



PW•SAT2

polski satelita studencki  
polish student satellite

Press kit 2018



**Politechnika  
Warszawska**



PW-Sat2

## Drugi satelita polskich studentów

Celem drugiego satelity projektowanego przez członków **Studenckiego Koła Astronautycznego** jest test innowacyjnej technologii deorbitacji. Zespół składający się z ponad 30 studentów z różnych wydziałów Politechniki Warszawskiej rozpoczął prace w 2013 roku, a wyniesienie satelity w kosmos planowane jest na koniec 2018 roku.

## Second satellite by Polish students

The aim of PW-Sat2 - the second satellite designed by members of **Students' Space Association** - is to test out a new and innovative technology of deorbitation. A team formed of over 30 students from many different faculties of Warsaw University of Technology started working on a new satellite in 2013. PW-Sat2's launch into orbit is scheduled for end of 2018.

**Future Processing**  **FPI INSTRUMENTS**

Inna Uwarowa  
Koordynator projektu / Project Manager  
iouvarova@gmail.com  
+48 663 443 884

Artur Łukasik  
Wicekoordynator / Deputy Project Manager  
artur.mikolaj.lukasik@gmail.com  
+48 504 998 074

Dominik Roszkowski  
Wicekoordynator / Deputy Project Manager  
dominik.roszkowski@gmail.com  
+48 666 936 441

dr inż. Jan Kindracki  
Opiekun naukowy SKA / Scientific Supervisor of Students' Space Association  
jan.kindracki@itc.pw.edu.pl

