

Jak tworzona jest świadomość sytuacyjna w przestrzeni kosmicznej

# Satelity teledetekcyjne odwracają wzrok

W dobie rosnącego zatłoczenia i zaśmiecenia orbit okołoziemskich krytyczna jest wiedza o wszelkich obiektach, które się tam poruszają. W jej gromadzeniu pomagają dziś satelity, które wcale nie były projektowane pod kątem takich misji.

## Paweł Ziemiński

Przyjmuje się, że niskie orbity okołoziemskie (Low Earth Orbit – LEO) sięgają do wysokości 2 tys. km ponad powierzchnią naszej planety. W tej przestrzeni wokół ziemskiego globu mamy dziś do czynienia z największym zatłoczeniem i zaśmieceniem. Wśród satelitów na LEO dominują urządzenia teledetekcyjne oraz satelity tworzące nowe globalne konstelacje telekomunikacyjne, jak np. osławiony Starlink. Oprócz czynnych satelitów po niskich orbitach krążą także tysiące śmieci. Wśród nich są niedziałające już satelity, górne człony raket nośnych oraz odłamki i fragmenty powstałe na skutek zdarzeń, takich jak zderzenia satelitów czy testy broni antysatelitarnej (ASAT). Zniszczony w ramach takiej próby satelita rozpada się na setki kawałków, które dalej pozostają na orbicie.

Wszystkie te obiekty poruszają się z zawrotnymi prędkościami rzędu 7,8 km/s. W rezultacie kolizje między nimi mogą zaowocować bardzo poważnymi zniszczeniami. Mierzący zaledwie 1 cm długości kawałek metalu może praktycznie wy-

eliminować czynnego satelitę. Pędzące po orbicie odpadki stanowią poważne zagrożenie dla Międzynarodowej Stacji Kosmicznej (ISS), dla zdrowia i życia przebywających na jej pokładzie astronautów. Niekiedy cała stacja kosmiczna musi więc podjąć manewr, by zapobiec zderzeniu z innym obiektem w bliskiej Ziemi przestrzeni kosmicznej. Uniki wykonują też inne sa-

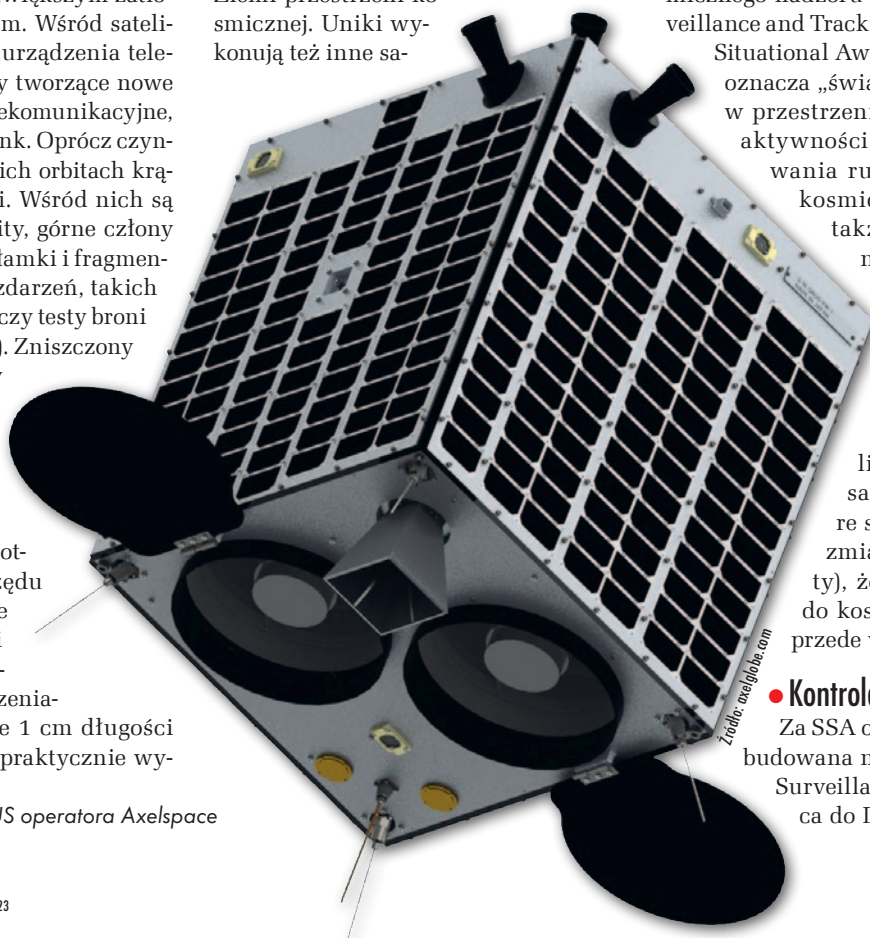
telity – te, które są wyposażone w silniki manewrowe. Przykładowo we wrześniu 2019 r. satelita Europejskiej Agencji Kosmicznej Aeolus musiał zmienić orbitę, by uniknąć zderzenia z satelitą telekomunikacyjnym sieci Starlink.

