

Pilotaż mobilnego skanowania laserowego na warszawskich drogach

# Znaleźć dziurę w chmurze

Choć wiele polskich miast przekonało się już do korzystania z ortofotomapy czy danych ze skanowania lotniczego, to mobilne kartowanie wciąż pozostaje mało popularne. Przełomem może być projekt realizowany przez stołeczny ratusz.

**Jerzy Królikowski**

Oczywiście mobilne skanowanie i kartowanie to w Polsce nic nowego. Przecież na przestrzeni ostatnich lat w GEODECIE opisaliśmy wiele krajowych projektów wykorzystujących tę technologię – np. w obsłudze inwestycji (8/2016), w inwentaryzacji linii kolejowych (10/2015) i zabytków (9/2017) czy w projektowaniu lotnisk (6/2021). Ale choć od naszych pierwszych publikacji na ten temat (1/2003) minęły już prawie dwie dekady, rozwiązania te wciąż nie stały się powszechne. Podczas

gdy lotniczą chmurę punktów posiada spora część naszych większych miast, to z mobilnych systemów skanowania (MLS) korzysta tylko kilka, i to z reguły w ograniczonym zakresie. Szkoda, bo pozyskiwane w ten sposób dane oferują ogromne możliwości. Tylko kiedy polskie samorządy wreszcie to odkryją?

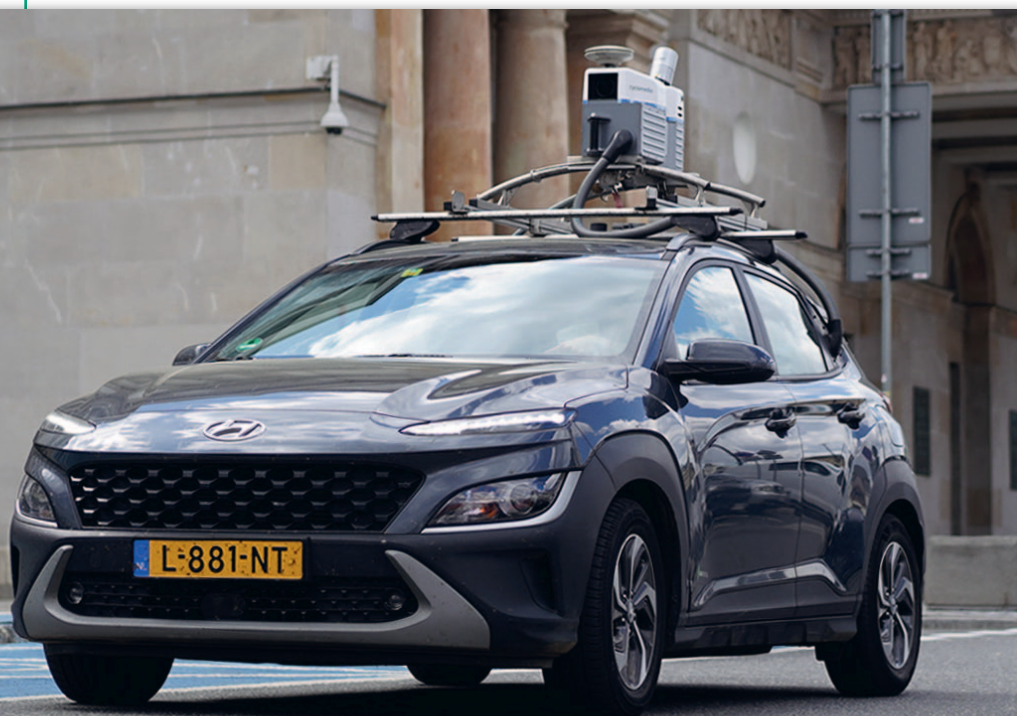
## • MLS na drodze

W dobrym kierunku zmierza z pewnością Urząd m.st. Warszawy, a konkretnie działający w jego strukturach Zarząd Dróg Miejskich. Pod koniec kwietnia br. ogłosił on start pilotażu, który ma sprawdzić, jak współczesne technologie mo-

bilnego skanowania mogą usprawnić zarządzanie miastem, a głównie infrastrukturą drogową. Pomiary obejmują 150 kilometrów stołecznych ulic. Prace realizowane są wspólnie z firmą OPEGIEKA z Elbląga.

