

**Artur PLICHTA<sup>1</sup>**

## **OCENA MOŻLIWOŚCI ZASTOSOWANIA NOWOCZESNYCH TECHNIK REJESTRACJI TERENU DO TWORZENIA MAPY 3D PRZESTRZENI KOLEJOWEJ**

### **Streszczenie**

W artykule przeanalizowano wymagania niezbędne do wprowadzenia kodyfikacji polskich linii kolejowych. Wskazano na konieczność budowy zintegrowanego systemu informatycznego dla linii kolejowych, wraz z informacjami 3D o obiektach infrastruktury kolejowej. Zaprezentowano wyniki podstawowych pomiarów testowych przy użyciu skanera laserowego Leica ScanStation C10. W artykule przedstawiono główne cechy skanera ScanStation oraz przeanalizowano zasady gromadzenia danych. Otrzymany materiał będzie wykorzystany do prac ukierunkowanych na utworzenie mapy numerycznej i bazy danych 3D dla obiektów infrastruktury kolejowej.

### **1. Wstęp**

Aby zrealizować postulaty zrównoważonego rozwoju transportu zakłada się, że kolej będzie dominowała w tych segmentach rynku, w których są generowane największe korzyści gospodarcze i społeczne. Rewitalizacja sektora kolejowego powinna nastąpić poprzez skoncentrowanie działań i zasobów tam, gdzie wymagają tego oczekiwania rynku. Należałoby położyć nacisk na sukcesywne zdobywanie i utrzymanie zaufania klientów i pasażerów. Osiągnięcie tego zaufania stałoby się możliwe poprzez istotną poprawę jakości usług, wykorzystanie nowoczesnej infrastruktury, technologii informatycznych, integracji terytorialnej i międzygałęziowej usług transportowych. Równocześnie nastąpiłaby rewitalizacja aktywów i efektywna alokacja dostępnych zasobów finansowych. Należy przy tym podkreślić, że zmiany w otoczeniu rynkowym kolei wymagać będą okresowej weryfikacji podejmowanych planów i działań.

Od roku 1990 koleje w Polsce tracą swoją pozycję na rynku przewozowym na rzecz przede wszystkim transportu samochodowego. Przyczyną tego są zmiany wynikające z transformacji gospodarki, ale także drastyczne pogorszenie się stanu infrastruktury kolejowej skutkujące brakiem możliwości stworzenia przez przewoźników ofert przewozowych konkurencyjnych w stosunku do środków transportu wykorzystujących drogi kołowe i pożądanymi przez pasażerów i klientów. Aktualna zła sytuacja w zakresie kolejowych przewozów towarowych w Polsce jest ponadto determinowana poprzez działania czynników, takich jak:

- niedostateczna inwestycja w tabor trakcyjny i wagonowy (szczególnie lokomotywy wielosystemowe i specjalistyczne wagony, w szczególności platformy do przewozów kontenerów),
- brak narzędzi informatycznych do śledzenia przesyłki w czasie przewozu.

---

<sup>1</sup> dr inż., Wydział Budownictwa i Inżynierii Środowiska, Politechnika Poznańska

## **2. Kodyfikacja linii kolejowych niezbędnym elementem zwiększenia atrakcyjności przewozu towarów w sieci międzynarodowej**

Jedną z podstaw warunkujących postulaty zwiększenia przewozów ładunków transportem kolejowym jest kodyfikacja linii kolejowych dla potrzeb transportu intermodalnego i przewozu przesyłek z przekroczoną skrajnią ładunkową. Kodyfikację w transporcie kolejowym rozumie się jako posiadanie (a także dostęp do) danych o wielkości przestrzeni kolejowej, możliwej do wykorzystania przy przewożeniu ładunków (tzw. korytarz transportowy). Kodyfikacji powinny podlegać wszystkie linie kolejowe docelowej sieci, na których przewidziany jest ruch pociągów towarowych. Nie powinny podlegać kodyfikacji linie kolejowe wyłącznie dla ruchu pasażerskiego (na przykład linie dużych prędkości, linie wyłącznie dla ruchu pociągów aglomeracyjnych). W pierwszej kolejności kodyfikacją linii kolejowych należy objąć główne ciągi transportowe oraz inne linie kolejowe dochodzące do terminali intermodalnych. W dalszej kolejności pozostałe linie kolejowe, na których prowadzony jest ruch pociągów towarowych. Według wytycznych Ministerstwa Infrastruktury z sierpnia 2008, wyrażonym w dokumencie „Master plan dla transportu kolejowego w Polsce do 2030 roku” linie kolejowe powinny być skodyfikowane do roku 2013. W latach późniejszych proces kodyfikacji będzie miał charakter sprawdzający (na przykład ponowna kodyfikacja po modernizacji lub pracach odtworzeniowych) lub będzie dotyczył linii nowobudowanych.