Jak widać, problem jest poważny. Stąd rozwinięte zostały takie dziedziny kosmicznego nadzoru jak SST (Space Surveillance and Tracking) oraz SSA (Space Situational Awareness). To ostatnie oznacza „świadomość sytuacyjną w przestrzeni kosmicznej”. Owe aktywności dotyczą monitorowania ruchu satelitów oraz kosmicznych śmieci, ale także potencjalnie np.

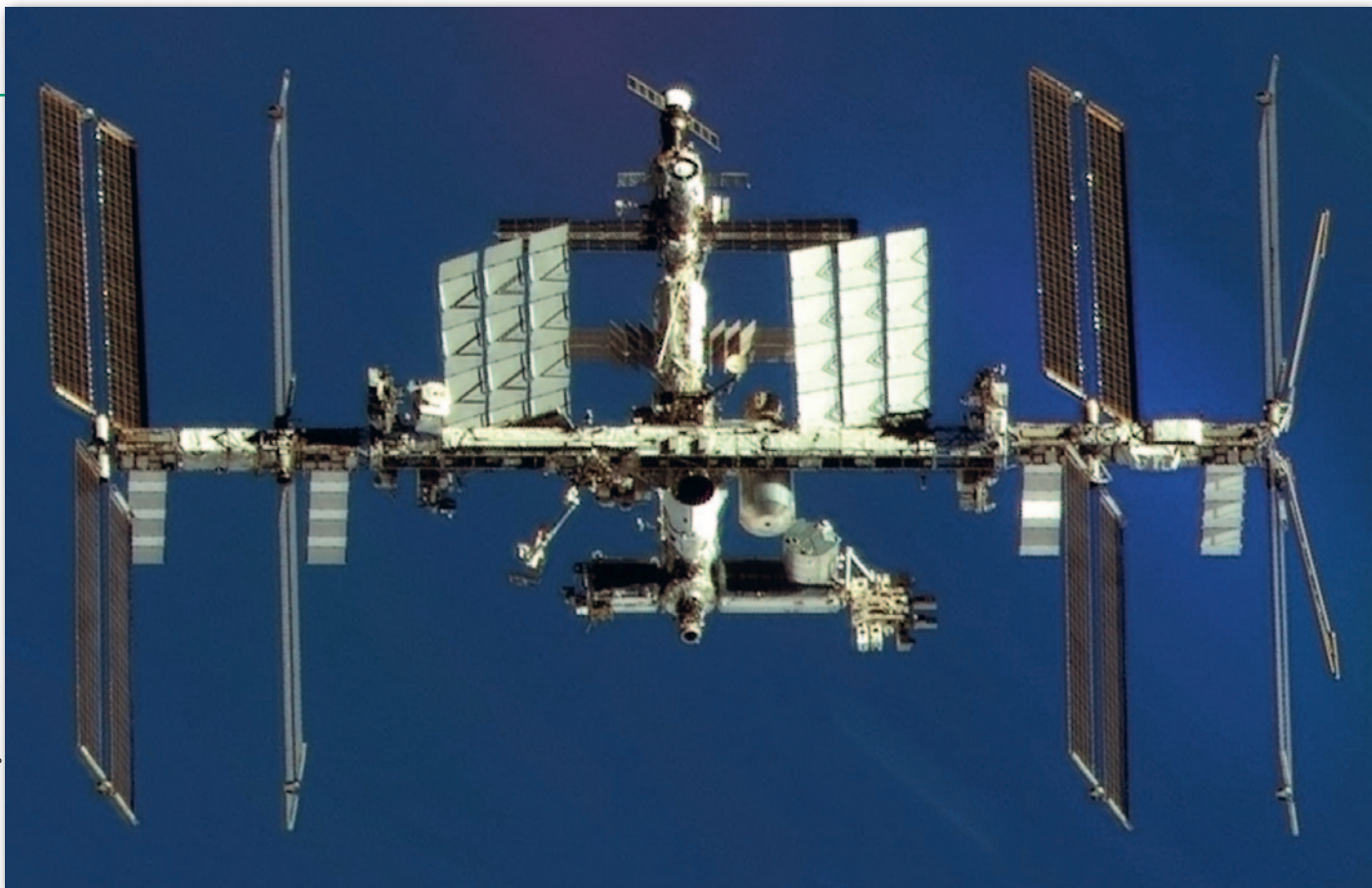
meteoroidów czy planetoid przelatujących w pobliżu Ziemi. Wiedza o zachowaniu się tych obiektów pozwala w miarę możliwości tak operować satelitami (tymi, które są przystosowane do zmian czy korekty orbity), żeby nie dochodziło do kosmicznych zderzeń, przede wszystkim na LEO.

