

Inwentaryzacja linii elektroenergetycznych podczas lotów patrolowych

LIDAREM ZE ŚMIGŁOWCA

W firmie MGGP Aero dotychczas wykorzystywaliśmy przystosowane do lotów fotogrametrycznych samoloty. Wielu ciekawych prac nie byliśmy jednak w stanie zrealizować ze względu na ograniczenia tych maszyn. Co lata wolniej, niżej i daje się zatan-kować w przygodnym terenie? Oczywiście śmigłowiec!

WITOLD KUŹNICKI

Podwieszany do śmigłowca zasobnik (kontener) specjalnie wyposażony w zestaw co najmniej 4 sensorów to najnowszy nabytek MGGP Aero. Oprócz skaningu laserowego, zdjęć pionowych i ukośnych (do przodu i tyłu) w ofercie jest termowizja i zobrazowania wyładowań koronowych. Platforma już znalazła zastosowanie w energetyce, ale dopiero kolejne projekty (związane z drogami, kolejami, rurociągami) ukażą atuty tej technologii w inwentaryzacji infrastruktury wraz z najbliższym otoczeniem. Aktualność, różnorodność i unikalność danych zbieranych jednocześnie dla danego odcinka infrastruktury stwarzają ogromne możliwości wykorzystania tego potencjału informacyjnego do utrzymania i konserwacji majątku.

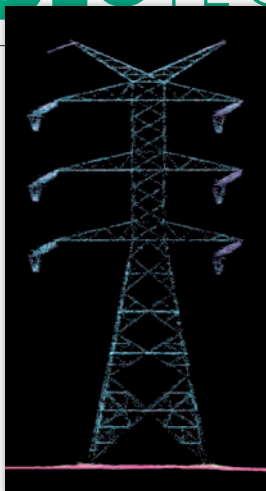
● LOTY PATROLOWE W ENERGETYCE

Bezpieczeństwo systemu elektroenergetycznego kraju wiąże się z bieżącym utrzymaniem, konserwacją, ochroną oraz rozbudową istniejącej infrastruktury.



Śmigłowiec z łatwym do montażu i obsługi zasobnikiem ze skanerem i kamerami





Słup mocny linii najwyższych napięć 400 kV i chmura punktów ze skaningu laserowego

Zlokalizowane uszkodzenie izolatora (pierwszy od lewej) i widoczne oznakowanie słupa

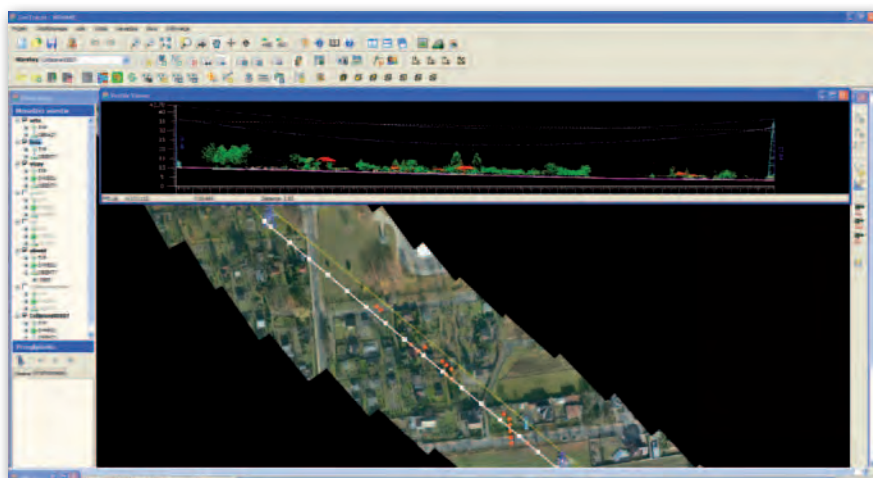
ry. Okazuje się, że historia lotów patrolowych w energetyce jest ściśle powiązana z działaniami prewencyjnymi. Początkowo koncentrowano się na zwyczajnych oględzinach prowadzonych przez etatowych pracowników, którzy w ramach pieszego obchodu sieci nanosili swoje spostrzeżenia w formie notatek na mapy czy zestawienia tabelaryczne. Stopniowo wprowadzono odbiorniki GPS, tablety, aparaty fotograficzne (w tym cyfrowe) czy nawet pojazdy pozwalające poruszać się sprawniej w trudnym terenie.

