

# ZOBRAZOWANIA SATELITARNE. NOWOCZESNY FUNDAMENT BEZPIECZEŃSTWA I ROZWOJU GOSPODARCZEGO [ANALIZA]

---

**W ciągu kilku ostatnich dekad w olbrzymim stopniu rozwinęły się możliwości związane z oglądem powierzchni naszej planety przez urządzenia obecne na orbicie okołoziemskiej. Pozyskiwane tą drogą obrazy oraz strumienie danych otrzymywane wskutek wysoko rozwiniętej obróbki danych satelitarnych wykorzystywane są już dziś w niezliczonych dziedzinach życia nowoczesnych społeczeństw. W dystrybucji i przetwarzaniu tego typu zobrazowań biorą aktywny udział polskie podmioty.**

Cywilne satelity obserwacji Ziemi krążą wokół planety na niskiej orbicie okołoziemskiej, najczęściej na wysokości kilkuset kilometrów. Te umieszczane na orbitach polarnych (zwykle heliosynchronicznych) są w stanie zapewnić pokrycie powierzchni w zasadzie całej planety. Okrążają przy tym glob z okresem około 100 minut.

Wśród satelitów obserwacji Ziemi wyróżnić można kilka podstawowych typów. Przede wszystkim zaliczają się do tej grupy satelity optyczne, które obserwują powierzchnię planety w zakresie światła widzialnego. Większymi możliwościami dysponują satelity optoelektroniczne, które patrzą w nieco szerszym zakresie widma promieniowania elektromagnetycznego. Dzięki temu mogą przyglądać się wybranym obszarom np. w podczerwieni, dostrzegając widoczne tam różnice w temperaturach, co może być szczególnie przydatne choćby w warunkach nocnych. Są wreszcie satelity radarowe, które przykładowo tworzą mapę topografii badanego terenu dzięki analizie tego, jak rozpraszają się czy odbijają od obecnych tam form terenowych i przeszkód wysyłane z orbity fale elektromagnetyczne.

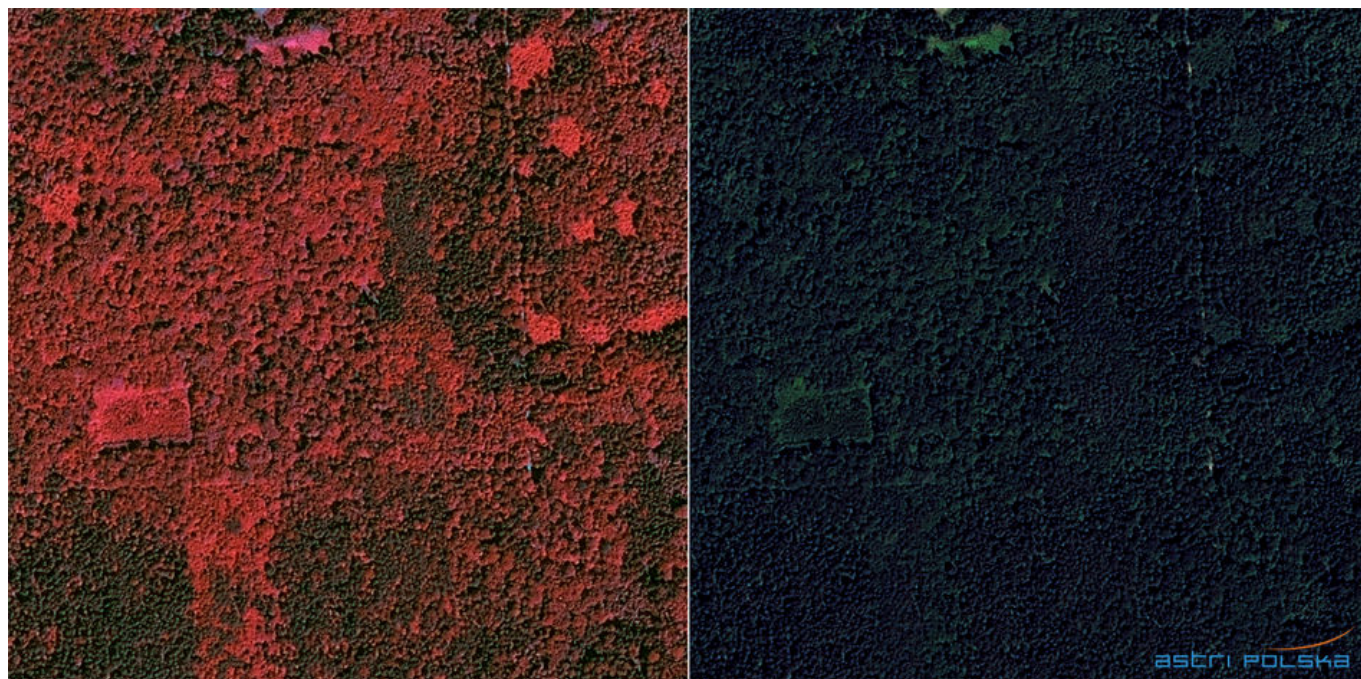
Satelitów obserwacji Ziemi zwykle nie umieszcza się poniżej 500-600 km. Urządzenie na niższej trajektorii musiałoby bowiem nadmiernie często wykonywać manewry podnoszenia orbity ze względu na opór szczątkowej atmosfery. Choć zobrazowania satelitarne oferują nieco inną rozdzielczość niż zdjęcia lotnicze, wykazują też konkretne zalety w porównaniu do tych drugich:

