



Międzynarodowa Stacja Kosmiczna

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna - ISS

Międzynarodowa Stacja Kosmiczna to największe laboratorium naukowo-technologiczne, jakie człowiek zbudował na orbicie Ziemi. Projekt stacji współtworzą światowe agencje kosmiczne: NASA (USA), CSA (Kanada), JAXA (Japonia), ROSCOSMOS (Rosja) i ESA (Europa). Głównym zadaniem stacji jest testowanie nowych technologii i rozwiązań w stanie nieważkości.

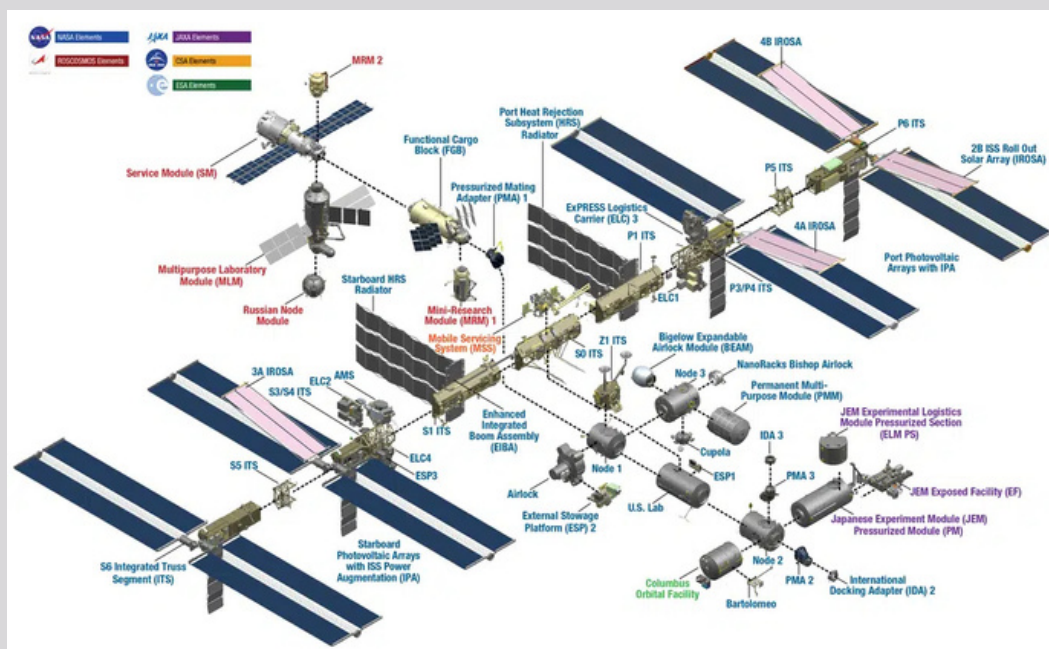
Budowa

Budowa ISS rozpoczęła się w roku 1998 od rosyjskiego modułu Zaria, aby przez kolejne lata, rozbudowano ją do rozmiarów boiska piłkarskiego. Kolejne moduły stacji wynoszone były na orbitę głównie przy pomocy amerykańskich wahadłowców.

Do montażu kolejnych elementów, nie tylko modułów, ale także paneli słonecznych czy kratownic, nieocenioną pomocą były ramiona robotyczne – zarówno te w wahadłowcach, jak i te zamontowane na ISS. Ostatnie moduły dołączone zostały w roku 2016 – BEAM oraz 2021 – Nauka i Prichal.



ISS



Schemat budowy ISS, źródło: NASA

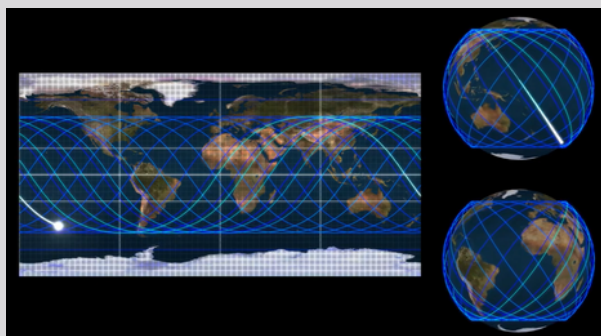
Energia

Stacja kosmiczna czerpie energię głównie ze Słońca. Panele słoneczne stacji kosmicznej zawierają łącznie 262400 ogniw słonecznych i zajmują powierzchnię około 2500 m² — to tyle, co ponad połowa powierzchni boiska piłkarskiego. Rozpiętość paneli słonecznych wynosi 73 metry i jest większa niż rozpiętość skrzydeł samolotu Boeing 777, która wynosi 65 metrów.

