄ MNIEJSZĄ NIŻ 500 METRÓW.





## WENUS

### Venus Express (2005-2015)

Venus Express była pierwszą sondą Europejskiej Agencji Kosmicznej wysłaną w kierunku Wenus. Od początku, jeszcze na etapie tworzenia założeń misji, starano się maksymalnie skrócić czas jej konstrukcji oraz obniżyć koszty. Do budowy pojazdu wykorzystano zatem zapasowe części pozostałe po projektach Mars Express i Rosetta. Użycie ich wymagało jednak zaprojektowania szeregu modyfikacji, z których główne miały na celu przystosowanie orbitera do odmiennych warunków panujących na orbicie okołowenusjańskiej. Konieczne było m.in. wzmocnienie izolacji termicznej i radiacyjnej, zmniejszające ryzyko uszkodzenia układów elektronicznych. Sonda przyczyniła się do lepszego poznania warunków panujących w górnych warstwach wenusjańskiej atmosfery i jej pionowej struktury, a także skali efektu cieplarnianego na tej planecie. Start misji odbył się 9 listopada 2005 roku.

### POLSKI WKŁAD:

CBK PAN POWSTAŁ, W KOOPERACJI MIĘDZYNARODOWEJ,  
PLANETARNY FOTOSPEKTROMETR FOURIEROWSKI (PFS)  
DO BADANIA SKŁADU ATMOSFERY WENUS.









## ZIEMIA

### Ops-sat (2019-teraz)

Misja OPS-SAT jest pierwszą misją Europejskiego Centrum Operacji Satelitarnych (ESOC) wykonywaną na satelicie typu Sat. Jej głównym celem jest testowanie nowych standardów wymiany danych pomiędzy satelitą a segmentem naziemnym. Nowe rozwiązania testowane podczas misji OPS-SAT będą w przyszłości wykorzystywane przez większe misje. Polski oddział GMV Innovating Solutions Sp. z o.o. odpowiedzialny jest za opracowanie całego oprogramowania pokładowego misji, systemu Attitude Determination and Control System, systemu Failure Detection Identification and Recovery oraz implementację nowego standardu wymiany danych Mission Operation Services, oraz POCKET+ na pokładzie satelity. Start misji miał miejsce w grudniu 2019 roku.



## POLSKI WKŁAD:

CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH PAN JEST ODPOWIEDZIALNE ZA JEDEN Z DWÓCH KLUCZOWYCH ŁADUNKÓW OPS-SAT – KONWERTER PROTOKOŁÓW CCSDS. PARTNEREM CBK PAN PRZY PRACACH NAD TYM KONWERTEREM JEST POLSKA FIRMA CREOTECH INSTRUMENTS S.A.

# MARS

## Mars Express 2003

(2003-do dziś)

Była to pierwsza misja na Marsa zaprojektowana przez ESA. W jej skład wchodził orbiter Mars Express Orbiter (MEO) oraz lądownik Beagle 2. Orbiter, po wejściu na orbitę okołomarsjańską fotografował powierzchnię planety kamerą o wysokiej rozdzielczości (średnio do 10 metrów, a wybrane rejony do 2 metrów), mierzył skład i cyrkulację atmosferyczną, a także skanował warstwę podpowierzchniową gruntu. Lądownik miał za zadanie przeprowadzić badania geologiczne, meteorologiczne i poszukiwać śladów marsjańskiego życia. Jego lądowanie jednak nie powiodło się, ale orbiter funkcjonuje nadal. Start sondy odbył się 2 czerwca 2003 roku.



### POLSKI WKŁAD:

W CBK PAN ZAPROJEKTOWANO SYSTEM ZASILANIA SPEKTROMETRU FOURIEROWSKIEGO ORAZ JEGO SKANER SŁUŻĄCY DO OKREŚLANIA KIERUNKU POMIARU. SPEKTROMETR ANALIZOWAŁ SKŁAD PROMIENIOWANIA ODBITEGO I EMITOWANEGO PRZEZ POWIERZCHNIĘ I ATMOSFERĘ MARSA.





# Curiosity – Mars Science Laboratory

(2011-do dziś)

Kolejna misja marsjańska NASA wysłana w ramach programu Mars Science Laboratory (MSL). Łazik Curiosity został zaprojektowany jako autonomiczne laboratorium naukowo-badawcze zasilane radioizotopowym generatorem termoelektrycznym. Jego zadaniem jest poszukiwanie śladów dawnego życia na Marsie, ocena aktualnych możliwości utrzymania się życia organicznego na planecie, a także pomiary meteorologiczne, geologiczne i biochemiczne. Start misji nastąpił 26 listopada 2011 roku.

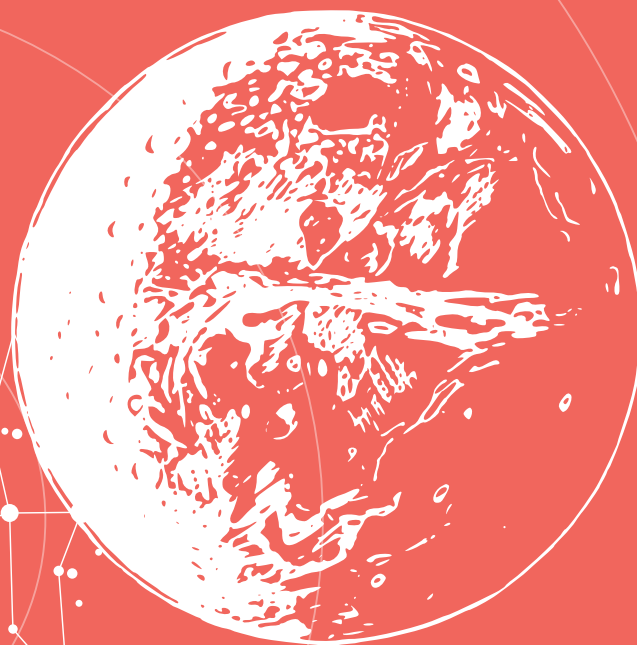
## POLSKI WKŁAD:

FIRMA VIGO SYSTEM S.A. DOSTARCZYŁA  
DETEKTORY NA PODCZERWIĘŃ, BĘDĄCE  
ELEMENTEM SKŁADOWYM PRZESTRAJALNEGO  
SPEKTROMETRU LASEROWEGO.

# ExoMars 2016

(2016–do dziś)

Sonda marsjańska zrealizowana w kooperacji pomiędzy ESA i Rosyjską Agencją Kosmiczną. Jej celem było poszukiwanie śladów życia na Marsie, studiowanie jego budowy wewnętrznej oraz detekcja gazów atmosferycznych, występujących w śladowych ilościach. Misja składała się orbitera (Trace Gas Orbiter, TGO) i lądownika Schiaparelli, który niestety rozbił się podczas lądowania na powierzchni planety. Misja rozpoczęła się 14 marca 2016 roku.



## POLSKI WKŁAD:

W PROJEKTOWANIU INSTRUMENTÓW BADAWCZYCH MISJI  
BRAŁY UDZIAŁ: CBK PAN, CREOTECH INSTRUMENTS S.A.  
(ZASILACZ DO STEREOSKOPOWEJ KAMERY CASSIS), VIGO  
SYSTEM S.A. (DETEKTORY W SCHIAPARELLIM) I SENER SP.  
Z O.O. (MECHANICZNO-ELEKTRYCZNE POŁĄCZENIE MIĘDZY  
ŁAZIKIEM A LĄDOWNIKIEM).



## Insight 2018

(2018–do dziś)

Sonda InSight jest stacjonarnym laboratorium marsjańskim, wykonującym zaplanowane badania w miejscu lądowania. Prowadzi badania geofizyczne Marsa.

Misja rozpoczęła się 5 maja 2018 roku.

## POLSKI WKŁAD:

NA POKŁADZIE LĄDOWNIKA ZNALAZŁ SIĘ KRET HP3, CZYLI SAMODZIELNY PENETRATOR MARSJAŃSKIEGO GRUNTU, KTÓRY ZAPROJEKTOWAŁA I WYKONAŁA ASTRONIKA SP. Z O.O.





## JOWISZ

### JUICE (planowany start 2023)

Jupiter Icy Moon Explorer (JUICE) to sonda opracowywana przez Europejską Agencję Kosmiczną, mająca dotrzeć do układu Jowisza w celu przebadania trzech jego księżyców: Ganimedesa, Kallisto i Europy. JUICE przeprowadzi szczegółowe badania Ganimedesa oraz dokona oceny potencjału do występowania na nim życia. Badania pozostałych księżyców galileuszowych, Europy i Kallisto, pozwolą na przeprowadzenie analiz porównawczych. Start sondy planowany jest na 2023 r., a dotarcie do systemu Jowisza przewidziane jest na rok 2030.