- niejednokrotnie mogą okazać się tańsze, zwłaszcza w sytuacjach gdy szczególnie duża rozdzielczość nie jest wymagana;
- można wykonać je dla obszarów niedostępnych dla lotnictwa – np. przygranicznych lub przestrzeni powietrznej nad portami lotniczymi;
- korzystając ze zdjęć satelitarnych zdecydowanie łatwiej uzyskać jednolite dane dla dużych obszarów, zaś uzyskanie na ich podstawie ortofotomapy nastąpi wyraźnie szybciej niż w przypadku fotografii lotniczych.

## **Szerokie zastosowanie obserwacji Ziemi ( EO - ang. Earth Observation)**

Informacje pozyskiwane dzięki satelitarnym zobrazowaniom powierzchni planety wykorzystuje się dziś

w bardzo wielu dziedzinach i gałęziach gospodarki, jak choćby w geodezji i kartografii, energetyce, leśnictwie, a także gospodarce wodnej – na przykład do analizowania jak zmienia się koryto rzeki. Satelity ułatwiają zapewnianie bezpieczeństwa i monitorowanie szczelności granic, w zarządzaniu kryzysowym okazują się natomiast niezbędnym narzędziem w ratownictwie i neutralizowaniu skutków klęsk żywiołowych.



Fragment obszaru leśnego zarejestrowany w paśmie bliskiej podczerwieni (CIR) i promieniowania widzialnego (RGB) przez satelity Pleiades. Na jego podstawie można ocenić stan zdrowotności drzewostanu. Obszary wyszczególnione kolorem czerwonym posiadają więcej chlorofilu, co widać na zdjęciu. Źródło: Airbus Defence and Space

Można wskazywać bardzo konkretne przykłady innowacyjnego wykorzystania danych z EO. W 2016 r. para satelitów Sentinel-1 dostrzegła [nierównomierne osiadanie jednego z nowszych wieżowców San Francisco](#). W Polsce działa firma SATIM, której pracownicy w oparciu o zobrażenia satelitarne badają stabilność budynków i monitorują osuwiska oraz pionowe ruchy skorupy ziemskiej, co pozwala np. obserwować deformacje dróg i przemieszczenia pionowe infrastruktury.

SATIM przy współpracy z firmą Astri Polska wykonywała m. in. [monitoring osiadania ziemi dla Urzędu Miasta Jastrzębie-Zdrój](#). Realizacja usługi bazuje na danych pochodzących z satelitów wyposażonych w syntetyczną aperturę radarową (SAR). Ten ośrodek miejski jest szczególnie narażony na zagrożenia dla ludności i środowiska związane z działalnością górniczą obecnych tam kopalni węgla kamiennego. Dzięki porównaniu obrazów radarowych wykonanych we wrześniu 2015 roku i w lutym 2016 roku udało się oszacować, że w niektórych częściach miasta poziom gruntu różnił się, aż o 30 cm. Uzyskanie tych informacji pozwoliło zidentyfikować rejony szczególnie narażone na osiadanie gruntu, a w przyszłości pozwoli przeciwdziałać negatywnym skutkom tych zmian. Przykład Jastrzębia-Zdroju pokazuje jakie znaczenie dla funkcjonowania lokalnych społeczności mają dobre praktyki, związane z wykorzystaniem danych satelitarnych przez administrację publiczną.

