

# Cyfryzacja a zarządzanie infrastrukturą drogową miasta

tekst: **prof. dr hab. inż. ANDRZEJ SZARATA**, Politechnika Krakowska, **TOMASZ TURCZYNOWICZ**, Smart Factor Sp. z o.o.

Miasto inteligentne to miasto świadome swoich potencjałów, ale też swoich zasobów, posiadające narzędzia i umiejętności ich wykorzystywania. Zasoby inteligentnego miasta to, oczywiście, zasoby ludzkie, zasoby środowiskowe (woda pitna, gleby, flora i fauna), krajobrazowe, kulturowe (tkanka urbanistyczna, zabytki), gospodarcze, badawczo-rozwojowe czy – pełniące coraz ważniejszą funkcję – zasoby informacyjno-technologiczne. Niezwykle istotnym zasobem miasta jest również infrastruktura, w tym infrastruktura drogowa. Prawidłowe funkcjonowanie infrastruktury drogowej zależy od jej właściwego utrzymania, co jest zadaniem zarządców dróg.



W tym kontekście należy zwrócić uwagę na ich kluczowe obowiązki:

- opracowywanie projektów planów rozwoju sieci drogowej oraz informowanie o tych planach właściwych organów,
- opracowywanie projektów planów finansowania budowy, przebudowy i remontu dróg oraz obiektów inżynierskich,
- utrzymywanie nawierzchni dróg, chodników, obiektów inżynierskich i urządzeń zabezpieczających ruch,
- koordynowanie robót w pasie drogowym, wydawanie zezwoleń na zajęcie pasa drogowego i jazdy z dróg oraz pobieranie opłat i kar pieniężnych z tym związanych,
- prowadzenie ewidencji dróg, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów, sporządzanie informacji o drogach publicznych oraz przekazywanie ich generalnemu dyrektorowi dróg krajowych i autostrad,
- przeprowadzanie okresowych kontroli stanu dróg i drogowych obiektów inżynierskich, przeciwdziałanie niszczeniu dróg przez ich użytkowników,
- wprowadzanie ograniczeń lub zamykanie dróg,



fot. Tomasz Warszawski, Adobe Stock

- utrzymywanie zieleni przydrożnej, dokonywanie okresowych pomiarów ruchu drogowego.

Podstawowym narzędziem do zarządzania infrastrukturą drogową jest ewidencja dróg publicznych oraz obiektów mostowych. Jej posiadanie, prowadzenie i bieżące aktualizowanie jest obowiązkiem zarządców dróg, zdefiniowanym w ustawie z 21 marca 1985 r. o drogach publicznych (Dz.U. 1985, nr 14, poz. 60) oraz Rozporządzeniu Ministra Infrastruktury z 16 lutego 2005 r. w sprawie sposobu numeracji i ewidencji dróg publicznych, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów oraz rejestru numerów nadanych drogom, obiektom mostowym i tunelom (Dz.U. 2005, nr 67, poz. 582).

Zadania te obejmują prowadzenie książki drogi i obiektów mostowych, a także wykonywanie zestawień zbiorczych danych technicznych odcinków dróg, w tym identyfikację obiektów w pasie drogowym, m.in. drzew, pasów zieleni, chodników, znaków drogowych poziomych i pionowych, reklam i uszkodzeń.

W praktyce ten obowiązek jest realizowany w niewielkim stopniu. Raporty Najwyższej Izby Kontroli jasno wskazują, że 63% skontrolowanych zarządców dróg (w tym 90% zarządców dróg gminnych oraz 21% zarządców dróg powiatowych) nie prowadziło w ogóle księzek drogi lub ich zapisy były nieaktualne i niekompletne. Dodatkowo w przypadku 83% zarządców stwierdzono braki w zakresie prowadzenia kontroli okresowych stanu technicznego dróg i drogowych obiektów inżynierskich, a 86% zarządców dróg gminnych i 79% zarządców dróg powiatowych nie przeprowadzało kontroli stanu technicznego dróg.