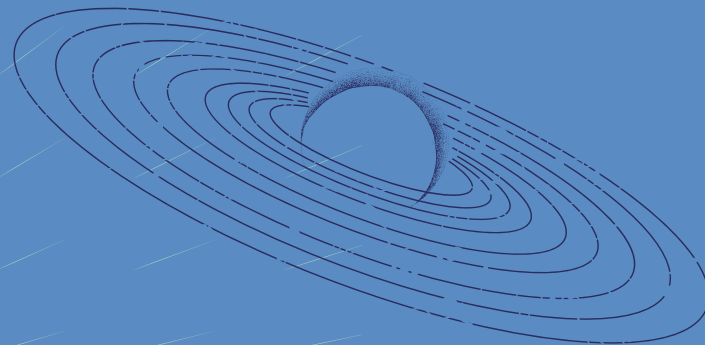
### POLSKI WKŁAD:

DWA Z INSTRUMENTÓW NAUKOWYCH SONDY: EKSPERYMENT FAL SUBMILIMETROWYCH (SWI) ORAZ EKSPERYMENT FAL RADIOWYCH I PLAZMOWYCH (RPWI) POWSTAJĄ Z UDZIAŁEM CBK PAN ORAZ FIRMY ASTRONIKA SP. Z O.O. WKŁAD W MISJĘ MA TAKŻE ASTRI POLSKA SP. Z O.O., KTÓRA JEST ODPOWIEDZIALNA ZA REAL TIME SIMULATION I SIMULATION FRONT END ORAZ CREOTECH INSTRUMENTS S.A. PROWADZĄCY MONTAŻ PODSYSTEMÓW SONDY. W MISJI UCZESTNICZY TAKŻE AIRBUS POLAND S.A., KTÓRY ROBI WIĄZKI ELEKTRYCZNE DLA SONDY, NATOMIAST FIRMA SPACEFOREST SP. Z O.O. JEST ZAANGAŻOWANA W CONTROL DATA MANAGEMENT SYSTEM (CDMS).

## SATURN:

### Cassini/Huygens (1997-2017)

Sonda kosmiczna przeznaczona do badań systemu Saturna. Była wspólnym projektem trzech agencji kosmicznych: NASA, ESA i ASI. W lipcu 2004 roku Cassini stał się pierwszym sztucznym satelitą Saturna, a odłączony od sondy próbnik Huygens w styczniu 2005 roku wylądował na powierzchni Tytana. Dzięki misji Cassini-Huygens poznano wygląd powierzchni Tytana i bezpośrednio zbadano jego atmosferę. Odkryto istnienie aktywnych wodnych gejzerów na Enceladusie, węglowodorowe jeziora na Tytanie oraz wcześniej nieznane księżyce planety. Bliżej poznano też skomplikowaną strukturę pierścieni Saturna wynikającą z jej interakcji grawitacyjnych z księżycami. Sonda została wystrzelona w październiku 1997 roku.



## POLSKI WKŁAD:

W CBK PAN OPRACOWANO CZUJNIK DO POMIARU  
TEMPERATURY I PRZEWODNICTWA CIEPLNEGO  
ZAMONTOWANY NA POKŁADZIE LĄDOWNIKA HUYGENS.





# BIOMASS

(planowany start w 2023)

Celem misji Biomass jest dostarczenie istotnych informacji o stanie naszych lasów i dokonujących się w nich zmianach. Dane zostaną wykorzystane do poszerzenia naszej wiedzy na temat roli, jaką lasy odgrywają w obiegu węgla. Głównym instrumentem satelity BIOMASS jest radar w paśmie P, wymagający imponujących rozmiarów anteny o średnicy aż 14 metrów. Eksperti z polskiego oddziału GMV Innovating Solutions Sp. z o.o. są odpowiedzialni za przygotowanie analizy dla całej misji, która obejmuje dwie główne fazy – fazę tomograficzną i fazę interferometryczną. W pierwszej z nich w celu uzyskania docelowych danych potrzeba siedmiu obrazów tego samego obszaru Ziemi, w drugiej trzech.



## POLSKI WKŁAD:

W TEJ MISJI ORGANIZOWANEJ PRZEZ EUROPEJSKĄ AGENCJĘ KOSMICZNĄ (ESA) WEŹMIE UDZIAŁ RÓWNIEŻ SENER POLSKA SP. Z O.O., KTÓRA ZDOBYŁA KONTRAKT NA ZAPROJEKTOWANIE URZĄDZEŃ DO MONTAŻU I TESTÓW STRUKTURY SATELITY ORAZ JEGO GŁÓWNEGO INSTRUMENTU BADAWCZEGO. SWÓJ WKŁAD W MISJĘ POSIADA TAKŻE PIAP SPACE SP. Z O.O, KTÓRA ODPOWIADA ZA MULTI PURPOSE TROLLEY I ADAPTORY ORAZ AIRBUS POLAND S.A., KTÓRA PRZYGOTOWUJE WIĄZKI ELEKTRYCZNE DLA SATELITY.

# EARTHCARE

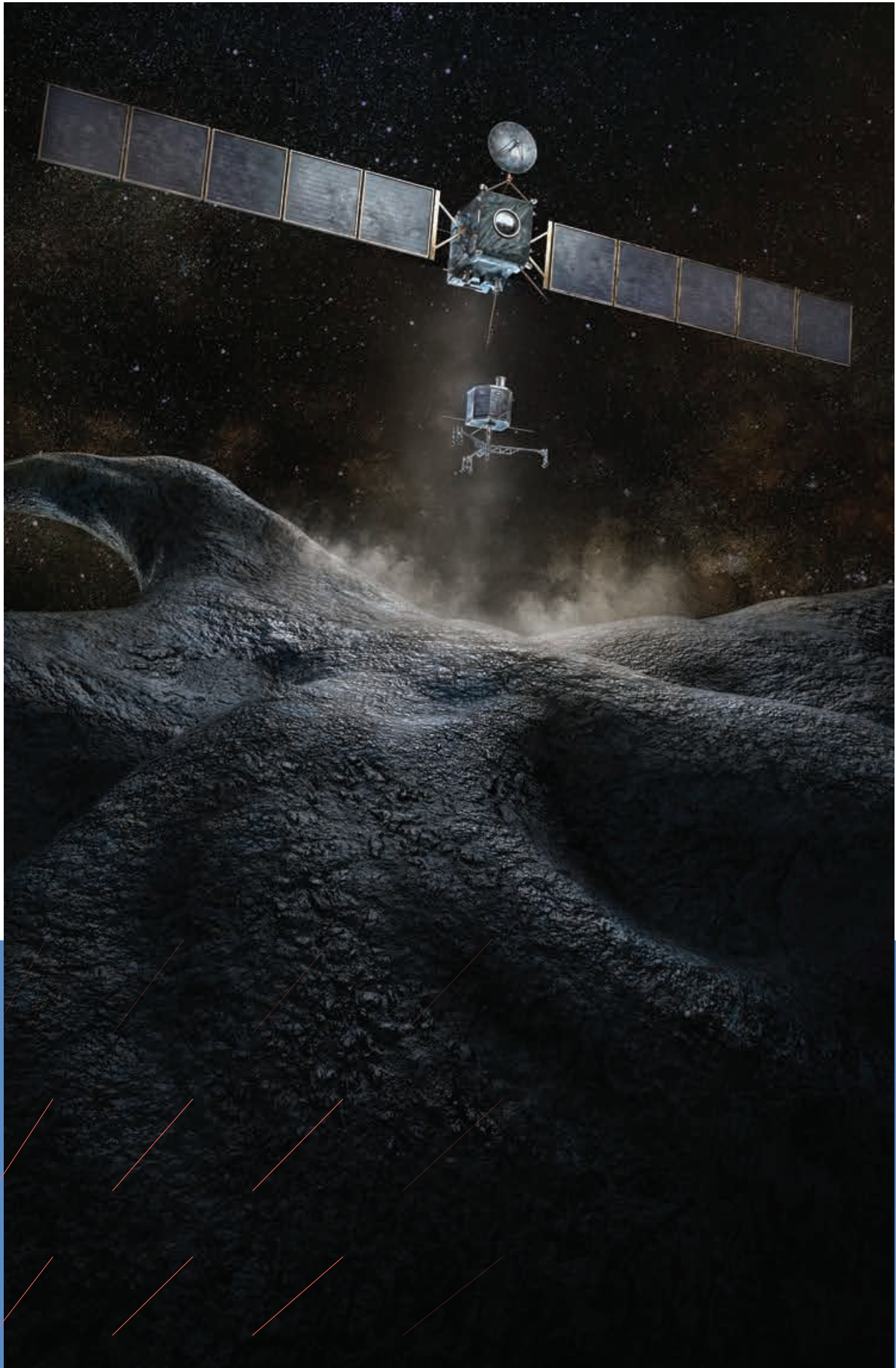
(planowany start w 2023)

EarthCARE to misja obserwacji Ziemi, organizowana przez Europejską Agencję Kosmiczną (ESA) we współpracy z Japońską Agencją Eksploracji Kosmicznej (JAXA) i japońskim Krajowym Instytutem Technologii Informacyjno-Komunikacyjnych (NICT). EarthCARE jest częścią inicjatywy ESA pod nazwą Earth Explorers, której celem jest uzyskanie odpowiedzi na szereg pytań z zakresu nauk o Ziemi, a także skoncentrowanie badań na poszczególnych aspektach systemu ziemskiego. Satelita EarthCARE, który zostanie wyniesiony na orbitę w 2023 roku, będzie badał chmury i mikrocząsteczki obecne w atmosferze, zwane ogólnie aerozolami, oraz ich interakcje z promieniowaniem słonecznym.