Przy transporcie przesyłek normatywnych, czyli tych, które mieszczą się w przestrzeni wagonowej, nie ma potrzeby uzyskiwania warunków jej przewozu, tudzież zapewnienia właściwej jej dostawy. Transport przesyłek nadzwyczajnych, z uwagi na bezpieczeństwo i płynność ruchu kolejowego, wymaga odmiennego traktowania. Przesyłką nadzwyczajną może być jednostka ładunkowa transportu intermodalnego lub ładunek ponadgabarytowy. Przesyłka taka po załadowaniu na wagon, z powodu swoich wymiarów zewnętrznych, może nie mieścić się w skrajni ładunkowej i powodować utrudnienie przewozu. Stąd też w kolejnictwie powstał problem związany z transportem intermodalnym i przewozem pojedynczych sztuk ładunków ponadgabarytowych.

W krajach Europy Zachodniej w związku z przewozami w transporcie kombinowanym jednostek o różnych wymiarach i stosowaniem różnych wagonów pojawiła się potrzeba uproszczenia procedur związanych z nadawaniem tych jednostek do przewozu koleją. Wprowadzono kodyfikację linii kolejowych, jednostek ładunkowych i wagonów. Zgromadzono informacje przestrzenne na temat tak wielkości skrajni kolejowych, jak i kategorii stosowanych wagonów kolejowych. Na terenie kolei, które wprowadziły kodyfikację, podstawą dopuszczenia do przewozu jest zgodność kodu przewożonej jednostki, użytego wagonu i linii, po której ma nastąpić przewóz. Na terenie zarządcy infrastruktury, który nie wprowadził kodyfikacji, obowiązują skomplikowane, długotrwałe i niejednoznaczne procedury związane z uzyskaniem zgody na przewóz przesyłki z przekroczoną skrajnią ładunkową i dopuszczenie jej do przewozu.

Kodyfikacja linii prowadzona jest przez zarządcę infrastruktury i polega na dokonaniu pomiarów skrajni na liniach kolejowych (wszystkich bądź wybranych). Efektem tak przeprowadzonej kodyfikacji jest podanie do wiadomości kodów nadanych każdej linii (mapa, warunki techniczno-ruchowe linii kolejowych lub temu podobne). Za dotrzymanie na linii kolejowej określonego kodu odpowiedzialny jest zarządca infrastruktury (zachowanie wymiarów po remontach i naprawach, aktualizacja). Kodyfikacja ładunku prowadzona jest przez jedną wytypowaną organizację związaną z przewozami kombinowanymi: narodowego operatora transportu kombinowanego (np. Cemat - Włochy, Hupac - Szwajcaria) lub urząd odpowiedzialny za bezpieczeństwo przewozu koleją. Kodyfikacja jednostki ładunkowej polega na nadaniu jej odpowiedniego kodu, uzależnionego od wymiarów zewnętrznych.

Polska jest „białą plamą” na europejskiej kolejowej mapie linii kodowanych. Oznacza to, że każdy przewóz ładunku o przekroczonej skrajni wymaga uzyskania zgody zarządców infrastruktury, po której odbędzie się przewóz. W komunikacji krajowej przepisy określają czas na wydanie zgody do 30 dni, w międzynarodowej - do 60 dni. W praktyce trwa to kilka dni. Koszt każdej zgody wynosi ok. 100 PLN. Brak kodyfikacji jest szczególnie dotkliwy dla organizacji regularnych przewozów kombinowanych. Wszyscy przewoźnicy potwierdzają, że nie są w stanie sprawnie przewieźć tranzytem towarów o znacznych gabarytach i masie z Europy Zachodniej do Wschodniej, ponieważ nie posiadają danych o skrajni toru, np. dla całej linii kolejowej E30. Nie są zatem w stanie zapewnić

klienta, że wagony z jego „niestandardowym” ładunkiem bezpiecznie „zmieszczą się” na torach. Polska jest więc pomijana przez klientów z Zachodu ze względu na brak kodyfikacji, a przewozy realizowane są drogą okrężną, przez Czechy i Słowację. PKP PLK, PKP Cargo i przewoźnicy prywatni tracą na tym sporo pieniędzy.