Nim jednak można było ogłosić start pilotażu, musiało nastąpić kilka innych wydarzeń. Jak w rozmowie z GEODETĄ wyjaśnia przedstawicielka OPEGIEKA Karolina Wawrzusiszyn, źródłem tego projektu należy upatrywać na przełomie lat 2020 i 2021. Elbląska spółka dążyła wówczas do tego, by jej oferta z zakresu szeroko rozumianych inteligentnych miast (*smart city*) nie ograniczała się do danych zbieranych z poziomu lotniczego, w czym się od dawna specjalizuje. Spory potencjał dostrzegła właśnie w rozwiązaniach MLS, ale nie chciała zaczynać od zera, czyli budować od podstaw własnego systemu i oprogramowania do przetwarzania danych. Tak doszło do nawiązania współpracy z holenderską spółką Cyclomedia – europejskim liderem w zakresie mobilnego kartowania i skanowania. Słowo „lider” nie jest tu wcale marketingowym sloganem, bo firma dysponuje flotą aż 60 samochodów z systemami MLS,

Fot. ZDM



Oficjalna prezentacja systemu przed ruszeniem na warszawskie ulice





Fot. ZDM

System Cyclomedia składa się z lidar, 5 kamer, odbiornika GNSS oraz jednostki IMU

które realizują projekty w różnych zakątkach świata. Rozwijają również własne oprogramowanie do pracy na pozyskiwanych danych. Ciekawy przykład ambitnego projektu firmy Cyclomedia mamy choćby za naszą południową granicą, gdzie na zlecenie prywatnego portalu mapowego Seznam.cz skanowaniu poddanych zostanie 170 tys. km czeskich ulic.

### • Ale wróćmy nad Wisłę...

Zalety MMS w zarządzaniu miastem zainteresowały stołeczny Zarząd Dróg Miejskich, który najpierw na własną rękę zgłębiał możliwości tej technologii, a następnie ogłosił publiczny konkurs ofert na przeprowadzenie pilotażu. – W ramach badania rynku wystosowaliśmy zapytania ofertowe do sześciu firm, które mogły nam zaoferować konkretne rozwiązania. Z propozycją, która była zbieżna z tym, o co pytaliśmy,

odpowiedziała nam tylko firma OPE-GIEKA – mówi rzecznik prasowy ZDM Jakub Dybalski.

Głównym celem pilotażu jest zbadanie, na ile technologia MLS może usprawnić codzienne działania ZDM. Do tej pory informacje np. o awariach i uszkodzeniach napływały za pośrednictwem internetowych i telefonicznych zgłoszeń mieszkańców czy poprzez objazdy dróg prowadzone przez załogi pogotowia drogowego. Taka metodyka jest wprawdzie prosta, ale równocześnie mało wydajna i zawodna. Dlatego ZDM liczy, że umiejętnie zaprzęgnięcie do tych działań mobilnego skanowania pozwoli znacznie przyspieszyć usuwanie awarii i usterek drogowych oraz umożliwi realizację wielu czynności bez wychodzenia z biura.

### • System na miarę

Pilotaż oficjalnie ruszył 25 kwietnia br., gdy na stołeczne ulice wyjechał

samochód z mobilnym systemem skanowania na dachu. W 3 dni pomierzyli 115 odcinków 93 ulic o łącznej długości 150 kilometrów. Przy wyborze dróg starano się zachować jak największą różnorodność, są zatem wśród nich zarówno szerokie arterie, jak i wąskie osiedlowe uliczki. W przypadku niektórych szerszych ulic dwukierunkowych będzie też można sprawdzić, na ile przejazd jedną tylko jezdnią pozwoli skutecznie zinventoryzować cały ciąg.

Pomiary wykonano przy użyciu samochodowego systemu Cyclomedia, na który składa się skaner laserowy marki Velodyne oraz pięć cyfrowych kamer generujących panoramiczne zdjęcie 360° o wielkości 100 Mpx. Pozycja pojazdu i sensorów wyznaczana jest przy użyciu precyzyjnego odbiornika GNSS-RTK wspomaganego inercyjną jednostką pomiarową. Dokładność pozyskiwanych danych wynosi około 15 cm, czyli geode-



Fot. ZDM

System z perspektywy operatora



zyjnie rzecz ujmując, odpowiada szczegółom II grupy dokładnościowej. System Cyclomedia przystosowany jest do pomiarów przy prędkości 40–60 km/h. Parametry lidarów ograniczają zasięg pracy do 70 metrów.