Niesprzyjające warunki pogodowe, które doprowadzały do poważnych usterek technicznych, oraz presja czasu wymusiły stosowanie statków powietrznych, takich jak samolot czy śmigłowiec. Oblot patrolowy z inspektorem na pokładzie, który wskazywał nentralgiczne miejsca, realizowano równoległe do linii. Znając „własną” linię, prowadził on notatki, dodatkowo próbując dokumentować fotograficznie z różnych kątów dany obiekt. Zalety statków powietrznych potwierdziły się nie tylko ze względu na szybkość przemieszczania, ale i ekonomię. Metoda okazała się o 10 do 30% tańsza w stosunku do tradycyjnych oględzin planowych.

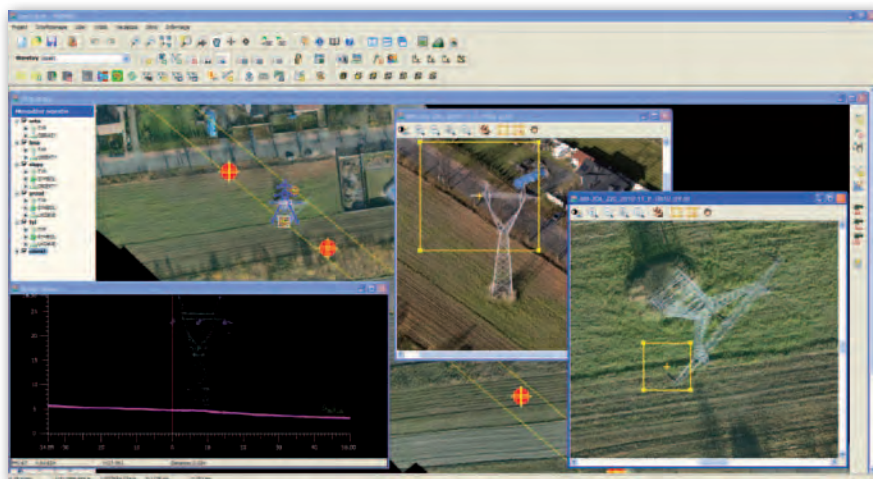
Jednocześnie zastanawiano się nad zastosowaniem lepszych nośników zapisu danych. Krótko w użyciu były nawet kamery VHS, które w trybie ciągłym rejestrowały obraz, pozwalając już nie tylko analizować linię, słupy, ale także otoczenie, co jest ważne ze względu na zagrożenie wynikające z bliskości drzew. W związku z rozwojem technik rejestracji i nośników danych zaczęto wykonywać loty nad liniami na dosyć niskim pułapie (nawet 15 m nad linią), rejestrując widok z góry poprzez przystosowane do tego celu wizjery lub wysięgniki na zewnątrz kabiny. Sprawdzały się monto-

wane pod śmigłowcem lekkie systemy rejestracji poklatkowych zdjęć pionowych i ukośnych. Były to zazwyczaj urządzenia o matrycy wielkości kilku megapikseli przypominające wyglądem prymitywne kamery przemysłowe w ochronnych obudowach na stałe przytwierdzonych