Nagłym tematem jest również opracowanie aktualnej charakterystyki przestrzennej terenów kolejowych w postaci geodezyjnych map numerycznych. Ich brak był niejednokrotnie wskazywany przez autora w latach poprzednich, co w powiązaniu z brakiem dostępu do informacji o liniach kolejowych skutecznie blokuje włączenie polskiej sieci kolejowej w Europejski System Zarządzania Ruchem Kolejowym. ERTMS (*European Railway Traffic Management System*) obejmuje zunifikowaną europejską radiołączność pociągową GSM-R i zunifikowany europejski system bezpiecznej kontroli jazdy pociągu ETCS. ERTMS stanowi jedno z kluczowych przedsięwzięć, których celem jest zapewnienie jak największej interoperacyjności transportu, szczególnie kolei w Europie. Obydwa systemy są istotnymi składnikami europejskiej polityki likwidacji barier w transporcie, zarówno w wymiarze barier technicznych na sieciach kolejowych wewnątrz granic UE jak i w zakresie budowania wspólnego rynku w zakresie produktów i usług na rzecz kolei. System ERTMS umożliwia między innymi:

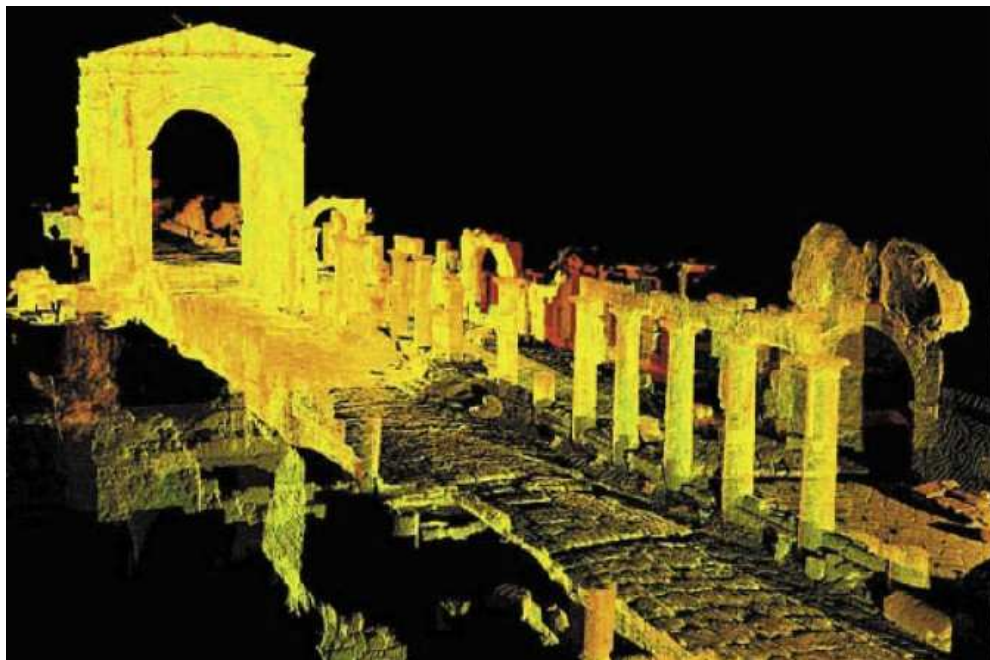
- podniesienie poziomu bezpieczeństwa ruchu pociągów,
- zwiększenie zdolności przepustowej linii kolejowej,
- zmniejszenie ryzyka wypadków, odnowę urządzeń łączności i dostosowanie do standardów międzynarodowych,
- podniesienie jakości przewozów w związku z możliwością uruchomienia dodatkowych usług przy wykorzystaniu GSM-R.

Ważnym elementem warunkującym prawidłowe prowadzenie ruchu kolejowego jest również możliwość określenia wpływu warunków atmosferycznych (w szczególności wody), na bezpieczeństwo ruchu kolejowego. Dlatego też kolejnym elementem całości systemu kodyfikacji powinno być uzupełnienie danych o obiektach infrastruktury kolejowych o współrzędną wysokościową, co pozwoli na podjęcie odpowiednich środków ostrożności w sytuacjach kryzysowych, np. umożliwi wyznaczenie potencjalnego obszaru zalewowego w przypadku zwiększonego stanu wód otaczających.