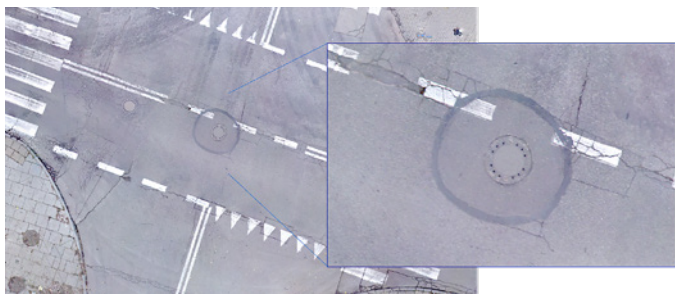
Zastanawiając się nad przyczynami nierealizowania przez samorządy tych obowiązków, można wskazać fakt, że tradycyjny proces zakładania i aktualizowania ewidencji dróg jest pracochłonny i przez to kosztowny. Wymaga dostępu i przetworzenia znaczącej liczby różnorodnych danych. Ponadto obowiązująca forma książki drogi nie sprzyja wykorzystaniu zgromadzonych w niej informacji w procesach podejmowania decyzji.

Można też stwierdzić, że znacząca część samorządów traktuje prowadzenie ewidencji pasa drogi wyłącznie jako uciążliwy obowiązek, nie widząc korzyści i potencjału, jaki kryje się w tym zasobie danych. W erze informacji, w której żyjemy, musimy wykorzystywać dostępne dane w procesach podejmowania decyzji, w tym w planowaniu i utrzymaniu dróg oraz ich remontów, a także w utrzymywaniu zieleni czy wsparciu realizowania procedur administracyjnych związanych z zajęciem pasa drogowego.

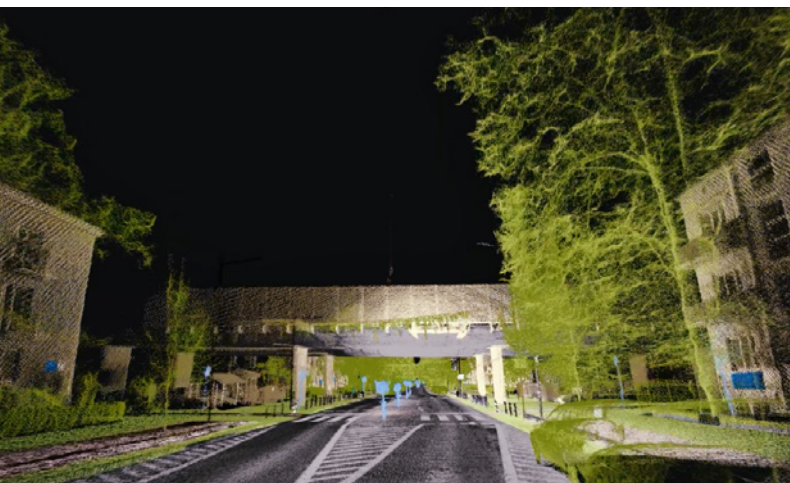
### Inteligentne zarządzanie drogami

Rozwój technologii oraz dostęp do coraz nowszych i doskonalszych źródeł danych pozwala na zmianę spojrzenia na książkę drogi i na ewidencję pasa drogi. Dane można efektywnie pozyskiwać, wykorzystując mobilne systemy mapowania metodą mobilnego skaningu laserowego (LiDAR) oraz fotorejestracji z kamer wysokiej rozdzielczości (zarówno tradycyjnych, kadrowych, jak i coraz bardziej popularnych – sferycznych). Z tak pozyskanych danych można wygenerować niezwykle precyzyjną ortofotomapę pasa drogowego, która w przeciwieństwie do ortofotomapy lotniczej przedstawia cały korytarz drogi niezależnie od rosnących wysokich drzew czy przeszkód terenowych (jak chociażby wiadukty).