www pw-sat.pl

e-mail kontakt@pw-sat.pl

Social media  /PWSat2  /PWSat2  /PWSat2

Wizualizacje 3D satelity / 3D mockups

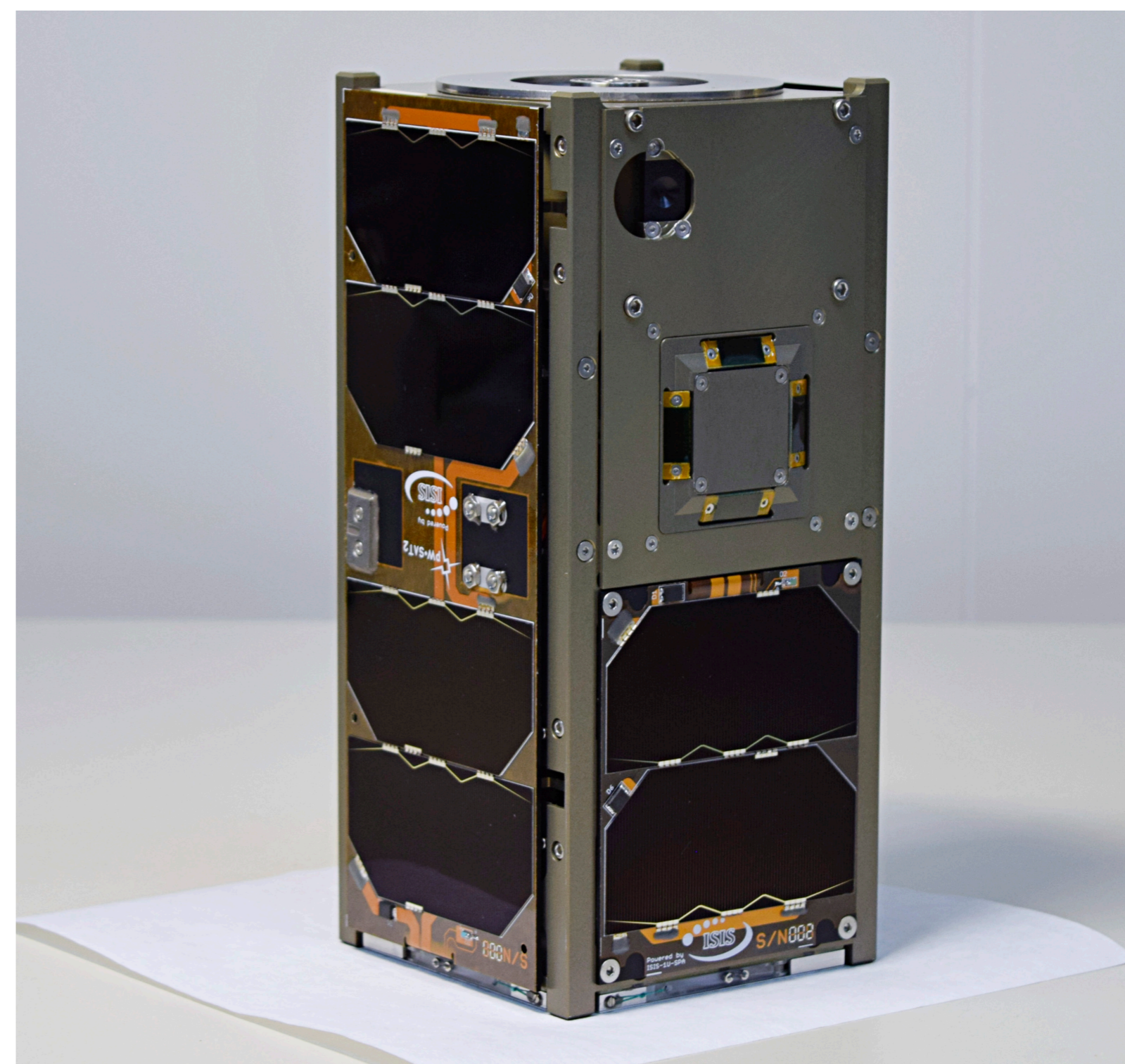
Logo

Zdjęcia w wysokiej rozdzielczości/High quality photos

flickr.com/photos/pwsat2

Ostatnia aktualizacja / Last update

Wrzesień 2018 / September 2018



## Żagiel deorbitacyjny Deorbit sail

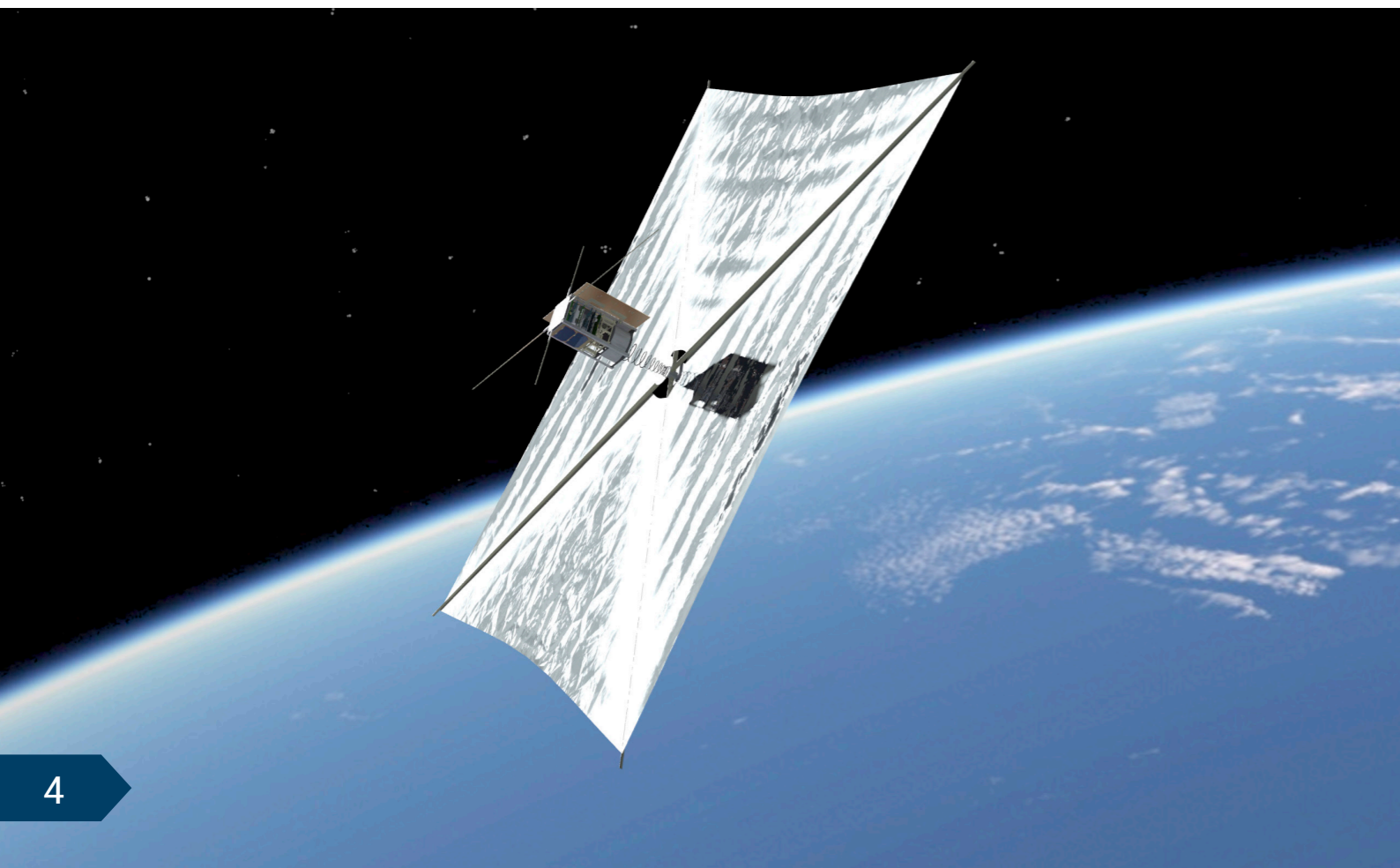
Systemem deorbitacyjnym PW-Sata2 (czyli powodującym zejście z orbity) jest kwadratowy żagiel wykonany z wytrzymałej folii o powierzchni 4 m<sup>2</sup>, zwinięty oraz umieszczony w cylindrze o średnicy 80 mm i wysokości 70 mm. Przymocowany do specjalnego trzpienia żagiel po przepaleniu linki Dyneema zostanie odblokowany, a następnie wysunięty na odległość kilkunastu cm od satelity i otwarty za pomocą czterech rozkręcających się sprężyn płaskich. W ten sposób znacznie zwiększy się opór aerodynamiczny satelity, co przyspieszy obniżanie się jego orbity. Według przeprowadzonych przez nas analiz przy optymalnych warunkach skróci to czas deorbitacji z ponad 20 lat nawet do 6-12 miesięcy.

Jednym z atutów naszego projektu jest prostota systemu zwalniania i rozwijania żagla - nie wymaga on silnika bądź ciągłego zużycia energii. Czyni to go znacznie mniejszym, tańszym i bardziej konkurencyjnym rozwiązaniem.

Deorbitation structure of PW-Sat2 (that will allow to burn satellite in the atmosphere) will take form of a square sail made of durable foil of 4m<sup>2</sup> area. The sail will be coiled and placed in a cylinder of 80 mm diameter and height not exceeding 70 mm. The material is stretched on four flat springs and wrapped around specially shaped reel. After burning a Dyneema string, the sail will be unlocked and deployed within a safe distance from the satellite. During the procedure the sail springs expand and resume their original shape that stiffens the entire structure. As a result, the area and aerodynamic drag of the satellite will be significantly increased, speeding up the satellite's deorbitation. According to our analyses it should shorten the orbit life-time from over 20 years to even 6-12 months.

One of the largest advantages of our design is that the release system does not require any engine or continuous energy supply. This makes it much smaller, cheaper and a competitive solution.

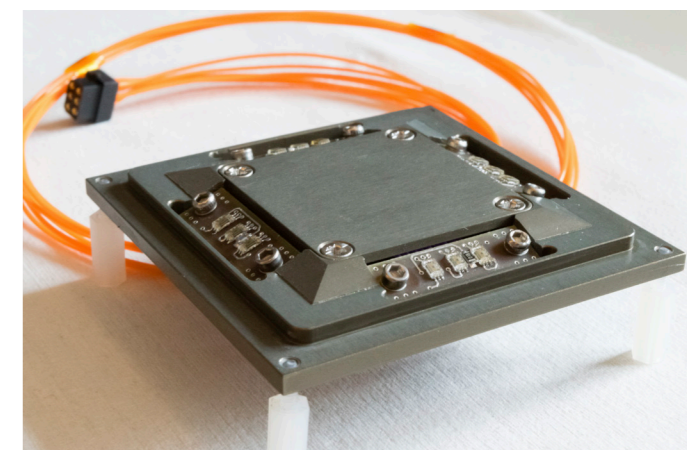
Zobacz, jak działa żagiel deorbitacyjny!  
See how the deorbit sail works!



## Czujnik Słońca Sun Sensor

Ważnym elementem PW-Sata2 jest czujnik słoneczny służący do zebrania informacji o orientacji satelity w przestrzeni na podstawie kąta padania promieni słonecznych. Jego odczyty zostaną porównane z komercyjnie dostępnymi czujnikami.