Współpracujący z Grupą Azoty startup SatAgro przygotował z kolei wyspecjalizowaną aplikację dla rolników. Dzięki niej farmerzy mogą, w oparciu o dane ze zobrażeń satelitarnych dostarczanych przez Astri Polska, na bieżąco monitorować rozwój swoich upraw, obserwować skutki oddziaływania na nie warunków pogodowych i zabiegów agronomicznych. Instrument pozwala efektywnie zarządzać uprawami maksymalizując wykorzystanie areалу rolnego, przy mniejszych kosztach nawożenia oraz z korzyścią dla środowiska naturalnego.

Dane ze zobrażeń satelitarnych są także masowo wykorzystywane przez firmy surowcowe, takie jak krajowy gigant KGHM.

*Analiza zdjęć satelitarnych jest (...) jedną z pierwszych technik wykorzystywanych w eksploracji złóż rud metali na obszarach bardzo trudno dostępnych, takich jak np. pustynie, czy stepy. Pozwala ona na identyfikację struktur geologicznych, lineamentów, czy stref powierzchniowych przeobrażeń skał, które mogą być pierwszym wskaźnikiem, gdzie należy rozpoczynać poszukiwania. Już w trakcie prac poszukiwawczych zdjęcia satelitarne są wykorzystywane również jako baza do map topograficznych, które pokazują nie tylko ukształtowanie terenu, czy sieć hydrograficzną, ale również elementy infrastruktury – stopień zurbanizowania czy drogi dojazdowe do lokalizacji, w których prowadzone są powierzchniowe badania geofizyczne i prace wiertnicze.*

*Jolanta Piątek, rzecznik prasowy KGHM*

Obok podmiotów komercyjnych ważnym użytkownikiem danych obserwacyjnych z satelitów są placówki naukowe i badawcze. Duże doświadczenie ma w tej dziedzinie Centrum Teledetekcji Instytutu Geodezji i Kartografii. Obecnie pracownicy Centrum realizują szereg projektów przy wykorzystaniu danych z zakresu optycznego (widzialne, termalne) i danych radarowych, w dziedzinach takich jak np. rolnictwo (prognozowanie plonów, wykrywanie i monitorowanie susz, rozpoznawanie upraw, szacowanie kondycji upraw), monitorowanie obszarów bagiennych Natura2000 (bilans energetyczny i wodny, badanie zmian uwilgotnienia gleby), czy badanie zmian pokrycia terenu na obszarach rolniczych i zurbanizowanych.

Państwowy Instytut Geologiczny także prowadzi badania i monitoring teledetekcyjny z wykorzystaniem zdjęć satelitarnych i lotniczych oraz danych wysokościowych LiDAR. Jego wyspecjalizowani w teledetekcji przedstawiciele wykonują:

- cyfrową analizę i obróbkę obrazów satelitarnych, radarowych i zdjęć lotniczych;
- analizę fotogeologiczną zdjęć satelitarnych, polegającą na rozpoznawaniu struktur tektonicznych, litologii i zmian powierzchni terenu;
- analizę obrazów satelitarnej interferometrii radarowej.