Chmura punktów 3D zbudowana z pomiarów skanerów laserowych stanowi *digital twin* (dosł. cyfrowy bliźniak) pasa



Ortofotomapa pasa drogowego o rozdzielczości terenowej 1 cm opracowana z wykorzystaniem danych mobilnego systemu mapowania, źródło: Smart Factor



Chmura punktów 3D pozyskana z wykorzystaniem mobilnego systemu mapowania, źródło: Smart Factor

drogowego oraz najbliższego sąsiedztwa. To wierne, cyfrowe odwzorowanie infrastruktury drogowej i przestrzeni miasta. Tak wykonana inwentaryzacja pasa drogowego stanowi doskonałe źródło informacji na potrzeby zarówno opracowania ewidencji pasa drogi, zarządzania utrzymaniem dróg, jak i kontroli okresowej stanu dróg czy zarządzania reklamami.

Dzięki wykorzystaniu danych pomiarowych oraz ich integracji z danymi przestrzennymi z różnych źródeł (np. ewidencją gruntów i budynków, bazą danych obiektów topograficznych czy geodezyjną ewidencją sieci uzbrojenia terenu) książka drogi przestaje być tylko archaiczną tabelą. Ewidencja pasa drogi staje się potężnym narzędziem, który pozwala nie tylko utrzymywać infrastrukturę w odpowiednim stanie, ale również efektywnie zarządzać majątkiem drogowym, co może przynieść samorządom konkretne korzyści. Dzięki wykorzystaniu nowych możliwości kryjących się w danych cyfrowych samorząd może również znacząco zwiększyć roczne przychody z tytułu zajęcia pasa drogowego oraz opłat za umieszczenie urządzeń infrastruktury technicznej w pasie drogi. Samorząd zyskuje więc narzędzie, które może wykorzystać dla zrównoważonego rozwoju całego samorządu.

### Cechy inteligentnego systemu

Inteligentny system zarządzania infrastrukturą drogową powinien mieć przede wszystkim charakter zintegrowany. Ma konsolidować pozyskane nowoczesnymi metodami pomiarowymi dane z inwentaryzacji dróg, inteligentne oprogramowanie, procedury administracyjne realizowane przez zarządców dróg

oraz dane z zasobów zewnętrznych (mapa zasadnicza, ewidencja gruntów i budynków, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego, dane księgowe i inne). Do kluczowych cech takiego systemu można zaliczyć:

- możliwość generowania wszystkich niezbędnych wymaganym prawem zestawień, raportów i dokumentów (w tym książki drogi, książki obiektu mostowego, książki tunelu, zestawień zbiorczych danych technicznych odcinka drogi, formularza danych o sieci dróg publicznych w granicach administracyjnych miast),
- możliwość synchronicznej pracy na danych z fotorejestracji, mobilnego skaningu laserowego 3D pasa drogowego, na profilu liniowym oraz na mapie cyfrowej,
- integrację ewidencji pasa drogi z prowadzonymi postępowaniami administracyjnymi, w tym w zakresie zajęcia pasa drogowego (wnioski, decyzje, zezwolenia, gwarancje, rozliczanie prac, obieg dokumentów) oraz danych GIS w jednym narzędziu online,
- wsparcie procesu projektowania oraz zmiany stałej (SOR) i tymczasowej (TOR),
- dostęp do danych historycznych wraz z rejestrowaniem zmian wprowadzonych do systemu,
- efektywne zarządzanie reklamami w pasie drogi (identyfikacja i ewidencja reklam, kalkulator opłat i kar, zaawansowane narzędzia analityczne i raportowe),
- możliwość wprowadzania i edycji danych drogowych (z poziomu zarówno mapy, profilu liniowego, jak i tabeli),
- możliwość prowadzenia analiz jakościowych dróg w skali odcinka drogi, ale również w skali całej jednostki samorządu terytorialnego,
- możliwość udostępniania wybranego zakresu danych i funkcjonalności dowolnemu użytkownikowi,
- dostęp do kluczowych danych z poziomu aplikacji mobilnej,
- możliwość integracji z e-usługami (np. ePUAP) oraz z innym oprogramowaniem wykorzystywanym przez zarządcę (np. z programem księgowym),
- działanie online przez przeglądarkę internetową i brak konieczności instalowania oprogramowania na komputerach klienckich.

