

Mobilne skanowanie laserowe obiektów liniowych

PROSTO Z SA

Skaning laserowy dopiero zdobywa sobie rynek pozyskiwania informacji przestrzennej w geodezji, ale już dziś umożliwia zbudowanie systemu do pomiaru obiektów liniowych. System taki stosowany przez polską firmę GISPRO działa szybko, dokładnie, wydajnie i bez zakłócania ruchu lub pracy na mierzonym obiekcie.



ARKADIUSZ SZADKOWSKI,
ANNA MAHRBURG,
ŻAKLIINA SOCHACKA

System mobilnego skanowania laserowego (MLS – Mobile Laser Scanning) pozwala na zbieranie trójwymiarowej informacji przestrzennej o drogach, torowiskach, wałach powodziowych, kanałach, tunelach i mostach mierzonych z perspektywy pojazdów użytkujących te obiekty. Uzyskiwane błędy średnie oscylują na poziomie 10 mm dla współrzędnej Z i 30 mm dla współrzędnych XY w bezwzględnych układach odniesienia (np. 1965, 1992, 2000 czy UTM). W układach lokalnych (osi toru, suwnicy, skanera) dokładności te wynoszą 3-5 mm dla wszystkich współrzędnych. Przypomnijmy, że lotniczy skaning laserowy (ALS – Airborne Laser Scanning), mimo imponującego rozwoju, nadal oferuje produkty o dokładności określenia wysokości na poziomie 7-10 cm i sytuacji 10-15 cm, co w przypadku inżynierskich pomiarów dróg, kolei czy szlaków wodnych jest wynikiem niewystarczającym.

Technologia MLS wykorzystuje pomiar aktywny zwany LiDAR-em (Light Detection and Ranging) i jest coraz powszechniej stosowana w geodezji na świecie. Głównie ze względu na elastyczność w pracy, wysoką dokładność, szybkość zbierania ogromnej ilości danych, a przede wszystkim niezależność od pory dnia i roku. W polskiej geodezji od kilku lat daje się zauważyć rosnące zainte-

resowanie wykorzystaniem skanowania laserowego. Po rozwiązaniu problemów natury technicznej główną barierą rozwoju jest brak odpowiednich standardów w postaci instrukcji i wytycznych technicznych, który utrudnia i ogranicza współpracę z ośrodkami dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej.

• TECHNOLOGIA

Mobilny system skanowania laserowego instalowany jest na poruszającej się jednostce. Domyślnie jest to samochód, jednak nic nie stoi na przeszkodzie, by była to lokomotywa, drezyna, jednostka pływająca, quad, wózek, robot, motocykl itd. Każdy pojazd pozwalający na zamontowanie skanera, anteny GPS, systemu IMU i komputera pokładowego może być wykorzystany jako jednostka pomiarowa.

System mobilnego skanowania stosowany przez polską firmę GISPRO zaprojektowany jest do umieszczenia na dachu samochodu (w tym przypadku jest to Nissan Pathfinder). Na wspólnej platformie znajdują się trzy skanery i system pozycjonowania GPS/IMU. Rozwiązanie takie jest najczęściej stosowane w podobnych systemach na świecie (Street Mapper firmy 3D Laser Mapping czy Lynx Mobile Mapper firmy Optech), co wynika z dużego zapotrzebowania rynku na pomiar dróg i autostrad. Wykorzystanie samochodu terenowego otwiera jednak wiele innych możliwości użycia takiej jednostki bez konieczności demontowania sprzętu (np. mobilny pomiar na plaży, obszarach niezagospodarowanych, polach i łąkach

przed planowaną budową dróg czy kopalni odkrywkowych). Pierwsze rozwiązania tego typu pojawiły się w 2005 roku, kiedy główni producenci skanerów laserowych wypuścili stabilne i solidne wersje naziemnych skanerów impulsowych o częstotliwości i szybkości skanowania nadającej się do użycia na poruszających się jednostkach bazowych.

Zastosowanie popularnych i ogólnie dostępnych od kilku lat skanerów fazowych nie sprawdziłoby się w systemie mobilnym głównie z racji małego zasięgu (teoretycznie 50-60 m, a w praktyce ok. 30 m). Skanery impulsowe, w zależności od trybu pracy, pozwalają na pomiary nawet do 500-1000 m przy zastosowaniu statycznym. W systemach mobilnych stosowany jest zazwyczaj tryb *high speed*, a nie *long range*, co ogranicza zasięg do 300 m z korzyścią dla wysokiej częstotliwości linii skanowania. Tryb *high speed* zwiększa gęstość chmury punktów, a zatem dokładność i potencjał interpretacyjny. Pierwsze systemy MLS wykorzystywały skanery przeznaczone do skanowania statycznego. Główni producenci (Riegl, Optech, Leica) bardzo szybko jednak zauważyli potrzeby rynku i działania firm, takich jak 3D Laser Mapping (twórcy pierwszego MLS o nazwie Street Mapper z zamontowanymi dwoma skanerami statycznymi na dachu samochodu typu *van*). Dwa lata temu powstały skanery lub zespoły skanerów przystosowane do skanowania mobilnego.