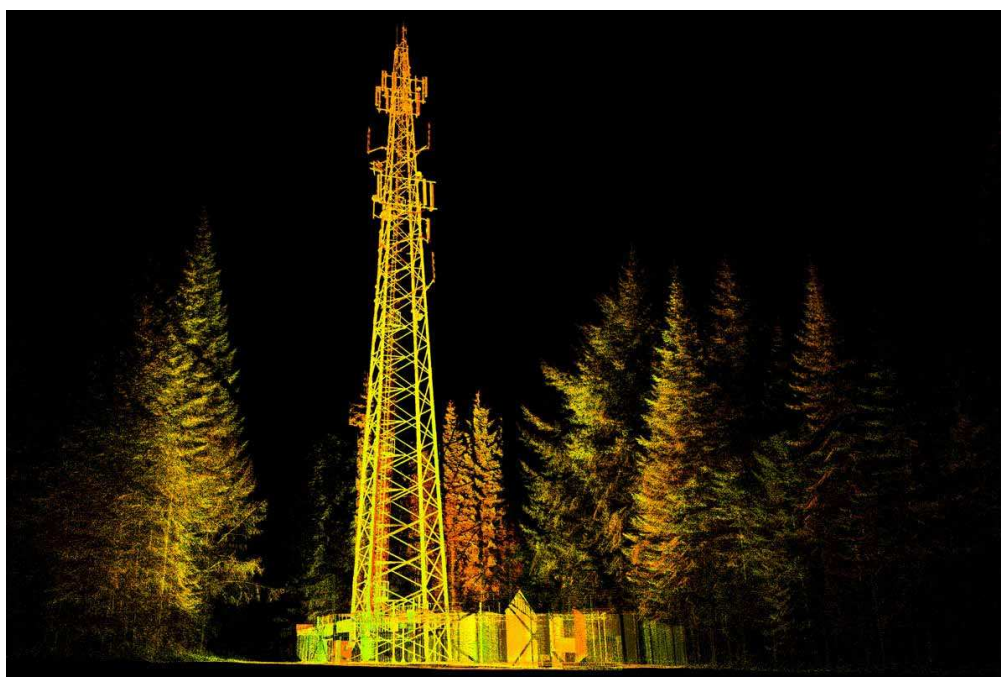
Biorąc pod uwagę powyżej wskazywane uwarunkowania, koniecznym jest jak najszybsze wypracowanie mechanizmów tworzenia interaktywnych map numerycznych sytuacyjno-wysokościowych oraz metod kodyfikacji linii kolejowych przy wykorzystaniu innowacyjnych technik pomiarowych. Pozwoli to na uzyskanie odpowiedniego poziomu wiedzy o stanie infrastruktury oraz elementach tworzących przestrzeń kolejową. To z kolei przełoży się na dostęp do informacji niezbędnych do szeroko pojętego prowadzenia ruchu kolejowego.

### 3. Skaniny laserowy jako metodyka pozyskiwania danych 3D o przestrzeni kolejowej

Jedną z technologii, która może okazać się niezbędna w rozwiązaniu powyższych problemów jest metoda skaningu laserowego, pozwalająca uzyskiwać informacje 3D o obiektach znajdujących się w danej przestrzeni pomiarowej, z prędkością dochodzącą do 150000 punktów w ciągu sekundy. Skaner laserowy jest urządzeniem pomiarowym, pozwalającym na pomiar trójwymiarowego modelu obiektu. Model taki, nazywany „chmurą punktów”, składa się z punktów o współrzędnych XYZ (rys.1,2). Gęstość uzyskanej chmury punktów wynosi zazwyczaj od kilku do kilkuset punktów na 100 cm<sup>2</sup> mierzonej powierzchni. Gęstość zależy od typu skanera i rodzaju opracowania. Zarejestrowane chmury punktów pozwalają np. wykonać trójwymiarowy wektorowy model obiektu lub dwuwymiarowy rzut dowolnych elementów. Zapisane w pamięci komputera chmury punktów pozwalają także na wygenerowanie dowolnych przekrojów, a także pomiar miar i współrzędnych punktów charakterystycznych. Przewaga skanera nad innymi technikami pomiaru wynika przede wszystkim z wysokiej prędkości rejestracji, możliwości wykonywania pomiarów bez konieczności bezpośredniego kontaktu z urządzeniem oraz obiektem mierzonym, a także wysokiej dokładności geometrycznej. Wyniki pomiarów służą do sporządzenia trójwymiarowych modeli urządzeń, charakteryzujących się dokładnością rzędu 1 cm. Modele te wykorzystywane są przy projektowaniu instalacji nowych urządzeń oraz do kontroli geometrii urządzeń istniejących.



