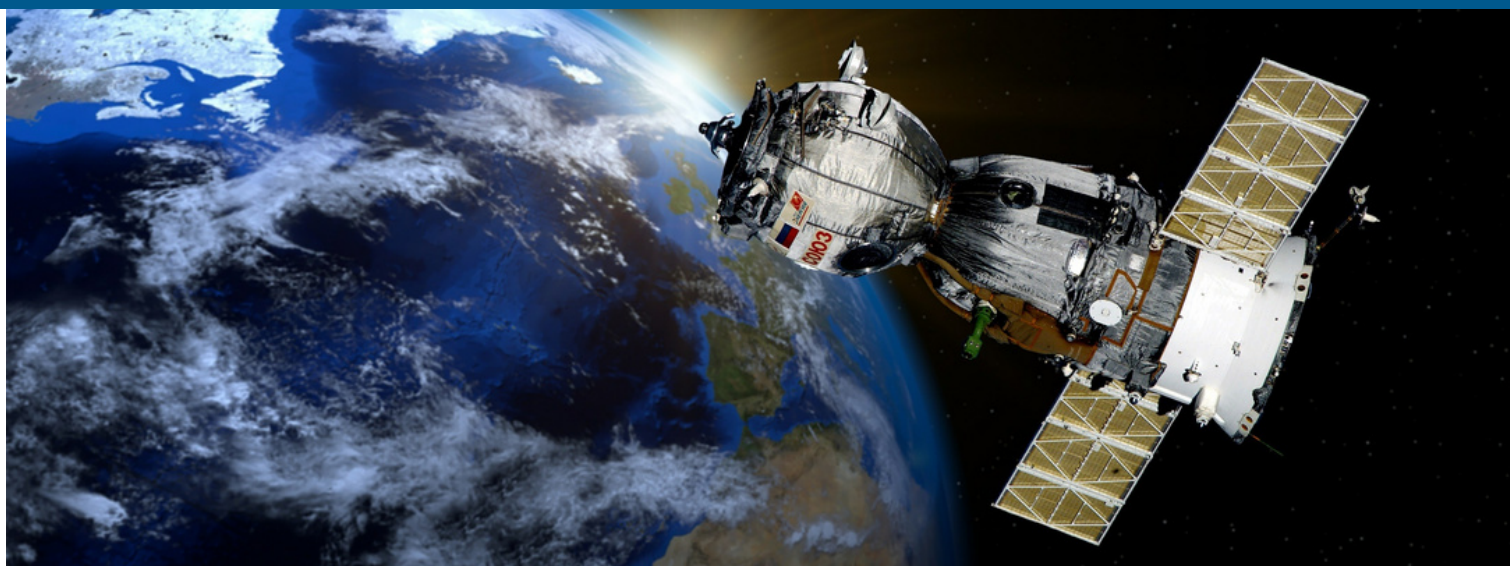


Łączność ze światem



Nad naszymi głowami rozgrywa się coś, co jeszcze kilkadziesiąt lat temu wyglądałoby jak czysta fantastyka naukowa: Ziemia została opleciona siecią satelitów, a rakiety – zamiast być jednorazowymi „fajerwerkami” – coraz częściej przypominają system transportu, który ma latać wielokrotnie. Co więcej, w tej układance coraz wyraźniej pojawia się też Polska: nie jako widz, tylko jako uczestnik – z własnymi satelitami, projektami raketowymi i kompetencjami, które buduje się latami, a potem wykorzystuje w misjach i przemyśle.

Najpierw spójrzmy na skalę. Gdy mówimy „satelity”, wiele osób widzi w wyobraźni kilka obiektów na orbitach: GPS, coś od pogody, teleskopy. Tymczasem liczby urosły do poziomu, który zmienia reguły gry. Według Europejskiej Agencji Kosmicznej (ESA) sieci nadzoru śledzą dziś około 40 tysięcy obiektów na orbitach okołoziemskich, a wśród nich znajduje się około 11 tysięcy aktywnych ładunków (czyli działających satelitów i innych aktywnych obiektów). W statystykach ESA (DISCOS) znajdziesz też inne przydatne rozróżnienia: łącznie w historii umieszczono na orbicie około 23,8 tys. satelitów, z czego w przestrzeni pozostaje około 15,9 tys., a „wciąż funkcjonujących” jest około 12,9 tys. To ważne, bo pokazuje dwie rzeczy naraz: po pierwsze – satelity stały się masową infrastrukturą; po drugie – obok infrastruktury rośnie „archeologia” kosmiczna, czyli obiekty nieaktywne i fragmenty, które zostają z nami na długie lata.