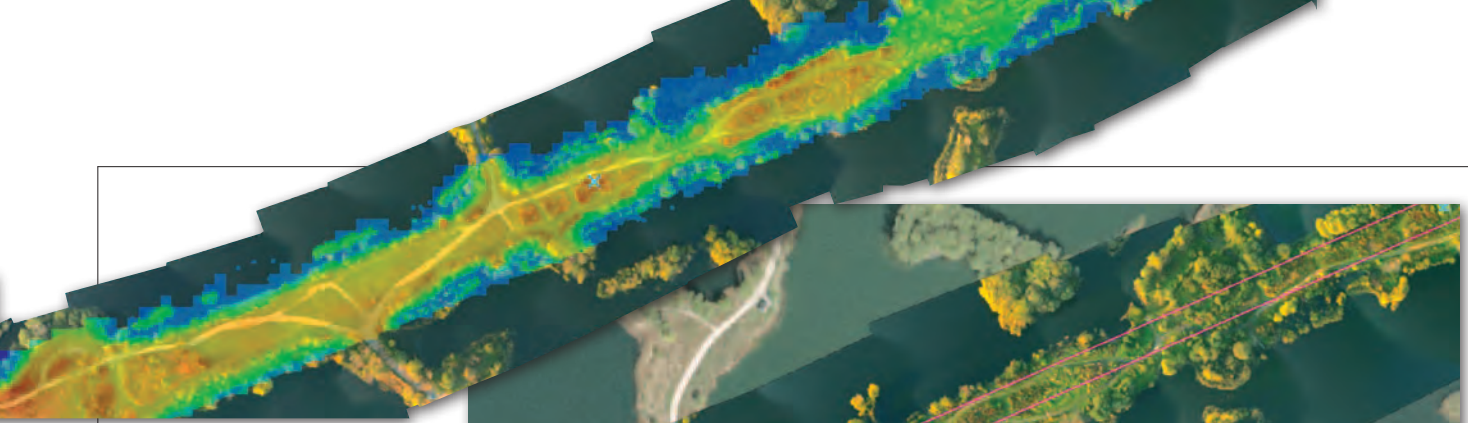
do podwozia śmigłowca. Z czasem coraz większą wagę przykładano już nie tylko do rozdzielczości, ale także do jakości zdjęć ukośnych, które ze względu na potencjał informacyjny są bardzo cenne podczas kameralnych analiz oceny ogólnego stanu linii elektroenergetycznej, w



Program do wizualizacji i analiz danych - ortofotomapa, przebieg linii i przekrój podłużny prześła na podstawie danych ze skaningu laserowego



Program do wizualizacji i analiz danych - ortofotomapa, przebieg linii i słup przelotowy na zdjęciach ukośnych i danych ze skaningu laserowego



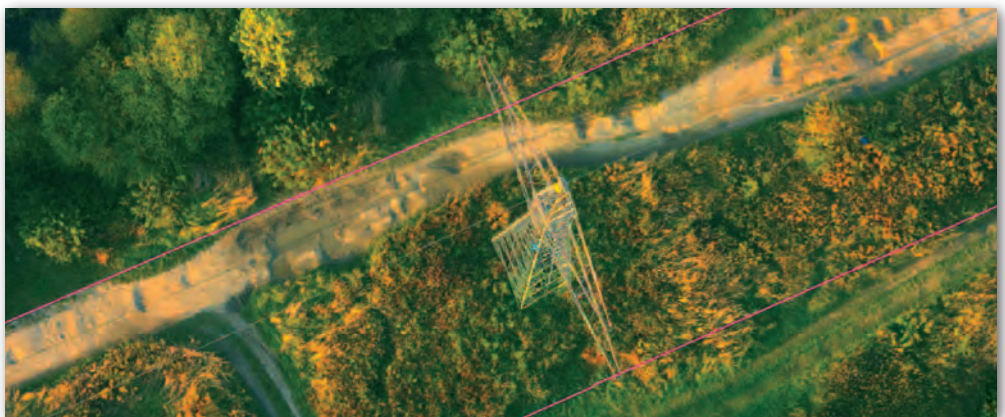
tym identyfikacji uszkodzeń izolatorów i ich osprzętu, pozycji uszkodzonych ogniw szklanych czy stopnia uszkodzeń izolatorów porcelanowych, w tym zerwań łańcuchów itp.

● INTENSYFIKACJA PRZESYŁU

W najbliższych latach polski rynek energetyczny czeka wiele inwestycji. Plany uwzględniają m.in. budowę nowych jednostek energetycznych. Równie ważna jest jednak modernizacja i rozbudowa istniejącego systemu przesyłu oraz dystrybucji energii, bez czego nie da się zapewnić bezpieczeństwa dostaw. Ponieważ rozbudowa wiąże się z dużymi kosztami i realizacją procesu w dłuższym czasie, najlepiej byłoby, gdyby sama modernizacja w wystarczającym stopniu usprawniła przesył prądu. I tu z pomocą przychodzi skaniny laserowej! Równoległe z rejestracją zdjęć pionowych i ukośnych inwentaryzowana jest geometria sieci. Poza przewodami skaner precyzyjnie próbkuje (mierzy) otoczenie, w tym ukształtowanie terenu, które dynamicznie zmienia się pod linią. Odpowiednio zebrany zestaw danych umożliwi analizowanie obciążalności termicznej linii. Okazuje się zatem, że modernizacja nie musi wiązać się z rozbudową linii, czyli pracami stricte budowlanymi. Wystarczy wyznaczyć maksymalne w danych warunkach natężenie prądu, które nie przekroczy wartości granicznych zgodnych z normami. Odpowiednie oprogramowanie pozwala wtedy pomierzyć odległości między zamodelowanymi przewodami linii a obiektami krzyżującymi, których trójwymiarową pozycję w przestrzeni zarejestrował skaner laserowy z dokładnością do paru centymetrów.