Rys. 1. Chmura punktów 3D przedstawiająca fragment ruin zamkowych



Rys. 2. Chmura punktów 3D przedstawiająca maszt telekomunikacyjny  
(źródło: <http://www.3deling.pl>)

W chwili obecnej skanowanie laserowe uzupełnia stosowane wcześniej techniki fotogrametrii naziemnej opierające się o zdjęcia stereoskopowe. Wynikiem opracowania, tak jak dawniej, są rysunki inwentaryzacyjne, jednak przewaga skanera laserowego wynika z szybkości i wyższej dokładności urządzenia w stosunku do pomiarów na zdjęciach. Dodatkowo zarejestrowane chmury punktów tworzą wirtualny punktowy model obiektu pozwalający na późniejsze wykonanie dodatkowych rzutów i przekrojów dowolnych fragmentów i detali. Zastosowanie skaningu laserowego pozwala w nowy sposób spojrzeć na inwentaryzację architektoniczną budynków. Dwuwymiarowe rysunki inwentaryzacyjne można zastąpić trójwymiarowym wektorowym modelem

obiektu odzwierciedlającym kształt poszczególnych elementów z dokładnością rzędu kilku milimetrów.

Projektowanie nowych obiektów na terenach o wysokim stopniu zainwestowania nie jest możliwe bez znajomości dokładnego położenia obiektów w otoczeniu. W wielu przypadkach treść zwykłej dwuwymiarowej mapy nie jest wystarczająca, gdyż nie przekazuje ona dokładnej informacji o kształcie obiektów ponad powierzchnią ziemi. Rozwiązaniem w takiej sytuacji może być trójwymiarowa mapa opracowana w oparciu o pomiary skanerem, w której wszystkim elementom nadano właściwe wysokości, a obiekty wystające ponad powierzchnię terenu opracowane są w postaci trójwymiarowych modeli.

W ostatnim czasie wskutek szybkiego rozwoju metod skaningu podejmuje się próby wykonywania różnego typu opracowań geodezyjnych dla terenów komunikacyjnych. Jednym z takich przykładów jest utworzenie mapy do celów projektowych oraz pomiaru skrajni w tunelu średnicowym na odcinku kolejowym Warszawa Zachodnia – Rembertów, przy wykorzystaniu technologii skaningu laserowego. Skaner zamontowany był na samochodzie umieszczonym na platformie kolejowej, poruszanej przez lokomotywę pomiarową. Uzyskane wyniki wykazały dużą przydatność technologii skaningu w pomiarach kolejowych. Dokładność względna dla 90% obserwacji wahała się w granicach  $\pm 7\text{mm}$ . Z informacji uzyskanych od jednostek odpowiedzialnych za organizację przewozów towarowych tj. PKP S.A., PKP PLK S.A. oraz PKP CARGO S.A. te wyniki w zupełności odpowiadają standardom dokładnościowym dotyczącym kodyfikacji linii kolejowych. W myśl przepisów wykonawczych w Europie Zachodniej błąd określenia skrajni kolejowych nie może przekroczyć  $\pm 10\text{cm}$ . Biorąc pod uwagę błędy punktów nawiazania (zróżnicowane w zależności od klasy i technologii ich założenia) dokładność bezwzględna położenia obiektów infrastruktury kolejowej oscylowałaby w granicach zakładanych przepisami. Ponadto według służb kolejowych określanie położenia obiektów infrastruktury kolejowej mogłoby również nastąpić z uwzględnieniem szyn kolejowych jako punktów odniesienia, co w zasadzie eliminowałoby konieczność dowiązywania pomiarów do osnowy zewnętrznej i uwzględniania błędów jej położenia. Ograniczeniem wskazywanym przez wykonawców jest jednak problem związany z wyłączeniem odcinka z użytkowania podczas pomiaru, co wydatnie powoduje wzrost kosztów pomiaru. Proponując natomiast technologię pomiaru stacyjnego jako metody zbierania danych przestrzennych wzrasta czas pomiaru, a także pojawiają się błędy spowodowane potrzebą korzystania z zewnętrznej osnowy odniesienia. W tym jednak przypadku uniezależniamy się od ruchu kolejowego.

Biorąc pod uwagę możliwości technologii skaningu laserowego właściwym wydaje się podjęcie próby wykorzystania skanerów laserowych do pozyskiwania informacji 3D o obiektach stanowiących przestrzeń kolejową (dla celów tworzenia kolejowych GIS, map numerycznych oraz kodyfikacji linii kolejowych), a w ślad za tym utworzenie systemu umożliwiającego tak określanie danych o skrajni ładunkowej w każdym niemal fragmencie linii (kodyfikacja), jak i np. tworzenie profili wysokościowych terenu.

