

Dane satelitarne bardziej dla ludzi

Jeżeli miasta chcą pertraktować z przedsiębiorstwami górniczymi jak równy z równym, to niezbędny jest jednakowy dostęp do informacji – tłumaczy **MATEUSZ MAŚLANKA** z firmy **SATIM**, która uruchomiła portal **OsiadanieTerenu.pl**

PAWEŁ ZIEMNICKI: Jak powstają satelitarne zobrażenia radarowe i czym się różnią od optycznych?

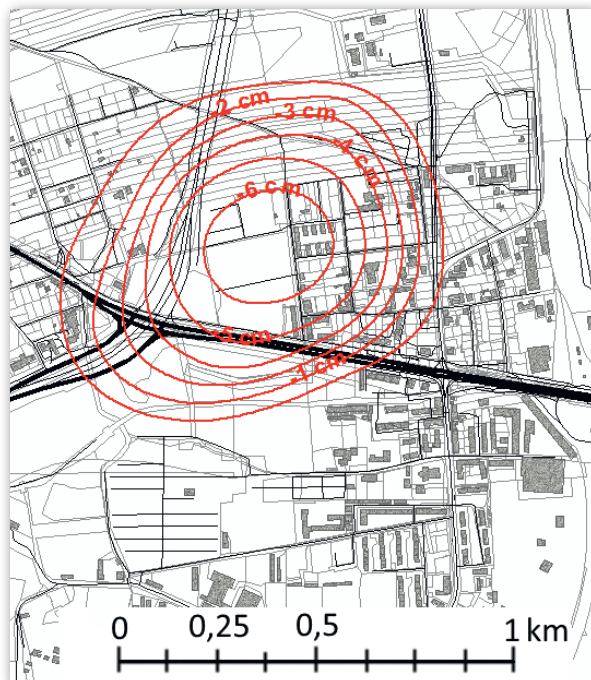
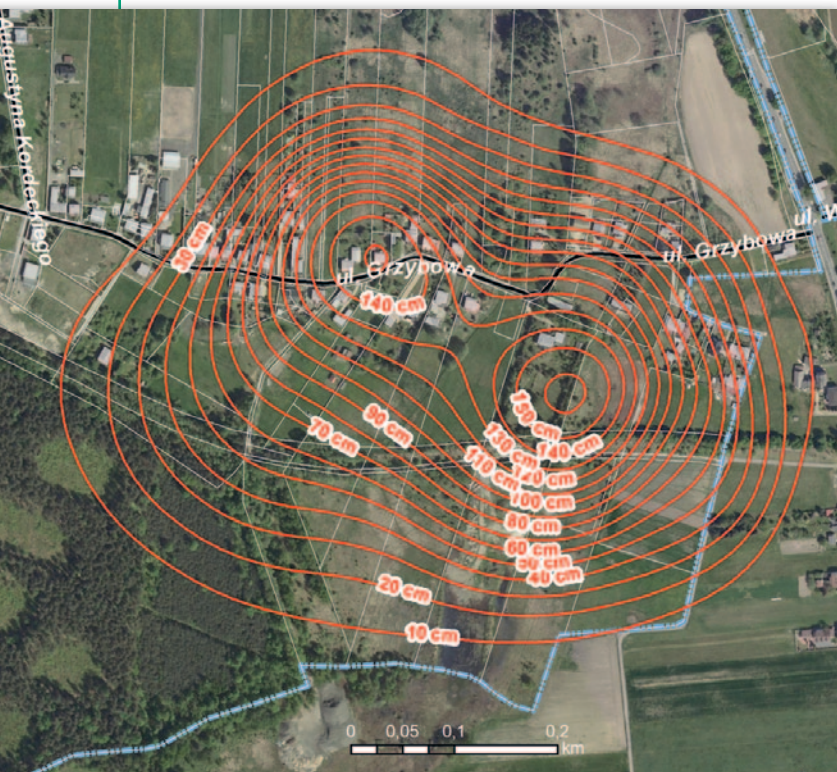
MATEUSZ MAŚLANKA, dyrektor operacyjny w firmie SATIM: Główna różnica polega na tym, że do prowadzenia obserwacji optycznych potrzebujemy światła słonecznego. Słońce oświetla obserwowany obiekt i dzięki temu kamera CCD (*charge-coupled device*) na pokładzie satelity jest w stanie rejestrować światło, które – dla różnych długości fali świetlnej – odbiło się od interesującego nas obiektu. W pewnym uproszczeniu można powiedzieć, że na satelicie

optycznym zainstalowany jest aparat fotograficzny, który wykonuje zdjęcie.