### • Kontrola naziemna

Za SSA odpowiada m.in. rozbudowana naziemna sieć Space Surveillance Network należąca do Departamentu Obro-



Wizualizacja satelity GRUS operatora Axelspace



Zdjęcie Międzynarodowej Stacji Kosmicznej wykonane przez satelitę WorldView-3 firmy Maxar

ny USA. Dzięki wykorzystaniu tej infrastruktury powstaje kompleksowy katalog obserwacji orbitalnych. Tworzona jest dostępna publicznie baza Space-Track.org zawierająca informacje o orbitalnych obiektach mierzących 10 cm i więcej. Jednocześnie narzędzie Departamentu Obrony wykorzystuje modele statystyczne do wnioskowania o liczbie obecnych na LEO obiektów mniejszych niż 10 cm.

Usługi związane ze Space Situational Awareness świadczy też przedsiębiorstwo LeoLabs z siedzibą w Kalifornii. Firma dysponuje siecią rozmieszczonych w różnych lokalizacjach na świecie radarów, którą ciągle rozbudowuje. W połowie 2022 r. Dan Ceperley, założyciel i prezes LeoLabs, przekonywał, że jego spółka będzie już wkrótce w stanie katalogować na niskiej orbicie okołoziemskiej obiekty mniejsze niż 10 cm. Przedsiębiorstwo wspiera operatorów łącznie około 2/3 satelitów działających na LEO. Firma ostrzega kontrolerów misji o potencjalnych kolizjach obiektów orbitalnych, a także ocenia planowane manewry satelitów, by zapewnić, że nie doprowadzą one do zderzenia. LeoLabs przygląda się też bacznie startom rakiet nośnych oraz deorbitacjom i wchodzeniu w atmosferę czy to satelitów, czy górnych stopni rakiet.

W monitorowanie tego, co dzieje się na orbicie, zaangażowana jest również Polska Agencja Kosmiczna. Agencja reprezentuje nasz kraj oraz prowadzi obserwację przestrzeni kosmicznej wo-

kół Ziemi, działając w konsorcjum EU SST, którego celem jest ochrona europejskich zasobów satelitarnych. W ramach konsorcjum Agencja dostarcza dane obserwacyjne z polskich teleskopów rozmieszczonych na kilku kontynentach. Takie dane pozwalają na przykład na dokładniejsze wyznaczanie trajektorii obserwowanych obiektów. W systemie działa również stacja laserowa SLR (Satellite Laser Ranging) w podpoznańskim Borówcu należąca do Centrum Badań Kosmicznych PAN. Działając na rzecz EU SST, Polska Agencja Kosmiczna wykorzystuje swoje dane obserwacyjne oraz dane od polskich placówek naukowych i od rodzimych przedsiębiorstw.

### • Sensory w kosmosie – trzy modele

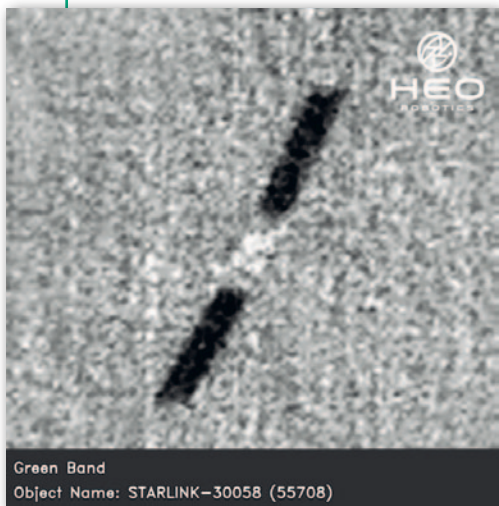
Jeśli natomiast chodzi o działania zwiększające świadomość sytuacyjną w kosmosie prowadzone nie z Ziemi, lecz z perspektywy orbity, to mamy do czynienia z trzema modelami. Pierwszy z nich zakłada wysyłanie satelitów specjalnie przeznaczonych do tego, by realizowały właśnie takie zadania. W tym modelu będzie np. działać startup Digantara z Indii. Firma dąży do tego, by w najbliższych latach wystrzelić co najmniej 40 dedykowanych SSA satelitów, zdolnych ponoć śledzić w przestrzeni kosmicznej obiekty o rozmiarze zaledwie 1 cm. Satelity Digantara będą m.in. wyposażone w sensory typu lidar. Podobne podejście prezentuje francuskie przedsiębiorstwo SpaceAble. Będzie ono wy-

syłać swojego satelitę inspekcyjnego The Orbiter na każdą płaszczyznę orbitalną, na której działają satelity klienta-operatora, by aparat ten mógł oceniać stan obserwowanych zasobów.