### Zarządzanie organizacją ruchu

Możliwości wykorzystania zintegrowanego systemu są bardzo dobrze widoczne na przykładzie procesu zmian organizacji ruchu – zarówno stałej, jak i czasowej. Inteligentny system zarządzania powinien wykorzystać inwentaryzację istniejącej infrastruktury drogowej wraz z oznakowaniem pionowym i poziomym, sygnalizacją świetlną oraz urządzeniami bezpieczeństwa ruchu do wykonania projektu zmiany organizacji ruchu. Pozwala to znacznie zmniejszyć koszty oraz skrócić czas wykonania inwentaryzacji w terenie. Synchroniczna praca na danych dostępnych w systemie, fotorejestracji i skaningu laserowego umożliwia projektantowi dodatkową weryfikację warunków na obszarze objętym projektem, m.in. w zakresie widoczności na skrzyżowaniach. Wykorzystując wyżej wymienione dane, projektant może przygotować zmianę organizacji ruchu wraz z wariantowaniem rozwiązań oraz udostępnić projekt w formie cyfrowego wydruku, np. jako plik pdf. Po uzyskaniu niezbędnych opinii i zatwierdzeń oraz zrealizowaniu inwestycji w terenie system umożliwia automatyczne wdrożenie wykonanego projektu stałej organizacji ruchu. Skutkiem wdro-

zenia jest wprowadzenie zmian w ewidencji. Zarządca zyskuje nie tylko cyfrową bazę projektów zmian organizacji, ale także automatycznie aktualizacje dane w systemie.

### Bieżące utrzymanie dróg

Jednym z największych wyzwań zarządców dróg jest bieżący monitoring stanu nadzorowanej przez nich infrastruktury. Podstawą monitoringu są wykonywane cyklicznie objazdy dróg. Ich realizacja w związku z częstotliwością oraz wymogiem prawnym prowadzenia dziennika objazdów z zarejestrowanymi usterekami jest wręcz niemożliwa bez dedykowanego narzędzia. Powinno ono umożliwiać przede wszystkim:

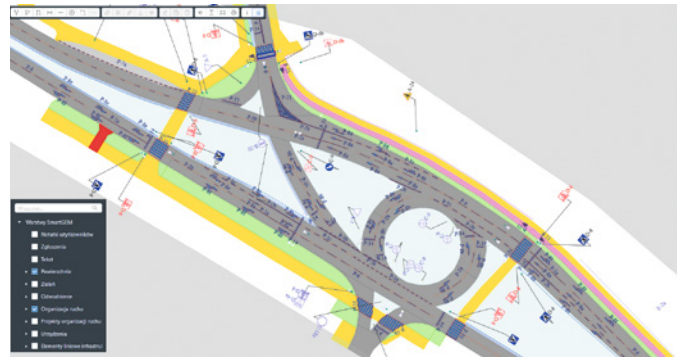
- planowanie objazdów dróg według zdefiniowanych tras,
- zarządzanie terminarzem objazdów,
- możliwość wystawiania zleceń na podstawie usterek zgłoszonych podczas objazdu,
- wykorzystanie aplikacji mobilnej do realizacji objazdów i zleceń,
- automatyczną lokalizację każdej zgłoszonej usterki,
- automatyczne wprowadzenie zgłoszonych usterek do dziennika objazdów,
- możliwość udokumentowania realizacji zlecenia w aplikacji mobilnej.

Rejestracja wszystkich usterek umożliwia zlecenie niezbędnych prac utrzymaniowych krótko po zaistnieniu uszkodzenia. Niezwłoczne podjęcie działań naprawczych na tym etapie zapobiegnie dalszej degradacji elementów infrastruktury, co skutkuje nie tylko obniżeniem kosztów przyszłych remontów, ale także podniesieniem poziomu bezpieczeństwa ruchu drogowego.

### SmartGEM – przykład systemu do zarządzania infrastrukturą

Przykładem zintegrowanego systemu do zarządzania drogami jest oprogramowanie SmartGEM, dostarczane przez warszawską firmę Smart Factor. Korzysta z niego kilkudziesięciu zarządców dróg, m.in. Zarząd Dróg i Zieleni w Gdyni, Zarząd Dróg Wojewódzkich w Olsztynie, Zarząd Dróg Powiatowych w Giżycku.