## POLSKI WKŁAD:

WKŁAD W MISJĘ MA FIRMA GMV INNOVATING SOLUTIONS SP. Z O.O., KTÓRA JEST ODPOWIEDZIALNA ZA SPECYFIKACJĘ, ZAPROJEKTOWANIE, WYKONANIE, INTEGRACJĘ, TESTY ORAZ UTRZYMANIE PROCESORA, POZWALAJĄCEGO PRZETWARZAĆ DANE NA POZIOMIE L0, KTÓRE SĄ DOSTARCZANE PRZEZ SATELITĘ.



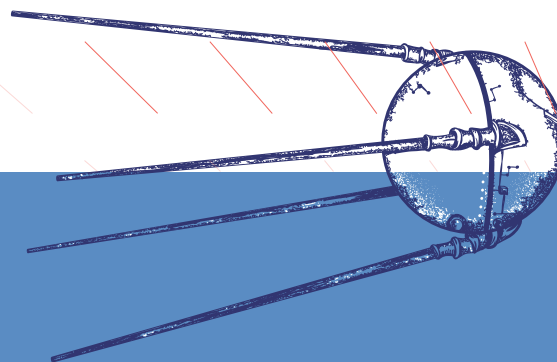


## INNE MISJE BADAWCZE

### ROSETTA/PHILAE

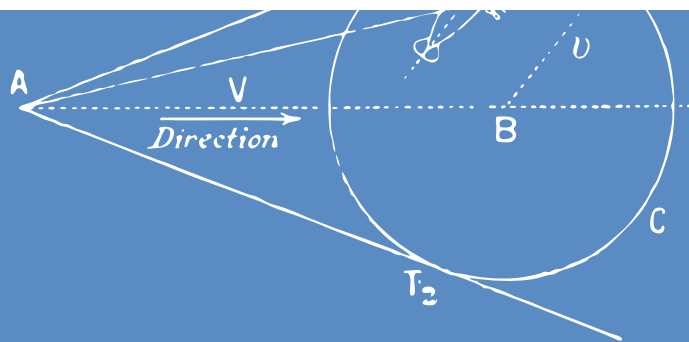
(2004-2016)

Rosetta to sonda kosmiczna Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA), której zadaniem było wejście na orbitę wokół komety 67P/Czuriumow-Gierasimienko i osadzenie na jej powierzchni lądownika Philae. Sonda wykonywała badania in situ materii kometarnej oraz obserwacje zmian aktywności komety podczas jej zbliżania się do peryhelium i oddalania od niego. Rosetta wystartowała 2 marca 2004 r., a lądownik wylądował na powierzchni komety 12 listopada 2014 r. Głównym celem misji było przeprowadzenie badań mających pomóc w poznaniu pochodzenia komet, powiązań między materią kometarną i materią międzygwiazdową oraz ich znaczenia dla powstania Układu Słonecznego.



#### POLSKI WKŁAD:

NA POKŁADZIE LĄDOWNIKA PHILAE ZNALAZŁ SIĘ,  
OPRACOWANY W CBK PAN, PENETRATOR GRUNTU MUPUS (MULTI  
PURPOSE SENSORS FOR SURFACE AND SUBSURFACE SCIENCE).



## BRITE PL

(Lem, 2013-do dziś; Heweliusz, 2014-teraz)

Misja BRITE-PL stanowi część większego projektu będącego kooperacją kanadyjsko-austriacko-polską. W ramach misji zostały stworzone polskie satelity: Lem oraz Heweliusz. Pierwszy z nich to drugi sztuczny satelita w całości zintegrowany w Polsce oraz pierwszy polski satelita naukowy. Jego zadaniem była obserwacja jaśniejszych i gorętszych od Słońca gwiazd oraz lepsze poznanie procesów konwekcyjnych, zachodzących we wnętrzu masywnych gwiazd. Jego start miał miejsce 21 listopada 2013 r. Heweliusz – kolejny zintegrowany w Polsce satelita – wystartował 19 sierpnia 2014 r. Był on ostatnim z należących do międzynarodowej konstelacji satelitów astronomicznych BRITE. Heweliusz był wyposażony w teleskop z czerwonym filtrem, umożliwiającym obserwacje zimnych, czerwonych gwiazd. Satelity typu BRITE należą do tzw. nanosatelitów o masie nieprzekraczającej 10 kg.

O ile pierwszy polski satelita projektu BRITE, Lem, zbudowany był głównie z podzespołów i podsystemów dostarczonych przez kanadyjskiego partnera, to Heweliusz składał się w znacznej części z komponentów projektowanych w Centrum Badań Kosmicznych PAN i wytworzonych w Polsce. Nazwy pierwszych polskich naukowych satelitów nie są przypadkowe - zostały wyłonione w wyniku konkursu. Stanisław Lem okazał się bezkonkurencyjny a kolejną postacią z wysoką liczbą głosów był właśnie Jan Heweliusz.

## EUCLID 2

(planowany start w 2023)

Misja planowana na 2023 – teleskop kosmiczny do badań ciemnej materii i energii, zagadnień kluczowych dla budowania modeli kosmologicznych Wszechświata.

## POLSKI WKŁAD:

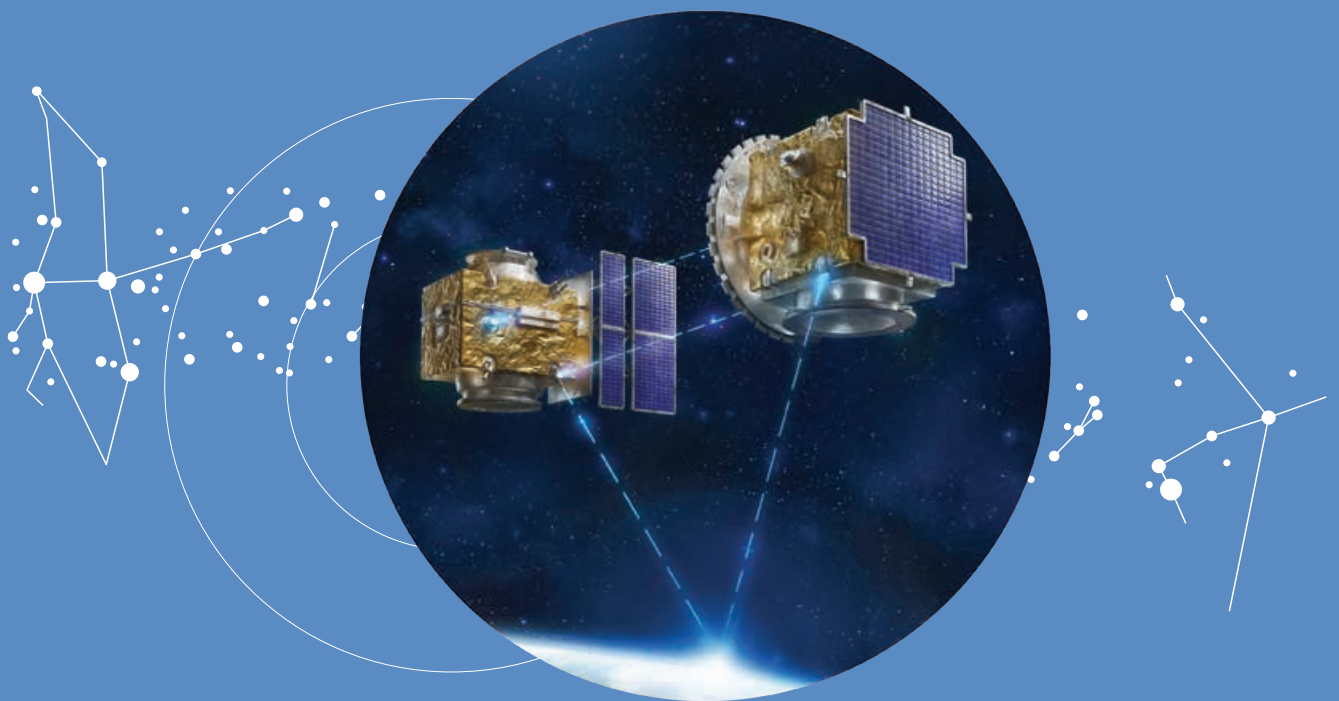
SWÓJ WKŁAD W MISJĘ MAJĄ FIRMY SENER POLSKA SP. Z O.O. (ZAPROJEKTOWANIE I WYKONANIE URZĄDZEŃ MECHANICZNYCH WSPOMAGAJĄCYCH INTEGRACJĘ SATELITY EUCLID (ANG. MECHANICAL GROUND SUPPORT EQUIPMENT – MGSE) I GMV INNOVATING SOLUTIONS SP. Z O.O.



## PROBA-3

(planowany start w 2023)

PROBA jest programem Europejskiej Agencji Kosmicznej mającym na celu orbitalne demonstracje technologii platform satelitarnych i ładunków użytecznych. Proba-3 to misja naukowa, dążąca do zbadania korony słonecznej oraz mająca na celu demonstrację technologii precyzyjnego lotu w formacji. W misji biorą udział dwie małe platformy satelitarne o masie 350 kg i 200 kg, które będą poruszać się na orbicie w formacji, zachowując precyzję wzajemnego położenia z dokładnością poniżej 1 mm. Obydwie platformy satelitarne będą sterowane w kosmosie tak, jakby stanowiły dwa elementy wspólnej ultra-stabilnej, sztywnej struktury, tworząc w zamyśle coś na kształt wielkiego teleskopu (z oddzielną soczewką i detektorem). Ta sztywna struktura będzie kontrolowana w sposób umożliwiający obrót i koncentrację na dowolnie wybranym punkcie w przestrzeni.