Łącznie panele na ISS mogą wygenerować tyle energii, ile wystarczyłoby do zasilenia ponad 40 domów. Kiedy stacja znajduje się w świetle słonecznym, około 60 % energii elektrycznej wytwarzanej przez panele słoneczne jest wykorzystywane do ładowania akumulatorów stacji, które pozwalają na używanie energii elektrycznej w czasie, kiedy stacja znajduje się w cieniu Ziemi.

Orbita

ISS okrąża Ziemię na niskiej orbicie. Wysokość orbity utrzymywana jest w zakresie 320-420 km. Orbita nie jest idealnie okrągła, lecz lekko eliptyczna i jest nachylona pod kątem **51,6°** do równika, co umożliwia przeLOT Stacji nad większością zamieszkałych obszarów naszej planety.



Orbita ISS i jej ślad - rzut na mapę świata,
źródło: Janosch Gaia

Średnio raz w miesiącu astronauta dokonują korekty orbity stacji poprzez włączenie silników na odpowiedni czas, zwykle by wynieść ISS na wysokość **ok. 400 km**. Orbita ISS zmienia się głównie na skutek interakcji ze szczątkową atmosferą, która na tej wysokości się utrzymuje, ale także zderzeń z mikrometeoroidami czy niewielkimi elementami, tzw. śmieciami kosmicznymi.

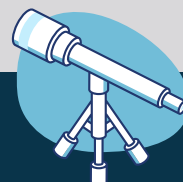
ISS w ciągu doby okrąża Ziemię **16 razy** na dobę. Prędkość, z jaką ISS okrąża Ziemię to ok. **28 000 km/h**. To niemal 200

razy szybciej, niż pędzący samochód na autostradzie i 30 razy szybciej, niż samolot pasażerski.

Przeloty ISS można oglądać gołym okiem na wieczornym i nocnym niebie, najlepiej zaraz po zachodzie lub tuż przed wschodem Słońca. Stacja przemieszcza się po niebie z zachodu na wschód. To jeden z najjaśniejszych, szybko poruszający się punkt na niebie. Bardzo łatwo jest go odróżnić od gwiazd, planet czy samolotów.

Do obserwacji stacji potrzebujesz tylko kilku czynników: aplikacji, bezchmurnego nieba i chęci. Przeloty ISS możesz sprawdzić w kilku serwisach internetowych, czy aplikacjach, np.:

isstracker.pl, heavens-above.com, aplikacji mobilnej **ISS Detector**.



Zadania dla Ciebie

1. Czy potrafisz obliczyć, ile razy szybciej od Ciebie pędzącej/go na rowerze porusza się ISS?
2. ISS w ciągu doby okrąża Ziemię 16 razy. Ile trwa zatem jedno okrążenie Ziemi?
3. Sprawdź najbliższy widoczny przeLOT ISS nad Twoją lokalizacją i przeprowadź obserwację na niebie.

Załoga

Od jesieni 2000 roku, na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej nieprzerwanie przebywają ludzie, a konkretnie astronauta i kosmonauci. Oznacza to, że już niemal od 25 lat człowiek w sposób ciągły mieszka poza Ziemią, w kosmosie!

Pierwsza załoga trafiła na ISS 2 listopada 2000 r. i spędziła tam 136 dni. Załoga Expedition 1 stanowiła 3 osoby, dwóch kosmonautów: Sergei Krikalev i Yuri Gidzenko oraz astronauta z USA, William Shepherd.

Na stacji kosmicznej zazwyczaj przebywa 6 astronautów. Często jednak w historii ISS dochodziło do sytuacji, w której jednocześnie na pokładzie stacji przebywało więcej osób, od 7, nawet do 11. Działo się tak, z uwagi na ogromną liczbę eksperymentów, niezbędną rozbudowę czy naprawę stacji. Astronauta na ISS docierają zazwyczaj w 3 osobowym składzie, wymieniając załogę, która kończy już swoją misję.



Pierwsza załoga na ISS, źródło: NASA

Do 2011 r. astronauci na pokład stacji dostawali się głównie przy pomocy wahadłowców. Od początku, aż do dnia dzisiejszego załogi korzystają też z rosyjskiego systemu wynoszenia Sojuz. Taką samą nazwę noszą zarówno rakiety, jak i kapsuły. Od roku 2020 r. funkcjonuje już trzeci sprawdzony system dostarczania załóg na ISS, to słynny duet firmy SpaceX - rakietą Falcon 9 i kapsuła Dragon. To właśnie w ten sposób polski astronauta poleci na ISS.