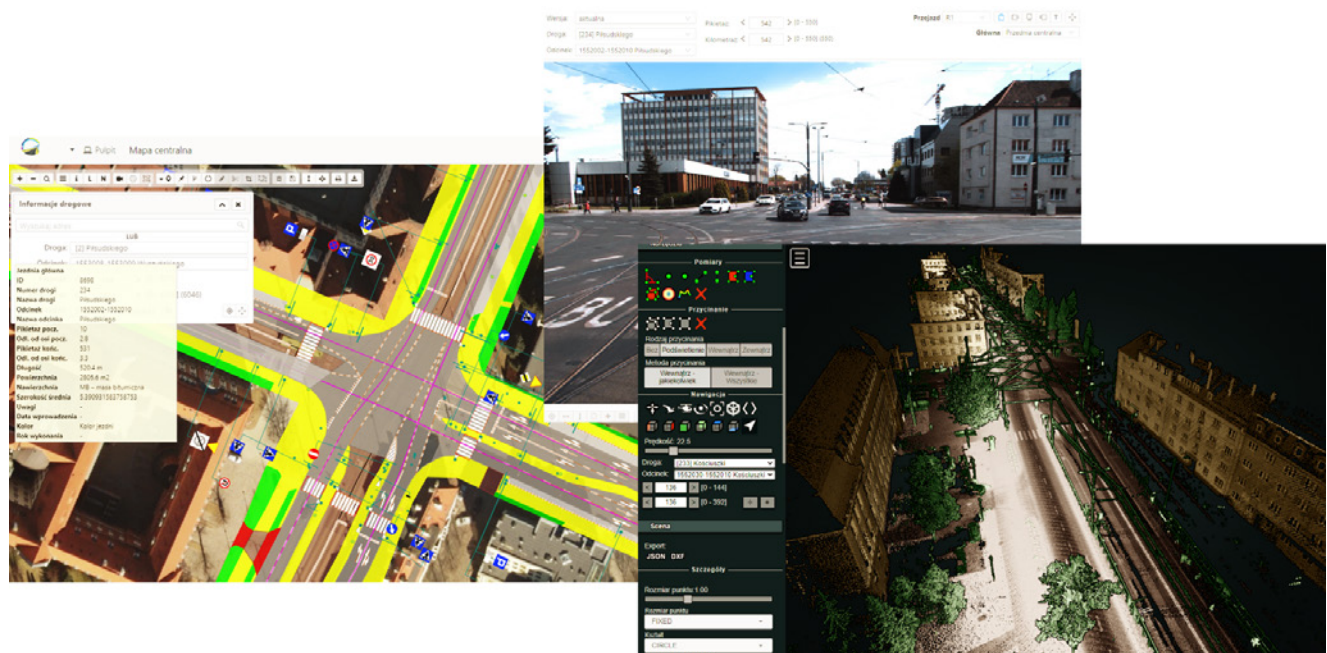
Wdrożenie systemu wraz z pozyskaniem wysokiej jakości danych umożliwiło zarządcom nie tylko realizację zadań wynikających z przepisów prawa, ale przede wszystkim zwiększenie efektywności codziennych prac. Co ważne, system wspiera nie tylko poszczególne jednostki organizacyjne w ich zadaniach. Umożliwia bowiem kompleksową obsługę całych procesów, wykorzystując pełny potencjał danych o infrastrukturze drogowej. Poniżej zaprezentowano przykładowe zastosowania systemu SmartGEM w obszarze zarządzania infrastrukturą oraz organizacją ruchu na terenie Gdyni.