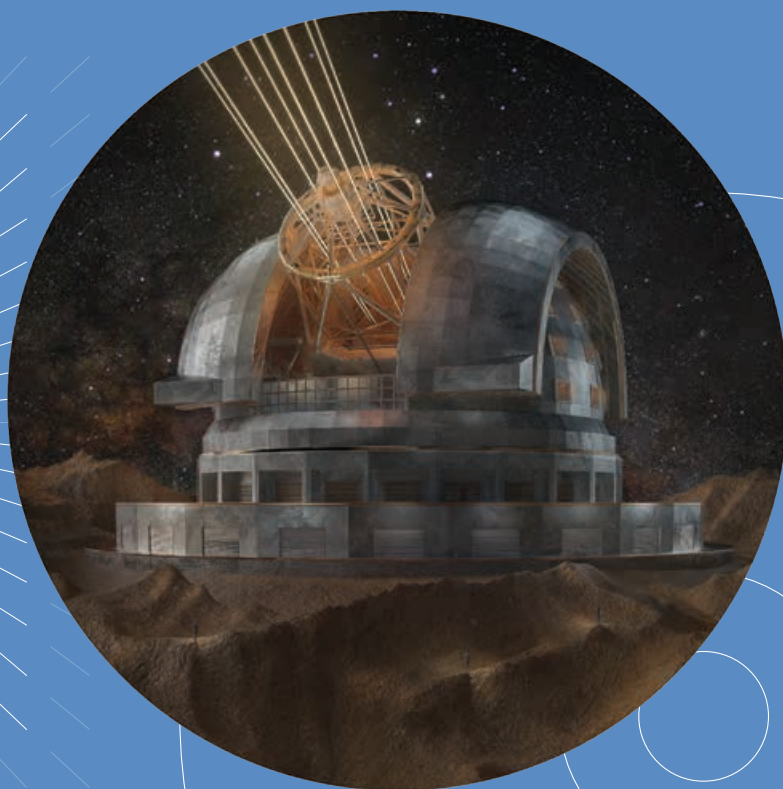
### POLSKI WKŁAD:

W MISJI BIERZE UDZIAŁ SZEREG POLSKICH PODMIOTÓW: ASTRI  
POLSKA SP. Z O.O., CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH PAN,  
CREOTECH INSTRUMENTS S.A., GMV INNOVATING SOLUTIONS SP.  
Z O.O., N7SPACE SP. Z O.O., PCO S.A. ORAZ SENER POLSKA SP.  
Z O.O.

# EXTREMELY LARGE TELESCOPE

(rozpoczęcie pracy w 2025)

Polska jest też zaangażowana w projekt największego optycznego teleskopu na Ziemi, o średnicy 39 m. Jego budowę rozpoczęto w 2014 roku. Zakończenie planuje się zakończyć w 2025 roku. Na lokalizację teleskopu wybrano górę Cerro Armazones o wysokości 3060 metrów n.p.m., znajdującą się w centralnej części pustyni Atakama. Dzięki przynależności Polski do European Southern Observatory (ESO), polskie firmy uczestniczą w konstrukcji teleskopu, a w przyszłości nasi astronomowie będą mogli przyczynić się do odkryć nim dokonywanych.



## POLSKI WKŁAD:

INŻYNIEROWIE Z SENER POLSKA SP. Z O.O. ODPOWIADAJĄ ZA PROJEKT, PRODUKCJĘ, MONTAŻ I TESTY OPRZYRZĄDOWANIA DO DWÓCH MODUŁÓW ZWIERCIADEŁ TELESKOPU ELT. ASTRONOMOWIE I FIZYCY Z UNIWERSYTETU MIKOŁAJA KOPERNIKA W TORUNIU WEZMĄ UDZIAŁ W PROJEKTOWANIU JEDNEGO Z ZAAWANSOWANYCH SPEKTROGRAFÓW, KTÓRY ZOSTANIE ZAMONTOWANY NA TELESKOPIE ELT.

## ATHENA

(planowany start w 2028)

Misja ATHENA, utworzona w ramach programu naukowego ESA „Kosmiczna Wizja”, ma za cel wyniesienie w 2028 roku sondy, która będzie zbierała dane na temat formowania i ewolucji grup galaktyk oraz czarnych dziur. Podmiotem odpowiedzialnym za realizację przedsięwzięcia jest Europejska Agencja Kosmiczna. Teleskop w trakcie misji będzie dokonywał punktowych obserwacji wybranych fragmentów Wszechświata. Szacuje się, że będzie to około 300 obserwacji rocznie, trwających od pół godziny do ponad 11 dni. Zakłada się, że operacja ATHENA potrwa minimum pięć lat, jednak wszystkie systemy projektowane są w taki sposób, aby mogły działać dwukrotnie dłużej. Dokładne miejsca obserwacji wybrane zostaną przez naukowców. ATHENA będzie miała dwa główne instrumenty badawcze: X-ray Integral Field Unit oraz Wide Field Imager. Teleskop będzie sto razy czulszy niż najlepsze obecnie istniejące teleskopy rentgenowskie.

### POLSKI WKŁAD:

W PRACACH NAD BUDOWĄ TELESKOPU UCZESTNICZĄ  
INŻYNIEROWIE Z SENER POLSKA SP. Z O.O., KTÓRZY  
ZAPROJEKTUJĄ MECHANIZM SELEKCJI INSTRUMENTÓW.  
PONADTO WKŁAD W MISJĘ MAJĄ TAKŻE INNE PODMIOTY  
RODZIMEGO RYNKU JAK THALES ALENIA SPACE POLSKA SP.  
Z O.O., ASTRONIKA SP. Z O.O. ORAZ CENTRUM  
ASTRONOMICZNE IM. MIKOŁAJA KOPERNIKA PAN.

## GAIA

(2013-do dziś)

Bezzałogowa sonda kosmiczna ESA, przeznaczona do wykonania bardzo precyzyjnych pomiarów astrometrycznych. Misja jest następcą satelity Hipparcos.

### POLSKI WKŁAD:

POLSCY ASTRONOMOWIE BIORĄ UDZIAŁ W OPRACOWYWANIU  
I INTERPRETACJI DANYCH UZYSKANYCH DZIĘKI TEJ MISJI.



## COMET INTERCEPTOR

(start w 2029)

Sonda Comet Interceptor będzie się składać z trzech sond, nazywanych roboczo: „A”, „B1” i „B2”. Połączone ze sobą trafią w 2028 lub 2029 roku na orbitę tymczasową, oddaloną od Ziemi o 1,5 mln km, aby tam oczekiwać na pojawienie się komety długookresowej. Naukowcy oceniają, że docelowy obiekt badań zostanie wskazany po upływie 2-3 lat. W jego odkryciu pomogą nowoczesne teleskopy na Ziemi. Lot do wybranej komety zajmie sondzie kilka lat. Krótko przed dotarciem do celu sondy się rozdziela i rozpoczną obserwacje komety z trzech różnych lokalizacji. W ten sposób dostarczą unikalnego, trójwymiarowego obrazu jądra i warkocza komety.

### POLSKI WKŁAD:

W MISJĘ ZAANGAŻOWANE JEST CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH PAN, KTÓRE ZAPROJEKTUJE I WYKONA EKSPERYMENT DFP (DUST, FIELD, PLASMA), SKŁADAJĄCY SIĘ Z DZIEWIĘCIU ODDZIELNYCH INSTRUMENTÓW UMIESZCZONYCH NA DWÓCH SATELITACH.

## ELECTRA

(start w 2023)

Electra będzie pierwszym komercyjnym europejskim satelitą z odrzutowym napędem elektrycznym.

### POLSKI WKŁAD:

SENER POLSKA ZAPROJEKTUJE I WYKONA ZESTAW NAZIEMNYCH URZĄDZEŃ WSPOMAGAJĄCYCH MONTAŻ SATELITY (MGSE, MECHANICAL GROUND SUPPORT EQUIPMENT).







## PLATO

(start w 2026)

PLATO to misja ESA przeznaczona do poszukiwania egzoplanet podobnych do Ziemi.

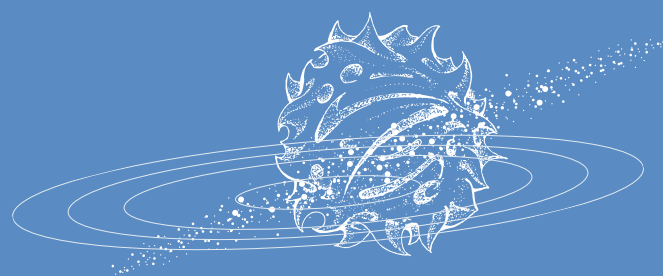
### POLSKI WKŁAD:

SENER POLSKA, W RAMACH PODPISANEGO KONTRAKTU, ZAPROJEKTUJE, WYKONA I PRZETESTUJE URZĄDZENIA WSPOMAGAJĄCE INTEGRACJĘ ELEMENTÓW SONDY.