Rakietą Sojuz



Kapsuła Sojuz



Wahadłowiec Discovery



Rakietą Falcon 9



Kapsuła załogowa Dragon

Aktualnie, tj. w czerwcu 2025 r., na ISS przebywa załoga 73, w skład której wchodzi trójka astronautów z USA, dwójka kosmonautów z Rosji i astronauta z Japonii. Pod dołączeniu załogi Ax-4, na ISS będzie przebywało łącznie 11 osób, w tym 3 kobiety.

Co astronauci robią na ISS?

Głównym zajęciem astronautów jest oczywiście **praca**. W zależności od specjalizacji astronauty, przydzielane są odpowiednie zadania. Do typowych zadań należy przeprowadzanie **eksperymentów naukowych i technologicznych**. Na ISS badane są rozmaite technologie, począwszy od systemów informatycznych, robotycznych, przez urządzenia pomiarowe, elementy systemów podtrzymywania życia w warunkach izolacji, po różnorodne rozwiązania medyczne. Bada się także nowe materiały, ich wytrzymałość, oddziaływanie z promieniowaniem kosmicznym. Prowadzone są ponadto badania biologiczne, w tym uprawa roślin czy w dużo mniejszej skali - białka itp.

Eksperymenty prowadzone są nie tylko wewnątrz stacji, ale także na zewnątrz. Często astronauci muszą wyjść w otwartą przestrzeń kosmiczną. Mogą to zrobić wyłącznie w specjalnych skafandrach, które zapewnią im przetrwanie w tych skrajnie nieprzyjaznych warunkach. Można określić skafandry te mianem jednoosobowych statków kosmicznych. W istocie są to wielowarstwowe, skomplikowane urządzenia, chroniące astronautów przed bardzo wysokimi i niskimi temperaturami, dostarczające powietrze, chroniące przed promieniowaniem kosmicznym, bardzo niskim ciśnieniem, a do tego zapewniające komunikację ze stacją oraz z Ziemią. Praca poza statkiem kosmicznym nazywana jest **spacerem kosmicznym lub EVA** (Extravehicular activity).



Peggy Whitson prowadzi badania na ISS



Luca Parmitano pracuje na ISS



Thomas Pesquet podczas EVA, źródło: NASA

Nieco mniej częstym zajęciem jest **prowadzenie działań edukacyjnych** przez astronautów. Aktualnie na ISS rusza kolejna edycja programu ESA - **Astro Pi**, dzięki któremu uczniowie z krajów członkowskich ESA, testują swoje oprogramowanie na mikrokomputerach znajdujących się na stacji. Od ponad 20 lat prowadzony jest także projekt **ARISS**, w ramach którego uczniowie z całego świata łączą się przez systemy krótkofalarskie z astronautami z ISS, którzy odpowiadają na ich pytania. Aż dwa takie połączenia odbędą się podczas misji IGNIS, a uczniowie rozmawiali będą z polskim astronautą ESA dr Sławoszem Uznańskim-Wiśniewskim. Kolejny program prowadzony już od wielu lat na ISS to **EarthKam**. W tym projekcie, uczniowie zamawiają zdjęcia Ziemi, które automatycznie wykonuje jeden z dwóch aparatów fotograficznych na ISS. Jeszcze innym przykładem działań edukacyjnych są realizowane dla każdej misji (aktualnie mamy już 73 misję) programy, w ramach których astronauta prowadzi krótkie lekcje, wykonują proste eksperymenty, a także łączą się na żywo z uczniami zazwyczaj ze swoich krajów.

Ważnym aspektem pracy na ISS jest popularyzacja tematów kosmicznych, działań agencji i samej stacji. Astronauta prowadzi wideoblogi, blogi, konferencje prasowe, podczas których opowiadają o swojej absolutnie wyjątkowej pracy i życiu w zupełnie innych warunkach, niż te, do których przywykliśmy - w stanie nieważkości.

Jak astronauta dbają o siebie na ISS?

O tym, czym jest stan nieważkości, a także jak wpływa on na organizm ludzki, dowiesz się z innych materiałów przygotowanych dla misji IGNIS. Teraz jednak, na potrzeby omówienia dwóch bardzo istotnych obszarów życia na ISS, musisz wiedzieć kilka istotnych rzeczy. Nieważkość to stan, w którym organizm nie odczuwa własnego ciężaru, a poruszanie się na ISS przypomina nurkowanie, czy unoszenie się w wodzie. Astronauta, aby przemieścić się, muszą tylko lekko odepchnąć się np. od ściany. Przebywanie w nieważkości powoduje osłabienie mięśni, a także kości. Nic dziwnego, przecież ruch na ISS jest niemal "za darmo". Mięśnie nie muszą wykonywać prawie żadnej pracy. To trochę tak dla ludzkich mięśni, jakby człowiek leżał bez ruchu przez dłuższy czas, np. miesiąc. Po powrocie na Ziemię, astronauta muszą znowu zacząć używać swoich mięśni, by móc funkcjonować. Aby było to możliwe, przez cały pobyt w kosmosie, muszą oni regularnie ćwiczyć. Nie jest to wprawdzie jedyny powód, ale o tym także innym razem.