Po co nam aż tyle satelitów? Bo w praktyce współczesna cywilizacja jest coraz bardziej „orbitalna”, nawet jeśli na co dzień tego nie czujemy. Nawigacja satelitarna (GNSS) jest dziś wbudowana w logistykę, rolnictwo precyzyjne, transport, ratownictwo, a nawet synchronizację czasu w sieciach telekomunikacyjnych i finansach. Satelity meteorologiczne i obserwacyjne to podstawowe narzędzie prognozowania pogody, monitorowania susz, powodzi, pożarów, jakości powietrza. Satelity łączności zapewniają internet i komunikację w miejscach, gdzie nie ma kabli – a w ostatnich latach konstelacje na niskiej orbicie stały się jednym z najszybciej rosnących segmentów rynku. Na początku 2026 roku Reuters pisał, że sama sieć Starlink ma „około 10 tysięcy satelitów na orbicie”, co dobrze ilustruje, jak mocno konstelacje potrafią zmienić statystyki całej planety.

Satelity różnią się nie tylko zastosowaniem, ale i orbitą. Najbardziej „zatłoczona” jest dziś niska orbita okołoziemska (LEO), bo tam opóźnienia łączności są małe, a obserwacja Ziemi jest najwygodniejsza. Dalej mamy średnie orbity (MEO) – typowe dla części systemów nawigacyjnych – oraz orbitę geostacjonarną (GEO), z której satelita „wisi” nad jednym punktem równika i świetnie nadaje się do stałej łączności lub monitoringu dużych obszarów. Wybór orbity to zawsze kompromis: wysokość daje zasięg i stabilność, ale kosztuje energię; niska orbita ułatwia wyniesienie i poprawia jakość sygnału, ale wymaga całych konstelacji, jeśli chcemy pokryć całą planetę.

I tu dochodzimy do kluczowego pytania: skoro satelity są tak potrzebne, to dlaczego „po prostu” nie wynosimy ich setkami bez wysiłku? Bo wyniesienie czegokolwiek na orbitę jest w gruncie rzeczy walką z fizyką. Żeby obiekt nie spadł, musi poruszać się z odpowiednio dużą prędkością poziomą – w praktyce potrzebujesz kilku kilometrów na sekundę „budżetu prędkości” (delta-v), plus rezerwy na straty grawitacyjne i opór atmosfery. Rakieta musi więc przez kilka minut generować ogromny ciąg, a przy okazji dźwigać paliwo... które samo jest masą, którą trzeba rozpędzić. To właśnie dlatego rakiety wyglądają tak, jak wyglądają: są w dużej mierze zbiornikami paliwa z silnikiem.

Najprościej tłumaczy to równanie Ciółkowskiego (równanie raketowe), które pokazuje, że przy danym „jakościowo” silniku (prędkość wylotowa spalin / impuls właściwy) o tym, ile delta-v uzyskasz, decyduje logarytmicznie stosunek masy początkowej do końcowej. W praktyce oznacza to: jeśli chcesz „więcej prędkości”, musisz mieć ogromnie dużo masy, którą potem spalisz i wyrzucisz. NASA w swoim materiale o idealnym równaniu raketowym podaje brutalnie obrazowy wniosek: dla rakiety lecącej na orbitę około 90% masy początkowej stanowi paliwo, a pozostałe ~10% to cała reszta – konstrukcja, silniki, systemy i ładunek. To zdanie tłumaczy też, dlaczego satelita bywa „niewielkim procentem masy całego zestawu”: rakieta jest przede wszystkim narzędziem do zamiany masy paliwa na prędkość.