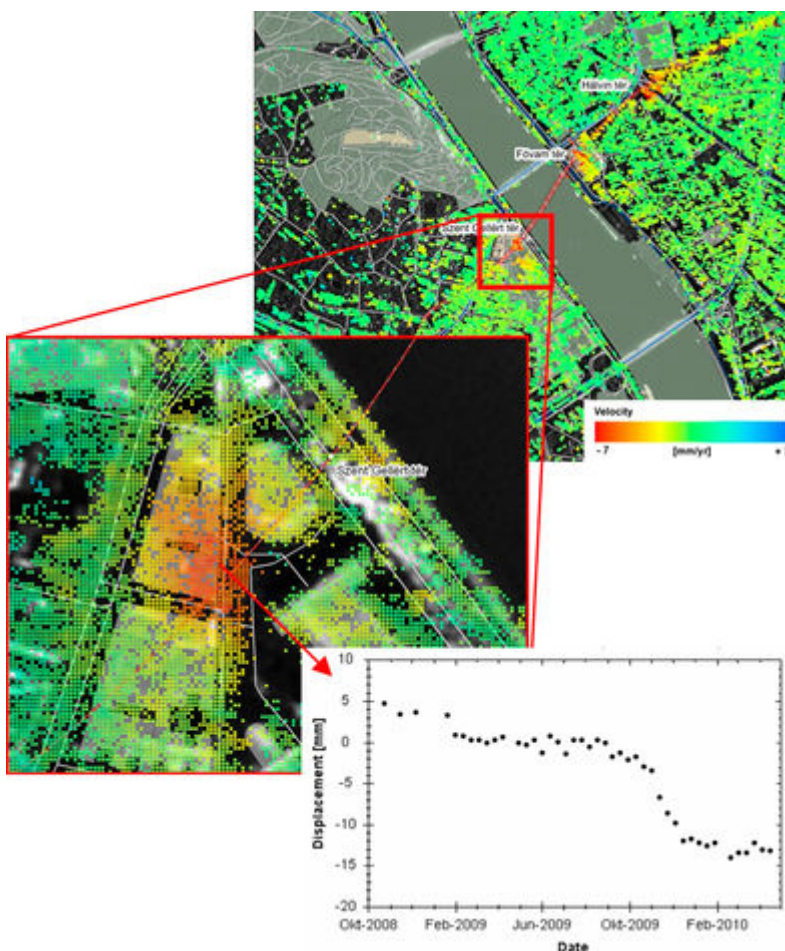
*Roślinność i użytkowanie terenu dosyć skutecznie maskują wszelkie przejawy geologii. Przełomem okazało się wykorzystanie danych radarowych. (...) bardziej intensywne wykorzystanie danych radarowych nastąpiło wraz z rozwojem satelitarnych systemów radarowych SAR (Satelity ERS-1/ERS-2) i opracowaniem metod satelitarnej interferometrii radarowej (InSAR). Interferometria, na podstawie porównania fazy*



sygnałów radarowych z kolejnych rejestracji satelitarnych umożliwia śledzenie zmian wysokościowych powierzchni terenu. Umożliwia to monitorowanie terenów, na których odbywa się eksploatacja podziemna (osiadania) i geozagrożeń (ruchy masowe). (...) Dane InSAR wdrażane są przez nas również do monitorowania osuwisk. Jednocześnie prowadzimy prace nad zastosowaniem InSAR do monitorowania terenów, na których odbywa się szczelinowanie dla pozyskania gazu z łupków. (...) W przyszłym roku, na zlecenie Ministra Środowiska rozpoczynamy prace nad serwisem, który na bazie danych Sentinel -1 umożliwi opracowanie mapy deformacji terenu całego kraju. Mapa ta będzie uaktualniana co ok pół roku a dane w postaci cyfrowej będą ogólnie dostępne na geoportalu danych geologicznych PIG-PIB IKAR.

dr Zbigniew Perski, Państwowy Instytut Geologiczny

Darmowe dane z satelitów Sentinel-1 mają całkiem szerokie zastosowanie. Do niektórych celów niezbędne okażą się jednak bardziej szczegółowe zobrazowania radarowe z należących do Airbus Defence and Space satelitów TerraSar-X i TanDem-X. Przykładem takiej sytuacji była budowa metra w Budapeszcie.



Przykład zastosowania satelity radarowego TerraSarX analizujący osiadanie gruntów przy budowie metra w Budapeszcie.  
Źródło: Airbus Defence and Space

Dane z EO mają też szerokie zastosowanie w zarządzaniu kryzysowym, którą to dziedziną zajmuje się,

wchodzące w skład Centrum Badań Kosmicznych PAN, Centrum Informacji Kryzysowej. Techniki teledetekcyjne umożliwiają produkcję aktualnych i dokładnych map. W zakresie zarządzania kryzysowego obok pozyskiwania optycznych obrazów satelitarnych o bardzo wysokiej, wysokiej, średniej i małej rozdzielczości użytkuje się także instrumenty radarowe, które umożliwiają otrzymanie obrazowania danego obszaru niezależnie od niekorzystnych warunków atmosferycznych oraz niezależnie od pory dnia. Co ciekawe, zarówno w ratownictwie, jak i zarządzaniu kryzysowym, szerokie zastosowanie znajdują również systemy nawigacji satelitarnej wykorzystywane w nawigacji samochodowej, monitoringu floty pojazdów oraz w aplikacjach mobilnych opartych na informacji geograficznej.