Obecnie rozróżnia się dwa rodzaje systemów mobilnego skanowania laserowego

MOCHODU



Rys. 1. System MMS/MLS firmy GISPRO

go. Pierwszy wykorzystuje tylko skanery profilujące 2D, umieszczone pod kątem 90 stopni względem siebie i 45 stopni względem kierunku jazdy, na stałe związane z platformą, bez możliwości zmian kątów nachylenia. Drugim rodzajem są systemy elastyczne (m.in. w GISPRO), z jednym skanerem mobilnym, umieszczonym centralnie i zwróconym prostopadle do kierunku jazdy, oraz dwoma skanerami statycznymi na lewo i prawo od skanera profilującego. Skanery statyczne dają możliwość dowolnej konfiguracji i ustawienia kierunku skanowania odpowiedniego dla wykonywanej aktualnie pracy. System elastyczny pozwala również na rozbrojenie w ciągu kilku minut skanerów bocznych i wykorzystywanie ich do pomiarów statycznych uzupełniających w miejscach niewidocznych z poziomu trasy skanowania mobilnego lub wymagających typowego opracowania statycznego.

W skład systemu wchodzi również jednostka pozycjonowania. Jeszcze kilka lat temu rewolucją był system GPS. Jednak początkowe próby wykorzystania lotniczych systemów pozycjonowania GPS/INS w samochodach zawiodły głównie z powodu wielodrożności sygnału GPS pomiędzy wysokimi budynkami i braku ciągłości obserwacji satelitów w terenach miejskich czy zadrzewionych. Pierwszym skutecznym rozwiązaniem na rynku był IGI TerraControl – system pozycjona-

nia GPS/IMU wspierany przez DMI (odometr), który powstał przy współpracy firm IGI i 3D Laser Mapping. Stworzono go na bazie sprawdzonego i popularnego w lotniczej fotogrametrii inercyjnego systemu nawigacyjnego IGI AeroControl. Nie musieliśmy długo czekać na odpowiedź korporacji Trimble, która pod szyldem Applanix wypuściła naziemny mobilny system pozycjonowania GPS/IMU PosLV w trzech wersjach: 220, 420 i 610 różniących się przede wszystkim czułością i dokładnością systemu żyroskopowego, co jest odczuwalne głównie, gdy sygnał GPS jest słaby lub niedostępny.

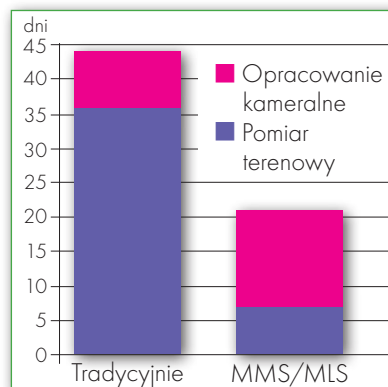
Dopełnieniem każdego systemu są zazwyczaj zestawy kamer cyfrowych, w praktyce od 2 do 6, które służą już tylko jako uzupełnienie. Jeszcze kilka lat temu kamery były głównym źródłem informacji przestrzennej w systemach MMS (Mobile Mapping System), jednak nawet stosowanie matryc o rozdzielczości 12 MPx i pomiarów stereoskopowych na dokładnie skalibrowanych kamerach pozwala osiągnąć dokładność na poziomie 10 cm i gorszą. W przypadku

opracowań do ewidencji dróg i obiektów mostowych jest ona wystarczająca, lecz do opracowań typowo inżynierskich już nie. Obecnie głównie zastosowanie kamer to kolorowanie chmury składowymi RGB, wspomaganie w interpretacji szczegółów i w razie potrzeby ich domierzanie metodą fotogrametrii naziemnej.