Drugie podejście dotyczy wysyłania przez przedsiębiorstwo z domeny SSA swoich ładunków jako integrowanych z satelitą innego operatora, realizującym generalnie inne, swoje zadania. Mówimy tu o modelu zwanym *hosted payload*. W tym duchu będzie przynajmniej częściowo funkcjonować przedsiębiorstwo High Earth Orbit Robotics (HEO Robotics). Kamery firmy trafią np. na satelity telekomunikacyjne. To podejście prezentuje również brytyjski startup Odin Space. Planuje on umieszczać na innych satelitach swoje detektory ODIN – Orbital Debris Impact Network. Ambicją Odin Space jest śledzenie obiektów mierzących poniżej 1 cm, i to zarówno na LEO, jak i na GEO (orbita geostacjonarna).

Trzecie wreszcie podejście to wykorzystanie na rzecz SSA regularnych satelitów obserwacji Ziemi. Ich sensory mogą być kierowane na obserwację tego, co dzieje się na orbitach, wtedy gdy nie patrzą w stronę powierzchni planety – choćby przelatując po jej nocnej stronie. To właśnie podejście wykorzystano, angażując do nowych prac satelity EO (satelity obserwacji Ziemi) firm Maxar Technologies, Axelspace czy Satellogic.

Pierwszy z opisywanych modeli może się wydać w pewnym sensie kontrower-



Zródło: HEO Robotics

Wykonane z odległości ok. 139 km zdjęcie satelity telekomunikacyjnego Starlink V2 Mini, pozyskane przez HEO Robotics z wykorzystaniem satelity Satellogic

syjny. Otóż w celu poprawy świadomości i bezpieczeństwa infrastruktury orbitalnej wysyłamy w przestrzeń kosmiczną kolejne satelity. W rezultacie aparaty te, choć dedykowane służącej SSA, zwiększają i tak już znaczące zatłoczenie na orbitach LEO. Tym samym rośnie ryzyko kolizji z innymi obiektami. A owocem zderzenia dwóch satelitów będzie powstanie pędzącej wokół Ziemi chmury szczątków stanowiącej zagrożenie dla kolejnych zasobów.

W tym sensie podejście drugie i trzecie mogą wydawać się nieco bardziej racjonalne. Zgodnie z nimi unikamy wszak niepotrzebne mnożenia obiektów na LEO. Podejście trzecie wydaje się natomiast szczególnie innowacyjne i efektywne. Wykorzystując na potrzeby SSA klasyczne satelity obserwacji Ziemi, maksymalizujemy bowiem użycie tych istniejących, wyniesionych i działających zasobów. Wydaje się to szczególnie racjonalne z punktu widzenia operatorów satelitarnych działających w segmencie EO.

## ● Maxar Technologies

Na niskich orbitach okołoziemskich są dziś rozmieszczone satelity zdolne prowadzić obserwacje powierzchni Ziemi z rozdzielczością dochodzącą do 30 cm na piksel. Dlaczego więc nie wykorzystac ich czułych kamer na rzecz obserwacji kosmicznego otoczenia samych orbitujących urządzeń? Tą drogą poszedł m.in. amerykański dostawca wysokorozdzielczych zobrażeń koncern Maxar Technologies. W grudniu 2022 r. oznajmił, że uzyskał licencję od NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration – Narodowa Agencja Oceanów i Atmosfery) na wykorzystanie swoich satelitów do pozyskiwania zobrażeń innych niż zdjęcia powierzchni planety. Zezwolenie od NOAA na działalność typu non-Earth

imaging (NEI) oznacza, że firma będzie mogła używać swoich satelitów do pozyskiwania zobrażeń obiektów kosmicznych krążących na wysokościach od 200 do 1000 km nad Ziemią. Sensory będące dziś w dyspozycji Maxara pozwolą fotografować obiekty kosmiczne we wskazanym obszarze z rozdzielczością do 6 cali (ok. 15,24 cm) na piksel.

