

Pozyskiwanie danych geodezyjnych do projektowania autostrad na przykładzie drogi ekspresowej Elbląg – Kaliningrad (odcinek do granicy państwa)

Mapy w projektowaniu autostrad

Adam Augustynowicz, Sławomir Świdorski, Jarosław Kuciński

Ostatnio rośnie zainteresowanie tematem budowy autostrad. Okręgowe Przedsiębiorstwo Geodezyjno-Kartograficzne „OPeGieKa” w Elblągu wygrało przetarg ograniczony ogłoszony przez Agencję Budowy i Eksploatacji Autostrad w Warszawie na geodezyjne opracowanie przestrzenne do celów projektowych.

Jednostką upoważnioną do zawarcia umowy, jak i projektantem drogi ekspresowej był TRANSPROJEKT Gdańsk. Umowa obejmowała pomiar terenowy: sytuacyjno-wysokościowy z uzbrojeniem terenu, inwentaryzację obiektów inżynierskich (mosty, wiadukty) oraz wykonanie modelu przestrzennego (DTM) i klasycznej mapy (2D) w skali 1:1000, uzupełnionej treścią ewidencyjną oraz informacją o właścicielach działek dla 53 km trasy do granicy państwa. Umowa obejmowała także identyczne opracowania ponad 20 km dróg dojazdowych i Miejsc Obsługi Podróżnych (MOP).

Prace projektowe coraz częściej wykonywane są przez biura projektów w technice numerycznej. Standardem stają się powoli programy InRoads i MOSS, z przewagą jak się wydaje tego pierwszego. Wobec tego wzrasta zapotrzebowanie na numeryczne podkłady mapowe oraz numeryczny model terenu. Zarówno mapa, jak i model muszą charakteryzować się odpowiednią wiernością i dokładnością. Ma to szczególne znaczenie w przypadku, gdy opracowywany projekt techniczny ma uwzględniać już istniejącą w terenie infrastrukturę. Wówczas jedyną metodą pozyskania danych jest nowy pomiar bezpośredni całej trasy. Żadne wykorzystanie map istniejących nie da odpowiednio dokładnych i pewnych informacji. Fotogrametria lotnicza, choć umożliwiająca tworzenie modelu terenu, prawie w ogóle nie jest obecnie stosowana.

W opracowaniu danych pod projekt techniczny autostrady Elbląg – Kaliningrad zachodziła konieczność wpasowania się w istniejące już jedno pasmo drogi oraz ok. 50 obiektów mostowych. Dodatkowym problemem była lokalizacja całego opracowania w dwóch strefach odwzorowawczych państwowego układu współrzędnych „65”. Ponadto zapis w umowie „... OPeGieKa Elbląg odpowiedzialna jest za ukryte wady opracowanych materiałów geodezyjnych ujawnione na etapie projektowania i budowy dróg ...” wymuszała niejako na przedsiębiorstwie podejście z ograniczonym zaufaniem do istniejącej osnowy. Wobec tych faktów i odpowiedzialności za dostarczane dane jako metodę ich pozyskania wybrano nowy pomiar bezpośredni, zarówno dla drogi głównej w pasie 80 m, jak i dróg dojazdowych w pasie 60 m, na łącznej długości ok. 80 km.

Podstawą pomiaru jest oczywiście osnowa geodezyjna. Mając na uwadze zapewnienie odpowiedniej dokładności pomiaru dokonano przemierzenia całej osnowy poziomej oraz niwelację półprecyzyjną całej trasy, na której zastabilizowano dodatkowo ok. 1400 punktów wyznaczających oś trasy. Z powodu wykrytych braków głównie w punktach osnowy wysokościowej, ale i poziomej oraz z

uwagi na dwie strefy odwzorowawcze niezbędne okazało się wykonanie pomiarów techniką satelitarną GPS, wiążących całość prac w jeden spójny układ. Tak założona osnowa pozioma i wysokościowa była dopiero podstawą pomiarów terenu realizowanych przez dziesięć zespołów polowych jednocześnie.

Jak się okazało, wykonanie pomiaru pod przestrzenny model terenu i projekt techniczny realizowany numerycznie nie jest zadaniem prostym. O ile reguły klasycznych pomiarów sytuacyjno-wysokościowych są wykonawcom znane od lat, o tyle technika pomiaru przestrzennego, a głównie interpretacji elementów i lokalizacji punktów wymaga jeszcze nauki i zdobywania tych umiejętności. Dużą barierą jest postrzeganie terenu jako układu powierzchni i brył przestrzennych, a nie jak do tej pory rzutu terenu z góry. Ważne przy pomiarze stają się elementy, które nie miały znaczenia na mapie płaskiej, np. dół i góra krawężnika, bo przy generowaniu przekroju zniekształcają przechyłkę drogi, brzegi i dna rowów, ponieważ mają wpływ na masy ziemne, wszelkie murki i przepusty, które muszą mieć zamierzone przyziemie i krawędzie górne, nie mówiąc o specyfice pomiaru mostów czy wiaduktów.