## ARIEL

(2013-teraz)

Ariel to teleskop kosmiczny, który ma na celu obserwację co najmniej 1000 znanych egzoplanet metodą tranzytów, a także zbadanie i scharakteryzowanie ich składu chemicznego i struktury termicznej.



### POLSKI WKŁAD:

OPRACOWANIE I BUDOWĘ UKŁADU PRECYZYJNEGO CELOWANIA DLA TELESKOPU ARIEL POWIERZONO CENTRUM BADAŃ KOSMICZNYCH PAN. INŻYNIEROWIE Z CENTRUM ODPOWIEDZIALNI SĄ ZA WYKONANIE CZĘŚCI OPTO-MECHANICZNEJ I ELEKTRONIKI STERUJĄCEJ FGS ORAZ ZA KOORDYNACJE I NADZÓR NAD PRACAMI INSTYTUCJI WSPÓŁREALIZUJĄCYCH TEN INSTRUMENT.



# ZASTOSOWANIE DANYCH SATELITARNYCH

## Sat4Envi

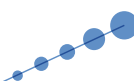
"System operacyjnego gromadzenia udostępniania i promocji cyfrowej informacji satelitarnej o środowisku – Sat4Envi" jest projektem realizowanym przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy oraz partnerów: Centrum Badań Kosmicznych Polskiej Akademii Nauk, Akademickie Centrum Komputerowe CYFRONET AGH, Polską Agencję Kosmiczną (POLSA) i jest dofinansowany z Programu Operacyjnego Polska Cyfrowa.

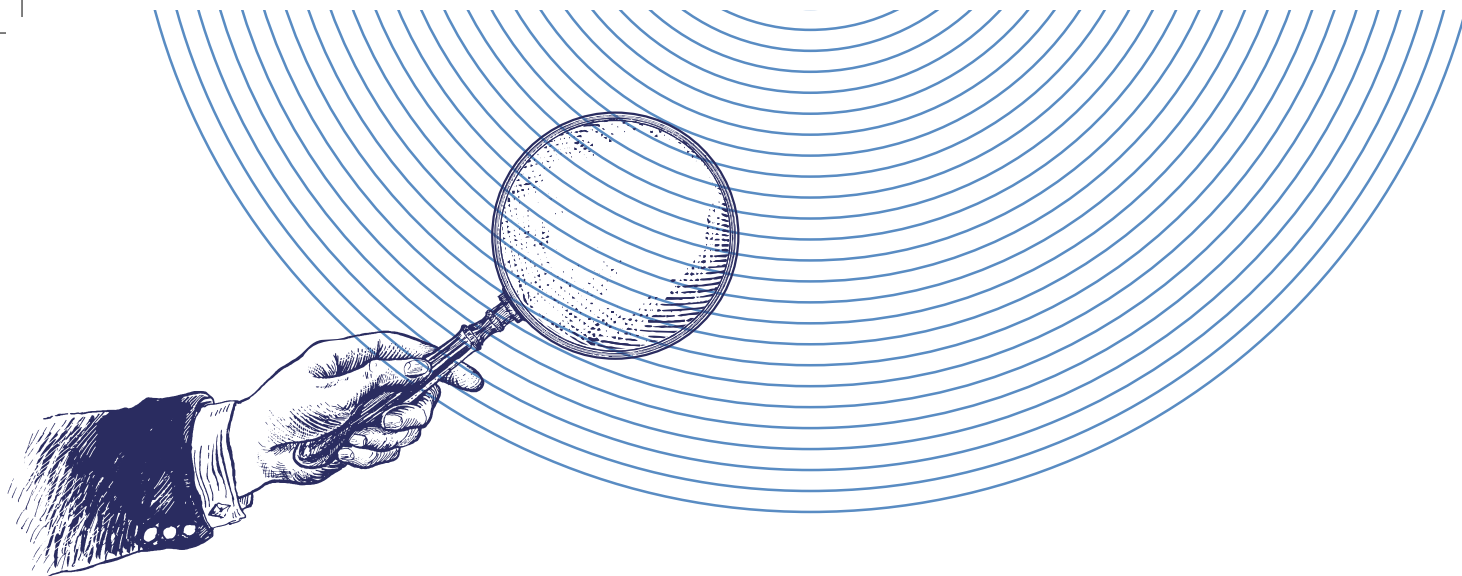
Głównym celem projektu Sat4Envi jest budowa systemu udostępniania satelitarnych danych programu Copernicus oraz danych pochodzących z innych satelitów środowiskowych i meteorologicznych zgromadzonych w zasobach Zakładu Teledetekcji Satelitarnej IMGW-PIB.

Poprzez platformę CGS udostępniane będą dane z powierzchni Polski (plus 500 km wokół granic), archiwalne i bieżące z satelitów programu Copernicus (Sentinel), meteorologicznych (METEOSAT, NOAA, Metop) i środowiskowych (MODIS: Terra i Aqua).

## SatBałtyk

Projekt satBałtyk miał na celu przygotowanie i uruchomienie bazy technicznej oraz praktycznych procedur operacyjnych, umożliwiających sprawne, rutynowe określanie stanów środowiska Bałtyku tj. tworzenie map jego charakterystyk strukturalnych i funkcjonalnych, w tym dopływu i charakterystyki energii, rozkładów temperatury, stanu dynamicznego powierzchni morza, stężenia chlorofilu i innych pigmentów fitoplanktonu, zakwitów trujących alg, występowania upwellingów, pojawiania się plam zanieczyszczeń w tym rozlewów ropy i in. oraz charakterystyk produkcji pierwotnej materii organicznej. Projekt realizowało konsorcjum w składzie: Instytut Oceanologii Polskiej Akademii Nauk, Uniwersytet Gdański, Akademia Pomorska w Słupsku i Uniwersytet Szczeciński.