Właśnie stąd wzięła się klasyczna sztuczka inżynierii kosmicznej: wielostopniowość. Skoro konstrukcja jest ciężarem, którego nie chcesz niepotrzebnie rozpędzać do końca, to po wypaleniu paliwa odrzucasz zbędny stopień i lecisz dalej lżejszy. To jak wędrówka z plecakiem, z którego co jakiś czas wyrzucasz pustą butelkę i zbędne rzeczy, żeby iść szybciej. Każdy stopień ma własny silnik, własne zbiorniki, własną „chwilę życia” – i każde odrzucenie zwiększa efektywność następnej fazy lotu. W materiałach edukacyjnych NASA o podstawach lotu kosmicznego znajdziesz opis tego, jak równanie raketowe i dobór mas przekładają się na możliwość osiągnięcia orbit.

Skoro rakiety są tak „paliwożerne”, to dlaczego w ogóle myślimy o wielokrotnym użyciu? Bo w kosztach lotu nie chodzi wyłącznie o paliwo. Paradoks polega na tym, że paliwo (w porównaniu z całą operacją) często nie jest najdroższą częścią – droższe bywają silniki, awionika, zbiorniki, logistyka, infrastruktura, testy, kontrola jakości, procedury bezpieczeństwa. Jeśli więc potrafisz odzyskać część rakiety i użyć jej ponownie, zmieniasz ekonomię startów podobnie jak lotnictwo zmieniło ekonomię podróży: największą różnicę robi możliwość wielokrotnego użycia tej samej maszyny.

Oczywiście nie ma tu magii: odzysk wymaga dodatkowych systemów, często także dodatkowego paliwa na manewry powrotu i lądowanie, a to zjada część „udźwigu”. Mimo to reużywalność okazała się przełomem, bo pozwoliła zwiększać częstotliwość lotów i obniżyć barierę wejścia dla misji satelitarnych. W styczniu 2026 roku opisywano lot Falcona 9, w którym ten sam pierwszy stopień (B1080) wykonał 24. lot i wylądował po ok. dziewięciu minutach od startu – to bardzo konkretna ilustracja, że „rakieta-samolot” przestała być metaforą. A jeśli spojrzeć szerzej, Space.com podsumowywał, że w 2025 roku SpaceX wykonał 165 orbitalnych startów, z czego zdecydowana większość to misje Falcona 9, a cała logika wysokiej częstotliwości jest nierozdzielnie związana z odzyskiem i ponownym użyciem elementów.

Równolegle dzieje się europejska historia „jak wrócić do regularnych startów” i „jak to robić konkurencyjnie”. Dobrym symbolem jest Ariane 6 – nowa ciężka rakieta Europy. ESA informowała o ustaleniu terminu inauguracyjnego lotu na 9 lipca 2024 z Europejskiego Portu Kosmicznego w Gujanie Francuskiej, a Reuters relacjonował udany pierwszy start właśnie tego dnia. Potem przyszły kolejne loty: ESA opisywała m.in. drugi start Ariane 6 z Kourou oraz fakt, że loty nabierają tempa operacyjnego. Ten kontekst jest ważny, bo satelity i rakiety to nie jest „jedna technologia”, tylko ekosystem: przemysł, łańcuchy dostaw, kompetencje, suwerenność technologiczna, bezpieczeństwo.

I

tu pojawia się wątek Gujany Francuskiej – miejsca, które na mapie świata wygląda jak egzotyczny detal, a w praktyce jest jednym z kluczowych punktów globalnej infrastruktury kosmicznej. Start z okolic równika daje rakiecie darmowy „kopniak” wynikający z obrotu Ziemi. ESA tłumaczy to wprost: efekt „procy” zwiększa prędkość rakiety o około 460 m/s, co oszczędza paliwo i pieniądze oraz może wydłużyć czas aktywnego życia satelitów (bo zostaje im więcej paliwa na manewry). To jak start z ruchomej taśmy: jeśli i tak chcesz lecieć na wschód (zgodnie z kierunkiem obrotu Ziemi), zaczynasz z prędkością, której nie musisz już „dokupować” paliwem. W świecie, gdzie każdy metr na sekundę ma znaczenie, 460 m/s to różnica, która potrafi przełożyć się na większy ładunek, wyższą orbitę albo większe rezerwy manewrowe.