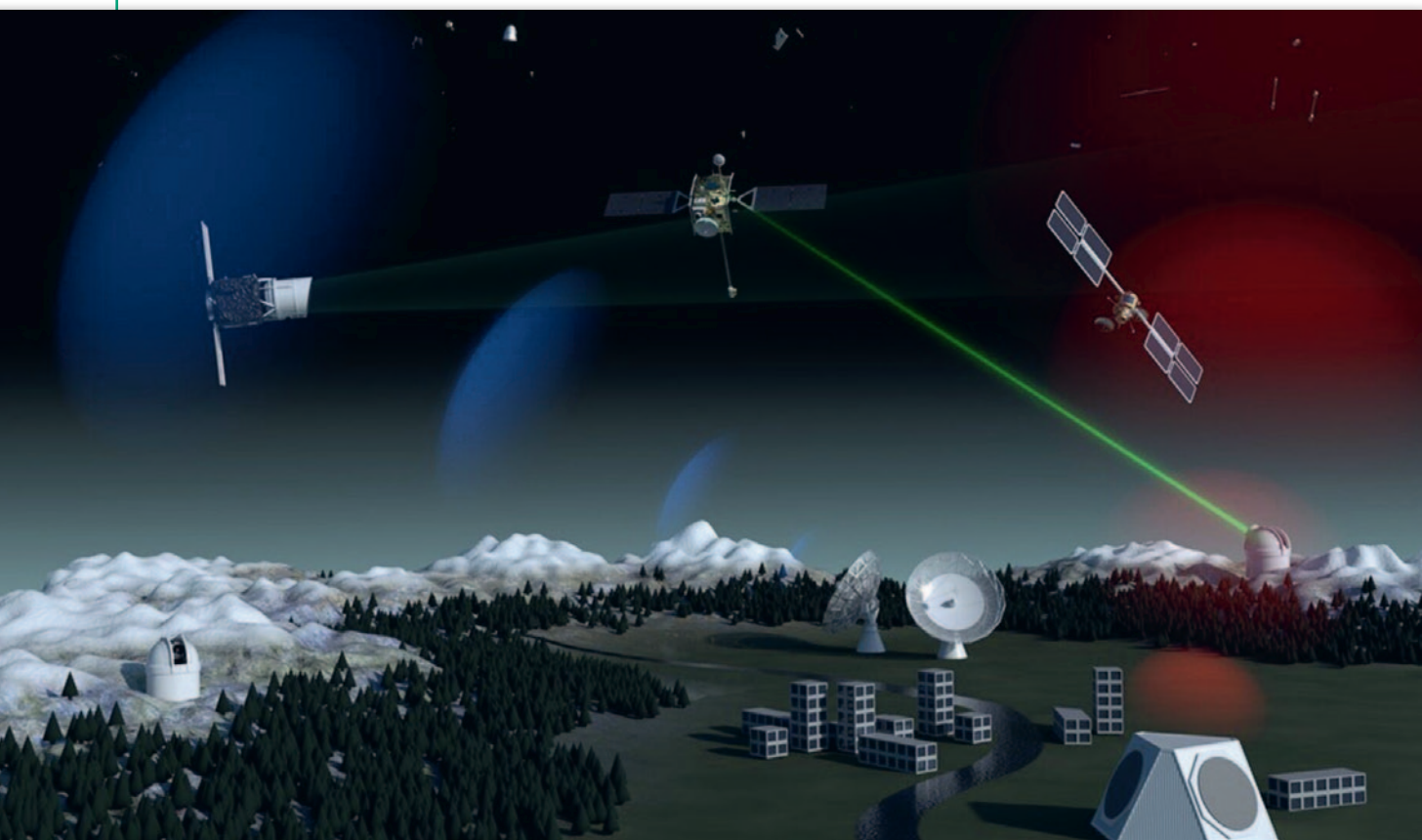
Maxar Technologies ma prawo świadczyć związane z SSA usługi zarówno klientom rządowym, jak i komercyjnym. Zezwolenie od NOAA będzie mieć zastosowanie również do przyszłej konstelacji satelitarnej koncernu – World-View Legion.

Firma rozpocznie wdrażanie serwisów NEI w 2023 r. Będą one obejmowały przede wszystkim rozwiązania, takie jak:

- SDA – Space Domain Awareness: wsparcie w identyfikacji i charakteryzowaniu obiektów kosmicznych, a także w ocenie środowiska operacyjnego dla operacji kosmicznych;

- STM – Space Traffic Management: pomoc w ocenie ryzyka kolizji na orbicie i planowaniu manewrów, weryfikacji wygaszenia (pasywacji) satelity i jego kontrolowanej deorbitacji w celu uniknięcia kolizji przy sprowadzaniu urządzenia z orbity.