### **3.1. Skaner laserowy Leica Scanstation C10 narzędziem pozyskiwania danych 3D o przestrzeni kolejowej**

Podjęta współpraca z firmą Leica Geosystems pozwoliła na uzyskanie testowego dostępu do najnowszego skanera laserowego Leica Scanstation C10 (rys. 3,4) i dała możliwość przeanalizowania jego cech oraz wymagań dla zbierania danych przestrzennych. Analiza parametrów technicznych skanera dowiodła teoretyczną przydatność do wykonywania stacyjnego pomiaru obiektów infrastruktury kolejowej. Pomiar stacyjny, pomimo poważnych ograniczeń związanych z wielkością terenu skanowanego pozwala uniezależnić się od ruchu kolejowego. Opracowanie studialne w dalszym etapie pozwoli na stwierdzenie, czy zaproponowana technologia da zadowalające wyniki określania skrajni kolejowych.





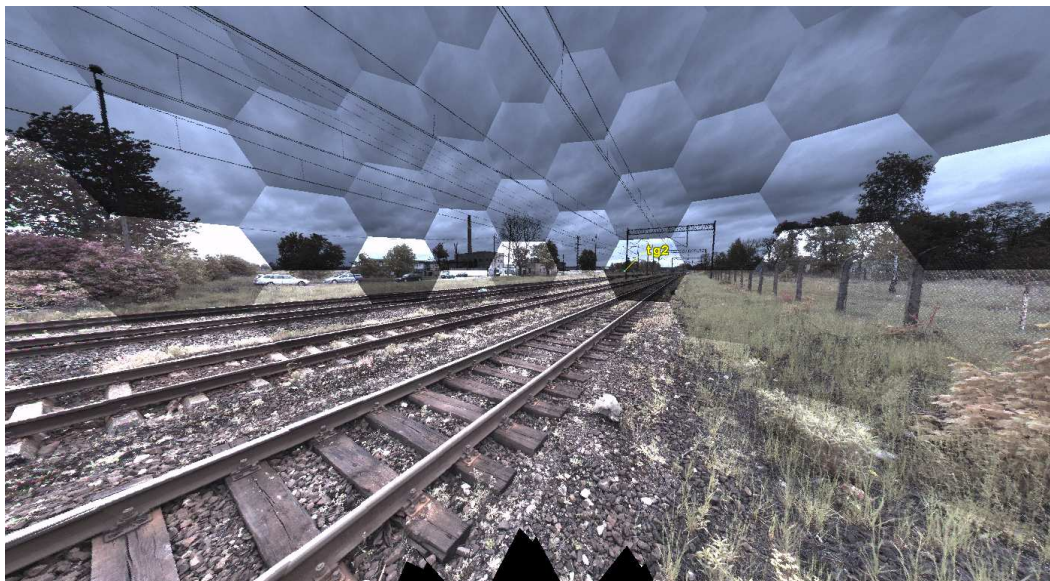
Rys. 3. Skaner Leica Scanstation C10



Rys. 4. Panel sterowania instrumentu wraz ze złączem Bluetooth

Ważną kwestią, którą trzeba wziąć pod uwagę podczas rozważań nad możliwością wykorzystania stacjonarnych skanerów laserowych dla pozyskiwania danych o przestrzeni kolejowej jest niewielki obszar rejestracji z pojedynczego stanowiska, obejmującego obszar o przybliżonym promieniu 140m. W przypadku szlaków kolejowych będzie to teren o wymiarach około 140m x 40-45m. Jest to podyktowane standardowo obieraną gęstością chmury punktów, która opisana jest siatką o wielkości kątowej oczka 5'' \* 5''. Oczywiście w przypadku zmniejszenia dokładności pomiaru wartości te są znacznie większe i wzrastają do 250m w danym kierunku, jednak ma to znaczny wpływ na gęstość chmury punktów, która w przypadku np. sieci trakcyjnej może być niewystarczająca. Właściwy pomiar poprzedzony jest za każdym razem wykonaniem panoramicznego zdjęcia całej sceny pomiarowej pozyskiwanej z danego stanowiska (rys.5). Zdjęcie pozwala nie tylko na wgląd w całość rejestrowanego terenu, ale przede wszystkim, dzięki możliwościom nakładania różnych treści na siebie, uwalnia od wpływu błędów powstałych na skutek błędnej interpretacji szczegółów

widocznego na skanie. Ponadto w przypadku błędu powstałego w procesie pozyskiwania danych (a nawet jego przerwania), możliwe jest podejrzenie danych już zarejestrowanych, a w dalszym etapie zaznaczenie na zdjęciu fragmentu obszaru do ponownego opracowania.



