



## Znaczenie technologii kosmicznych w walce UE ze zmianami klimatu

Aleksandra Koziot

Uruchomienie w marcu br. inicjatywy Destination Earth, mającej na celu stworzenie cyfrowego modelu Ziemi, potwierdza znaczenie technologii kosmicznych w zielonej i cyfrowej transformacji UE. Konsekwencje zmian klimatu, tj. susze, pożary i powodzie, obniżają bezpieczeństwo obywateli i powodują straty gospodarcze. Upowszechnienie aplikacji wykorzystujących dane satelitarne podniesie skuteczność działań na rzecz klimatu i zrównoważonego rozwoju w UE.

**Obserwacja zmian klimatu.** W ramach [programu kosmicznego UE](#) rozwija systemy umożliwiające lokalizowanie i monitorowanie zmian zachodzących na Ziemi. Dzięki nim gromadzone są duże ilości danych, które mogą być wykorzystywane przez podmioty publiczne i prywatne, w tym władze lokalne, przedsiębiorców, naukowców i indywidualnych odbiorców. System obserwacji Copernicus oferuje np. bezpłatny dostęp do informacji na temat obecnych, przeszłych i przyszłych zmian klimatu (usługa C3S). Sensory umieszczone w kosmosie i na Ziemi pozwalają zbierać szczegółowe dane, m.in. na temat jakości powietrza i poziomów emisji, wiatrów, poziomów wód i ich zasolenia, obszarów zalesionych, temperatur. Natomiast nawigacja Galileo wykorzystywana jest np. do wyznaczania obszarów skażonych czy tras gór lodowych. Systemy te już obecnie pozwalają obserwować i badać zmiany klimatu, jednak sposób przetwarzania i udostępniania danych pozostaje niewystarczający wobec rosnących potrzeb.

UE planuje więc stworzenie cyfrowego modelu Ziemi w ramach Destination Earth. Inicjatywę realizuje Komisja Europejska (KE) we współpracy z Europejską Agencją Kosmiczną (ESA), Europejskim Centrum Średnio-terminowych Prognoz Pogody (ECMWF) i Europejską Organizacją Eksploatacji Satelitów Meteorologicznych (EUMETSAT). Tak zwany cyfrowy bliźniak naszej planety, dzięki zastosowaniu sztucznej inteligencji i chmur obliczeniowych, będzie udostępniać informacje pozyskiwane na temat Ziemi w czasie rzeczywistym i łączyć je

z symulacjami. Umożliwi to tworzenie dokładniejszych niż dotąd modeli interakcji i wpływu działalności człowieka na środowisko. Początkowo prace skoncentrują się na dwóch aspektach. Pierwszy będzie dotyczył zagrożeń wywołanych zjawiskami pogodowymi, jak powodzie i susze, co ma pomóc w reagowaniu kryzysowym na poziomie lokalnym. Drugi obejmie adaptację do zmian klimatu, co pozwoli podjąć działania dostosowawcze lub zapobiegawcze na szeroką skalę, np. w zakresie neutralności węglowej. W pierwszym etapie usługi będą dostępne dla sektora publicznego, jednak KE planuje rozszerzyć zakres użytkowników o naukowców, sektor prywatny i indywidualnych odbiorców. Pełny cyfrowy bliźniak Ziemi, obejmujący większą liczbę modeli, ma powstać do 2030 r.

**Technologie kosmiczne a jakość życia.** Zwalczanie zmian klimatu i adaptacja do nich mają znaczenie przede wszystkim na obszarach zurbanizowanych, zmagających się z wysokimi poziomami zanieczyszczeń i temperaturami (tzw. miejskie wyspy ciepła). Obecnie badania z wykorzystaniem danych satelitarnych skupiają się m.in. na optymalizacji ruchu i przewozu towarów, co pozwoli np. zredukować zużycie paliwa i emisje gazów cieplarnianych, a także podnieść bezpieczeństwo drogowe mieszkańców. Nowe usługi mają m.in. oferować modele ekonomicznej jazdy, określane na podstawie rodzaju pojazdu, natężenia ruchu i warunków drogowych. Istotne znaczenie będzie też miało tworzenie modeli zazieleniania miast, pozwalające skutecznie obniżyć temperaturę i retencjonować wodę. Ponadto coraz

powszechniej wykorzystywane są narzędzia bezpieczeństwa, tj. klucze dostępu do produktów lub danych na podstawie geolokalizacji, które są już używane m.in. do przewozu towarów niebezpiecznych. W przyszłości technologie kosmiczne pozwolą również lepiej zarządzać produkcją energii z odnawialnych źródeł, np. dzięki dokładniejszym modelom pogodowym (prędkość i kierunek wiatru, poziom nasłonecznienia itp.). Ocena mocy wyjściowej elektrowni na podstawie takich danych pozwoliłaby budować bardziej odporne systemy i ograniczać straty, które szacuje się na ok. 10% rocznej produkcji.