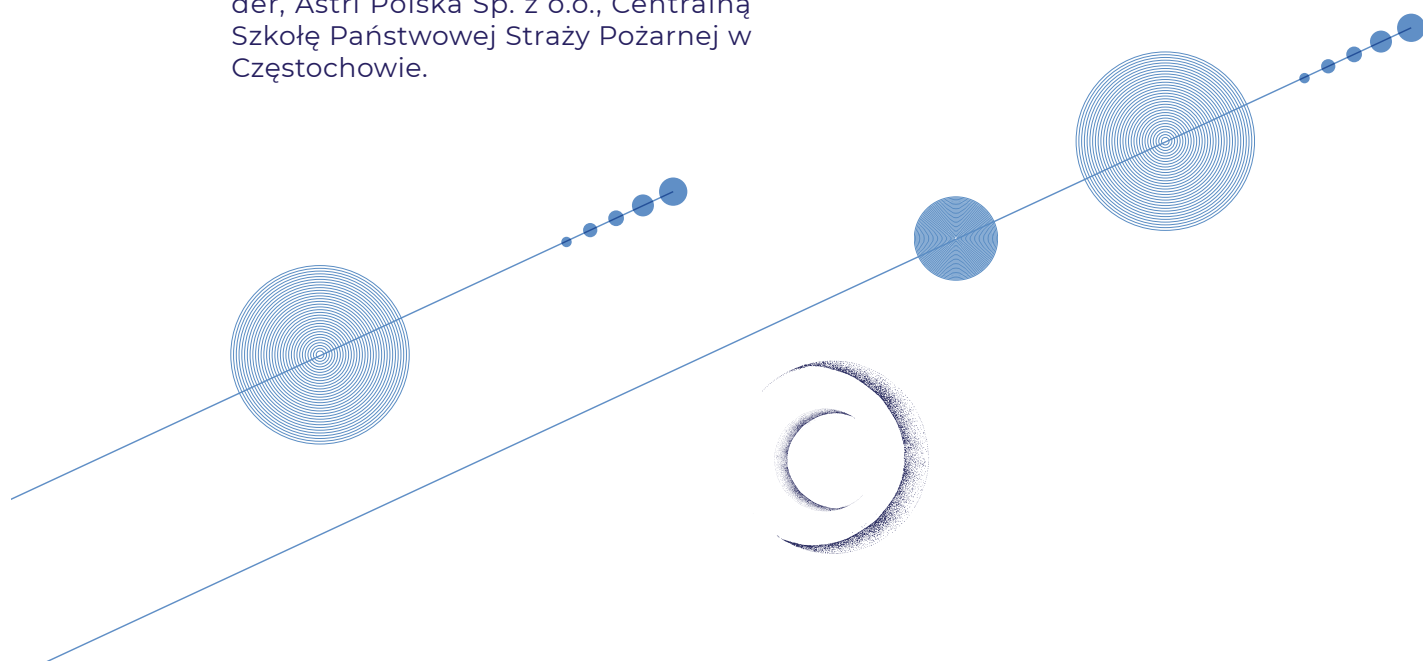
## Safedam

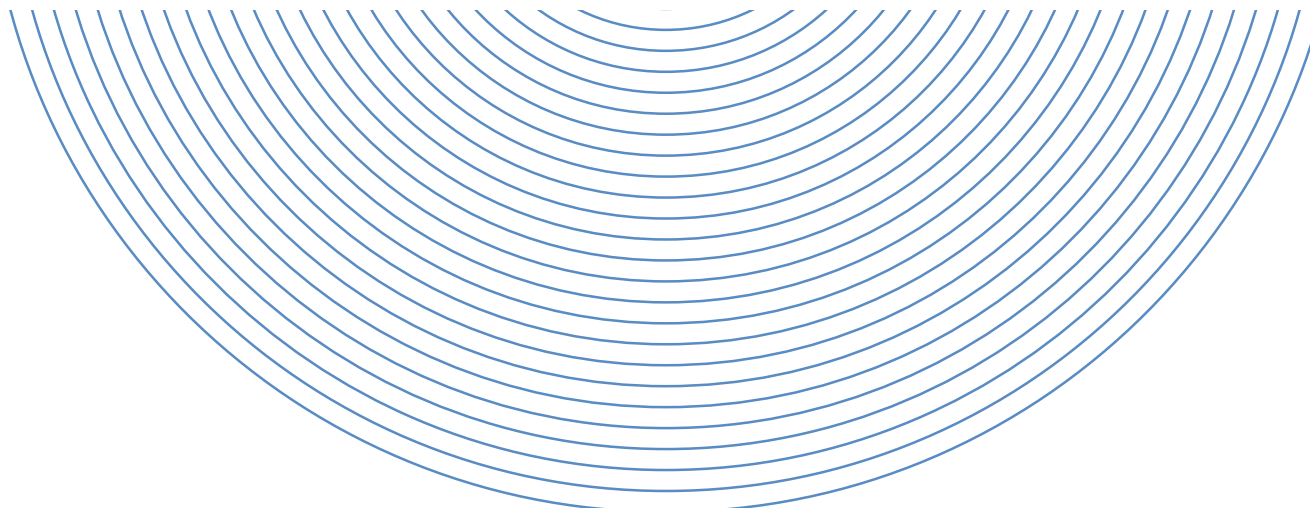
Projekt SAFEDAM miał na celu opracowanie systemu monitorującego wały przeciwpowodziowe z użyciem nieinwazyjnej, latającej bezzałogowej platformy pomiarowej skanującej z niskiego pułapu lotu i wykorzystaniu zobrazowań lotniczych i satelitarnych. System wykorzystuje wieloźródłowe dane fotogrametryczne. Umożliwia wykorzystanie danych z pułapu satelitarnego zarówno optycznych zakresu światła widzialnego i bliskiej podczerwieni jak i danych radarowych.

System umożliwia ekspercką ocenę wałów przeciwpowodziowych, która potrzebna jest w pracy specjalistów od zarządzania infrastrukturą przeciwpowodziową, a także organom bezpieczeństwa kryzysowego. Projekt został zrealizowany przez Politechnikę Warszawską, Wydział Geodezji i Kartografii, Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej PIB, MSP Marcin Szender, Astri Polska Sp. z o.o., Centralną Szkołę Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie.

## GeoMetre

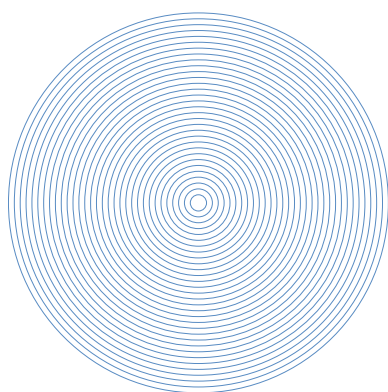
GeoMetre to projekt rozpoczęty w czerwcu 2019 r., prowadzony przez Główny Urząd Miar (GUM) działający jako członek konsorcjum europejskiego w ramach Europejskiego Programu Metrologii na rzecz Innowacji i Badań (EMPIR). Głównym celem tego projektu jest znaczący wkład w ulepszone rozwiązanie ITRF (Międzynarodowy Ziemi Układ Odniesienia). GUM, we współpracy z Politechniką Warszawską, opracował nową dedykowaną linię odniesienia o długości 200 m we współpracy z Politechniką Warszawską. Poziom odniesienia skalibrowany i zweryfikowany (przy użyciu technik GNSS) w ramach nadchodzących działań będzie optymalnym odniesieniem do kalibracji i weryfikacji nowej aparatury w tym projekcie oraz innych komercyjnych mierników odległości o średnim zasięgu.





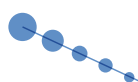
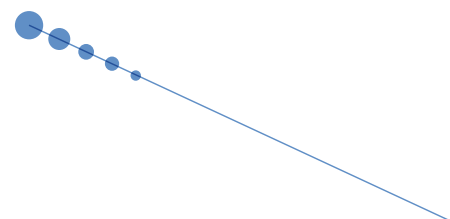
## Help me in distress (HID)

Celem projektu jest stworzenie zaawansowanego systemu informatycznego umożliwiającego zgłaszanie, monitorowanie i reagowanie na sytuacje kryzysowe w celu ocalenia życia i zdrowia poszkodowanych, zapewnienia bezpieczeństwa publicznego oraz koordynowanie odpowiedzi na zgłoszenie. System będzie oparty m.in. o dane pozyskiwane z satelity Galileo. Projekt jest finansowany z programu NAVISP Europejskiej Agencji Kosmicznej a jego wykonawcą jest ITTI Sp. z o.o.

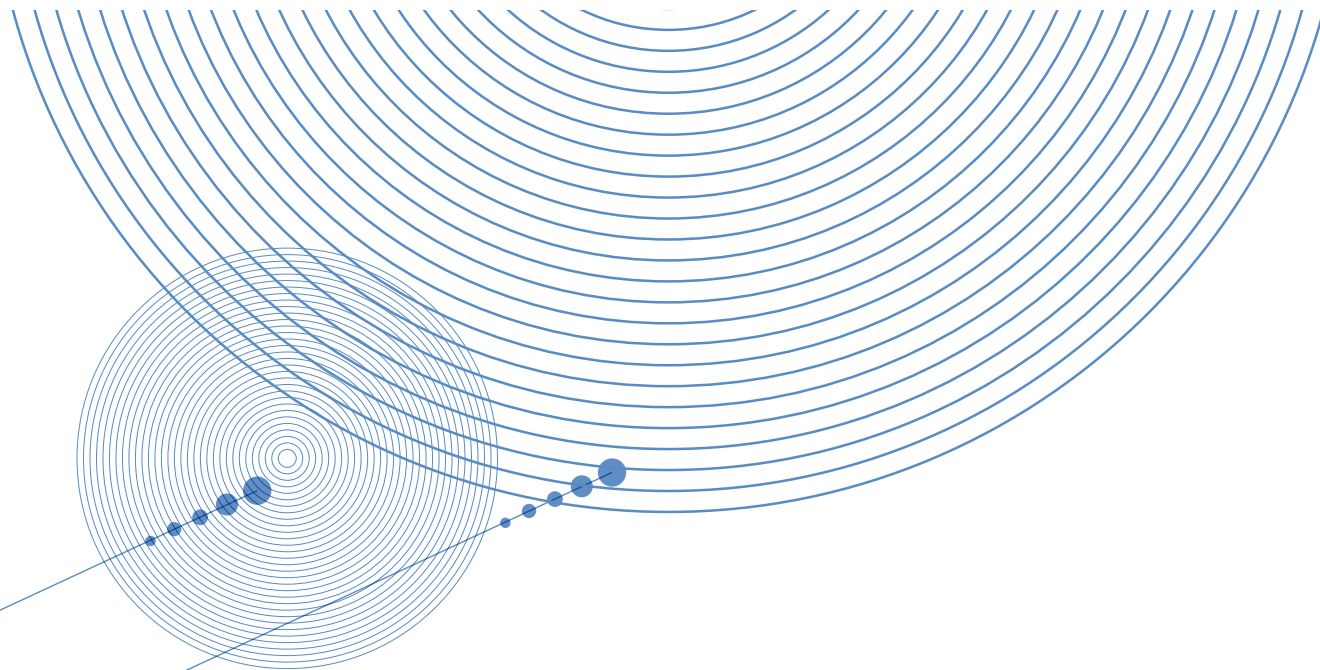


## GeoRoute

Produkt, który zostanie opracowany to aplikacja mobilna i serwis internetowy do planowania wycieczek / wędrówek w sposób wysoce spersonalizowany. Pozwoli on użytkownikowi na odkrywanie obszarów we wskazanym otoczeniu, nawigowanie do nich i w nich, gdzie zastosowana i obliczona jest konkretna kombinacja zjawisk przyrodniczych, kulturowych i innych, zgodnie z osobistymi preferencjami użytkownika. Cały system będzie wspierany przez precyzyjne zbiory danych należące do producenta oraz obszerne otwarte zbiory danych, takie jak serwisy Copernicus i strumienie danych satelitarnych czy Open Street Map i inne. Dodatkowo, dzięki tworzonej społeczności i przewidywanemu crowdsourcingowi, tworzony produkt będzie na bieżąco weryfikowany in situ i wzbogacany o poprawione dane. Projekt jest finansowany z programu NAVISP Europejskiej Agencji Kosmicznej a jego wykonawcą jest Geosystems Polska Sp. z o.o.