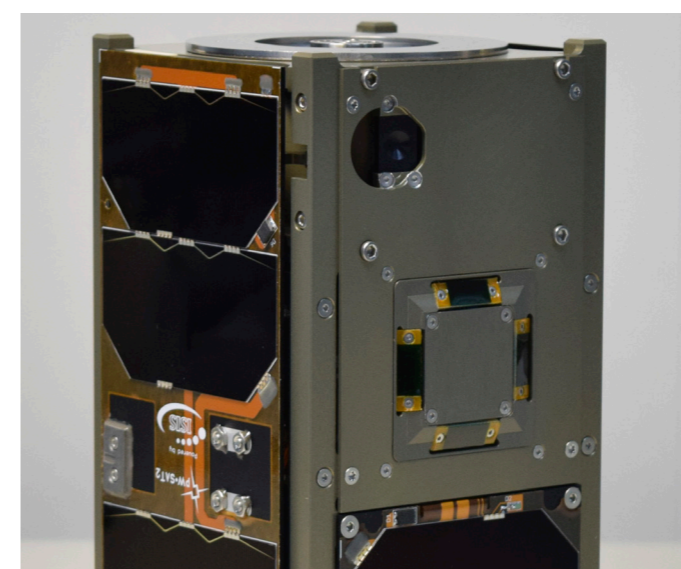
Większość satelitów na orbicie musi być zorientowana w określonym kierunku w zależności od misji. Czujniki słoneczne dostarczają informacji potrzebnych do prawidłowego ustawienia paneli słonecznych tak, aby maksymalnie wykorzystać energię pochodzącą od promieniowania słonecznego. Zaproponowany przez nas Czujnik Słoneczny jest przykładem satelitarnego kompasu, który dostarczy informacji potrzebnych do prawidłowego ustawienia PW-Sata2. System ten składać się będzie z czterech zestawów cyfrowych czujników natężenia światła (ALS) ułożonych pod odpowiednim kątem oraz mikrokontrolera zarządzającego zbieraniem i analizą danych. Naszą ambicją jest stworzenie czujnika, którego wielkość, masa i dokładność będą porównywalne z rozwiązaniami komercyjnymi. Jego pole widzenia będzie znacznie szersze niż w rozwiązaniach dostępnych na rynku.



Model inżynierski (EM) Czujnika Słońca testujący wykorzystanie czujników natężenia światła ALS.  
The engineering model (EM) of the Sun Sensor testing the usage of ambient light sensors (ALS).

One of the payload experiments will be the Sun Sensor. It will provide an orientation data which will be compared with the commercial system readings.

Most satellites have to be pointed in a specific direction in order to work properly. In order to be able to orient the satellite into these desired directions, some manner of control system and guide are needed. The Sun Sensor device is an example of a cosmic compass that will provide the information needed for correct positioning of the satellite's solar panels and cameras. It will be made of four sets of ambient light sensors (ALS) placed at specific angles and a microcontroller managing the acquisition and analysis of data. Our goal is to create a Sun Sensor, which size, weight and accuracy will be comparable to commercial solutions. Its field of view will be significantly larger than in solutions available on the market. Nevertheless, the nature of its basic design will make it simpler and thus cheaper to produce. This feature makes it viable to be used on board other CubeSat missions all over the world if proven successful.



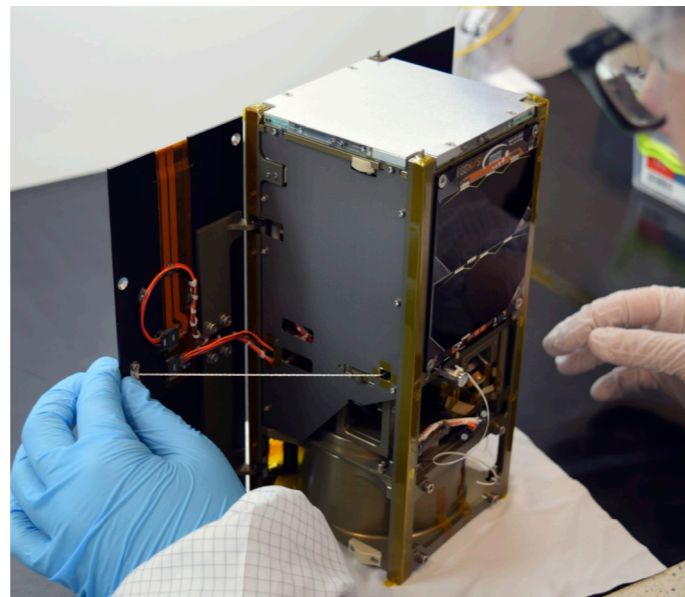
Czujnik Słońca umieszczony na modelu lotnym satelity  
Sun Sensor on-board flight model of the satellite

Dowiedz się więcej!  
Learn more!



## Otwierane panele słoneczne Deployable solar arrays

PW-Sat2 wyposażony będzie także w rozkładane panele słoneczne, które poprawią efektywność zbierania energii niezbędnej do zasilania satelity. Zawiasy paneli są pracą inżynierską jednego z członków zespołu. Panele mają wielkość ok. 10 x 20 cm i są umieszczone symetrycznie na przeciwległych ściankach satelity. Po umieszczeniu satelity na orbicie linka Dyneema utrzymująca panele zostanie przepalona i nastąpi ich otwarcie. Na podstawie pomiarów z Czujnika Słońca oraz Systemu Kontroli Orientacji (ADCS) satelita za pomocą aktuatorów magnetycznych zostanie ustawiony panelami w stronę Słońca. Dzięki temu zapewnimy energię niezbędną do działania wszystkich podsystemów.



Montaż otwieranych paneli słonecznych PW-Sat2.  
Assembly of the PW-Sat2 deployable solar panels.

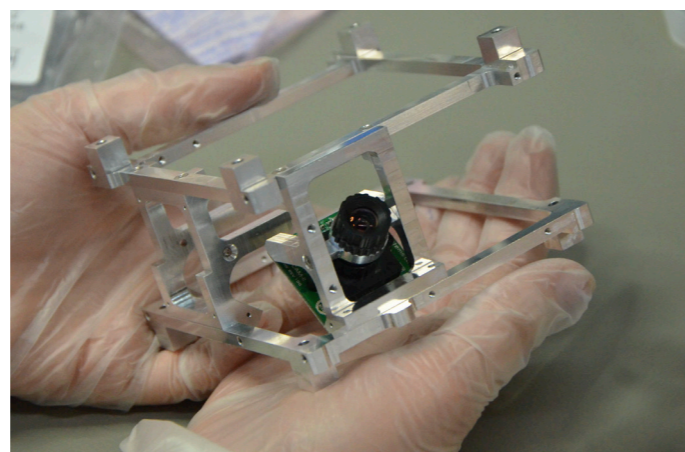
PW-Sat2 will also have two deployable solar arrays in order to increase the energy gathering area and thus the reliability of the satellite. Arrays' hinges are a subject of one of the members' Engineering Thesis. Both panels have size of approximately 10 x 20 cm and are arranged symmetrically. During the launch the arrays will remain closed and will be held in place

with the strong Dyneema line. After the detumbling (stabilization) phase PW-Sat2 will point at the Sun and the panels will be deployed. Based on the ADCS and Sun Sensor readings we will try to point the top side of the satellite towards the Sun. As a result, the panels will deliver enough energy to cover the basic demands of all the subsystems of satellite.