Astronauta na ISS wykonują **ćwiczenia fizyczne** każdego dnia, przez przynajmniej 2 godziny. Każdy ma opracowany grafik ćwiczeń, które zapewnią im odpowiednią formę i zdrowie. Na ISS znajduje się mini siłownia. Astronauta do swojej dyspozycji mają bieżnię, rower treningowy, system podnoszenia ciężarów i wiele drobnych przyrządów.

Tak, to możliwe, na ISS, w nieważkości można trenować na rowerze!



Alexander Gerst podczas ćwiczeń na ISS, źródło: NASA

Sprzęty te zostały zaprojektowane specjalnie do warunków, które panują na stacji. Astronauta muszą przypiąć się pasem, włożyć buty do zacisków na pedałach i zaatać za odpowiedni uchwyt. W ten sposób są utrzymywani w jednym miejscu i mogą symulować jazdę na rowerze.

Higiena, jak w każdym środowisku, także na ISS jest kluczowa. Utrzymywanie higieny, a zatem mycie ciała, zębów, włosów, pranie, czy toaleta nie przebiega tak samo, jak na Ziemi, jest to dużo trudniejsze. Woda w stanie nieważkości zachowuje się dość “dziwnie”. Woda przybiera kulisty kształt, a gdy natrafi na dowolną powierzchnię, przywiera do niej silnie i zajmuje coraz to większy obszar. To pewnie, prysznic nie jest możliwy w kosmosie! Jak zatem astronauci się myją? Używają niskopieniących się środków myjących, które wcierają w ciało, aby potem ręcznikiem nasączonym, a właściwie “oblepionym” wodą, móc je łatwo zmyć. Do mycia włosów używają szamponów, które nie wymagają spłukiwania (nie mylić z suchym szamponem). Mycie zębów przebiega tak samo, jak na Ziemi, z tą różnicą, że na ISS nie ma umywalki, do której można pozbyć się piany i nadmiaru pasty. No dobrze, ale co z praniem na ISS? Astronauci nie piorą swoich ubrań. Noszą te same ubrania, dopóki mogą. Zabrudzone i przepocone rzeczy trafiają do śmieci. Woda jest zbyt cennym zasobem, by móc zużywać jej do prania ubrań.



Higiena na ISS, Samantha Cristoforetti,
źródło: ESA



Toaleta na ISS, Samantha Cristoforetti,
źródło: ESA

Toaleta na ISS jest zawsze jednym z tematów, które ciekawią wszystkich. Astronauci swoje potrzeby fizjologiczne załatwiają przy pomocy specjalnej toalety wyposażonej w system ssący. Płyny trafiają do bardzo wydajnego systemu oczyszczania, a odzyskana z nich woda jest wykorzystywana ponownie, do picia lub higieny. Stałe treści zabezpieczane są w szczelnych woreczkach i składowane w jednej z kapsuł, która dostarcza na ISS zaopatrzenie. Gdy zapełniona, kapsuła odłączana jest od stacji, po czym spala się w ziemskiej atmosferze, wraz

z całym ładunkiem. Gospodarka odpadami i zrównoważona gospodarka zasobami są niezwykle ważnymi obszarami dla ISS. W tak odizolowanym środowisku, mającym ograniczone możliwości dostarczania nowych zasobów, takich jak: woda, powietrze, świeże produkty spożywcze i wiele innych, kluczowe jest optymalne zarządzanie i wydajne systemy oczyszczania.