Oczywiście na rynku dostępnych jest wiele instrumentów, które oferują znacznie lepszą dokładność oraz większy zasięg pomiaru. Karolina Wawrzusiszyn z OPEGIEKA przekonuje jednak, że na potrzeby ZDM, a także wielu innych zastosowań z grupy *smart city* zaproponowane parametry są w pełni wystarczające. Oczywiście, jeśli stołeczny urząd chciałby wykorzystywać dane MLS np. do pomiaru profilu drogi, potrzebowałyby już systemu z wyższej półki. To jednak zwiększyłoby koszt pomiaru oraz utrudniło obsługę zestawu,

co – jak wyjaśnimy później – ma w tym pilotażu istotne znaczenie.

## ● Bez wychodzenia z biura

Po pozyskaniu danych OPEGIEKA ma 4 tygodnie na ich postprocessing i dostarczenie ZDM. Do przetworzenia pomiarów spółka wykorzystuje m.in. sieć fotopunktów rozmieszczonych wzdłuż trasy przejazdu. Oprócz danych MLS stołeczni urzędnicy otrzymają też oprogramowanie, które pozwoli na intuicyjną pracę z tą bazą. Zdaniem Karoliny Wawrzusiszyn może ono przypominać przeglądanie zdjęć panoramicznych Street View na Mapach Google. Tyle że w przypadku produktu Cyclomedia panoramy nakładane są na mapę głębi, która z kolei bazuje na lidarowej chmurze punktów. Pracownicy ZDM będą mogli zatem nie tylko wyznaczać pozycję obiektów widocznych na zdjęciach oraz mierzyć odległości, powierzchnie i objętości, ale także wektoryzować punkty, linie i powierzchnie w celu ich dalszej obróbki np. w aplikacjach GIS-owych. Co istotne, praca ta odbywa się w infrastrukturze chmurowej Cyclomedia, dzięki czemu klient nie musi inwestować w mocne stacje robocze.

W pierwszej kolejności Zarząd Dróg Miejskich chce wykorzystać te dane do inwentaryzacji ubytków nawierzchni i niektórych uszkodzeń oznakowania pionowego. W kolejnych etapach pilotażu urząd planuje również zbadać przydatność mobilnego skanowania np. w pomiarach powierzchni zajęć drogowych, detekcji i ustalaniu powierzchni nielegalnie montowanych reklam, szybkim określaniu granic pasa drogowego

czy prowadzeniu inwentaryzacji urządzeń obcych lokalizowanych w pasie drogowym.

## ● Wyjątkowy pilotaż

Zarówno opisana wyżej technologia pomiaru, jak i sposób jej zastosowania nie wydają się dziś niczym nadzwyczajnym. Ale przynajmniej pod dwoma względami pilotaż ten można uznać za innowacyjny, i to nie tylko w skali krajowej.

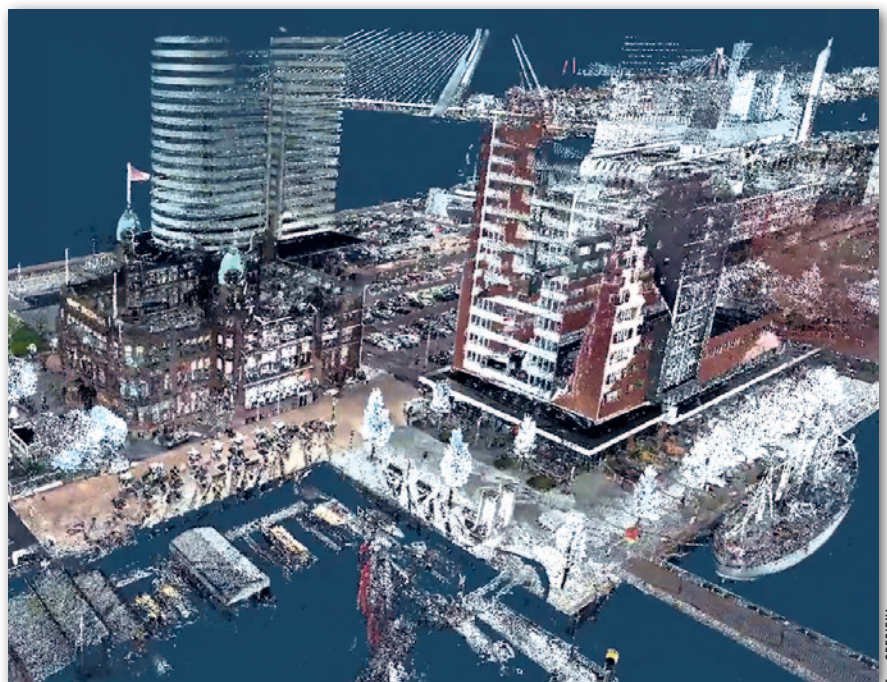
Analiza zdjęć panoramicznych z pewnością usprawni realizację codziennych obowiązków ZDM, wciąż jednak będzie się wiązała z powtarzalnymi i nużącymi czynnościami. Dlatego w ramach pilotażu miasto chce przetestować możliwość automatycznego rozpoznawania obiektów na panoramach z wykorzystaniem algorytmów uczenia maszynowego (ML). Te analizy obejmą ulice o długości 15 km.