Natomiast do pozyskiwania zobrażeń radarowych niezbędny jest impuls z satelity, czyli duża ilość energii w postaci fali elektromagnetycznej wygenerowanej w konkretnym zakresie widma, która następnie odbija się od powierzchni Ziemi i w końcu odbierana jest przez satelitę. W rezultacie interpretacja tego odbicia tworzy obraz radarowy. Stąd satelity radarowe są nazywane aktywnymi (wysyłają promieniowanie elektromagnetyczne), a satelity optyczne – pasywnymi.

Jakie korzyści przynoszą satelitarne zobrażenia radarowe branżom związanym z wydobyciem surowców, produkcją i dystrybucją energii?

Technologia oparta na zdjęciach radarowych stosowana przez SATIM świetnie wpisuje się w potrzeby tego sektora. Przykładowo dla dużego polskiego operatora infrastruktury do przesyłu gazu realizujemy projekt, w ramach którego przekazujemy ostrzeżenia o przemieszczeniach terenu wzdłuż przebiegu gazociągów. Dotyczy to przede wszystkim obszarów niecek na Górnym Śląsku. Nasze informacje o zachodzących przemiesz-



Na terenach aktywnych górniczo pionowe ruchy terenu osiągają znaczne wielkości. Ale nawet jeszcze kilka lat po zakończeniu eksploatacji rejestruje się milimetrowe przemieszczenia

zeniach odnoszą się do osiadania terenu, ale mogą również dotyczyć osuwisk.

W praktyce odbywa się to w ten sposób, że obserwujemy obiekt, który bardzo mocno odbija promieniowanie elektromagnetyczne, i sprawdzamy, jak zmienia się charakterystyka odbitej fali. Jeśli ta charakterystyka (a konkretnie wartość fazy fali) jest zmienna – to wiemy, że ten obiekt się albo przybliżył, albo oddalił (czyli de facto obniżył).

Jak to wygląda od strony dokładnościowej?

Kluczową zaletą zobrażeń radarowych jest ich niesamowita dokładność. W przypadku pomiarów punktowych jest ona rzędu nawet 1 milimetr na rok. Dlaczego na rok? Jeśli chcemy uzyskać mapę przemieszczeń terenu, trzeba wykonać od kilkunastu do kilkudziesięciu obserwacji. W poszczególnych pomiarach pojawiają się bowiem odchylenia, które układają się w pewien trend składający się na dokładność całościowego wyniku.

Milimetrową dokładność pozwala uzyskać metoda PSInSAR opierająca się na wyznaczonych punktach – stałych rozpraszaczach. Polega ona na obserwacjach skonkretyzowanych obiektów – niekoniecznie zlokalizowanych w niecce, ale rozproszonych po całym terenie. Można za jej pomocą monitorować i badać w sposób ciągły osuwiska. Metoda ta nie sprawdza się jednak przy obserwacji dużych ruchów.

Co może pełnić funkcję takich stałych rozpraszaczy?

Najlepiej obiekty, które odbijają fale radarowe w sposób niezmienny – głównie budynki, infrastruktura drogowa lub skaliste podłoże. Na terenach odkrytych, gdzie brakuje takich obiektów, istnieje możliwość zainstalowania specjalnych konstrukcji zwanych *corner reflectors*. Reflektor ten wygląda jak piramida bez podstawy odwrócona do góry nogami, której wierzchołek jest zamocowany do podłoża. Wówczas wewnętrzne powierzchnie jej ścian bocznych bardzo silnie odbijają promieniowanie elektromagnetyczne.

Na czym polega i do czego służy druga metoda obserwacji DInSAR?

Skala przemieszczeń pionowych terenu na Górnym Śląsku jest znaczna – może przekraczać nawet metr na rok. Są to wartości zbyt duże, żeby można je było uchwycić z wykorzystaniem bardzo czułej metody punktowej PSInSAR, stąd na obszarach górniczych stosujemy metodę DInSAR. Za jej pomocą obserwuje się niecki, które tworzą się nad obszarem eksploatacji górniczej. DInSAR jest nieco mniej precyzyjna – cechuje się dokładnością na poziomie 1 cm.