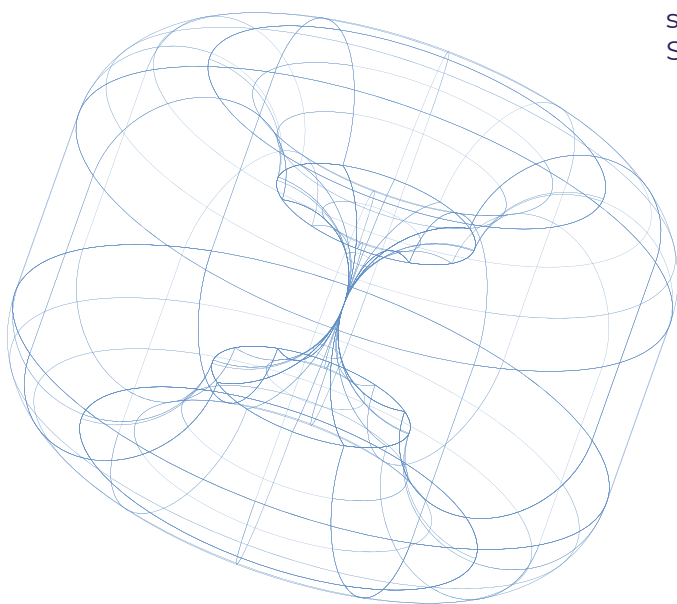






## GEOCARDIO

Produkt jest systemem mającym na celu usprawnienie działania służb ratownictwa medycznego, poprzez dostarczenie informacji o lokalizacji i podstawowych danych medycznych potencjalnej osoby poszkodowanej z wszczepionym urządzeniem CIED. Projekt jest finansowany z programu NAVISP Europejskiej Agencji Kosmicznej a jego wykonawcą jest Hertz Systems.



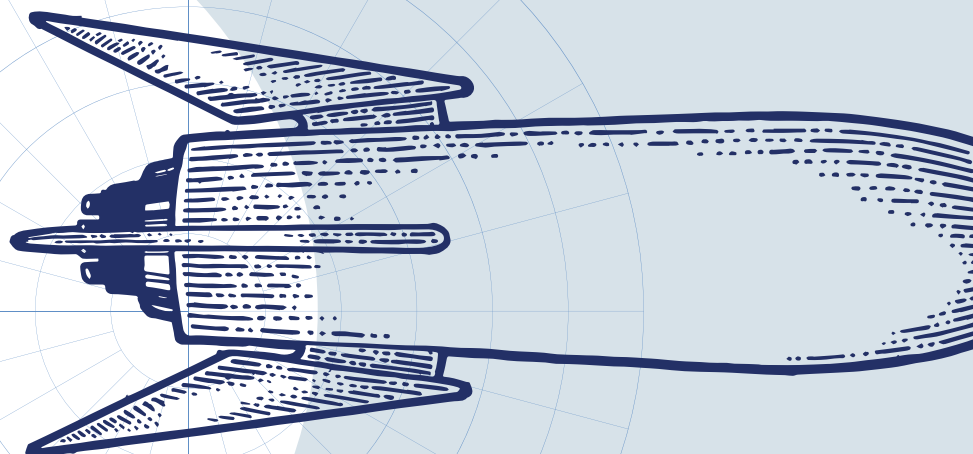
## INNE OBSZARY AKTYWNOŚCI

### Rakiety nośne

W październiku 2017 roku na poligonie WP Drawsko odbył się lot testowy (uzyskany pułap 15 km) rakiety suborbitalnej ILR-33 „Bursztyn” skonstruowanej przez Instytut Lotnictwa. Oficjalne ogłoszenie jego sukcesu odbyło się 27 listopada 2017 r. podczas otwartego posiedzenia Komitetu Badań Kosmicznych i Satelitarnych PAN (prof. P. Wolański).

### Rakieta „Bursztyn” podstawowe informacje:

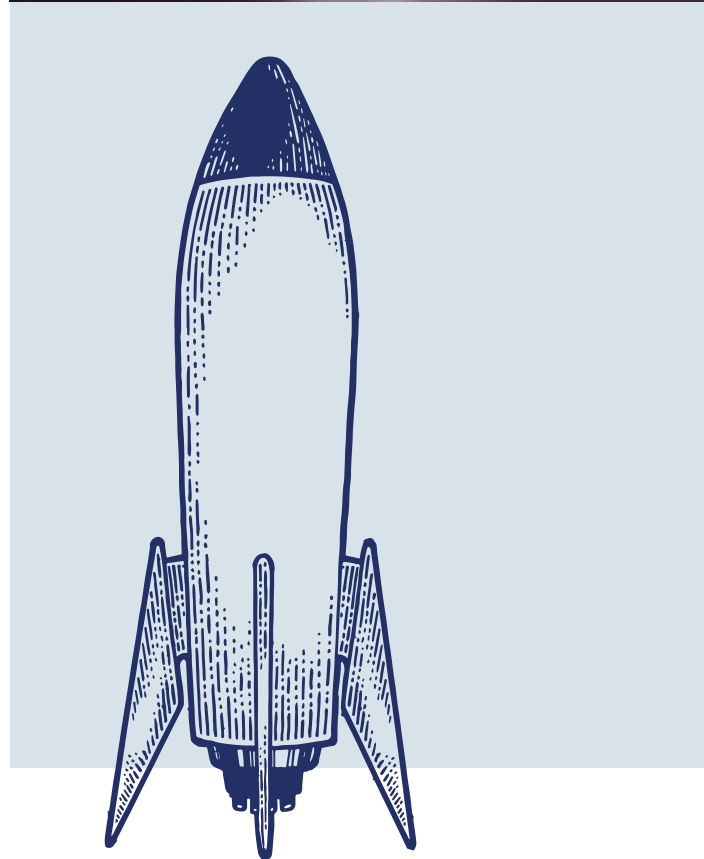
1. 5 m długości,
2. 23 cm średnicy,
3. Silnik główny hybrydowy 4kN, paliwo polietylen i utleniacz H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 98%,
4. Silniki pomocnicze na paliwo stałe 2×6 kN,
5. Ładunek użyteczny 5 kg,
6. Teoretyczny pułap lotu do 100 km,
7. Projekt sfinansowany ze środków własnych ILOT.



We wrześniu 2018 miał się odbyć pierwszy lot ILR-33 Bursztyn na terenie CPSP Ustka na maksymalny możliwy pułap – przewidywano ponad 50 km. Przygotowania do startu w całości były po stronie ILOT i CPSP Ustka – PAK towarzyszył. Lot miał się odbywać pomiędzy ćwiczeniami OPL (zamknięty poligon morski i przestrzeń powietrzna). Do startu nie doszło ze względu na złą pogodę – występujący w tych dniach prąd strumieniowy. Na potrzeby startu przestrzeń niebezpieczna została podniesiona do wysokości „unlimited”.

Lot odbył się 10 września 2019 roku na wysokości 23 km, czyli znacznie niżej niż oczekiwana. Ponadto w maju 2019 rakieta „Bursztyn” odbyła udany lot z poligonu w Drawsku, którego celem był test nowego systemu sterowania. Rakieta Candle 2 – rakieta SpaceForest sp. z o. o. z Gdyni opracowana w ramach projektu DEWI (Dependable Embedded Wireless Infrastructure – duży projekt europejski w ramach ARTEMIS Joint Undertaking), jako lotny demonstrator bezprzewodowej sieci sensorów. Podstawowe dane: silnik główny SF1 hybrydowy 2kN, utleniacz: podtlenek azotu N<sub>2</sub>O, paliwo - parafina. Rakieta osiągnęła pułap ok. 10 km.

W listopadzie 2018 rakieta „Bigos 4” firmy SpaceForest (kolejna po Candle2) testowana w ramach projektu „SIR” z NCBIr osiągnęła na Poligonie w Drawsku pułap 15km. Projekt SIR zakłada opracowanie do 2023 roku rakiety PERUN o nośności 50 kg ładunku na pułap do 150km. Kolejny lot odbył się w styczniu 2020 roku z poligonu w Drawsku Pomorskim. Prototyp w skali 1:1 rakiety PREUN wyposażony w silnik z rakiety Bigos 4.







## Podstawowe dane rakiety PERUN:

1. Długość: 11 m,
2. Średnica: 45 cm,
3. Max. pułap: 150 km,
4. W pełni odzyskiwalna naddźwiękowa rakieta badawcza,
5. Lekka konstrukcja kompozytowa – włókna węglowe i stopy aluminium,
6. Napęd hybrydowy – silnik raketowy z podtlenkiem azotu i parafiną (zielone paliwo),
7. Brak prawnych ograniczeń dotyczących przenoszenia, przechowywania i transportu rakiety,
8. Dwustopniowy, spadochronowy system odzysku.

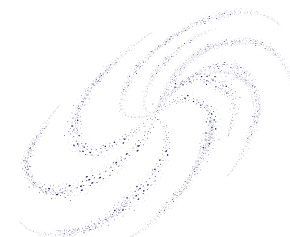
# EU SST

## BEZPIECZEŃSTWO KOSMICZNE

Polska Agencja Kosmiczna jest członkiem europejskiego konsorcjum EUSST realizującego dla Unii Europejskiej w ramach programu SST (Space Surveillance nad Tracking) zadania obserwacji i śledzenia obiektów kosmicznych. Program służy głównie zabezpieczeniu europejskiej infrastruktury kosmicznej, naziemnej i obywateli EU przed zagrożeniami wynikającymi z poruszania się na orbitach okołoziemskich tysięcy operacyjnych sztucznych satelitów i ponad miliona odłamków kosmicznych. EUSST ostrzega operatorów satelitów przed możliwymi zderzeniami na orbitach, a także o pojawianiu się odłamków kosmicznych w wyniku rozpadu satelitów na części. Konsorcjum ostrzega również o możliwości i zagrożeniach związanych z upadkiem odłamków kosmicznych na Ziemię. Dobrym przykładem tego działania jest ostatnie wydarzenie niekontrolowanej deorbitacji członu chińskiej rakiety kosmicznej CZ-5B.