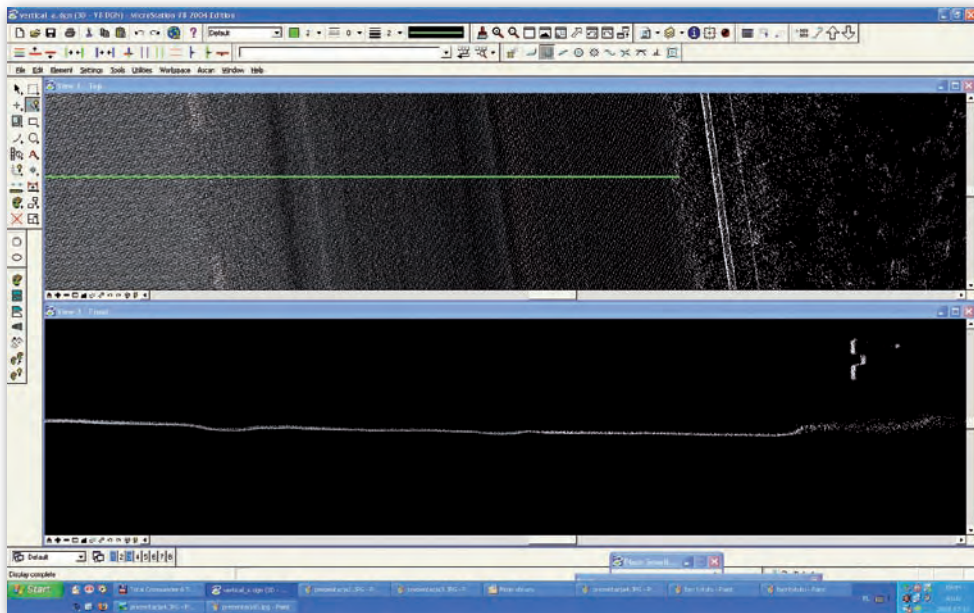
● ZASTOSOWANIE MLS

Głównym zastosowaniem systemów mobilnego skanowania laserowego jest pomiar obiektów drogowych realizowany bez konieczności wstrzymania ruchu i z minimalną ingerencją w jego płynność na drodze. Pomiar wykonywany jest o wiele szybciej niż w przypadku metod tradycyjnych, pozwala na automatyzację wielu procesów obliczeniowych i prac kameralnych. Opracowania na bazie MLS charakteryzują się wysoką dokładnością skupioną wzdłuż obiektu. W zależności od założonej i wymaganej dokładności zastosowanie MLS przyspiesza prace dwu-, a nawet trzykrotnie w porównaniu z tradycyjnymi metodami stosowanymi przy pomiarach geodezyjnych czy skaningu statycznym.

Zamieszczony poniżej przykład (rys. 2) przedstawia typowe zastosowanie MLS do wsparcia wykonania mapy do celów projektowych w pasie drogi krajowej o długości 20 km i szerokości 100 metrów (po 50 m od osi jezdni). Porównujemy pomiar tradycyjny i mobilny wykonany przez dwuosobowy zespół geodetów terenowych i opracowanie kameralne zrealizowane w zespole trzyosobowym. W obydwu zadaniach chodziło o uzyskanie dokładności określonej błędem średnim pomiarów wysokościowych dla jezdni wynoszącym ± 1 cm, dla pobocza ± 3 cm i dokładności sytuacyjnej ± 3 cm dla całego zakresu opracowania.



Rys. 2. Porównanie metody tradycyjnej z MMS/MLS



Rys. 3. Widok chmury punktów w MicroStation (aplikacja ASCAN)

Jak widać na rys. 2, zastosowanie metody mobilnej pozwala na wykonanie pracy dwukrotnie szybciej przy zachowaniu bardzo wysokiej dokładności. Ponadto czynnikiem decydującym o czasie opracowania MLS jest część kameralna, którą łatwo można jeszcze przyspieszyć przez zwiększenie liczby stanowisk do przetwarzania. Drugi istotny czasowo czynnik to założenie osnowy. Przyjęcie dokładności na poziomie ± 5 cm dla współrzędnych XYZ pozwoliłoby nawet na czterokrotnie szybsze opracowanie w porównaniu z metodami tradycyjnymi. Wynika to z mniejszej gęstości osnowy (punktów wpasowania i kontrolnych), większej prędkości pomiaru, która w efekcie generuje chmurę o mniejszej gęstości punktów, co znacznie przyspiesza jej przetwarzanie. Z naszych doświadczeń wynika, że ceny usług i opracowań wykonanych w technologii MLS kształtują się na podobnym poziomie jak pomiar tradycyjny, a istotną korzyścią dla zamawiającego jest skrócenie czasu realizacji. W praktyce prawidłowość ta potwierdza się dla obiektów liniowych o długości większej niż 5 km.

Uzyskanie dokładności wysokościowej 1 cm jest zadaniem trudnym, ale wyko-

nalnym. W tym celu niezbędna jest jednak mała prędkość pojazdu, gęsta osnowa/punkty kontrolne oraz dobre warunki GPS. Optymalną dokładnością wysokościową wydaje się 2-3 cm w terenach otwartych i 3-5 cm w terenach zabudowanych (w zależności od ciągłości obserwacji GPS). Na dokładność sytuacyjną duży wpływ ma przede wszystkim dokładność pomiaru i wyrównania osnowy.

● PRODUKTY MLS

Rozróżnia się cztery główne produkty mobilnego skanowania laserowego:

- chmurę punktów wyrównaną i odniesioną do absolutnego lub lokalnego układu współrzędnych,
- numeryczny model terenu w postaci TIN lub grid umieszczony w dowolnym układzie odniesienia z algorytmem interpolacyjnym, wygenerowany na podstawie chmury punktów i charakteryzujący się dokładnością od ± 10 mm,
- dokładne profile (podłużne i poprzeczne) obiektów drogowych, mostowych, kolejowych, wodnych (połączenie z batymetrią) itd.,
- wektorową mapę 3D w układzie państwowym lub lokalnym (jest to najbardziej kompletne opracowanie wy-

konywane często z wykorzystaniem fotogrametrii lotniczej i/lub pomiaru terenowego uzupełniającego).