## Kamery Cameras

Na pokładzie satelity umieszczone zostaną dwie kamery z nieskomplikowanym układem optycznym, które umożliwią nam obserwacje fragmentu powierzchni żagla deorbitacyjnego. Chcemy zarejestrować proces otwierania żagla, aby móc później dokładnie zweryfikować zarówno działanie zastosowanych mechanizmów, jak i samą skuteczność naszego rozwiązania.

We decided to place two cameras on-board PW-Sat2. Both cameras will have small and non-complicated optics which will allow us to observe some part of the deorbitation sail during its opening. We wish to verify not only the opening mechanism but also the effectiveness of our solution.



Obie kamery będą umieszczone na specjalnej strukturze pomiędzy zasobnikiem żagla a elektroniką satelity.  
Both cameras will be mounted on a special structure between the sail container and electronics stack.

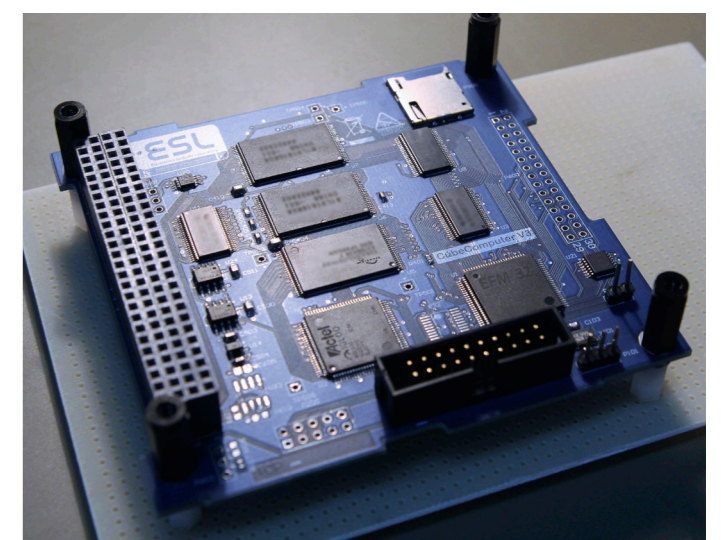
## Komputer pokładowy On-board computer

Pod koniec 2015 roku nawiązaliśmy współpracę z Future Processing Sp.zo.o. oraz FP Instruments Sp.zo.o., które zostały naszymi partnerami strategicznymi i zasponsorowały zakup komputera pokładowego. Wspólnie stworzyliśmy oprogramowanie komputera.

Wszystkie podsystemy na pokładzie PW-Sat2 są kontrolowane przez komputer pokładowy (OBC). OBC przetwarza komendy odebrane z Ziemi, monitoruje aktualny budżet mocy, automatycznie wykonuje zaplanowane zadania oraz odbiera dane z kamer.

Kod źródłowy oprogramowania i wielu komponentów zostanie udostępniony publicznie na wolnej licencji.

At the end of 2015 we started cooperation with Future Processing Sp.zo.o. and FP Instruments Sp.zo.o. that became our strategic partners. They provided us with the on-board computer. Together we built on-board software and many supporting tools.



Komputer pokładowy ESL CubeComputer podczas testów.  
On-board computer ESL CubeComputer during tests.

The source code of the OBC module and other components will be published under free licence.

All of the PW-Sat2 subsystems are controlled by the On-Board Computer (OBC). It processes commands received from Earth, monitors power budget, automatically performs tasks based on built-in schedule and receives data from cameras.

## System zasilania Electrical power system

Od początku projektu pracujemy nad naszym autorskim układem zasilania. Będzie on odpowiedzialny za dostarczenie zasilania do wszystkich podsystemów oraz eksperymentów satelity. W przypadku awarii pozostałych podsystemów jest w stanie samodzielnie przeprowadzić główną część naszej misji: otworzyć żagiel deorbitacyjny.

Since the beginning of the project we have worked on the custom Electrical Power System. It is responsible for power supply to all the subsystems and experiments of the satellite. In case of any subsystem failure it is capable of carrying out the main part of our mission on its own: deployment of the deorbit sail.



Moduł EPS będzie odpowiedzialny za kontrolę zasilania podsystemów satelity.  
The EPS module will be responsible for the power control of the satellite subsystems.

# zespół

# team

Projekt PW-Sat2 jest szczególnie ze względu na ludzi, którzy nad nim pracują. Od początku tworzą go ambitni i ciekawi świata studenci z różnych wydziałów Politechniki Warszawskiej. Wsparciem merytorycznym służą specjaliści z Europejskiej Agencji Kosmicznej oraz wielu jednostek polskiego sektora kosmicznego.

Cała struktura oraz większość podsystemów elektronicznych PW-Sata2 to oryginalne pomysły studentów realizowane jako prace dyplomowe. Nasze rozwiązania techniczne spełniają rygorystyczne wymagania stawiane profesjonalnym misjom kosmicznym.

Od początku projektu **4 stycznia 2013** w sumie działało w nim ponad 100 osób. Aktualnie w zespole pracuje 30 studentów tworzących zgraną i silną drużynę oraz kilkoro programistów z dwóch współpracujących firm. Powstało kilkanaście prac dyplomowych, a studenci odbywali praktyki powiązane z projektowaniem podsystemów PW-Sata2. **Większość z nas podjęła już prace w polskim przemyśle kosmicznym, kilkoro znalazło zatrudnienie za granicą.** Praca wykonana w projekcie znalazła również odzwierciedlenie w kilku artykułach naukowych i wielu wystąpieniach na konferencjach. **Naszym głównym celem edukacyjnym jest wykształcenie kilkudziesięciu młodych inżynierów kosmicznych.**



PW-Sat2 is an exceptional project because of the people working on it. Ambitious and curious students of WUT have formed it since the beginnings. We have received specialists' support from the European Space Agency and various institutions of Polish space sector.