Ktoś znów może uznać, że dziś to nic wyjątkowego – tego typu narzędzia są bowiem dostępne na rynku już od pewnego czasu, choćby w ofercie Cyclomedia. Ale – jak wyjaśnia przedstawicielka OPEGIEKA – w projekcie tym nietypowy jest bardzo szeroki zakres obiektów, jakie będą rozpoznawane na podstawie danych MLS (patrz ramka). Choć z niektórymi algorytmami ML radzą sobie już bardzo dobrze, to dla innych trzeba będzie „wytrenować” je od podstaw. Przykładem są choćby tzw. syrenki, czyli typowe dla Warszawy słupki drogowe.

– Nasze testy wykazały, że skuteczność tych algorytmów sięga 95% i jest ograniczana niemal wyłącznie przez

## Co w pilotażu będzie rozpoznawane przez algorytmy uczenia maszynowego?

- **Powierzchnie** – mapowanie pozwala na klasyfikację typów nawierzchni (chodnik, ścieżka rowerowa, tory kolejowe, parking, jezdnia, obszar zieleni, wyspa bez ruchu kołowego, obszar dla pieszych) wraz z przypisaniem atrybutów typu: bruk, kostka brukowa, asfalt, nieutwardzony, płyty kamienne i inne.
- **Nawierzchnie drogi** – produkt dostarcza szczegółowe informacje wraz ze zdjęciem i lokalizacją oraz analizuje uszkodzenia dróg asfaltowych (w tym stopień, typ i rozmiar defektu). Pozwala to na uzyskanie stałej jakości informacji (brak różnicy w interpretacji między różnymi inspektorami lub administratorami).
- **Oświetlenie miejskie** – inwentaryzacja obejmuje typ i wysokość opraw. Przedstawia lokalizację zarówno przyziemia, jak i punktu świetlnego z przypisaniem wysokości nad poziomem drogi.
- **Znaki drogowe poziome** – warstwa zawiera punkty, linie i powierzchnie oznaczeń poziomych na drodze, gdzie każdy obiekt jest sklasyfikowany i dostaje atrybut informujący o lokalizacji, typie, a w przypadku poligonów również powierzchni. Możliwe jest także przypisanie poziomu zniszczenia znaku. Pozwala to na łatwe budżetowanie napraw oraz szybkie i nieskomplikowane planowanie działań naprawczych.
- **Znaki drogowe pionowe** – zbiór zawiera nie tylko lokalizację wszystkich znaków, ale także typ lub kategorię obiektu, orientację, mocowanie, wysokość nad poziomem drogi oraz, w stosownych przypadkach, tekst znaku.
- **Studzienki i kratki burzowe** – zbiór może być wykorzystany np. w analizie optymalizacji odpływu wody deszczowej.
- **Hydranty i skrzynki** – zbiór zawiera lokalizację każdego obiektu oraz (kiedy to możliwe) również jego typ.
- **Skrzynki uliczne do zasuw**, np. zawory, włączy i zasuw w nawierzchni.
- **Sygnalizacja świetlna.**