W bieżących operacjach satelitarnych przedsiębiorstwo będzie wspierać operatorów w zakresie bezpieczeństwa nawiga-



Zródło: ESA

Schemat współpracy segmentu naziemnego i kosmicznego w dziedzinie SST



Artystyczna wizja kanadyjskiego satelity Sapphire przeznaczonego do Space-Based Space Surveillance

cji, oceny stanu zasobów i monitorowania nieczynnych satelitów. Jeśli chodzi o misje dotyczące bezpieczeństwa narodowego, to koncern planuje udzielanie wsparcia rządowi USA i jego sojusznikom.

Wprowadzając nowe usługi, Maxar Technologies odwołuje się też do własnego doświadczenia. Należący do obecnie aktywnej w przestrzeni kosmicznej konstelacji firmy satelita WorldView-2 został w 2016 r. uderzony nieślędzonym wcześniej kawałkiem kosmicznego śmiecia. Wkrótce potem Maxar wykorzystał innego swojego satelitę, by spojrzeć na WorldView-2 i ocenić ewentualne straty. Zniszczenia okazały się minimalne i trafiony odłamkiem satelita mógł bez przeszkód pracować dalej. Żeby jednak spojrzeć kamerą jednego swojego satelity na drugiego własnego satelitę, operator musiał wystąpić o pozwolenie do NOAA.

## • NorthStar i Axelspace

Innym operatorem satelitów obserwacji Ziemi, który zdecydował się używać swoich sensorów na rzecz wsparcia działań związanych z SSA, jest Axelspace. Firma dysponuje w przestrzeni kosmicznej liczącą pięć urządzeń konstelacją AxelGlobe. Są to satelity serii GRUS o masie 100 kg. Każdy z nich może pozyskiwać panchromatyczne zobrażenia powierzchni Ziemi z rozdzielczością do 2,5 m na piksel. Mogą też generować zobrażenia multispektralne z rozdzielczością 5 m na piksel.

W styczniu br. w mediach pojawiła się informacja o podjęciu przez Axelspace współpracy z kanadyjskim start-upem NorthStar, który będzie świadczył dla operatorów satelitów usługi na rzecz zwiększania świadomości sytuacyjnej w kosmosie. NorthStar ma w założeniu wykorzystywać satelity GRUS wtedy, gdy przelatują one nad nocną stroną planety i nie są potrzebne do klasycznej obserwacji Ziemi.

Według specjalistów z NorthStar satelitów konstelacji AxelGlobe można używać do zobrażenia tego, co dzieje się

na LEO powyżej wysokości, na której one same orbitują, tj. powyżej 585 km. Możliwe jest też posłużenie się nimi do spoglądania na obiekty na średniej orbicie okołozemskiej (MEO), a nawet na orbicie geostacjonarnej (GEO).

Prezes NorthStar Stewart Bain stwierdził, że „*łączenie istniejących danych z sensorów z AxelGlobe z algorytmami NorthStar stanowi niezwykle skuteczny sposób na poprawę jakości komercyjnych usług SSA dostępnych dla operatorów satelitów*”. Dane zbierane przez satelity GRUS są konfrontowane z informacjami, jakie NorthStar gromadzi od swoich innych partnerów, w tym również podmiotów dysponujących teleskopami naziemnymi przeznaczonymi do śledzenia satelitów i śmieci kosmicznych.

Wykorzystanie satelitów przedsiębiorstwa Axelspace do realizacji tego typu zadań jest możliwe, ponieważ, jak tłumaczy CEO firmy Yuya Nakamura, zostały one wyposażone w „*zawansowaną funkcję kontroli położenia, aby elastycznie reagować na różnorodne potrzeby w zakresie obrazowania*”. Jednocześnie Northstar podkreśla, że sensory tworzące AxelGlobe będą wykorzystywane do określania orbit śledzonych obiektów kosmicznych, a nie np. do fotografowania ich w celu oceny stanu technicznego – w przypadku mijanych satelitów.

Docelowo NorthStar chce zbudować własną konstelację 24 satelitów przeznaczonych do realizacji zadań związanych ze świadomością sytuacyjną w przestrzeni kosmicznej. Firma zebrała już na ten cel kilkadziesiąt milionów dolarów. Własne satelity mają pozwolić specjalistom z NorthStar na obserwację obiektów mierzących zaledwie: 1–5 cm na LEO, 7–10 cm na MEO oraz 40–50 cm na GEO. Współpraca z odpowiednimi partnerami dysponującymi teleskopami naziemnymi ma również umożliwić firmie „pokrycie spojrzeniem” orbit mocno eliptycznych – silnie wydłużonych (Highly Elliptical Orbit – HEO).