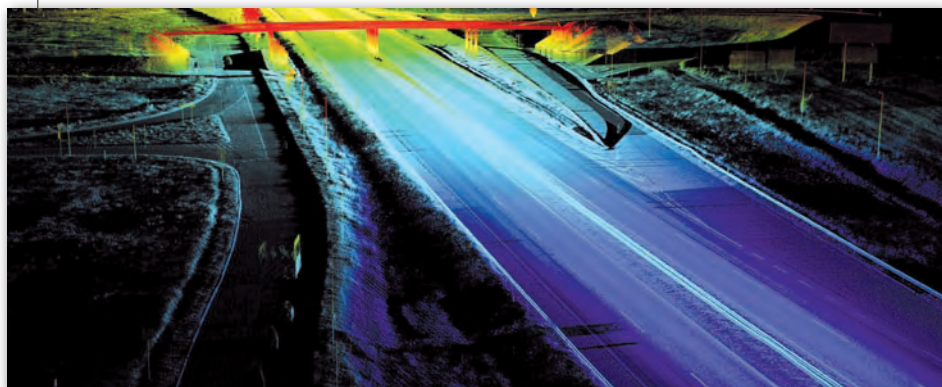
Kolejność tych produktów nie jest przypadkowa. Najbardziej zaawansowana mapa 3D zawiera w sobie wszystkie wcześniejsze produkty przetwarzania. Firmy dysponujące technologią MLS oferują z reguły produkty na każdym z wymienionych poziomów. Większość firm zachodnich skupiła się jednak na świadczeniu usług typowo pomiarowych i dostarczaniu klientom wyrównanej i gotowej do dalszego przetwarzania chmury punktów w formatach XYZ z intensywnością odbicia lub XYZ z informacją RGB. Oznacza to, iż zamawiający mają świadomość technologii i sami potrafią ją wykorzystać do swoich potrzeb. Jest to w praktyce bardzo wygodne rozwiązanie, wymaga jednak przekonania środowiska i wprowadzenia właściwych uregulowań prawnych.

W Polsce przedmiotem zamówienia są najczęściej: NMT (np. dla wykonania mapy do celów projektowych) lub profile poprzeczne czy podłużne. Świadomość i dostępność oprogramowania jednak stale wzrasta i należy przypuszczać, iż pójdzie za tym również dostosowanie instrukcji i wytycznych technicznych, co pozwoli na ujednoczenie formy przekazywania tego typu opracowań do OGDGiK.

● OPROGRAMOWANIE

Podczas pracy z chmurą punktów – począwszy od etapu zbierania danych poprzez wyrównywanie, transformację i pozyskanie informacji przestrzennej – użytkownik wykorzystuje kilka różnych programów. Większość z nich naturalnie wywodzi się z aplikacji do obróbki lotniczego skaningu. Potencjalnych odbiorców chmury punktów interesują jednak głównie programy typu CAD i Edit.

● **Oprogramowanie do pracy z chmurą punktów w środowisku CAD.** Tutaj najbardziej sprawdza się zestaw TerraScan, TerraModeler wspierany przez TerraPhoto (w przypadku wykorzystania zdjęć z kamer) fińskiej firmy TerraSolid. Jest to pierwsze rozwiązanie dostosowane do wymogów i potrzeb mobilnego skanowania. Działa w środowisku CAD (Bentley MicroStation) i zawiera moduły wpasowania i wyrównania na punkty kontrolne, filtracji, generowania grid, TIN oraz profilowanie zasięgu widoczności chmury, co znacznie ułatwia jej digitalizację. W Polsce dostępna jest aplikacja ASCAN firmy AstraGIS o funkcjonalności zbliżonej do TerraScan, uruchamiana również



Rys. 4. Widok chmury punktów w aplikacji Quick Terrain Modeler



Rys. 5. Widok chmury punktów autostrady A1 i widoczne koleiny

w środowisku MicroStation i posiadająca moduł transformacji i digitalizacji chmury. W USA bardzo popularne jest oprogramowanie TopoDOT firmy Certainty 3D, tworzone przez pracowników Riegl USA. Oprogramowanie działające w MicroStation wymaga dzielenia chmury na odcinki 200-500 m, co wynika z limitów pamięci środowiska firmy Bentley. Z aplikacji dostępnych na rynku warto również odnotować Pointools Model działający w środowisku AutoCAD i charakteryzujący się blisko dziesięciokrotnie większymi możliwościami co do liczby punktów (do 300 milionów), jednak mniejszą funkcjonalnością. Silnik Pointools Vortex będzie wkrótce zastosowany również w środowisku Bentleya, co znacznie zwiększy pojemność programów pracujących w MicroStation.