Natomiast atutem tej metody jest możliwość kontroli rozległych terenów. Łatwo sprawdzić nią cały obszar miejscowości czy też gminy pod kątem występowania przemieszczeń w postaci niecki. Badamy to w trybie ciągłym – dla całej analizowanej powierzchni.

Od kiedy SATIM oferuje tego typu rozwiązania?

Od 2015 r. udostępniamy nasze usługi komercyjnie. Pierwszym miastem, które z nich skorzystało, było Jastrzębie-Zdrój. Później do grona naszych klientów dołączyły inne miejscowości czy całe gminy lub powiaty, między innymi Mikołów, Pszczyna, Imielin czy Goczałkowice-Zdrój. Warto tu też wspomnieć usługi wykonywane na rzecz Generalnej Dyrekcji Dróg Krajowych i Autostrad, która przeprowadzała weryfikację przemieszczania terenu w obrębie drogi ekspresowej S3. Po wycofaniu się wykonawcy inwestycji GDDKiA chciała sprawdzić, czy przemieszczenia, które raportował, faktycznie były tak duże, by uzasadniały ten krok. Czy może jednak przemieszczenia przybierały w istocie wartości takie, jak to zakładał plan ruchu kopalń?

I co się okazało?

Zrealizowane przez nas pomiary pokazały, że przemieszczenia były w granicach wcześniejszych prognoz, czyli znacznie mniejsze, niż zgłaszał wykonawca. GDDKiA zyskała więc bardzo mocny argument w tym sporze. Korzystając z obserwacji satelitarnych, byliśmy w stanie zweryfikować pomiary wykonane klasycznymi metodami geodezyjnymi. Stosowana przez nas metoda daje rzetelne wyniki i jest obiektywna, co pozwala rozsądzać spory związane z interpretacją archiwalnych, ale i tych bieżących danych geodezyjnych. Jednocześnie wykorzystanie danych satelitarnych zmniejsza koszty obsługi inwestycji, ponieważ pozwala zredukować liczbę wyjazdów w teren.

Jesteśmy także nadzór nad budową Trasy Łagiewnickiej w Krakowie. Analizujemy faktyczne i potencjalne przemieszczenia terenu podczas budowy tunelu drogowego realizowanej metodą odkrywkową. Obserwujemy oddziaływanie danego fragmentu trasy na budynki zlokalizowane wzdłuż inwestycji.

A jak wygląda wasza współpraca z samorządami?

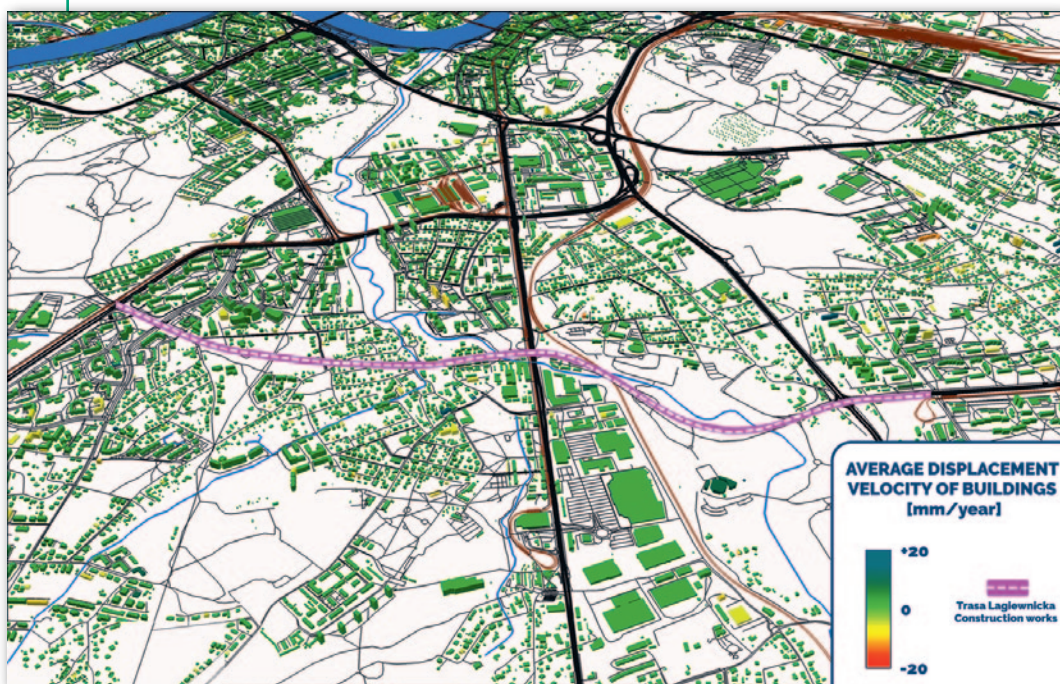
Zacznijmy od tego, że odpowiedzialne za szkody instytucje górnicze wcale nie udostępniają mieszkańcom wyników swoich pomiarów albo robią to w stopniu bardzo ograniczonym – np. udostępniają jedynie ciągi pomiarowe wzdłuż jednej czy dwóch dróg przechodzących przez