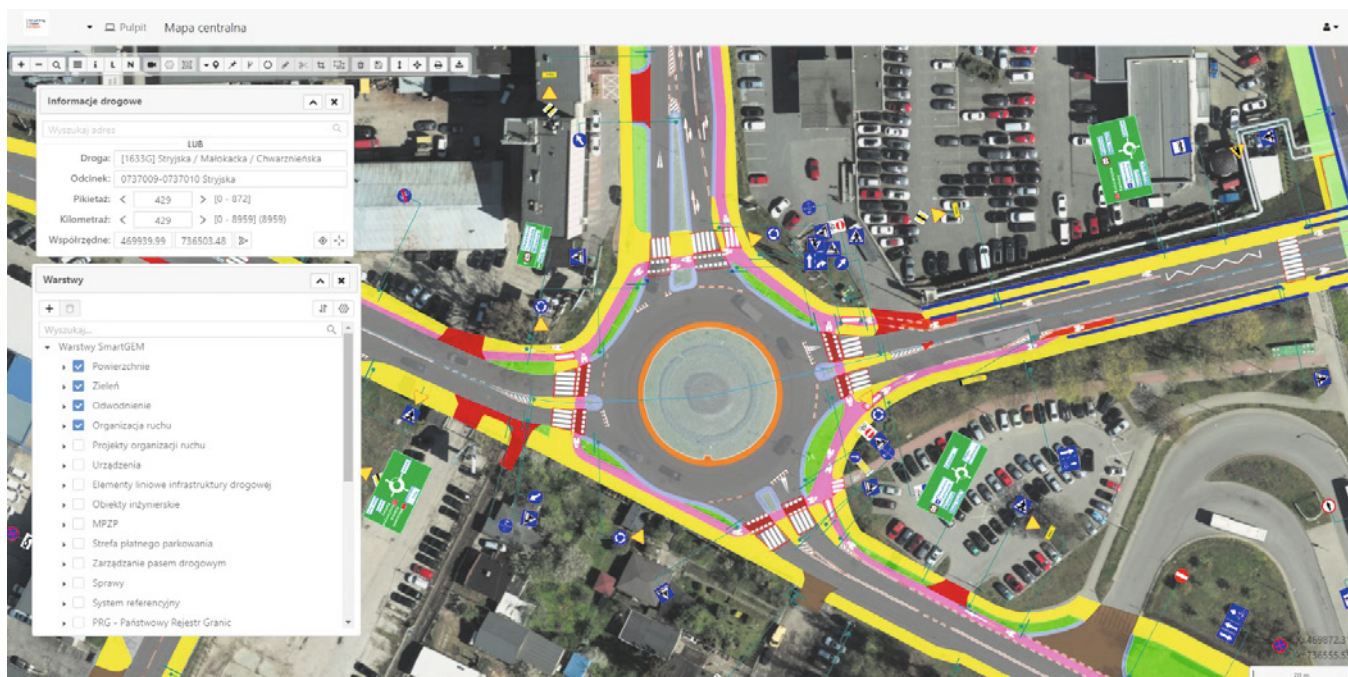
Przygotowanie projektu stałej organizacji ruchu



Przygotowanie wydruku projektu stałej organizacji ruchu



Zintegrowany system zarządzania infrastrukturą drogową SmartGEM, źródło: Smart Factor



Ewidencja pasa drogowego, skrzyżowanie ulic Małokońskiej, Rolniczej, Chwarznieńskiej i Wielkokackiej w Gdyni, źródło: Smart Factor