● **Oprogramowanie do wizualizacji, symulacji, wspierania interpretacji i edycji chmury punktów typu Edit.** W tej dziedzinie króluje oprogramowanie posiadające wersje dla systemów operacyjnych 64-bitowych. Pozwala to na wczytywanie do 600 milionów punktów i sprawne poruszanie się w tej przestrzeni z wykorzystaniem prostych narzędzi do edycji, symulacji i obróbki chmury. Ze znanych nam programów warto wymienić Quick Terrain Modeler, Pointools Edit, DTMaster, GVE, SCOP++ (z modułem wizualizacji).

Skaning laserowy jest u nas przez wiele firm geodezyjnych i biur projektowych traktowany z dystansem i nieuzasadnioną obawą, głównie z powodu braku doświadczenia w obsłudze oprogramowania do obróbki danych laserowych i wykorzystaniu ich do tworzenia map numerycznych. Część firm zbierających dane metodą skaningu laserowego oferuje pomoc we wdrożeniu aplikacji działających w środowisku CAD, co oczywiście generuje większe zapotrzebowanie ze strony rynku na dane pochodzące wprost z sa-

mochodu. Jest to o tyle istotne, że pojedynczy pojazd MLS może „w sezonie” zebrać o wiele więcej danych, niż wynoszą zdolności ich przetwarzania przez te firmy w rozsądnym czasie. Jest to bardzo ważny argument przekonujący potencjalnych użytkowników realizujących projekty na wszelkich obiektach liniowych do zastosowania nowoczesnych technik i rozszerzenia zakresu swoich usług o opracowania wykonywane na bazie mobilnego skaningu laserowego.

● MAPA DO CELÓW PROJEKTOWYCH AUTOSTRADY A1

Od 12 maja do 9 lipca 2009 r. GISPRO wykonała mobilne skanowanie laserowe autostrady A1 oraz dalej w ciągu drogi krajowej nr 1. Jest to trasa dwujezdniowa o bardzo dużym natężeniu ruchu i zamknięcie choćby jednej jej jezdni wiązałoby się z dużymi utrudnieniami i kosztami. Przedsięwzięcie było realizowane w trybie „projektuj i buduj”, co sprzyja tego typu technologiom, jako że informacja o stanie aktualnym obiektu musi dotrzeć do projektanta najszybciej jak to możliwe.

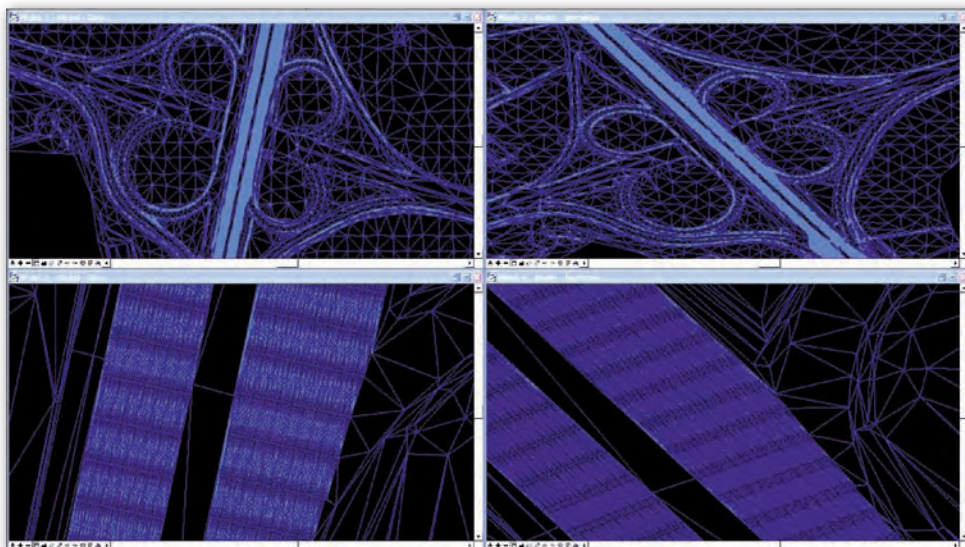
Pomierzono 85 km drogi od miejscowości Tuszyń do miejscowości Rząsawa w celu uzyskania bardzo dokładnego mode-

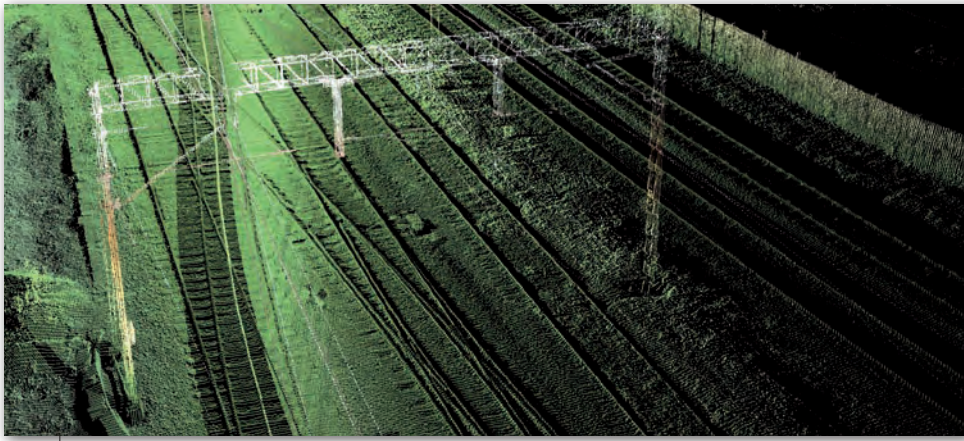
lu nawierzchni jezdni i pikiet stanowiących krawędzie oraz środek jezdni. Metoda mobilnego skanowania pozwoliła na wykonanie pomiaru bez wstrzymywania ruchu na drodze przy zachowaniu wymaganej dokładności wysokościowej ± 1 cm oraz dokładności wyznaczenia współrzędnych płaskich XY ± 3 cm.