MATEUSZ MAŚLANKA, dyrektor operacyjny w SATIM Monitoring Satelitarny Sp. z o.o. Menedżer, wdraża z powodzeniem rozwiązania z zakresu wykorzystania satelitarnych danych radarowych. Swoimi kompetencjami wspiera działania dotyczące górnictwa, budownictwa, planowania przestrzennego, zarządzania miastem, modelowania 3D, leśnictwa oraz rolnictwa. Posiada duże doświadczenie związane z dystrybucją zobrażeń satelitarnych, a także w zakresie aplikacji do przetwarzania danych lidar i GIS oraz wizualizacji kartograficznej.

nieckę obniżeniową. Poza tym te pomiary wykonywane są przez geodetów górniczych, do których mieszkańcy mają niekiedy ograniczone zaufanie. Natomiast my na podstawie danych radarowych możemy opracować całą nieckę i mieć pełną informację o jej zasięgu. Dlatego chcemy coraz szerzej udostępnić wyniki naszych prac. Niedawno uruchomiliśmy usługę monitorowania osiadania terenu dla obszarów Górnego Śląska, gdzie pozyskiwane za pomocą satelity wartości osiadania terenu są przypisywane do konkretnych działek. W efekcie każdy mieszkaniec gminy górniczej będzie mógł pobrać raport o swojej nieruchomości. Informacje o wynikach pomiarów będą generowane dla zainteresowanych użytkowników automatycznie.

Tworzony raport może też zostać wykorzystany przez przedsiębiorstwo górnicze, które zechce wykazać, że wbrew



Średnia prędkość przemieszczania budynków w pobliżu tunelu budowanej Trasy łagiewnickiej

stawianym mu zarzutom na danym terenie w rzeczywistości nie występowało osiadanie terenu. Taka informacja może pomóc jednej czy drugiej stronie w uzyskaniu dla siebie pozytywnego rozstrzygnięcia sporu sądowego. Na tym polu stale współpracujemy z kancelariami prawnymi. Dzięki naszym raportom prawnicy potrafią jednoznacznie powiązać szkody, jakie wystąpiły na danym obiekcie budowlanym, z działalnością górniczą i wykazać związek przyczynowo-skutkowy.

Rozumiem, że usługi te obejmują zarówno tereny ciągle aktywne górniczo, jak i te, gdzie eksploatacja złóż została już zakończona?