W ramach Europejskiej Agencji Kosmicznej polskie podmioty naukowe i gospodarcze realizują szereg działań związanych z obszarem Świadomości sytuacyjnej w przestrzeni kosmicznej (ang. Space Situational Awareness

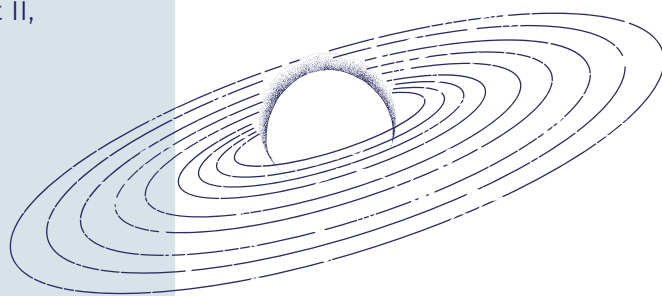
– SSA), do którego obok SST zalicza się również obserwacje asteroidów zagrażających Ziemi (NEO Near Earth Objects) oraz obserwacje pogody kosmicznej (Space Weather – SWE). W Polsce istnieje wiele podmiotów zaangażowanych w obszar SSA. Silne ośrodki naukowe to Uniwersytet im. Adama Mickiewicza w Poznaniu, Centrum Badań Kosmicznych PAN i Obserwatorium astrogeodynamiczne w Borówcu, czy Centrum Astronomiczne im. Mikołaja Kopernika PAN. Istnieje również wiele podmiotów gospodarczych dysponujących sieciami teleskopów optycznych i kompetencjami przetwarzania danych SSA np. Polska Sieć Bolidowa (Polish Fireball Network), która w skali całego kraju monitoruje aktywność rojów meteorów, które docierają do powierzchni Ziemi.





## KOŁA STUDENCKIE

Warto wspomnieć też o młodych naukowcach, którzy realizują swoje pasje na polu inżynierii kosmicznej. To już nie tylko loty balonów stratosferycznych i sukcesy w zawodach łazików marsjańskich, ale także zaawansowane eksperymenty wyłonione i realizowane w ramach programów ESA Education. Dopełnieniem tego są kolejne studenckie satelity typu cubesat (PWSat i PWSat II, payload dla KrakSat).



## RAMIONA ROBOTYCZNE

W 2020 roku PIAP Space sp. z o.o. oraz Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) podpisali umowę na realizację projektu „Rozwój Ramienia Robotycznego do Operacji Obsługi na Orbicie” (TITAN). Celem projektu jest opracowanie prototypu wieloprzegubowego ramienia robotycznego na potrzeby przyszłej deorbitacji i serwisowania satelitów na orbicie. W pierwszej kolejności zostanie stworzony model laboratoryjny przegubu robotycznego, a następnie prototyp składający się z różnych typów przegubów, który zostanie poddany pełnym testom środowiskowym na wytrząsarce, testom termicznym oraz termiczno-próżniowym. Docelowo w ramach projektu osiągnięty zostanie poziom gotowości technologicznej TRL6.



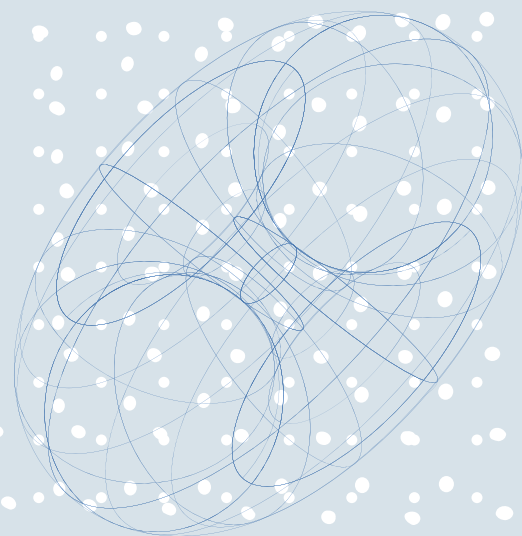


## KOSMICZNE PENETRATORY GRUNTU

Podstawowym obszarem działalności firmy Astronika sp. z o.o. jest projektowanie, budowa, integracja i testy systemów mechanicznych. Jej specjalnością są mechanizmy i instrumenty kosmiczne – w szczególności penetratory geologiczne, mechanizmy trzymająco-zwalniające i systemy antenowe – konstrukcje ultralekkie, analiza wytrzymałościowa oraz badania trybologiczne. Mechanizm wbijający marsjańskiego penetratora gruntu, który znalazł się na pokładzie misji InSight, został w całości wykonany w Polsce. Astronika zaprojektowała i zintegrowała mechanizm, do którego części zostały wyprodukowane przez Centrum Badań Kosmicznych PAN. Ponadto, Astronika jako koordynator procesu produkcyjnego urządzenia, zaangażowała do podwykonawstwa kilka polskich podmiotów: Instytut Lotnictwa, Instytut Spawalnictwa, Politechnikę Łódzką i Politechnikę Warszawską i firmę Towes.

## SZTUCZNA INTELIGENCJA

KP Labs sp. z o.o. to firma sektora kosmicznego z siedzibą w Gliwicach. Misją spółki jest przyspieszenie eksploracji przestrzeni kosmicznej przez rozwój autonomicznych statków kosmicznych i technologii robotycznych. Doświadczenie KP Labs obejmuje m.in. oprogramowanie lotne, instrumenty do obrazowania hiperspektralnego, algorytmy AI oraz wysokowydajną jednostkę obliczeniową Leopard umożliwiającą przetwarzanie danych na orbicie.



## PRZETWARZANIE DUŻYCH ZBIORÓW DANYCH

CloudFerro sp. z o.o. świadczy usługi chmury obliczeniowej, specjalizując się w opracowywaniu wielkich zbiorów danych. Współpracuje z ESA, EUMETSAT, ECMWF, DLR i wieloma innymi podmiotami. Jej naczelnym produktem jest platforma CREODIAS, czyli publiczna chmura obliczeniowa ze zintegrowanym repozytorium zdjęć satelitarnych programu Copernicus, wyposażona w szereg aplikacji pozwalających użytkownikom na łatwe wyszukiwanie, przeglądanie i przetwarzanie danych satelitarnych. Architektura środowiska daje użytkownikom dostęp do zróżnicowanych danych teledetekcyjnych i zasobów obliczeniowych do ich przetwarzania, gwarantując prostotę, skalowalność oraz powtarzalność procesów i łańcuchów produkcji.

## INTERNATIONAL CHARTER „SPACE AND MAJOR DISASTERS”

Projekt ten opiera się na międzynarodowej współpracy, dzięki której dane satelitarne udostępniane są w celu monitorowania i późniejszego zarządzania katastrofami naturalnymi i przemysłowymi. Łączy dane pozyskane z satelitarnej obserwacji Ziemi z różnych agencji kosmicznych, umożliwia koordynację zasobów i wiedzy fachowej w celu szybkiego reagowania na zjawiska ekstremalne pomagając organom administracji publicznej w działaniach na rzecz ochrony ludności.

$$\hat{H} = \sum_{n=1}^N \frac{\hat{p}_n^2}{2m_n} + V(x_1,$$

## SPIS GRAFIK

STR | 9 | 11 | 29 | 36 | 39 | 40 |  
\* GRAF. BARTOSZ MORAWSKI |  
POLSKA AGENCJA KOSMICZNA

STR | 28  
[HTTPS://WWW.ESA.INT/  
SCIENCE\\_EXPLORATION/HUMAN\\_  
AND\\_ROBOTIC\\_EXPLORATION/  
EXPLORATION/EXOMARS/EXOMARS\\_  
ROVER](https://www.esa.int/Science_Exploration/Human_and_Robotic_Exploration/Exploration/Exomars/Exomars_Rover)



Ministerstwo  
Rozwoju i Technologii

PL. TRZECH KRZYŻY 3/5  
00-507 WARSZAWA  
TEL.: +48 222 500 123

 @MRITGOVPL  
 @ministerstworozwoju  
 @MRITGOVPL  
 @mritgovpl  
 @MinisterstwoRozwojuITechnologii



UL. TRZY LIPY 3 (BUDYNEK C)  
80-172 GDAŃSK  
TEL.: +48 58 500 87 60

 @PolskaAgencjaKosmicznaPOLSA  
 @POLSA\_GOV\_PL  
 @polska-agencja-kosmiczna





AUSTRINUS

CAPRICORNUS

MICROSCOPIUM

GRUS

INDUS

TUCANA

SAGITTARIUS

PAVO

CORONA AUSTRALIS

TELESCOPIUM

OCTANS

APUS

ARA

LEON

TRIANGULUM AUSTRALE

SCORPIUS

MUSCA

CIRCINUS

NORMA

- 75°

CRUX

- 60°

LUPUS

- 45°

CENTAURUS

LIBRA