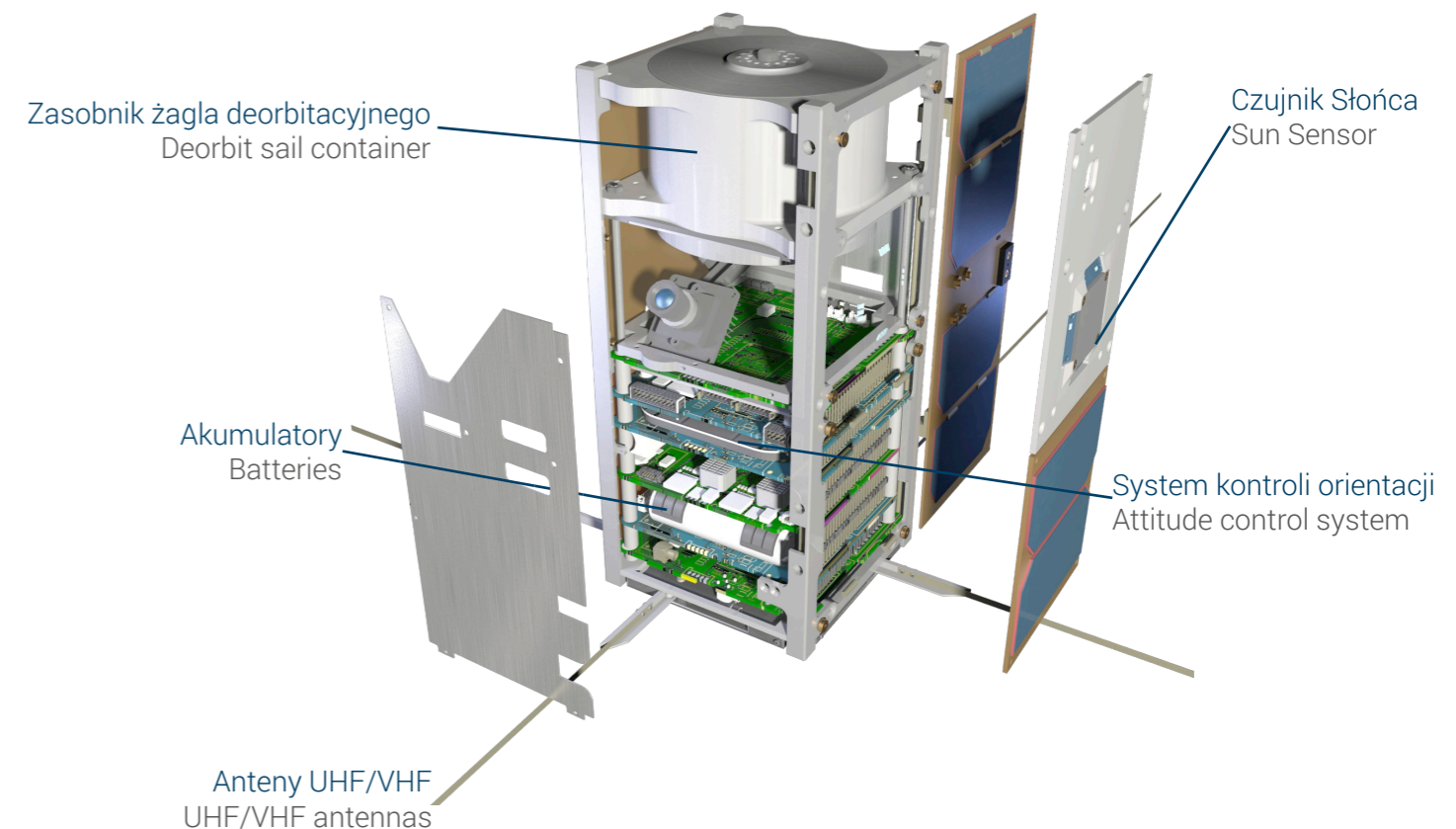
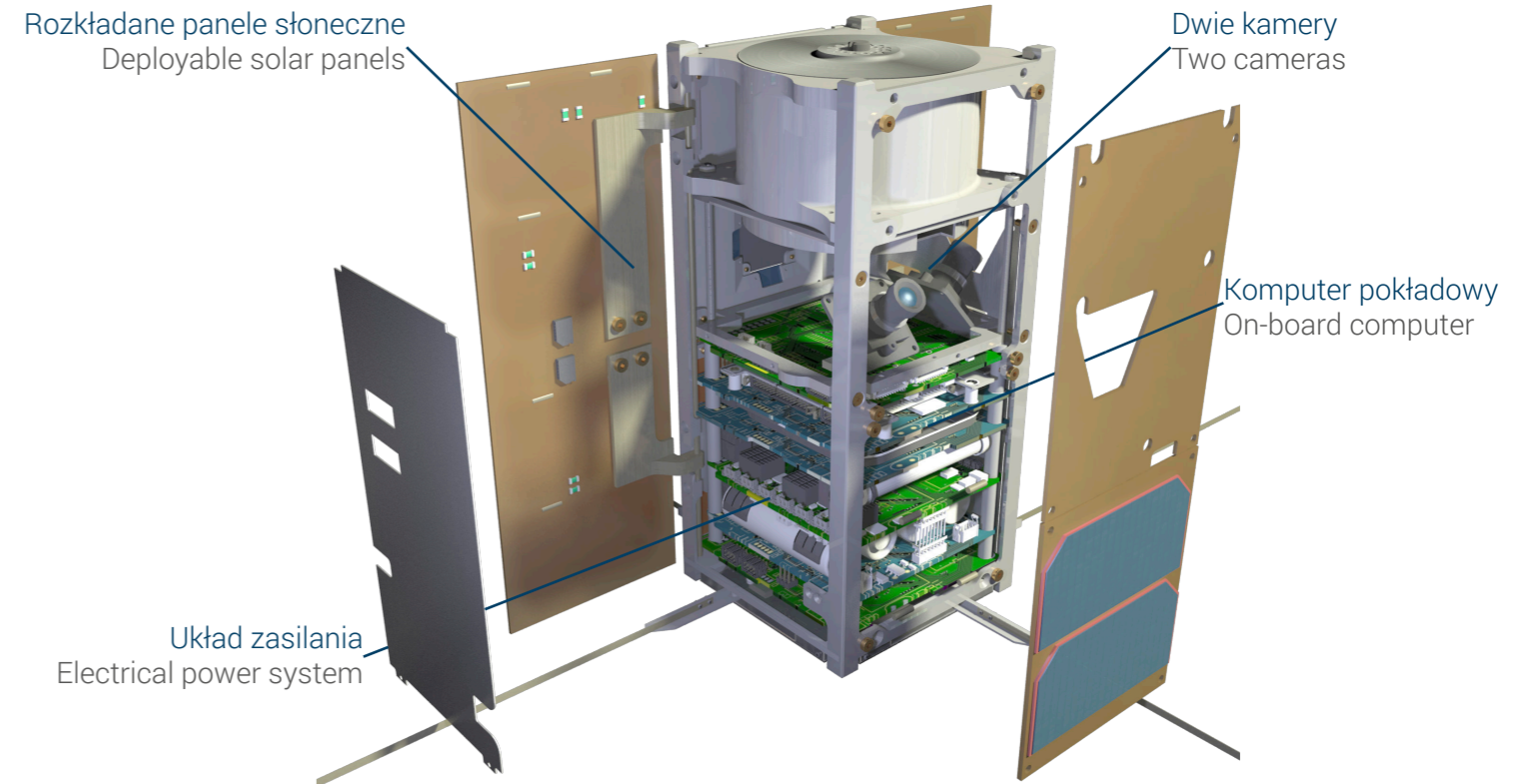
All structural elements and most of the components are students' original ideas, that usually have been carried out as a bachelor's or master's theses. Our solutions fulfill strict requirements imposed on professional space missions..