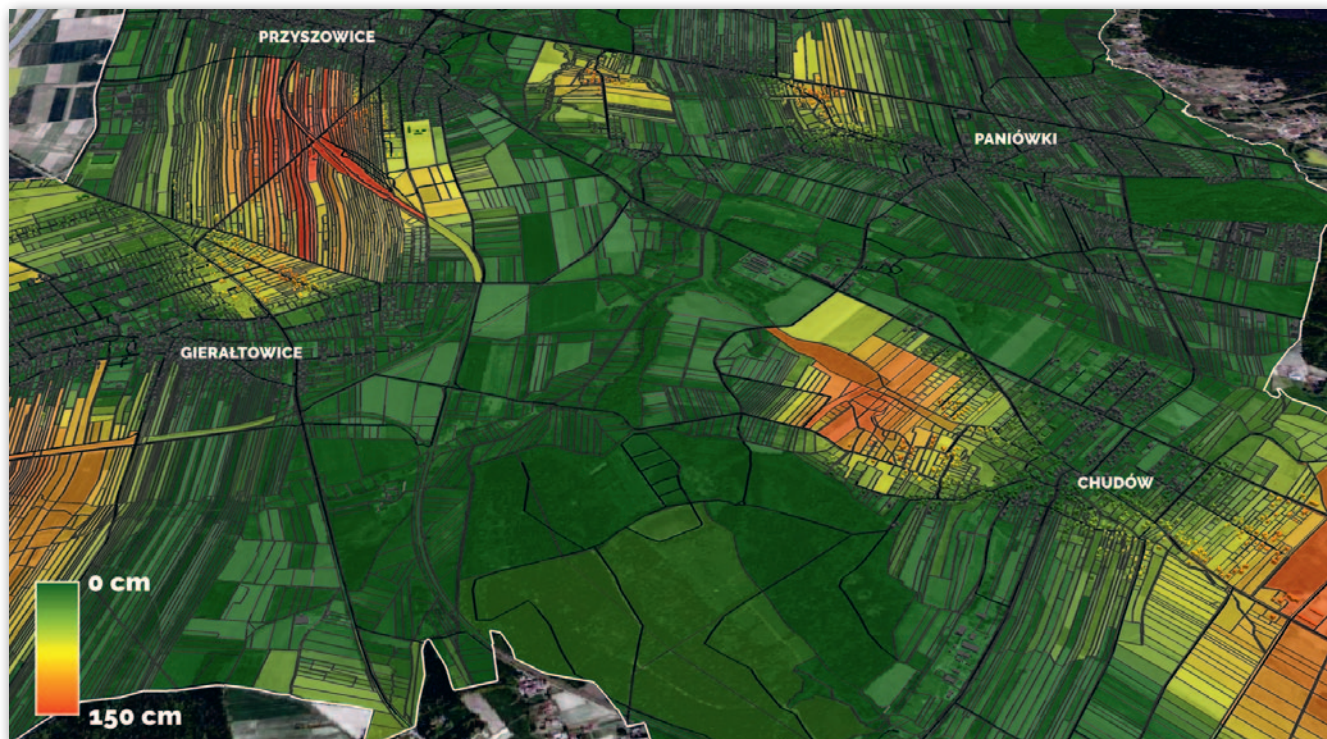
Zazwyczaj na terenach aktywnych górniczo występują duże osiadania terenu. Ich stopień zmniejsza się po zakończeniu działalności górniczej – po dwóch, trzech latach jest niewielki, liczony w milimetrach. Tego typu osiadanie obserwujemy na przykład w Wieliczce. Pojawiają się tam milimetrowe wartości, ale osiadanie jest rejestrowa-

ne, a samą niekę doskonale widać w wynikach pomiarów. Takie delikatne osiadanie nie ma już dużego negatywnego wpływu na środowisko, chociaż może dalej oddziaływać na otoczenie antropogeniczne.