Rys. 5. Fragment zdjęcia panoramicznego sceny pomiarowej (opr.własne)

Podczas tworzenia modelu sceny wykonywany jest pomiar tzw. znaczków pomiarowych, umożliwiający późniejszą georeferencję zebranych danych. W tym celu wykorzystuje się znaczki pomiarowe (rys.6) opatentowane przez firmę Leica, mocowane za pomocą magnesów do elementów stalowych w pobliżu stanowisk pomiarowych. Skaner mierzy znaczki posługując się tzw. wzorcem znaczka pomiarowego, szukając ich w obszarze poszukiwań wskazanych przez operatora, a następnie mierzy centrum geometryczne każdego z nich. Wcześniejszy pomiar znaczków tachimetrem w oparciu o osnowę geodezyjną umożliwia późniejsze wpasowanie sceny w odpowiadający opracowaniu układ odniesienia.

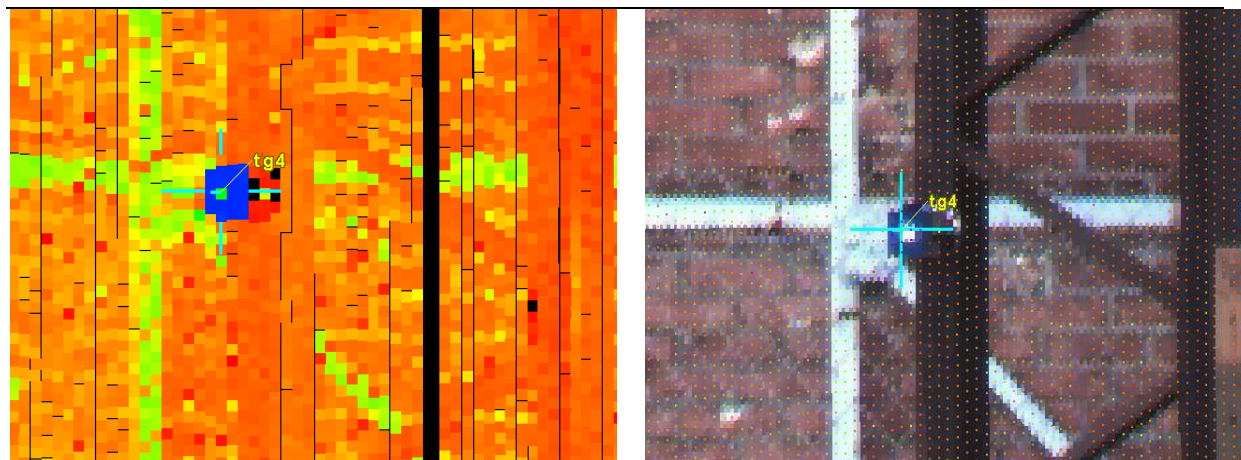


Rys. 6. Znaczkę pomiarowe (opr. Leica)

Na rysunku 7 zaprezentowano widok znaczka pomiarowego na modelu sceny oraz widok hybrydowy na tle zdjęcia panoramicznego. Oba widoki pozwalają porównać miejsca dokonanego pomiaru z faktycznym centrum geometrycznym znaczka. Widoczne jest niewielkie przesunięcie, nie przekraczające wartości 1.5cm. Warto dodać, iż pomiar manualny przynosi wzrost dokładności



pomiaru o około 20-30%, jednak operator musi samodzielnie odnaleźć znaczek na mierzonym obiekcie, co wydłuża czas zbierania danych na stanowisku.



Rys. 7. Znaczkę pomiarową na skanie 3D - widok surowy oraz hybrydowy (opr. własne)

Sceny pomiarowe 3D posiadają wynikowy format pliku niemożliwy do odczytania w standardowych programach do opracowywania danych graficznych. W związku z tym niezbędne jest posiadanie oprogramowania do prac z danymi pozyskanymi ze skanerów laserowych. Jednym z nich jest aplikacja Leica Geosystems HDS Cyclone. Program pozwala na opracowanie wyników skanowania laserowego z dziedzin inżynierii, budownictwa, geodezji i innych. Cyclone umożliwia efektywne tworzenie modeli 3D obiektów zarejestrowanych metodą skaningu laserowego. Składa się z osobnych modułów programowych dobieranych i stosowanych w zależności od potrzeb. W ramach pakietu aplikacji warto wyróżnić m.in.:

#### **Cyclone-SCAN**

Cyclone-SCAN jest modułem programowym dla sterowania Leica ScanStation, HDS6000, i HDS3000. Umożliwia określanie przez użytkownika zakresu i gęstości skanowania, filtrowanie danych, a także pomiar płaskich i sferycznych tarcz Leica Geosystems HDS.