## **Projekty europejskie**

Szeroko rozumiane obserwacje satelitarne są współcześnie ważnym instrumentem kształtowania polityki czy stymulowania rozwoju konkretnych obszarów. Dobrym przykładem jest inicjatywa EO4EP (Earth Observations for Eastern Partnership), która jest częścią szerszego projektu EO4SD (Earth Observations for Sustainable Development). Chodzi o wykorzystanie danych z EO dla zrównoważonego rozwoju krajów Partnerstwa Wschodniego – w Polsce, Gruzji, Armenii i Mołdawii; w dziedzinach takich jak rolnictwo czy gospodarka wodna. Program ma na celu przygotowanie produktów i serwisów w oparciu o dane EO dla projektów rozwojowych Banku Światowego i Europejskiego Banku Inwestycyjnego oraz poprawienie zdolności korzystania z takich produktów i serwisów wśród użytkowników lokalnych w docelowych krajach projektu. Podmiotami oferującymi swoje produkty i usługi w ramach projektu EO4EP na terenie naszego kraju są firmy Astri Polska i GEOSYSTEMS Polska pod przewodnictwem Centrum Informacji Kryzysowej CBK PAN.

Flagowym programem Unii Europejskiej w dziedzinie satelitarnej obserwacji Ziemi jest Copernicus. To program realizowany przez Komisję Europejską (KE) na rzecz Wspólnoty. Ma on zapewnić mieszkańcom Starego Kontynentu wiedzę o aktualnym stanie planety i zmianach na Ziemi. Przyczynia się też walenie do rozwoju gospodarczego krajów UE.

**Czytaj też:** [Copernicus czyli europejskie spojrzenie na planetę. "Korzyści gospodarcze i bezpieczeństwo"](#)

Ważny orbitalny komponent infrastruktury Copernicusa stanowią satelity optyczne i radarowe z rodziny Sentinel. Astri Polska razem z firmą KAPITECH wchodzi w skład jednego z dwóch krajowych konsorcjów oficjalnie wyznaczonych przez Komisję Europejską do promowania użytkowania danych EO z Copernicusa.

Niebagatelną rolę na europejskim rynku obrazów satelitarnych odgrywają komercyjni dostawcy tego typu usług. Wśród nich jednym z najpotężniejszych graczy jest Airbus Defence and Space. Koncern dysponuje m. in. konstelacją satelitów SPOT (Satellite Pour l'Observation de la Terre). Przykładowo urządzenia SPOT 6 i SPOT 7 każdego dnia pokrywają swoim spojrzeniem obszar do 6 mln km kwadratowych – to więcej niż powierzchnia całego terytorium UE – zapewniając obrazy w naturalnych kolorach, o rozdzielczości 1,5 m.

W Polsce Airbusa reprezentuje przywoływana już firma Astri Polska. Podmiot ten jest spółką typu joint venture pomiędzy Airbus Defence & Space a rodzimą wiodącą jednostką naukową dedykowaną eksploracji kosmosu – Centrum Badań Kosmicznych PAN. Jako dystrybutor zdjęć z floty satelitów AD&S Astri Polska oferuje dostęp do wysokiej jakości obrazów satelitarnych, tak radarowych, jak i optycznych. Te pierwsze pochodzą z konstelacji TerraSAR-X/TanDEM-X, do której niedługo dołączy trzeci satelita PAZ (Q4 2017). Drugie natomiast są owocem pracy satelitów Pleiades 1A i 1B, zdolnych w krótkim czasie dostarczać obrazowania o szerokości sceny 20 km. Urządzenia te zapewniają codzienną rewizytę dla praktycznie każdej lokalizacji na Ziemi i zdjęcia o rozdzielczości 0,5 m/piksel.