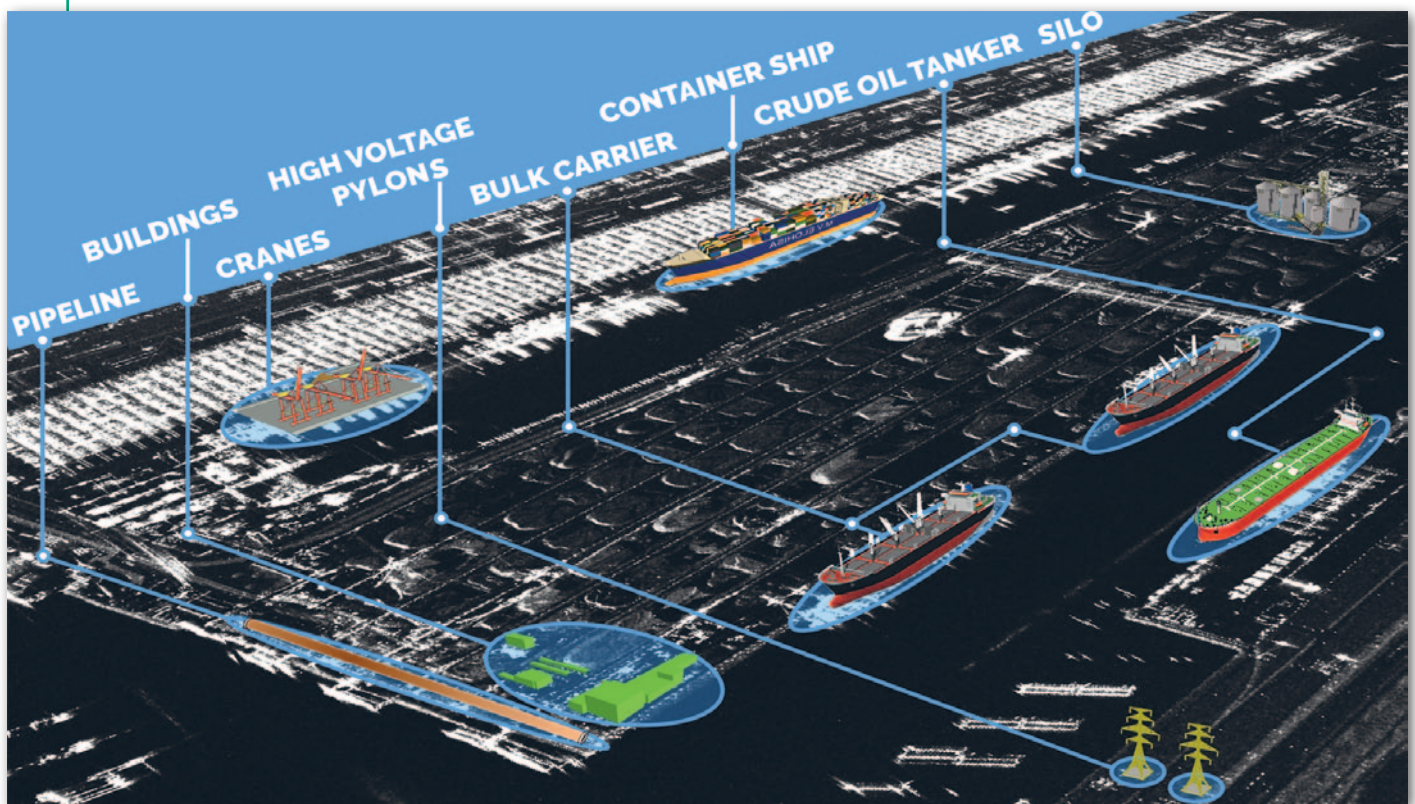
Działamy jeszcze, póki co na etapie badawczo-rozwojowym, w innym obszarze tematycznym. Chodzi mianowicie o sprawy związane z odwodnieniem, na przykład osuszeniem kopalni odkrywkowych i pojawiającą się z tego powodu niestabilnością. Wdrażane przez nas technologie pozwalają dość precyzyjnie odpowiedzieć na pytanie, jakie obszary zostały przemieszczone. W przypadku terenów nadgranicznych moglibyśmy wskazać obszary wymagające interwencji z polskiej strony, żeby uniknąć problemów międzynarodowych – tak jak to ma miejsce obecnie w Turowie. Wdrażając właściwe środki prewencyjne, prawdopodobnie dałoby się uchronić Polskę przed zagrożeniem karami na poziomie 0,5 mln euro dziennie. Tego typu monitoring terenów górniczych jesteśmy w stanie wdrożyć w skali ogólnopolskiej i uzyskać tym samym zdolność do monitorowania właściwie każdej kopalni.

Czy zatem wasze usługi można traktować jako wygodne narzędzie dla administracji?

Wdrażając właściwe środki prewencyjne, prawdopodobnie dałoby się uchronić Polskę przed zagrożeniem karami na poziomie 0,5 mln euro dziennie. Tego typu monitoring terenów górniczych jesteśmy w stanie wdrożyć w skali ogólnopolskiej i uzyskać tym samym zdolność do monitorowania właściwie każdej kopalni.



Osiadanie pozyskane z pomiarów satelitarnych przypisane do działek



Detekcja obiektów na morzu to jedno z zastosowań technologii satelitarnych rozwijanych przez SATIM

mentów. Ale powoli się to zmienia i coraz więcej dostawców oferuje elastyczne sposoby sprzedaży.