Ważnym obszarem powiązaniem ze zmianami klimatu jest [bezpieczeństwo żywnościowe w UE](#). Jego zapewnienie staje się trudniejsze m.in. ze względu na coraz częstsze ekstremalne zjawiska pogodowe, jak susze, powodujące spadek produkcji, a także rosnące koszty, które częściowo są efektem [wzrostu cen nawozów wskutek sankcji na Rosję](#). Jednym z rozwiązań wykorzystujących technologie kosmiczne jest np. precyzyjne dozowanie środków ochrony roślin, które pozwala obniżyć ich ogólne zużycie, jednocześnie poprawiając jakość płodów rolnych i wód gruntowych. Produkcja żywności wiąże się też z wysokimi emisjami metanu, których kontroli sprzyjać mogą dane pozyskiwane z satelitów – są one w stanie wykrywać źródła i precyzyjnie oceniać ich wielkość, co pozwala np. monitorować skuteczność podjętych działań ograniczających.

Dzięki danym satelitarnym służby ratunkowe mogą obecnie szybciej i lepiej reagować w sytuacjach kryzysowych, jak pożary i powodzie, nasilające się wskutek zmian klimatu. Pozwala to chronić nie tylko ludzi, ale też ekosystemy. W tym celu wykorzystywane są usługi wczesnego ostrzegania i mapy satelitarne udostępniane na żądanie z systemu Copernicus, a także usługa poszukiwawczo-ratunkowa Galileo, dzięki której można nie tylko lokalizować osoby w niebezpieczeństwie, ale także wysyłać na ich nadajniki sygnał zwrotny, informujący o nadchodzącej pomocy (zwiększa to skuteczność akcji ratunkowej). Obecnie rozwijane są technologie, które pozwoliłyby np. na zmniejszenie przenośnego transmittera do wielkości zegarka.

**Wpływ lotów kosmicznych na klimat.** Szybko rozwijający się rynek małych satelitów oraz rosnąca liczba startów komercyjnych mogą wywrzeć negatywny wpływ na środowisko, chociaż badania w tym zakresie są dopiero rozwijane. Wielkość emisji zależy od wielu czynników, m.in. typu rakiety i wagi ładunku, a szkodliwość emitowanych substancji – m.in. od wysokości, na jakich są uwalniane. Znaczenie ma głównie rodzaj paliwa, jaki spalają rakiety – część z nich generuje m.in. duże ilości dwutlenku węgla. Tylko niektóre są wyposażone w silniki wykorzystujące technologię ciekłego tlenu i wodoru, generujące parę wodną i niepozostawiające po sobie znacznego śladu węglowego (np. europejska rakieta Ariane 5). Poważne obawy rodzi przy

tym fakt, że zanieczyszczenia uwalniane będą także w wysokich warstwach atmosfery, gdzie ich usuwanie (naturalne lub sztuczne) będzie utrudnione. Ponadto ciepło generowane m.in. podczas lotu powrotnego rakiety przyczynia się do powstawania tlenków azotu, które mają większy wpływ na zmiany klimatu niż dwutlenek węgla. Poziom tlenków będzie się też zwiększał w związku ze spalaniem w atmosferze części [śmiec, których ilość na orbicie okołoziemskiej już teraz jest zbyt wysoka](#). UE jak dotąd nie monitoruje skali takich emisji.

**Wnioski i perspektywy.** Chociaż większość danych z systemów kosmicznych UE jest powszechnie i bezpłatnie dostępna, poważnym wyzwaniem pozostaje ich zastosowanie w praktyce. Rynek aplikacji wykorzystujących technologie kosmiczne w UE rozwija się szybko, jednak zwalczanie zmian klimatycznych ma co do zasady charakter globalny. Warto, by UE z pomocą partnerów, np. ONZ i Unii Afrykańskiej, promowała już dostępne rozwiązania w sektorze publicznym – m.in. budowę systemów wczesnego ostrzegania i edukacji klimatycznej – a także prywatnym, który świadczyłby usługi dostosowane do lokalnych potrzeb. Za ważny krok należy uznać podpisanie w marcu br. protokołu ws. współpracy przez Agencję UE ds. Programu Kosmicznego (EUSPA) i Biuro ONZ do spraw Przestrzeni Kosmicznej (UNOOSA). Może to usprawnić wdrażanie Agendy na rzecz zrównoważonego rozwoju 2030 – technologie kosmiczne mają istotne znaczenie w przypadku 13 z 17 postawionych w niej celów. Ze względu na rosnącą liczbę startów warto również, by UE podejmowała inicjatywy zmierzające do lepszego ich uregulowania – ograniczenia wpływu na klimat lub zapewnienia pierwszeństwa misjom, służącym celom publicznym i naukowym.

W najbliższych latach rozwój aplikacji wykorzystujących dane satelitarne będzie miał kluczowe znaczenie dla stabilnego i przyjaznego środowiska rozwoju w UE. Ich powszechne użycie wesprze działania na rzecz zmniejszenia śladu klimatycznego i poprawy warunków bytowych obywateli. W tym celu kluczowe będzie jednak przyciągnięcie większej uwagi władz publicznych, w tym lokalnych, i biznesu, które dzięki technologiom kosmicznym mogą obniżyć koszty społeczne i gospodarcze transformacji w kierunku neutralności klimatycznej. Polska Agencja Kosmiczna buduje np. Narodowy System Informacji Satelitarnej, który zapewni dostęp do szerokiej bazy danych z obserwacji Ziemi. Warto, by mimo obecnych trudności gospodarczych UE podtrzymała wydatki na rozwój systemów kosmicznych, które posłużą m.in. budowie cyfrowego bliźniaka Ziemi. Na 2026 r. planowane jest np. uzupełnienie systemu Copernicus o satelity, które będą monitorować emisję dwutlenku węgla związanego z działalnością człowieka (misja CO2M).