Skoro mamy już Ziemię oplecioną satelitami, rakiety walczące z równaniem rakietowym i geograficzne triki w stylu „startuj blisko równika”, wróćmy do pytania, które pojawia się w Twoim wątku: gdzie w tym wszystkim jest Polska? Odpowiedź jest ciekawa właśnie dlatego, że nie jest zero-jedynkowa. Polska nie jest dziś państwem, które wysyła własną ciężką rakietę orbitalną z własnego kosmodromu – ale jest państwem, które od lat konsekwentnie buduje kompetencje kosmiczne, wchodzi w europejskie programy i rozwija projekty, które realnie działają na orbicie i w lotach suborbitalnych.

Formalnym kamieniem milowym było wejście Polski do ESA: zarówno ESA, jak i POLSA przypominają, że Polska stała się 20. państwem członkowskim ESA 19 listopada 2012 roku. To nie jest tylko „logo na prezentacji”. Członkostwo w ESA oznacza udział w programach, możliwość budowania konsorcjów przemysłowych, dostęp do projektów badawczo-rozwojowych i – co równie ważne – rozwój rynku pracy, w którym kompetencje kosmiczne stają się normalną, inżynierską specjalizacją, a nie ciekawostką.

Druga, bardzo namacalna warstwa to satelity i firmy. Przykładem jest Intuition-1 od KP Labs – satelita hiperspektralny wyniesiony w listopadzie 2023, nastawiony m.in. na demonstrację przetwarzania danych na pokładzie. Jest też EagleEye – satelita obserwacyjny rozwijany przez Creotech, którego start (jako „największego polskiego satelity” w komunikacji firmy) był ogłaszany na sierpień 2024 i po starcie potwierdzono nawiązanie łączności.

Do tego dochodzą projekty akademickie, takie jak PW-Sat2 Politechniki Warszawskiej, który w 2018 roku poleciał z eksperymentem żagla deorbitacyjnego – świetny przykład, że „kosmos” to nie tylko wielkie budżety, ale też sprytne demonstratory technologii. A jeśli spojrzeć na sektor komercyjny w skali międzynarodowej, to osobną opowieścią jest ICEYE – firma od radarów SAR, która działa globalnie i ma biura także w Polsce, a jej satelity pokazują, jak ważne stają się konstelacje obserwacyjne w bezpieczeństwie i gospodarce.

Trzecia warstwa to rakiety, ale tu warto rozróżnić dwa nurty: suborbitalny (loty w górę i powrót, bez wejścia na orbitę) oraz orbitalny (pełne wejście w trajektorię orbitalną). W Polsce w ostatnich latach wyjątkowo mocno wybrzmiewa nurt suborbitalny – bo on jest świetnym „poligonem technologii”: testujesz silniki, sterowanie, awionikę, telemetrię, materiały, procedury, a przy okazji budujesz kompetencje, które później są potrzebne w większych systemach.

W 2024 roku ILR-33 AMBER 2K (Bursztyn 2K) – projekt Łukasiewicz – Instytutu Lotnictwa – osiągnął 101 km podczas startu z Andøya w Norwegii, przekraczając umowną granicę kosmosu, a POLSA opisywała to jako historyczny sukces polskich inżynierów. To nie jest „rakiet orbitalna”, ale to jest bardzo ważny próg: pokazanie, że potrafimy zaprojektować i zrealizować lot, który wchodzi w reżim „kosmiczny” – z całym jego rygiem i ryzykiem.



FUNDACJA
DISCOVER YOUR MIND

**ZADANIE PUBLICZNE WSPÓŁFINANSOWANE ZE
ŚRODKÓW OTRZYMANYCH W 2025 R OD
MINISTRA EDUKACJI W RAMACH PROGRAMU
„ODKRYWCY”**



**Minister
Edukacji**