Pierwsze wyniki z chmury punktów pokazały możliwość swobodnego kartowania również szczegółów terenowych znajdujących się w granicach pasa jezdni. Na podstawie pomiarów powstał przede wszystkim bardzo dokładny numeryczny model terenu dla jezdni charakteryzujący się błędem średnim poniżej 10 mm. Był to pierwszy projekt realizowany przez naszą firmę w tej technologii. Na całym 85-kilometrowym odcinku pomiar mobilny wykonywany był równoległe z pozyskiwaniem danych metodą fotogrametrii lotniczej i uzupełniającym pomiarem terenowym, a na ich bazie powstała kompletna mapa do celów projektowych. Opracowanie zostało zrealizowane we współpracy z firmami Geomar SA i OPGK Bydgoszcz. Takie łączenie technologii fotogrametrii lotniczej ze skanowaniem mobilnym jest obecnie najefektywniejszą metodą pomiaru obiektów liniowych stosowaną dla wszystkich dużych inwestycji realizowanych w Europie Zachodniej.

Pomiar kolejnych 40 km tej trasy wykonano na terenie powiatów myśkowskiego, będzińskiego i częstochowskiego we współpracy z firmą Vertical, która była jednocześnie zamawiającym. W wyniku opracowania przekazano dane z trzech skanerów zapisane w postaci georeferencyjnych zbiorów punktów przetransformowane i obliczone na podstawie pomierzonych punktów kontrolnych. Uzyskano współrzędne przestrzenne XYZ z błędem średnim poniżej ± 1 cm względem osnowy. Gęstość rozmieszczenia punk-

Rys. 6. Numeryczny model terenu drogi krajowej nr 1





Rys. 7. Widok chmury punktów do wjazdu na stację Warszawa Zachodnia



Rys. 8. Widok chmury punktów w tunelu średnicowym – rozjazd przed Warszawą Centralną

tów wynosiła około 12 tys./m² i malała wraz z oddalaniem się od skanera (stała rozdzielczość kątowna). Firma Vertical za pomocą programu ASCAN działającego w środowisku MicroStation poddała dane analizie i dalszemu opracowaniu, wspierając się serią 12 tys. cyfrowych zdjęć wykonanych wzdłuż drogi. Pomierzono położenie interesujących projektanta obiektów, takich jak: krawędzie jezdni, krawężniki, linie zmiany nawierzchni, elementy oznakowania poziomego i pionowego, barierki ochronne. Na bazie zbioru punktów sporządzono również bardzo dokładny model powierzchni samej jezdni, składający się z przestrzennych linii rozmieszczonych co 5 m wzdłuż oraz co 0,1 m w poprzek drogi. Pozwoliło to na zobrazowanie kolein występujących

w nawierzchni. Przetworzone dane ze skanowania laserowego wraz z danymi pochodzącymi z pomiaru bezpośredniego posłużyły do sporządzenia numerycznego modelu terenu dla całego obszaru opracowania oraz wygenerowania warstwic. Do biura projektów została przekazana mapa przestrzenna terenu wraz ze szczegółowym modelem nawierzchni jezdni w formatach DGN (3D MicroStation) oraz DTM (InRoads Site).

● MOBILNE SKANOWANIE KOLEI I TUNELU ŚREDNICOWEGO

Nasz system MMS/MLS został przetestowany również na polskich szlakach kolejowych. Miało to miejsce w najtrudniejszym z możliwych terenie, tzn. na odcinku Warszawa Zachodnia – Rem-