## • Axelspace i HEO Robotics

Podobną współpracę firma Axelspace podjęła także z innym podmiotem nastawionym na świadczenie usług związanych z SSA – High Earth Orbit Robotics (HEO Robotics), co przedsiębiorstwa ogłosiły w listopadzie 2022 r. Wcześniej, w czerwcu tego samego roku na portalu spacenews.com można było przeczytać: „*Australijska firma High Earth Orbit Robotics zapewnia już zdjęcia obiektów na orbicie, które pozyskuje, przejmując satelitę obserwacji Ziemi partnera, gdy nie jest używany, przechylając go i kontrolując kamerą pokładową, aby fotografować obiekty, które mija*”.

Korzystając z danych zbieranych przez satelity partnerów HEO Robotics świadczy usługi dla swoich klientów za pomocą platformy software'owej HEO Inspect. Dostęp do zobrażeń od Axelspace wzmocni możliwości platformy, jeśli chodzi o identyfikację czy inspekcję stanu mijanych satelitów. Założenie HEO Robotics jest takie, że HEO Inspect ma dać klientowi – operatorowi satelity – wiedzę w zakresie stanu, zachowania, zagrożeń czy anomalii w funkcjonowaniu jego krążącego po orbicie urządzenia. Wszystko po to, żeby kontroler misji satelitarnej mógł podejmować bardziej świadome decyzje.

Rozpoczętą współpracę tak komentuje przywoływany już szef Axelspace dr Yuya Nakamura: „*Byłem zdumiony, słysząc o pomysły na wykorzystanie naszych satelitów do monitorowania innych obiektów na orbicie, ponieważ nasze satelity zostały pierwotnie zaprojektowane wyłącznie pod kątem monitorowania powierzchni Ziemi. Partnerstwo między oboma firmami otworzyło nowe możliwości dla satelitów obserwacji Ziemi*”.

## • HEO Robotics i Satellogic

Przywoływane już przedsiębiorstwo HEO Robotics podjęło współpracę również z innym dostawcą danych obserwacji Ziemi i operatorem satelitów EO – firmą Satellogic, która ma w przestrzeni

kosmicznej kilkadziesiąt mikrosatelitów typu NewSat (ÑuSat). Są one wyposażone w kamerę multispektralną do pozyskiwania zobrazowań o rozdzielczości 1 m oraz w kamerę hiperspektralną. Ta druga przystosowana jest do pozyskiwania zdjęć powierzchni planety z rozdzielczością 30 m na piksel przy szerokości obrazowania rzędu 150 km (z orbity o wysokości 470 km).

Rozpoczęcie kooperacji skomentował Luciano Giesso odpowiedzialny w Satellogic za zamówienia rządowe: „Cieszymy się, że możemy wykorzystać moc naszej konstelacji satelitów o wysokiej rozdzielczości i częstej rewizycie, aby w tak skuteczny sposób przyczynić się do poprawy bezpieczeństwa w przestrzeni kosmicznej i na Ziemi”.

18 sierpnia 2022 r. firma HEO Robotics opisała niezidentyfikowany wcześniej obiekt krążący w przestrzeni okołozemskiej, znany pod nazwą „2021-033K” lub „Obiekt K”. Potwierdzono, że jest to śmieć kosmiczny, stanowiący prawdopodobnie połowę owiewki ładunku używanej przy startach chińskich rakiet nośnych Długi Marsz 6. Zdjęcia użyte w zaprezentowanym raporcie zostały wykonane za pomocą satelitów Satellogic.

William Crowe, współzałożyciel i prezes HEO Robotics, przekonuje, że stale rosnąca baza zdjęć z przelotów satelitów obserwacji Ziemi w pobliżu

innych obiektów częstokroć pozwala określić takie ich cechy, jak kształt, rozmiar, orientacja w przestrzeni, oznaki uszkodzenia czy kolor. Niekiedy da się również stwierdzić, co jest włączone lub wyłączone na mijającym przez sensor innym satelicie.

## • Polskie spojrzenie

Światowe trendy w dziedzinie wykorzystania satelitów do zadań związanych z SSA śledzi Polska Agencja Kosmiczna, do której skierowaliśmy w tej sprawie kilka pytań. W odpowiedzi dla GEODETY POLSA zapewniła, że „w ramach EU SST obserwuje potencjalne możliwości rozwoju europejskich zdolności Space-Based Space Surveillance (SBSS) opisanych w Programie Pracy »Horyzontu Europa«. Jednocześnie priorytetem rozwoju krajowych zdolności satelitarnych dla POLSA są te zdolności, które mogą zabezpieczyć polskiego użytkownika oraz w budowę których zaangażowany może być polski przemysł”.

Podkreślono, że „Agencja śledzi wykorzystanie satelitów, takich jak Sapphire czy GSSAP. (...) Satelita mogący wykonywać takie zadania może mieć wiele zalet, na przykład częstsze rewizyty w punkcie umożliwiającym obserwacje obiektu zainteresowania, możliwość obserwacji ciemniejszych obiektów czy niezależność obserwacji od pory dnia lub pogody”.