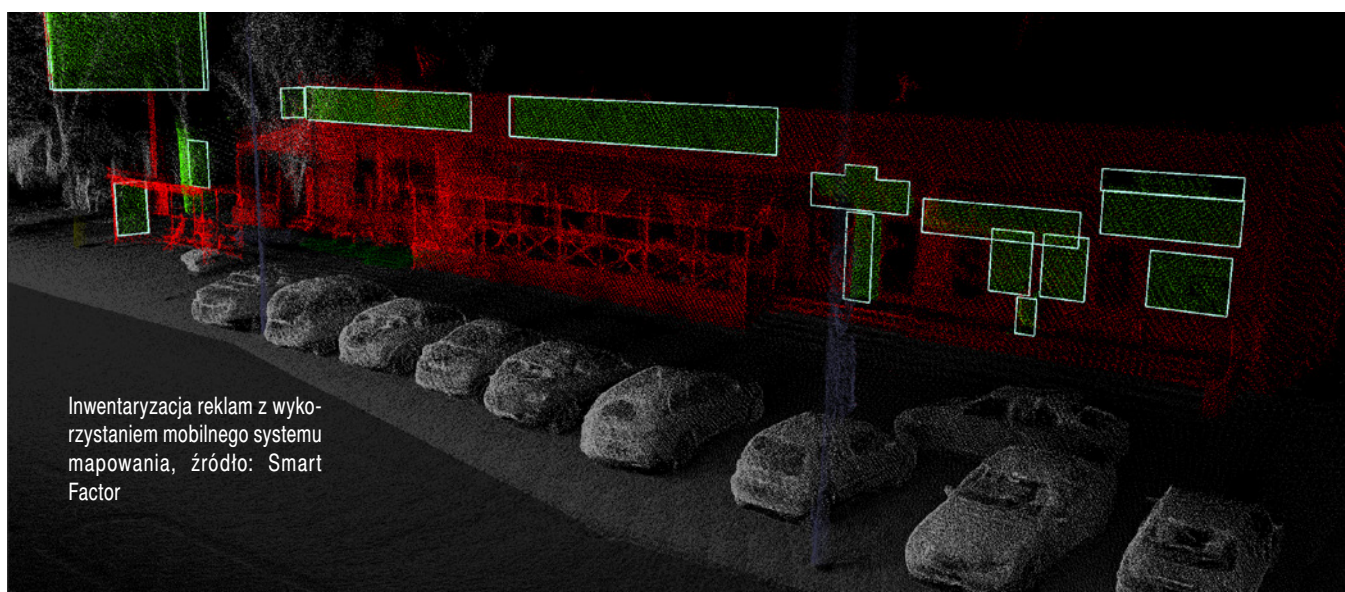
### Wymierne korzyści

Stosowanie nowoczesnych technik gromadzenia, przetwarzania, analizowania i wizualizowania danych w procesie prowadzenia ewidencji dróg publicznych przynosi samorządom wymierne korzyści, m.in.:

- efektywne wykorzystanie danych drogowych we wszelkich procesach związanych z drogą (zarządzanie i utrzymanie zieleni, zimowe utrzymanie dróg, malowanie oznakowania, kontrola zajęcia pasa drogowego, zarządzanie reklamami, projektowanie organizacji ruchu, przeglądy dróg, planowanie remontów i modernizacji),
- posiadanie rzetelnych, dostępnych w intuicyjnej formie informacji o zarządzanym majątku drogowym, co umożliwi sprawne zarządzanie i podejmowanie decyzji,
- uszczelnienie procesu zajęcia pasa drogowego oraz umieszczenia urządzeń infrastruktury technicznej w pasie drogowym,
- możliwość integracji ewidencji dróg z innymi zasobami danych przestrzennych – mapy zasadnicze, ewidencja gruntów, miejscowe plany zagospodarowania przestrzennego i inne warstwy GIS,
- możliwość podejmowania decyzji bez konieczności wychodzenia w teren,

- uruchomienie e-usług publicznych o wysokiej dojrzałości dla mieszkańców,
- wsparcie zarządzania strefą płatnego parkowania (dzięki pełnej inwentaryzacji miejsc i infrastruktury parkingowej), co wraz z danymi o rotacji na miejscach parkingowych pozyskanymi przy użyciu mobilnych systemów pomiarowych stanowi kompleksową podstawę do podejmowania decyzji w zakresie optymalizacji działania strefy,
- wsparcie narzędziowe i informacyjne dla uporządkowania przestrzeni pasa drogowego oraz przestrzeni miasta pod kątem reklam.

Podsumowując, utrzymywanie infrastruktury drogowej i majątku drogowego to szereg wymagających obowiązków, które samorządy muszą realizować. Wykorzystując innowacje i inteligentne technologie przy okazji wykonywania ustawowych zadań, samorządy mogą osiągnąć wymierne korzyści z zarządzania majątkiem drogowym, jak m.in. podniesienie bezpieczeństwa ruchu drogowego, oszczędności, a nawet dodatkowe dochody. Warto wyjść poza schemat, aby efektywnie gospodarować majątkiem, podejmować racjonalne decyzje oraz podnosić jakość świadczonych dla społeczeństwa usług.



Inwentaryzacja reklam z wykorzystaniem mobilnego systemu mapowania, źródło: Smart Factor