Since the beginning on **4 January 2013** more than 100 students participated in the project. At the moment there are 30 students making up tight and strong team. More than dozen of them wrote bachelor's or master's theses related to PW-Sat2 subsystems and took part in various related internships. **Most of the members have already found job in Polish and European space sector.** The development of PW-Sat2 resulted also with couple of scientific papers published. **Our main educational aim is to train young Polish space engineers.**

*Ostatnie miesiące prac zespół spędza przede wszystkim w czystowniach Laboratorium Centralnego CEZAMAT PW i CBK PAN. The team spends most of their time in cleanrooms of Central Laboratory CEZAMAT PW and CBK PAN.*

# struktura satelity

# satellite structure



# wyniesienie na orbitę launch into orbit

Nasz satelita zostanie wyniesiony na orbitę o wysokości ok. 575 km pod koniec 2018 roku na rakiecie Falcon 9. Start nastąpi z bazy Vandenberg w USA.

Dzięki dofinansowaniu uzyskanym na początku 2016 roku z Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego udało się przeprowadzić przetarg i wyłonić firmę, która zorganizuje start na pokładzie rakiety firmy SpaceX - jest nią *Innovative Space Logistics B.V.*

Our satellite will be launched into orbit of 575 km altitude on-board Falcon 9 rocket. The launch is scheduled for the third quarter of 2018 from Vandenberg Air Force Base, USA.

Thanks to the financial support received at the beginning of 2016 from the Ministry of Science and Higher Education it was possible to organize a tender and select a launch provider for a SpaceX rocket which is *Innovative Space Logistics B.V.*

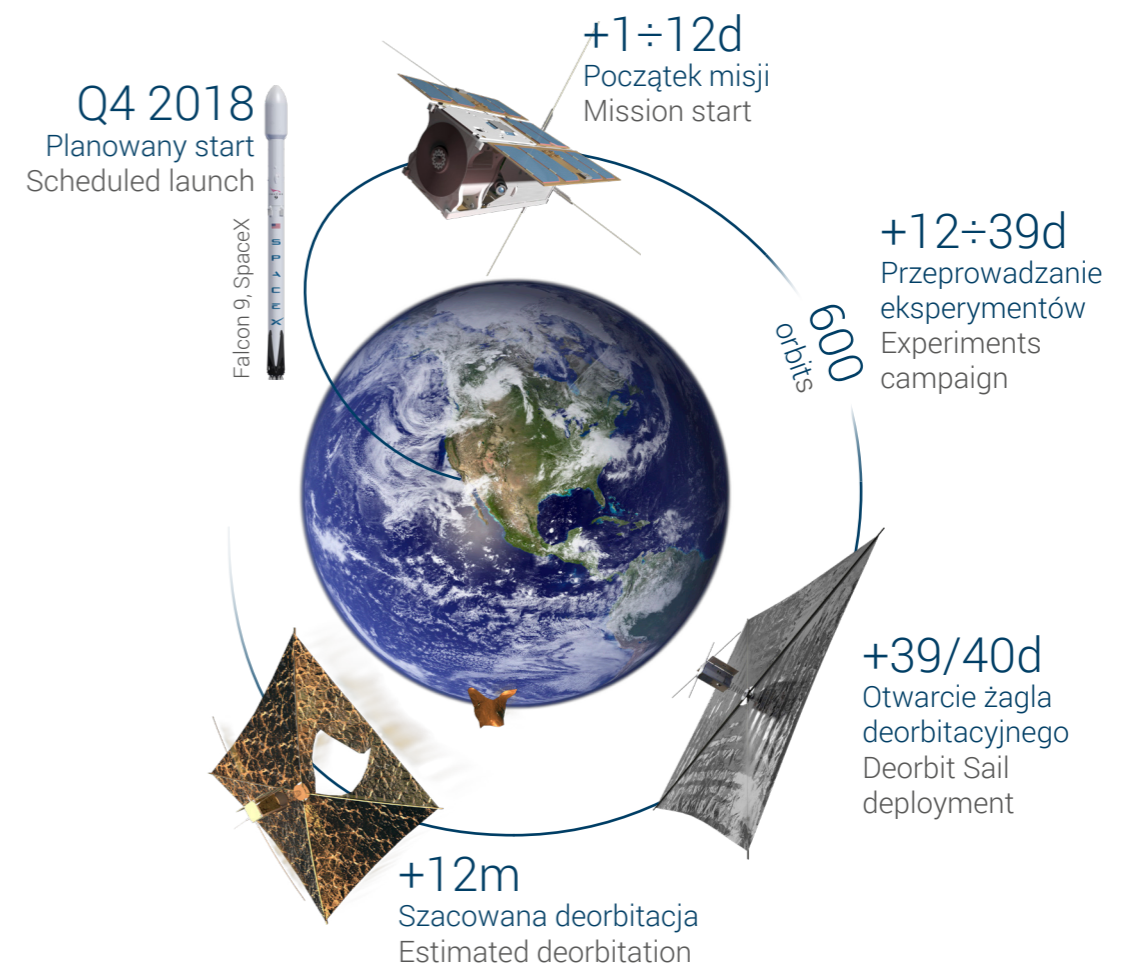


Członkowie projektu PW-Sat2 po podpisaniu kontraktu na wyniesienie satelity w kosmos 26 października 2016 r.  
Members of PW-Sat2 Project after the signing of a contract for the satellite launch on October 26, 2016

# plan misji mission plan

Kilka sekund po separacji PW-Sat2 od rakiety włączy się system zasilania oraz komputer pokładowy. Ze względów bezpieczeństwa dopiero po 40 min nastąpi otwarcie anten i wejście w tryb odbioru. Chwilę później moduł komunikacji rozpocznie nadawanie informacji o aktualnym stanie satelity. Przez pierwszy tydzień misji przeprowadzane będą szczegółowe testy wszystkich podsystemów i nie będą uruchamiane żadne eksperymenty.