Jednocześnie Departament Bezpieczeństwa Kosmicznego POLSA zauważa: „taki satelita to oczywiście większy koszt i krótszy czas eksploatacji w porównaniu z obserwatorium naziemnym. Dodatkowo, w zależności od orbity, z której byliby prowadzone obserwacje, oraz ilości obiektów obserwowanych, satelita raczej nie miałby pełnego pokrycia obserwacyjnego obszaru zainteresowania – wymagane byłoby wtedy stworzenie małej konstelacji obserwacyjnej”.

Na zakończenie warto dodać, że ceniona i doświadczona w branży kosmicznej firma analityczna Euroconsult szacuje, iż rynek związany działaniami SSA (realizowanymi zarówno z powierzchni planety, jak i z orbity) był w 2022 r. wart 82 mln dolarów. W ciągu najbliższej dekady jego wartość wzrośnie do 1,4 mld dolarów. Wzrost ma być odczuwalny i w segmencie naziemnym, i kosmicznym. Zapotrzebowanie ze strony operatorów na szczegółową wiedzę o tym, co dzieje się na orbitach okołozemskich, z pewnością będzie duże. Szczególnie że – jak podaje Euroconsult – w ciągu kolejnych 10 lat w przestrzeń kosmiczną wyniesionych zostanie 17 tys. nowych satelitów.

**Paweł Ziemnicki**

ekspert ds. tematyki kosmicznej,  
kierownik Biura Związku Pracodawców  
Sektora Kosmicznego

## Kilka zdań o różnicach produktów

Uzupełnienie publikacji pt. „Dokładnie, choć na oko?” w miesięczniku GEODETA oraz na portalu internetowym Geoforum.pl.

**W** związku z publikacją pt. „Dokładnie, choć na oko?” (zwaną dalej artykułem) w miesięczniku GEODETA oraz na portalu internetowym Geoforum.pl (<https://geoforum.pl/news/33305/dokladnie-choc-na-oko-test-odbiornika-satlabeyr-z-dwiedemakamerami>) Leica Geosystems sp. z o.o. zwraca uwagę na następujące fakty, które powinny być uwzględnione.

Opisane w artykule odbiorniki GNSS są kontynuacją myśli technologicznej prezentowanej kilka lat temu przez produkty Geomax PicPoint i South Insight V1. Nie ma to jednak nic wspólnego z tech-

nologią używaną w odbiornikach Leica GS18I – powodem jest inne podejście do wykonywania zdjęć. Opisywane rozwiązania wymagają niezmiennej pozycji w trakcie pozyskiwania ujęcia, natomiast w Leica GS18I pozyskiwanie odbywa się dynamicznie – w ruchu. SatLab nie jest producentem odbiornika opisywanego w artykule. EYR to produkt firmy Hi-Target. Kamera w EYR to zwykły aparat do robienia stacjonarnych zdjęć, podczas gdy GS18I wykonuje zdjęcia w ruchu (migawka globalna) z jednoczesną rejestracją („łączeniem”) sąsiadujących zdjęć w oparciu o punkty charakterystyczne.

Poza tym w urządzeniu Leica precyzyjne wskazanie punktu nie jest nawet potrzebne, gdyż oprogramowanie inteligentnie „snapuje” (dociąga) wybór do np. mierzzonego narożnika budynku.

**M**etodyka pomiaru w porównywanych przez autora artykułu urządzeniach jest zupełnie różna! Przykład – wyznaczenie pozycji narożnika budynku:

- EYR > trzeba stacjonarnie wykonać pięć zdjęć narożnika budynku – zajmuje to z zapisem co najmniej 2–3 minuty, potem w programie wskazać ten sam punkt na co najmniej dwóch zdjęciach;

- GS18I > wystarczy 5-sekundowe przejście obok narożnika i wskazanie go tylko na jednym obrazie, aby wy-

znaczyć pozycję. Całość zajmuje kilkanaście sekund.

Leica Geosystems sp. z o.o. stosuje kompletnie inną technologię, która daje zupełnie inne możliwości, jak np.:

- wskazanie punktu do pomiaru tylko na jednym zdjęciu z funkcjami wskazania ręcznego lub „snapowania” do np. narożników,

- użycie linii epipolarnej w przypadku elementów liniowych (np. czarne, gładkie rury), gdzie automatyczny wybór punktu nie jest możliwy,

- automatyczna rejestracja grup obrazów, które mogą być wykorzystane do tworzenia chmur punktów w oprogramowaniu biurowym.

Nie jest to więc kwestia tylko bogatszego oprogramowania i lepszego kontrolera.

**Leica Geosystems sp. z o.o.**