Firma SATIM jest już dobrze osadzona na polskim rynku, który został przez nas szczegółowo rozeznany. Możemy więc z całą pewnością powiedzieć, że w kraju korzysta się szeroko z danych Sentinel, przede wszystkim dlatego, że są one nieodpłatne. Mimo że są nieco mniej dokładne niż dane z satelitów komercyjnych, to jednak do wielu zastosowań wystarczające, w tym do śledzenia przemieszczeń terenu. Uzyskiwana przez nas dokładność 1 centymetra w przypadku pomiaru nieckach to naprawdę bardzo dobry wynik.

Wyniki obserwacji z satelitów Sentinel stanowią dla nas pierwszą, podstawową informację, która często jest wystarczająca. Warto zarazem podkreślić, że ruchy, które obserwujemy, nie wymagają tak częstej kontroli, jak to jest np. przy zadaniach związanych z identyfikacją obiektów operujących na morzu. Co sześć dni satelita Sentinel przelatuje nad obszarami będącymi w polu naszego zainteresowania i to jest dla nas wystarczające [okres rewizyty wynosi 6 dni wtedy, gdy działają dwa satelity: Sentinel-1A oraz Sentinel-1B, a z tym drugim są w ostatnim czasie problemy – przyp. PZ].

Jeśli natomiast chodzi o monitorowanie osuwisk, to wprawdzie rozdzielczość czasowa pracy satelitów systemu Coper-

nicus jest wystarczająca, ale rozdzielczość przestrzenna tych sensorów już nie zawsze. W tym przypadku kierujemy zatem naszą uwagę ku zobrazowaniom komercyjnym. Rozdzielczość czasowa i przestrzenna otrzymywanych zobrażeń satelitarnych ma także znaczenie przy niektórych innych zagadnieniach, jakimi zajmujemy się w SATIM, np. przy identyfikowaniu obiektów.

Jakiego rodzaju informacji oczekują od waszej firmy klienci z sektora administracji publicznej?

Dla odbiorców naszych usług najważniejsza jest wiedza, czy na danym obszarze występuje przemieszczenie terenu. Istotne jest także to, że znamy prędkość przemieszczenia na konkretnym osuwisku. Możemy wygenerować mapę prędkości przemieszczeń terenu w obszarze osuwiskowym oraz mapę aktywności i intensywności danego osuwiska.

Wykonujecie również pomiary GNSS?

Jest to metoda terenowa, z której raczej nie korzystamy. Pomiary GNSS stanowią dla nas co najwyżej metodę walidacyjną. Ale jeśli w trakcie naszej pracy okazuje się, że klient posiada dostęp do jakichś dodatkowych danych, np. z GNSS, możemy je włączyć do naszych produktów wynikowych.

Podstawowa różnica między pomiarami GNSS a naszą metodyką polega na tym, że my analizujemy stopień przemieszczenia, czyli różnicę. Nie podajemy wartości wysokości wyrażanej w me-

trach n.p.m. Pomiary GNSS mogą nam jednak służyć jako wartości wyjściowe wtedy, gdy klient chce z pomocą naszych usług zaktualizować np. wysokość konkretnego obiektu.

Dodam jeszcze, że możemy na podstawie zbadanych przemieszczeń aktualizować numeryczny model terenu tworzony z danych lidarowych, co jest przydatne w badaniu skutków działalności górniczej. Pozwala to przeprowadzać choćby analizy hydrologiczne i weryfikować, czy tworzą się na wskazanym terenie obszary bezodpływowe – miejsca zastój wód.

Czy sztuczna inteligencja jest już przedmiotem waszego zainteresowania?

W przypadku obecnie oferowanych produktów związanych z osiadczeniem terenu wykorzystanie AI jest dopiero na etapie eksperymentów. Po wykonaniu półautomatycznego procesu pozyskiwania informacji o nieckach dla całego Górnego Śląska mamy w systemie informacje o każdej niecce, która pojawiła się od 2015 roku. Jest to nasza baza do uczenia maszynowego oraz innych analiz związanych ze sztuczną inteligencją. Tę bazę będziemy chcieli wykorzystywać w przyszłych projektach. Sztuczna inteligencja znajduje póki co zastosowanie w innym naszym produkcie Marinsider – związanym z detekcją obiektów na morzach i oceanach, który podlega obecnie szerokiemu wdrożeniu.

Rozmawiał Paweł Ziemiński