#### **Cyclone-MODEL**

Uniwersalny moduł umożliwiający bezpośrednie użycie chmur punktów do przetworzenia ich w obiekty geometryczne oraz ich exportu do programów CAD (i innych tego typu), lub importu danych z programów CAD (i innych),

#### **Cyclone-SURVEY**

Cyclone-SURVEY umożliwia geodetom szybkie pozyskiwanie odpowiednich detali i współrzędnych z chmur punktów.

Niestety, do realizacji obliczeń współrzędnych punktów pomiarowych, tworzenia profili terenowych, cięć terenu na tzw. *Slices*, a przede wszystkim określania wielkości przestrzeni skrajni kolejowych, niezbędne jest posiadanie pełnopłatnej wersji aplikacji „Leica Cyclone” lub „Leica Cyclone II Topo”.

### **4. Podsumowanie**

Celem artykułu było przedstawienie podstaw teoretycznych związanych z kodyfikacją linii kolejowych w Polsce oraz zaprezentowanie wyników pierwszych doświadczeń związanych z dostępem do najnowszego skanera laserowego firmy Leica Geosystems - Scanstation C10. Biorąc pod uwagę przedstawione w artykule możliwości technologii skaningu laserowego właściwym wydaje się podjęcie próby wykorzystania skanerów laserowych do pozyskiwania informacji 3D o obiektach stanowiących przestrzeń kolejową (dla celów tworzenia kolejowych GIS, map numerycznych oraz kodyfikacji linii kolejowych), a w ślad za tym utworzenie systemu umożliwiającego tak określanie



danych o skrajniach w każdym niemal fragmencie linii (kodyfikacja), jak i np. tworzenie profili wysokościowych terenu. Biorąc pod uwagę niewielki obszar skanowania z pojedynczego stanowiska głównym problemem może wydać się czas potrzebny na pozyskanie danych o przestrzeni kolejowej. Pojawiające się pytanie dotyczące pracochłonności i opłacalności pomiaru stacyjnego ma możliwą odpowiedź, iż pomiar stacyjny powinien być wykonywany na obszarach, na których występuje duże zagęszczenie obiektów infrastruktury kolejowej (w węzłach kolejowych), natomiast poza tymi obszarami powinien być to skanowanie mobilne. Trzeba jednak pamiętać, iż w odróżnieniu od skaningu laserowego mobilnego pomiar stacyjny może odbywać się niezależnie od ruchu kolejowego, co ma niebagatelne znaczenie przy rozliczaniu kosztów pomiaru. Dalsze prace ukierunkowane będą na przeprowadzenie testowego pomiaru fragmentu linii kolejowej, wraz z wykonaniem georeferencji danych, a następnie podjęcie próby dokonania pomiarów przestrzeni kolejowej.

### **Literatura**

- [1] <http://www.infrastruktura.elamed.pl>: „Master plan dla transportu kolejowego w Polsce do 2030 roku”, sierpień 2008.
- [2] SZADKOWSKI A., MAHRBURG A., SOCHACKA Ż., „Prosto z samochodu”, *Geodeta*, nr 2/2010.
- [3] <http://www.ertms.com/>
- [4] <http://www.utk.gov.pl/palm/pl/11/213/>  
„Europejski\_System\_Zarzadzania\_Ruchem\_Kolejowym\_ERTMS.html
- [5] HDS and Cyclone Training Course – Complete manual.pdf, opr. Leica
- [6] Cyclone\_II\_TOPO\_Getting\_Started\_English.pdf, opr. Leica
- [7] <http://www.leica-geosystems.com>

## **POSSIBILITIES OF USAGE THE MODERN LAND TECHNOLOGY REGISTRATION TECHNICS TO CREATE 3D MAPS OF RAILWAY AREA**

### **Summary**

The paper presents an analysis of the requirements necessary to fulfill codification of the Polish railway lines. At the same time the necessity of building an integrated information system for railway lines was pointed out, along with 3D information about objects of railway infrastructure. In collaboration with Leica Geosystems the basic researches using a 3D laser scanner Leica ScanStation C10 were made. The paper shows the main characteristic of ScanStation and tries to figure out common principles of collecting datas. Obtained material will be used for the scientific work aimed to create a numerical maps and a database of 3D railway infrastructure.