Chmura punktów pozyskana przez system





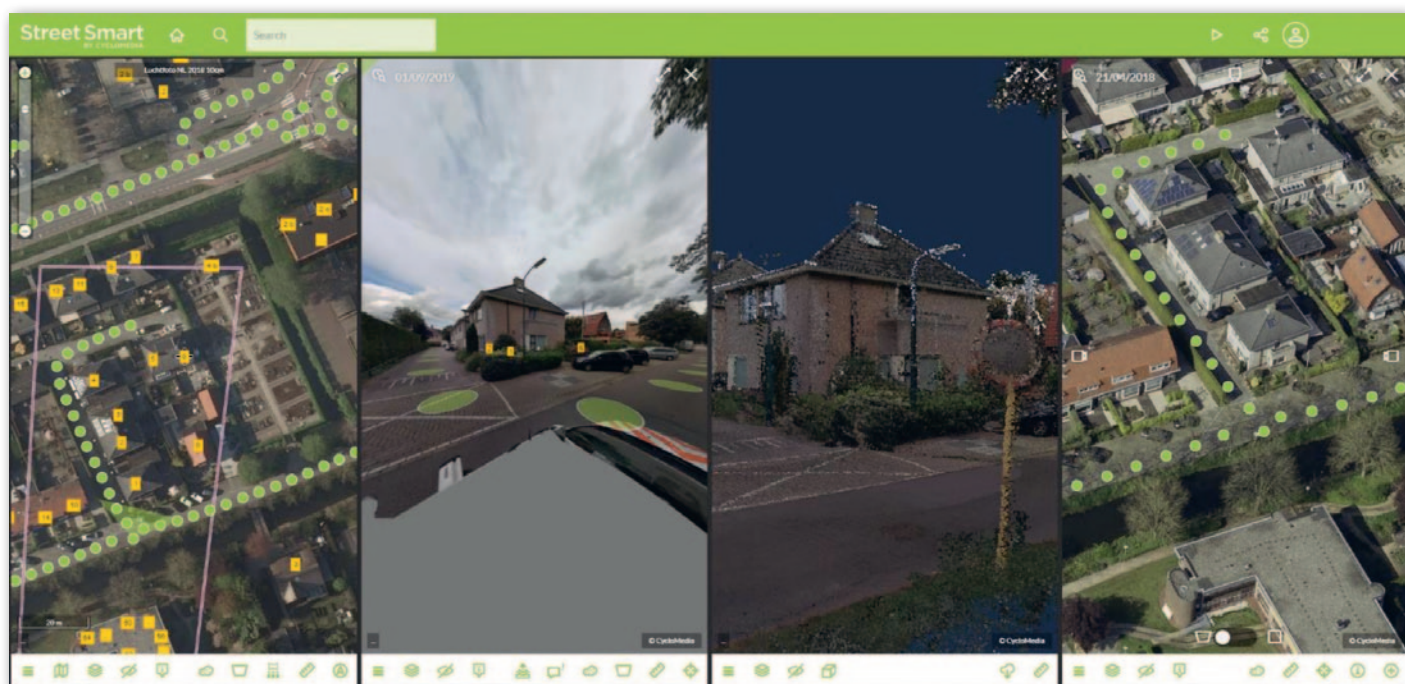
Przykładowe problemy na drodze, jakie może identyfikować system Cyclomedia

prześloneń obiektów na zdjęciu – zapewnia nasza rozmówczyni. Jak dodaje, wykorzystanie uczenia maszynowego pozwoli na automatyczne wykrycie np. dziury w drodze czy uszkodzonego oznakowania.

Drugi wyróżnik stołecznego pilotażu polega na tym, że na cztery tygodnie ZDM dostanie system MLS na własny użytek. Będzie mógł go wówczas zamontować na swoich pojazdach i kar-

tować miasto według bieżących potrzeb. – Warszawa jest jednym z pierwszych europejskich miast, które może testować to rozwiązanie. Wyniki pilotażu będą zatem miały duże znaczenie przy dalszym rozwoju tej technologii – wyjaśnia Karolina Wawrzusiszyn. – Może się ona sprawdzić choćby w szybkiej inwentaryzacji zniszczeń po zamieszkach. Pracownik ZDM po krótkim przeszkoleniu będzie musiał tylko zamontować system

na dachu (co można bez problemu zrobić dla niemal dowolnego pojazdu), podłączyć go do samochodowej zapalniczki i pomierzyć obszar zainteresowania. Następnie nośnik z danymi wystarczy podłączyć do internetu, by automatycznie przesłać dane do chmury. Wyniki będą gotowe najpóźniej dobę po przejeździe. Dzięki wykorzystaniu w post-processingu pozyskanych przez nas wcześniej danych nie będzie koniecz-



Widok w aplikacji Cyclomedia służącej do pracy na danych MLS





Mapowanie powierzchni z wykorzystaniem algorytmów ML

ne użycie fotopunktów czy wykonywanie jakichkolwiek dodatkowych prac terenowych – tłumaczy przedstawicielka OPEGIEKA.