Pamiętać należy, że numeryczny model terenu powstaje najczęściej w oparciu o tworzoną siatkę trójkątów, która jest wynikiem automatycznego łączenia najbliższych (patrząc na rzut terenu z góry) pomierzonych w terenie punktów. Każdy utworzony w ten sposób trójkąt jednoznacznie określa jakąś nachyloną płaszczyznę, które w sumie tworzą obraz pomierzonego terenu. Problem poprawnego modelu terenu polega na zbudowaniu (czytaj pomierzeniu) odpowiedniej siatki trójkątów charakteryzującej lokalne nachylenia terenu. Aby uzyskać ten efekt, siatka nie może być budowana tylko i wyłącznie w oparciu o pomierzone punkty rozproszone, czyli pikiety. Dodatkowo wymagane jest zdefiniowanie krawędzi załamania terenu. Krawędzie te mają zasadnicze znaczenie dla poprawności modelu terenu. Definiują one bowiem linie, których nie mogą przeciąć boki trójkątów. Ich interpretacja, lokalizacja punktów oraz odpowiednie opisy sporządzane na szkicach polowych w trakcie pomiaru mogą znacząco przyspieszyć ich późniejsze opracowanie i poprawne stworzenie planów połączeń. Dodatkowymi wprowadzanymi elementami mogą być także obszary wyłączeń definiujące zakresy, w których należy lub nie należy tworzyć siatki trójkątów, np. zbiorniki wodne lub budynki.

Nie bez znaczenia jest także wybrana metoda pomiaru. Jak się okazuje przyjęta metoda przekrojów poprzecznych dla całego opracowania nie daje w pełni zadowalających efektów w postaci poprawnego modelu terenu. Należy raczej stosować kombinację metod przyjmując metodę przekrojów dla pasa drogi, obiektów mostowych i cieków, a regularną siatkę trójkątów i punktów charakterystycznych dla otaczającego terenu. Niesłychanie dużo uwagi należy poświęcić wszelkim istniejącym urządzeniom inżynier-

skim odprowadzającym wodę oraz roślinności w pasie drogi. Ma to bardzo duże znaczenie w fazie tworzenia projektu technicznego oraz na etapie uzgodnień projektowych.

Z przytoczonych przykładów jasno wynika ogromna rola odpowiedniego, nowego podejścia do pomiarów terenowych oraz zagwarantowania ich jakości i poprawności interpretacji. Te elementy oraz dodatkowe rejestrowanie na szkicach polowych nowych elementów opisowych charakteryzujących pikietę i lokalne nachylenia terenu powodują jednak dwu-trzykrotny wzrost nakładów pracy w terenie, przy założeniu, że i tak stosujemy instrumenty typu Total Station, rejestrujące automatycznie mierzone dane w terenie.

Przetworzenie tak bogatego i ogromnego zbioru danych pomiarowych w krótkim czasie wymaga odpowiedniej organizacji prac. Wiąże się to z podziałem prac na etapy, koordynacją działań kilkunastu zespołów polowych i ich kontrolą nad opracowaniem wyników. Realizację tych zadań można znacząco skrócić i zautomatyzować przez zastosowanie odpowiedniego oprogramowania. Takim oprogramowaniem jest wykorzystany w tym opracowaniu program NOBEL, który umożliwił wykonawcom geodezyjnym działającym na prostych komputerach klasy PC pozyskanie danych z pomiarów, ich weryfikację oraz przygotowanie kompletnych danych pomiarowych w formie numerycznej. Takie dane posłużyły następnie do utworzenia mapy płaskiej, mapy trójwymiarowej i numerycznego modelu terenu w bardziej wyrafinowanych narzędziach, jak MicroStation i InRoads (Intergraph).

Na potrzeby pomiarów tras została utworzona w programie Nobel specjalna biblioteka obiektów umożliwiająca wprowadzanie oprócz elementów znanych z mapy zasadniczej także obiektów charakterystycznych dla pomiaru tras, jak przekroje, przyczółki mostowe, opaski dróg, podpory, filary itd. Wprowadzanie tych danych odbyło się w procesie kodowania, czyli tworzenia planów połączeń punktów definiujących obiekty, np. budynki, skarpy czy pojedyncze pikietę. Takim grupom punktów można następnie na-

dać atrybuty opisowe. Ważne jest, że prace te wykonuje geodeta, który dokonał pomiaru, bezpośrednio po powrocie z terenu, pamiętając jeszcze sytuację i ukształtowanie mierzonego obiektu. Zgromadzone w ten sposób w programie zobjektowane informacje umożliwiają później bardzo łatwe i dowolne wydzielanie grup oraz typów obiektów w celu przygotowania zbiorów tematycznych dla projektanta, danych do tworzenia mapy płaskiej czy modelu terenu. Jest to duża niezależność od wymogów stawianych przez projektanta, co do treści oraz formatu poszczególnych zbiorów w danymi, jak i generowania map w dowolnym rozwarstwieniu. Najważniejszym elementem jest tu możliwość oddzielenia linii i punktów tworzących rzeczywiście rzeźbę terenu od elementów zagospodarowania terenu. Ma to decydujący wpływ na wygenerowanie poprawnego numerycznego modelu terenu.