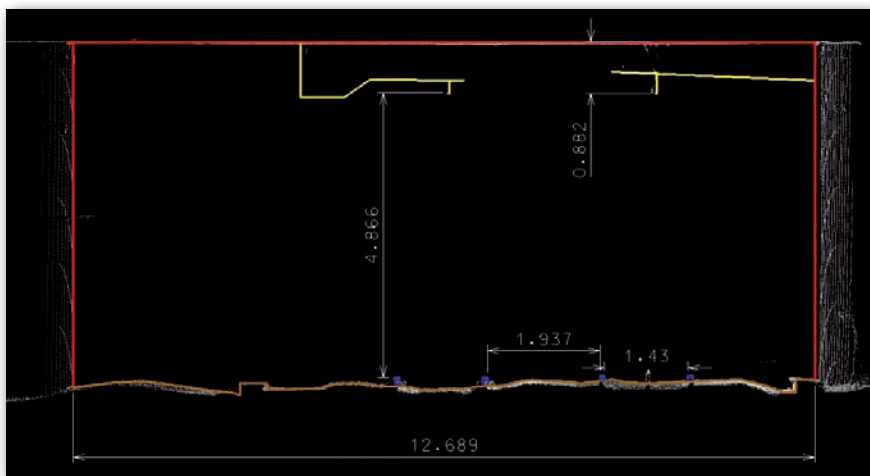
bertów prowadzącym przez tunel średnicowy o łącznej długości 2,3 km, gdzie przez długi czas występował brak sygnału GPS. Założeniem testów było określenie możliwości wykorzystania tego typu technologii pod kątem opracowania mapy do celów projektowych oraz pomiarów inżynierskich (pomiar skrajni). Na potrzeby testów, w celu ograniczenia czasochłonności i kosztów przedsięwzięcia, postanowiono wjechać samochodem na platformę kolejową, poruszaną przez lokomotywę pomiarową. Sposób ten bardzo dobrze sprawdził się w praktyce, a uzyskane wyniki i dokładności potwierdziły przydatność tej technologii dla pomiarów kolejowych. Rozważana jest również możliwość przenoszenia platformy pomiarowej z komputerem pokładowym na lokomotywę w przypadku wykonywania prac pomiarowych dla dużych projektów.

Kolej w większym stopniu niż drogownictwo uzależniona jest od płynności ruchu, a wykonywanie jakichkolwiek prac pomiarowych łączy się często z całkowitym wyłączeniem odcinka z użytkowania. Wyłączenia te pociągają za sobą wzrost kosztów finansowych oraz opóźnienia w ruchu pasażerskim i towarowym. W trakcie pomiaru prędkość wahała się od 20 do 50 km/h i uwarunkowana była głównie ruchem pociągów rozkładowych i możliwością przejazdu. Na całej długości uzyskano dokładność względną mierzoną błędem średnim na poziomie ± 5 mm, a dla 90% obserwacji – w granicach ± 7 mm.

Dokładność bezwzględna (bez wpasowania na punkty referencyjne) wahała się od ± 3 cm do ± 50 cm (w połowie długości tunelu). Nie posiadaliśmy jednak w tunelu żadnej osnowy, na której można byłoby się oprzeć przy iteracyjnym wyrównaniu. Podana dokładność jest wynikiem uzyskanym jedynie z obserwacji GPS/IMU, a w tunelu – samej jednostki inercyjnej. Wynikowa chmura punktów okazała się bardzo spójna, relatywnie dokładna i płynna (bez skoków, tąpnięć itp.). Zatem w wyniku zasygnalizowania i pomiaru szczegółowej osnowy w tunelu, a następnie przeprowadzenia transformacji i wyrównania moglibyśmy oczekiwać dokładności bezwzględnej w granicach $\pm 1-3$ cm.

● OPACOWANIE I AKTUALIZACJA BAZ DANYCH EWIDENCJI DRÓG I OBIEKTÓW MOSTOWYCH

Zgodnie z obowiązującymi przepisami dotyczącymi ewidencji dróg (rozporządzenie ministra infrastruktury z 16 lute-



Rys. 9. Przykładowy profil tunelu średnicowego



Rys. 10. Fragment powstałej bazy danych oraz mapy ewidencji dróg i obiektów mostowych na tle ortofotomapy (WMS Geoportal.gov.pl)

go 2005 r. w sprawie numeracji i ewidencji dróg publicznych, obiektów mostowych, tuneli, przepustów i promów oraz rejestru numerów nadanych drogom, obiektom mostowym i tunelom, DzU nr 67 z 25 kwietnia 2005 r., poz. 582), obowiązkiem każdego zarządcy jest posiadanie i utrzymanie aktualnego zasobu danych opisujących sieć dróg publicznych. Wszelkie dane drogowe powinny być gromadzone w dowiązaniu do przyjętego systemu referencyjnego i przechowywane w utworzonych w tym celu bazach danych. Przebieg dróg należy definiować jako ciąg następujących po sobie punktów referencyjnych i odcinków międzywęzłowych. Obecnie rynek oferuje wiele programów z jednej strony zaspokajających indywidualne potrzeby zarządcy dróg, a z drugiej – spełniających wymagania rozporządzenia. Niezależnie od wyboru konkretnego programu informatycznego system musi zostać zasilony odpowiednimi danymi.