Po 12 dniach od separacji rozpocznie się etap eksperymentów. Pierwszym z nich będzie zebranie danych przez Czujnik Słońca. Kolejnym testem będzie otwarcie paneli słonecznych. Po wykonaniu serii zdjęć ponownie przetestowany zostanie Czujnik Słońca. Na sam koniec - najpóźniej 40 dnia - zostanie otwarty żagiel deorbitacyjny i rozpocznie się proces deorbitacji satelity.

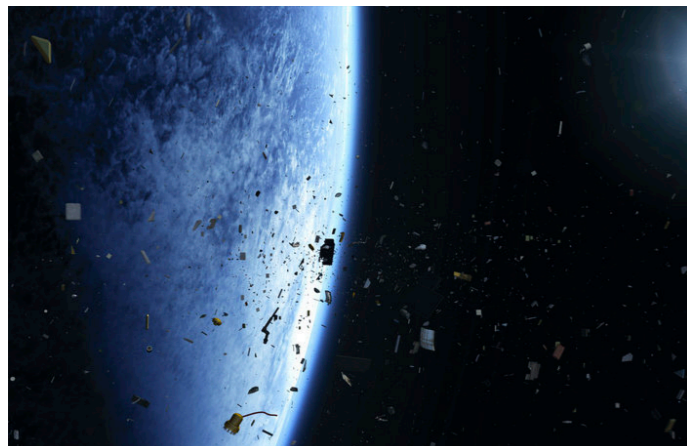


Few seconds after the PW-Sat2 separation from the rocket the Electrical Power System and On-board Computer will be turned on. Due to the safety reasons the antennas will be deployed 40 minutes later allowing to receive data from our Ground Station. After that the communication module will start to transmit the basic health status of the satellite. During the first week of the mission all the basic subsystems will be checked and no experiments will be conducted.

After 12 days from separation the experimental stage will begin. The first one will be the test of Sun Sensor. Then an opening of solar arrays will occur. After taking some photographs the Sun Sensor will be tested again. Finally - no later than on the 40th day - the deorbit sail will be deployed and the deorbitation process will begin.

# kosmiczne śmieci

# space debris



Wizualizacja śmieci kosmicznych na orbicie (źródło: esa.int)  
Visualisation of space junk in orbit (source: esa.int)

Since the year 1957 humanity has sent over 7000 satellites into Earth orbit, but only about 1600 of them are operational now. These all inoperative satellites, rocket bodies, and many different debris move with velocities reaching 36 000 km/h. They may cause a damage to operational satellites or even ISS. Each of these debris must be monitored in order to avoid collision.

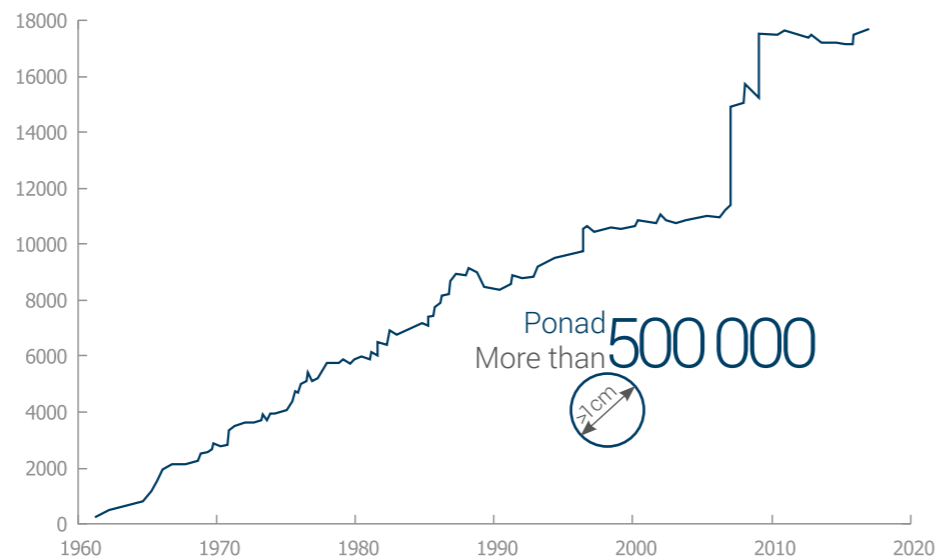
The easiest way of getting rid of space debris is its self-incineration in the atmosphere. Unfortunately, there is nothing we can do with the majority of these objects. Eventually, under the influence of residual atmosphere and solar radiation they will slow down, lower their orbit and finally burn in the Earth's atmosphere.

However, we may take care of the future generations and introduce deorbitation systems in every object operating in Earth orbit. This should speed up the process of satellite's deorbitation after it finishes its mission. It could, for instance, use a **deorbit sail**. ■

Od 1957 roku ludzkość umieściła na orbicie okołoziemskiej ok 7000 satelitów, z czego tylko ok. 1600 jest aktywnych współcześnie. Wszystkie nie działające już satelity, części rakiet wielostopniowych, fragmenty kolizji, nawet te niewielkich rozmiarów jak odpryski farby, poruszając się z ogromnymi prędkościami (rzędu 36000 km/h), stanowią poważne zagrożenie dla działających satelitów oraz misji załogowych. Każdy z takich obiektów musi być więc monitorowany, by można było go bezpiecznie ominąć.

Najprostszym sposobem pozbywania się śmieci kosmicznych jest ich spalanie w atmosferze. Z większością obiektów na orbicie okołoziemskiej nie jesteśmy w stanie nic zrobić. Pozostaje nam czekać, aż pod wpływem szczątkowego oporu atmosferycznego i promieniowania słonecznego powoli obniżą swoją orbitę i ostatecznie spalą się w atmosferze.