Pozyskiwanie w programie danych ze wszystkich urządzeń Total Station daje dużą niezależność w stosowanym sprzęcie pomiarowym. Zastosowanie w programie możliwości zapamiętywania wszystkich wykonywanych obliczeń, ich automatycznego przeliczania i edycji daje gwarancję szybkiego usunięcia błędów w przypadku ich wykrycia. Mechanizm ten daje wymierne korzyści tak naprawdę dopiero przy dużych robotach geodezyjnych, gdy w grę wchodzi konieczność ponownego przeliczenia setek pikiet w przypadku chociażby błędu wprowadzenia wysokości stanowiska instrumentu lub błędnej współrzędnej początkowej. Niektóre błędy pomiaru wykrywane są niestety dopiero w fazie analizy modelu przestrzennego. Wtedy możliwość powrotu i przeliczenia danych źródłowych dla innych wartości początkowych połączona z automatyczną wymianą współrzędnych w utworzonych wcześniej obiektach nabiera dużego znaczenia głównie w wymiarze czasu potrzebnego na opracowanie.

Nobel jest oprogramowaniem autorskim OPeGieKa Elbląg, które zdobyło w 1994 roku Główną Nagrodę Stowarzyszenia Geodetów Polskich. Oprogramowanie MicroStation i InRoads to oprogramowanie firmy Intergraph.

„OPeGieKa” Elbląg

Krótką historyjką króliczka...

dokończenie ze strony 28

– *No własnie!* – zawtórował mu bóbr. – *Czy w końcu mamy jakąś mapę lasu?*

– *Pokażcie jakąś mapę!* – krzyczały inne zwierzątka.

Wydry zaczęły skandować:

– *Lisy, sowy, misie, łosie! Naszą mapę mają w nosie!*

Harmider się zrobił niebywały. Nawet żółw, który zjawił się jak zwykle ostatni, powątpiewał mruczając pod nosem:

– *Zimę niesie, a my w lesie!*

Prawda była jednak taka, że minęły tygodnie i miesiące wyteżonej pracy wszystkich, a mapy lasu nie było. Zwierzątka poczuły się oszukane. I gdy powoli zaczęły się rozchodzić z polany, głos zabrała sowa:

– *Słuchajcie! Wy zające i wy borsuki! Krety, jeże i świstaki! I inne duże i małe zwierzątka! Mapy jeszcze nie ma, ale chcemy ją przecież mieć! Nie możemy przestać pracować w tej chwili, kiedy tak blisko jest do celu! W związku z tym należy powołać Centralny Leśny Dyrektoriat, w którym zasiądną: lis, łoś, misio i ja. Jednocześnie proponuję powołać Leśny Referat Mapowy, Stowarzyszenie Ustawicznego Kształcenia Mapowego, Zespół Uzgadniania Spraw Trudnych, Komisję Medali Szyszkowych oraz ...*

Dalszej przemowy sowy zajączek już nie słuchał. Odwrócił się

i pokicał w sobie tylko znanym kierunku. Od tej pory nikt nie widział już zajączka w Naszym Lesie. Przelatujące ptaki opowiadały, że widziały go gdzieś na Szarym Polu. Dzięki z kolei donosiły, że ze zgrzyoty wargę mu powykręcało. No, ale czego to nie opowiadają dziki po powrocie z Szarego Pola.

Od zniknięcia zajączka minęło już wiele wiosen. Nasz Las dalej nie ma mapy, chociaż powołano dwunasty już, tym razem Wielki Ponadgatunkowy Mapowy Dyrektoriat. Ale czy coś z tego będzie? Wątpię! Szefem zrobili bowiem teraz tego żółwia z Czwartej Polany, a jego zastępcą – rudego eksperta z Trzeciej. Lisy i sowy uczą i egzaminują przyszłych mapowych i trzymają łapę na kasie. Misio w poszukiwaniach swych kolegów odwiedza regularnie nie tylko kraj pingwinów, ale i kangurów, wielbłądów i gadających ryb. Łoś, po ostatniej aferze z Szyszkowymi Orderami został dyrektorem Biura Legitymacji, a korniki i mole zrobiono szefami Głównego Archiwum. Na dodatek odsunięto od prac krety – bo za bardzo ryły pod Centralną Polaną i borsuki – bo utworzyły Towarzystwo Przyjaźni z Zającami, a nocami śpiewały „Balladę o Szaraczku”.

W Naszym Lesie jest coraz bardziej pusto i smutno. Wiele zwierzątek wyniosło się do innych lasów. Może tak być musiało, może nie. Mnie, w każdym bądź razie, najbardziej brakuje zajączka.

królik