Dane takie pozyskiwane są przez GISPRO za pomocą mobilnego skanowania laserowego oraz wideorejestracji. Powstała w ich wyniku chmura punktów, wyrównana z kilkucentymetrową dokładnością, jest podstawą wektoryzacji wszystkich naziemnych i nadziemnych obiektów pasa drogowego. Dodatkowo otrzymujemy warstwę zdjęć z przypisanymi współrzędnymi, dzięki którym można kontrolować, czy obiekty drogi zostały zinwentaryzowane rzetelnie oraz czy są kompletne. Zaktualizowany w ten sposób zbiór danych dostarcza wielu cennych informacji, np. o powierzchni nowo powstałych chodników czy o stanie nawierzchni dróg. Umożliwia także sporządzenie dokumentacji oznakowania pionowego i poziomego oraz weryfikację stanu czy zasadności jego usytuowania. GISPRO

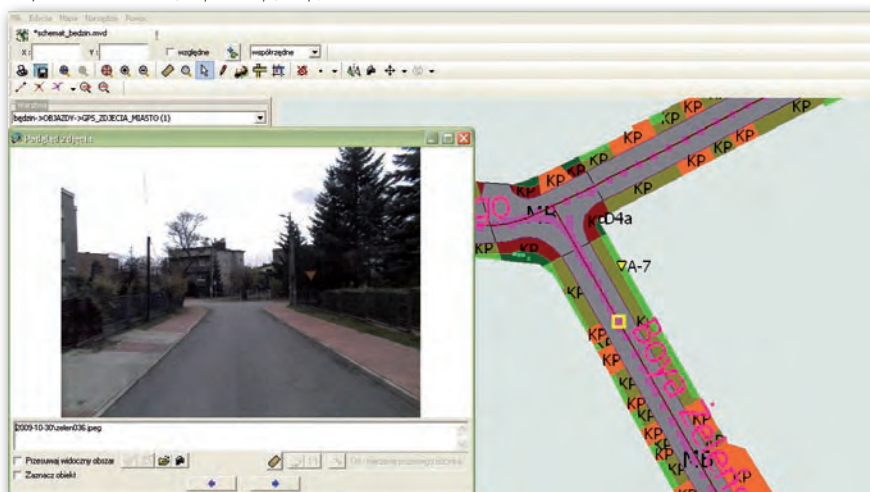
posiada już doświadczenie w tym zakresie i jest w stanie aktualizować i zasilać najpopularniejsze systemy baz danych stosowanych w tym celu w Polsce.

● PLANY NA PRZYSZŁOŚĆ

Nowoczesne technologie pozyskiwania informacji przestrzennej stawiają przed użytkownikiem wiele wyzwań i problemów, dla których najczęściej samemu trzeba znajdować rozwiązania. Z drugiej strony daje to wiele satysfakcji w przypadku udanego wdrożenia. Platforma GISPRO jest jednym z najnowocześniejszych takich systemów na świecie. Wyposażony dodatkowo w georadar cieszył się dużym zainteresowaniem na targach Intergeo 2009.

Jakie mamy plany na przyszłość? Chcielibyśmy zwiększyć zainteresowanie technikami skanowania laserowego zarówno firm geodezyjnych, jak i biur projektowych w Polsce. Ponadto czekają nas wkrótce testy systemu w pomiarach na rzekach oraz integracja z lotniczym skanowaniem laserowym pod kątem automatyzacji tworzenia realistycznych i dokładnych modeli miast 3D. Za cel stawiamy sobie również

Rys. 11. Fragment powstałej bazy danych oraz mapy ewidencji dróg i obiektów mostowych z synchronizowaną rejestracją zdjęć



ZALETY TECHNOLOGII MLS

- Dokładność pomiaru porównywalna z klasycznymi pomiarami geodezyjnymi
- Automatyzacja pomiaru eliminująca błędy osobowe, przeoczenia itp.
- Szybkie pomiary dużych obiektów (często w miejscach trudno dostępnych), dostarczenie wiarygodnych danych dla wszystkich faz projektowania
- Bezinwazyjność pomiaru, brak konieczności wstrzymywania ruchu czy prac
- Większy potencjał informacyjny zdjęć i chmur punktów w stosunku do tradycyjnej mapy wektorowej.
- Bardzo dokładna reprezentacja obiektu w układzie 3D w postaci chmury punktów
- Wiarygodna dokumentacja do celów planistycznych i projektowych
- Niezależność pomiaru od pory dnia, więcej dni pomiarowych w roku
- Najwyższa dokładność wzdłuż obiektu po osi pomiaru

WADY TECHNOLOGII MLS

- Brak możliwości skanowania podczas opadów atmosferycznych i zalegania pokrywy śnieżnej
- Duża objętość danych ze skanowania laserowego wydłużająca proces ich przetwarzania
- Wysoka cena sprzętu pomiarowego
- Brak przepisów prawnych normujących skaning laserowy jako metodę pomiaru

ciągłe udoskonalanie technologii pomiaru obiektów linowych w celu zwiększenia szybkości opracowań bez strat dokładnościowych.

ARKADIUSZ SZADKOWSKI

(dyrektor Zakładu Fotogrametrii i Teledetekcji w GISPRO Sp. z o.o.)

ANNA MAHRBURG

(kierownik projektu w ZFiT w GISPRO Sp. z o.o.)

ŻAKLINA SOCHACKA

(kierownik projektu w ZFiT w GISPRO Sp. z o.o.)