Grafik i czas wolny

Astronauci, jak już wiesz, na ISS głównie pracują. Nic dziwnego, w końcu w tym celu są tam wysyłani. Jednak, jak każdy, także Ci wyjątkowi, wyselekcjonowani ludzie potrzebują wypoczynku. Cała załoga na ISS pracuje w takim samym trybie, w tym samym czasie. Nie ma zmian, gdy np. część śpi, a pozostali pracują. Wszyscy podlegają tym samym regułom. Jest to ważne, aby utrzymać stały rytm, w sytuacji, gdy w ciągu doby astronauci doświadczają aż 16 zmian pór dnia i nocy. Wszyscy wstają o tej samej porze, następnie jest czas na poranną toaletę, śniadanie. Następnie odbywa się poranna odprawa, podczas której astronauci poznają zakres swoich zadań na dany dzień. Przez 8 następnych godzin pracują. W międzyczasie mają oczywiście czas na obiad. Po pracy przychodzi czas wolny. W systemie tym astronauci przez dwie godziny muszą jeszcze wykonać swój dwugodzinny trening fizyczny. Część z nich ćwiczy rano, inni po pracy. W czasie wolnym astronauci jedzą jeszcze kolację.

Na koniec dnia, wszyscy w tym samym czasie udają się do swoich kajut lub miejsc, w których lubią spać. Wielu astronautów twierdzi, że wolą spać w modułach, swobodnie unosząc się w nieco większej przestrzeni, niż w kajucie. Każdy astronauta ma swój śpiwór, który musi przyczepić np. do ściany, aby uniknąć dryfowania podczas snu. Kajuty są ciasne, ale mimo to, astronauci poza miejscem do spania, trzymają tam swoje rzeczy osobiste, mają nawet lampkę, szafkę i stolik na laptop.



Luca Parmitano śpiący w kajucie,
źródło: ESA



Moduł Cupola, źródło: NASA

Czas wolny to ulubiony moment każdego astronauty. To jedyna szansa, aby mogli doświadczyć w pełni tego niezwykłego stanu, w którym się znajdują. Ulubionym zajęciem wszystkich jest przebywanie w wyjątkowym module Cupola i podziwianie naszej planety z jej orbity. Astronaucci grają też w szachy, w piłkę, kontaktują się ze swoimi najbliższymi lub po prostu spędzają czas razem. Niektórzy prowadzą w tym czasie swoje własne eksperymenty edukacyjne.

Dieta astronautów

Astronaucci na Międzynarodowej Stacji Kosmicznej jedzą właściwie to samo, co na Ziemi, lecz w innej formie. Każdy astronauta ustalaną ma specjalną dietę na czas pobytu na stacji. Dieta musi być idealnie zbilansowana, nie może zawierać produktów, które często powodują problemy z układem trawiennym. Produkty mleczne raczej nie są popularne na ISS. Żywność przygotowana na wyprawę w kosmos musi być długoterminowa, czyli przydatna do spożycia przez długi czas. Na pokład stacji trafiają potrawy czy produkty, które wymagają nawodnienia: liofilizowane, czyli pozbawione wody po zamrożeniu lub wysuszone. Jedzenie takie zamknięte jest w specjalnych woreczkach, które podłącza się do dystrybutora wody i wypełnia odpowiednią ilością. Uzyskana w ten sposób potrawa ma formę pasty, czy papki. Inny rodzaj to produkty konserwowe, jak np. mielonka z puszki. Jeszcze inne to przekąski, np. orzechy. Produkty nie mogą się kruszyć, ani być w formie sypkiej. Przyprawy, jak sól czy pieprz są dostępne w postaci płynnej. Z tego samego powodu astronauta nie jedzą pieczywa. Tortille są zamiennikiem pieczywa, a dodatkowo często pełnią rolę talerzy, których na ISS nie ma.

Każdy astronauta może zabrać na ISS swoje ulubione potrawy. Sławosz Uznański-Wiśniewski zabierze ze sobą pierogi, z kapustą i grzybami, lecho, zupę pomidorową i deser - kruszonkę z jabłkiem. Potrawy przeszły proces liofilizacji.



Jedzenie na ISS, źródło: NASA



Dostawa świeżych produktów, źródło: NASA

Co pewien czas, wraz ze statkami zaopatrzeniowymi, na pokład ISS trafiają świeże produkty, jak owoce czy warzywa. Jest to zawsze ważny moment dla załogi.

A co piją astronauta na ISS? Głównie wodę, ale mają też woreczki z proszkiem, z którego, po dolaniu wody, uzyskuje się soki owocowe, herbatę, kawę, czy kakao. Co ciekawe, aby astronauta mogli w pełni cieszyć się aromatem kawy na ISS, zaprojektowano specjalne filiżanki, z których ciecz nie ucieka.



Zadania dla Ciebie



Na podstawie lektury tekstu o Międzynarodowej Stacji Kosmicznej, a także dyskusji w klasie, odpowiedz na pytania:

- Jak wygląda dzień przykładowego astronauty na ISS, czym się zajmuje i w jakim czasie?
- Wymień i opisz przynajmniej 5 obszarów, w których życie na ISS różni się od tego na Ziemi.