Możemy jednak zadbać o naszą przyszłość i dopilnować, aby kolejne wystrzelwane na orbitę okołoziemską satelity były wyposażone w systemy deorbitacyjne, które przyspieszą proces spalania satelity po skończonym okresie jego użytkowania. Mogą być wyposażone na przykład w **żagiel deorbitacyjny**. ■



Liczba śledzonych przez NASA śmieci kosmicznych.  
Rzeczywista liczba niebezpiecznych obiektów na niskiej orbicie okołoziemskiej jest wielokrotnie wyższa.  
Number of tracked space debris by NASA.  
The real number of dangerous objects on Low Earth Orbits is many times larger.

# PW-Sat

# the first Polish satellite

Ponad pięć lat temu - 13 lutego 2012 roku - na orbicie okołoziemskiej znalazł się pierwszy polski satelita PW-Sat, zbudowany przez naszych starszych kolegów ze Studenckiego Koła Astronautycznego. Wyposażono go w rozkładany ogon o długości 1 m, który miał zadziałać niczym „kosmiczny hamulec” zwiększając powierzchnię i opór aerodynamiczny satelity, co przyspieszyłoby proces deorbitacji. Na ogonie deorbitacyjnym zostały zamontowane elastyczne panele fotowoltaiczne. PW-Sat miał przetestować ich zastosowanie w przestrzeni kosmicznej.

Polski zespół, wraz z sześcioma innymi z całej Europy, zdobył miejsce na rakiecie Vega w ramach konkursu Europejskiej Agencji Kosmicznej. Po pomyślnym przejściu wszystkich testów specjaliści z ESA dopuścili PW-Sata do lotu na nowej europejskiej rakiecie. Udany start, rozpoczęcie misji oraz utrzymanie stałego kontaktu z satelitą było dużym sukcesem.

Aktywny kontakt z satelitą trwał około pół roku od momentu umieszczenia go na orbicie, po czym przeszedł on w stan całkowitej hibernacji. Zawiódł wówczas system komunikacji, co uniemożliwiło odebranie przez satelitę komendy otworzenia ogona deorbitacyjnego. Satelita PW-Sat2 będzie gotów zmierzyć się z taką awarią i wykona najważniejsze elementy misji automatycznie, nawet w przypadku utraty łączności z Ziemią.

PW-Sat spłonął w wysokich warstwach atmosfery pod koniec października 2014 roku. ■



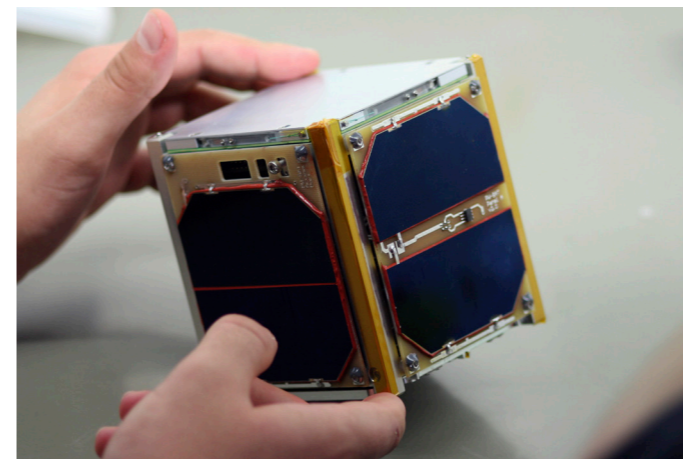
Ogon deorbitacyjny PW-Sata podczas integracji.  
PW-Sat deorbit tail during integration. (Credit: A. Kotarba)

More than five years ago, on 13 February 2012 the first Polish satellite – **PW-Sat** – was launched into Earth's orbit. PW-Sat's main task was to test the innovative deorbitation system in form of a 1m long tail expanded behind the satellite. Similarly to the current solution, it was supposed to greatly increase satellite's drag area and quicken orbit degradation. The tail was also covered with experimental flexible solar arrays.

The Polish team - with 6 from all around the Europe - won the place on the new Vega rocket in European Space Agency contest. After series of tests ESA experts allowed to launch PW-Sat on the new rocket. The successful launch, mission start and continuous communication were a large achievement.

The communication with the satellite remained active for a few months after the launch. After about 6 months the satellite went into the hibernation state. The communication system failed and made it impossible to send the tail opening command. PW-Sat2 will be prepared for such situation. Even in case of communication problem it will fulfil the major parts mission and deploy the deorbit sail. ■

PW-Sat burned in the upper layers of the atmosphere at the end of October 2014. ■



PW-Sat - pierwszy polski satelita,  
Jego celem był test ogona deorbitacyjnego.  
PW-Sat - the first Polish satellite.  
Its aim was to test a deorbit tail.  
(Credit: A Kotarba)



Zobacz, jak działał PW-Sat.  
See how PW-Sat worked.



# Studenckie Koło Astronautyczne

Studenckie Koło Astronautyczne (SKA) działa na Politechnice Warszawskiej od 1996 roku. Pomaga studentom rozwijać swoje zainteresowania i zdolności związane z szeroko pojętą kosmonautyką. Daje możliwość uczestnictwa w projektach organizowanych m.in. przez Europejską Agencję Kosmiczną oraz współpracy z doświadczonymi inżynierami z Centrum Badań Kosmicznych PAN.

W czterech sekcjach SKA aktywnie działa ponad 100 studentów z różnych wydziałów PW. Jest to jedno z największych i najprężniej działających kół naukowych w Polsce. Dużo uwagi poświęcamy szkoleniom oraz promocji kosmonautyki na piknikach naukowych, konferencjach oraz wykładach, starając się szerzyć wiedzę z zakresu przemysłu kosmicznego i nowoczesnych technologii.

Students' Space Association has been working at Warsaw University of Technology since 1996. It helps students to develop their passions and abilities related to astronautics and space engineering. It gives an unique opportunity to participate in various projects organized by European Space Agency and to cooperate with experienced engineers from Space Research Centre (CBK).

There are over 100 students from different faculties of WUT working in four large divisions. It is one of the largest and the most active Polish student scientific associations. We put a lot of effort into workshops and trainings of our members and we are also dedicated to many, various, outreach activities promoting aeronautics and space exploration.



# współpraca

# cooperation



Z przyjemnością informujemy, iż partnerami strategicznymi projektu PW-Sat2 zostały firmy Future Processing Sp. z o.o. oraz FP Instruments Sp. z o.o.

We are happy to inform, that Future Processing Sp. z o.o. and FP Instruments Sp. z o.o. are the strategic partners of PW-Sat2 project.

Za wsparcie dziękujemy serdecznie poniższym organizacjom

We are grateful for the support to following entities







[pw-sat.pl](http://pw-sat.pl)

[facebook.com/PWSat2](https://facebook.com/PWSat2)