Konstelacja Pleiades jest systemem dual-use, który przeznaczony jest zarówno dla celów cywilnych, jak i spełnia potrzeby wojskowe na rzecz francuskich sił zbrojnych.

### **Wartość dodana przetwarzania obrazów**

Współczesnym potrzebom rynku odpowiadają już nie tylko surowe obrazy pozyskiwane przez instrumenty na orbicie. Znacznie większą wartość zyskują materiały po przetworzeniu oraz informacje wyciągane z powstałych dzięki satelitom potężnych zbiorów danych. Obróbka obrazów i czerpanie skrojonych na miarę potrzeb użytkownika strumieni danych wymaga potężnych mocy obliczeniowych.

Astri Polska dysponuje produktami opartymi o innowacyjne wykorzystanie danych EO. Przykładem jest *3D City* – narzędzie do generowania trójwymiarowego obrazu miasta w czasie rzeczywistym. Aplikacja pozwala wzbogacać model o tekstury czy efekty specjalne, związane np. z zacienieniem czy porą dnia. Daje możliwość wizualizacji zespołów zabudowy oraz wewnątrz budynków za pomocą przeglądarki internetowej, zapewnia dostęp do trójwymiarowego modelu miasta, zawierającego szczegóły budynków, infrastruktury miejskiej czy terenów zielonych. Model ten może być wzbogacony dodatkowymi warstwami takimi jak ortofotomapy, mapy topograficzne, mapy historyczne.

Usługa *3D City* znajduje swoje zastosowanie przede wszystkim tam, gdzie potrzebna jest kompleksowa analiza i wizualizacja zagospodarowania przestrzennego oraz architektury krajobrazu. Możliwe jest także użycie narzędzia do promocji miasta w sieci.

Segment satelitarny, tak w kwestii obrazów radarowych jak i optycznych, ma również duże znaczenie w projekcie SAFEDAM, którego uczestnikiem jest Astri Polska, w konsorcjum między innymi z Wydziałem Geodezji i Kartografii PW oraz IMGW.

Celem SAFEDAM jest powstanie systemu monitorującego wały przeciwpowodziowe. W ramach SAFEDAM zdjęcia satelitarne wykorzystywane są m.in. do monitoringu zasięgu wody na podstawie danych z konstelacji Sentinel. Wykryte newralgiczne obszary będą mierzone skanerem laserowym z drona z centymetrową dokładnością pomiaru.

Kompleksowy system IT umożliwi gromadzenie, automatyczną analizę danych 3D oraz ich wizualizację dla służb hydrologicznych i specjalistów zarządzania kryzysowego. Jego wdrożenie zapewni efektywne zarządzanie ryzykiem powodziowym. Program jest finansowany przez NCBiR.

### **EO podstawą rozwoju sektora kosmicznego**

Jak podaje *Euroconsult* w latach 2006-2015 na orbitę trafiły 194 ważące ponad 50 kg satelity obserwacji Ziemi. Tymczasem już w okresie 2016-2025 zostanie wystrzelonych ponad dwukrotnie więcej, bo aż 419 tego typu urządzeń. Wartość rynku komercyjnych obrazów planety osiągnęła w 2015 r. 1,7 mld USD, zaś w 2025 dojdzie do 3 mld USD.

EO jest tą gałęzią przemysłu kosmicznego, od której w wielu krajach bierze swój początek intensywny rozwój nowo tworzonego sektora. Wydaje się, że jest to także droga dla Polski. Krajowe podmioty mają już kompetencje w obróbce, dystrybucji i przetwarzaniu zdjęć satelitarnych. Czas na umieszczenie na orbicie własnego optoelektronicznego satelity obserwacji Ziemi lub też konstelacji mniejszych urządzeń tego typu. Ważne, by przy realizacji tego programu zmaksymalizować udział rodzimych firm, co da im doświadczenie i w perspektywie zaowocuje wzmocnieniem ich pozycji na niełatwym europejskim, a także światowym rynku technologii kosmicznych.

Zobacz też: [SKANER Space24: Wiele ścieżek do operacyjnej zdolności obserwacji Ziemi dla Polski](#)