### • Jak to się zwróci?

Sam pilotaż nie jest dla stołecznego budżetu szczególnie dużą inwestycją (pochłonie 160 tys. zł). Ale jeśli ZDM postanowi wdrożyć tę technologię operacyjnie, będzie to wymagało pomierzenia wszystkich bądź przynajmniej większości ulic oraz regularnej aktualizacji tej bazy. A to już będą dla miasta konkretne koszty. Powstaje zatem pytanie, czy taka inwestycja ma szansę na zwrot, a jeśli tak, to w jakich obszarach.

Niewątpliwie dane z mobilnego kartowania pozwoliłyby znacząco odciążać

pracowników ZDM i np. skierować ich do innych zadań. Taką korzyść dobitnie udowodnił wdrożony w Warszawie system kontroli strefy płatnego parkowania (GEODETA 4/2020). Dotychczasowe doświadczenia pokazały, że jedno takie auto wyposażone w kamery, lidar i odbiornik GNSS skutecznie zastępuje pracę 10 pieszych patroli, czyli aż 20 osób. Inwentaryzacja ulic również powinna zapewnić wymierne oszczędności, związane choćby z rzadszymi wyjazdami pogotowia drogowego czy mniejszą liczbą interwencji mieszkańców obsługiwanych przez miejskich urzędników.

Warto także wiedzieć, że gdy kierowca uszkodzi swój pojazd przez zły stan jezdni, może domagać się od zarządcy drogi odszkodowania. Tu pojawia się kolejne

pole do popisu dla danych MLS, bo szybsze wykrycie usterki powinno przełożyć się na mniejszą liczbę roszczeń.

Tego typu korzyści finansowych można wymienić więcej – to chociażby bardziej efektywne monitorowanie przydrożnych reklam i zajęć pasa drogowego, w tym pobieranie związanych z tym opłat. Ponadto skutecznego zwrotu z inwestycji można poszukiwać poza drogownictwem. Systemy mobilnego kartowania znajdują przecież zastosowanie także w wydziałach zajmujących się architekturą, planowaniem przestrzennym, zabytkami, zielenią oraz – co oczywiste – geodezją.

### • Problemy mentalne, nie finansowe

Skoro technologia ta oferuje tyle korzyści, to dlaczego wciąż jest stosowana przez polskie miasta w tak niewielkim stopniu? Owszem, w ostatnich miesiącach w mediach można znaleźć sporo doniesień pokazujących, że krajowe metropolie coraz śmielej sięgają po te dane, ale nadal są to głównie pilotaże bądź projekty o mocno ograniczonym zakresie przestrzennym czy tematycznym. Pierwsze wyjaśnienie, które przychodzi do głowy, to pieniądze. Wydaje się jednak, że ich brak był problemem raczej w przeszłości. Coraz częstsze zamówienia na lotnicze skanowanie i modelowanie 3D miast pokazują, że samorządy zdają sobie sprawę z korzyści, jakie zapewniają nowoczesne geodane, nie mają więc oporów, by w nie inwestować.

W ocenie Karoliny Wawrzusiszyn problem tkwi zupełnie gdzie indziej. Większość urzędów przyzwyczajona jest bowiem do konkretnego trybu pracy, a skuteczne wdrożenie technologii MLS wymaga znacznego przeorganizowania działań samorządu. – Część miast wciąż nie jest na to gotowa, choć dostrzega potencjał tkwiący w tych danych – podkreśla przedstawicielka OPEGIEKA.

Innym wyzwaniem jest silosowość administracji samorządowej. Mobilne kartowanie z reguły zlecane jest przez konkretny wydział, który dysponuje własnym budżetem, skupia się na własnych obowiązkach i ma własny pomysł na zastosowanie tych danych. Tymczasem korzyści z pracy z MLS mogłyby równolegle czerpać również inne miejskie jednostki, choć często nie mają o tym pojęcia.

Warszawski pilotaż ma się zakończyć w listopadzie br. Jeśli jego wyniki będą obiecujące, a stolica zdecyduje się na pełne wdrożenie tej technologii, w jej ślady z pewnością pójść inne miasta. Dla branży geodezyjnej może okazać się to cennym impulsem do dalszego rozwoju.

Jerzy Królikowski



Obiekty na drodze rozpoznane przez algorytmy ML