● BUDUJEMY POTENCJAŁ!

Zapotrzebowanie rynku na wykonywanie lotów nad obiektami liniowymi



Wizualizacja NMT, ortofotomapy i danych wektorowych w programie do analiz danych

było dla MGGP Aero impulsem do inwestycji w nowe technologie. Dotychczas stosowane przez nas kamery i skanery na pokładzie samolotów nie w pełni satysfakcjonowały zakresem rejestracji danych czy ich jakością. To, że sprzęt doskonale sprawdzał się na obiektach powierzchniowych, nie oznaczało, że ta sama specyfikacja techniczna pozwoli realizować projekty liniowe. Nie bez znaczenia jest też różnica w prędkościach i pułapie lotu między samolotem a śmigłowcem.

Po obserwacji i rozmowach na temat projektów dotyczących opracowań korytarzowych realizowanych w Stanach Zjednoczonych i w Europie szukaliśmy lokalnego partnera, z którym moglibyśmy wspólnie wypracować zakres oferty uwzględniającej opisane powyżej potrzeby rynku. Tak trafiliśmy na Eltel Networks Rzeszów S.A., firmę z tradycjami i kompetencjami w branży elektroenergetycznej. Kilka miesięcy pracy w celu stworzenia zaawansowanej platformy sprzętowej bazującej na kamerach fotogrametrycznych i skanerze laserowym było czasem dochodzenia do decyzji. W rezultacie zdecydowaliśmy się na zakup sprawdzony, certyfikowanej platformy. Był to zaledwie czwarty system sprzedany wówczas w Europie (DART Heli-Utility-Pod specjalnie dostosowany

przez firmę IGI mbH, która wcześniej dwukrotnie dostarczyła nam kompletny system do skaningu laserowego Lite Mapper 6800i). Zamówienie uwzględniało modyfikację kevlarowej konstrukcji wewnętrznej zasobnika pod kątem możliwości rejestracji zdjęć ukośnych czy instalacji innych sensorów w zależności od potrzeb projektowych (np. termowizyjnych). W przeciwieństwie do wspomnianych wcześniej systemów opartych na matrycach o wielkości kilku megapikseli nasz system składa się z trzech 39-megapikselowych kamer Hasselblada, których zadaniem jest skoordynowana rejestracja zdjęć pionowych, ukośnych do przodu i do tyłu dla pasa o szerokości zależnej od wysokości śmigłowca nad terenem czy dobranej optyki.

Właśnie od pułapu lotu zależą parametry, takie jak: rozdzielczość i szerokość rejestrowanego na zdjęciach korytarza, gęstość skanowania i jego zakres. W przypadku używanych przez nas skanerów (Lite Mapper 6800i) można ograniczyć ilość zbieranych danych. Odpowiedni dobór parametrów jest istotny ze względu na oczekiwania jakościowe i ilościowe oraz koszty całej operacji związanej zarówno z przelotem śmigłowca, jak i przetworzeniem danych.

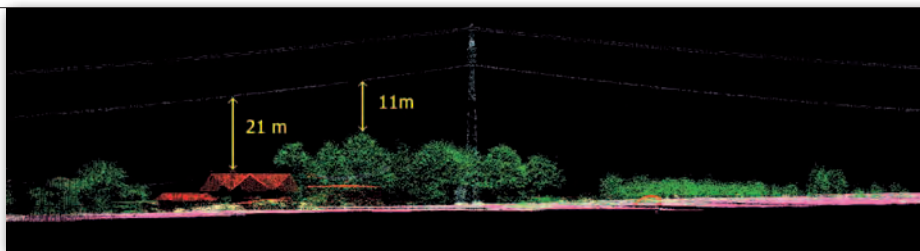
Dodajmy, że zastosowanie tak dużych kamer radykalnie zmniejszyło liczbę zdjęć i wpłynęło zasadniczo na bezpieczeństwo realizacji lotu poprzez zwiększenie wysokości i stabilizację lotu nad linią elektroenergetyczną.

• PIERWSZY PROJEKT!

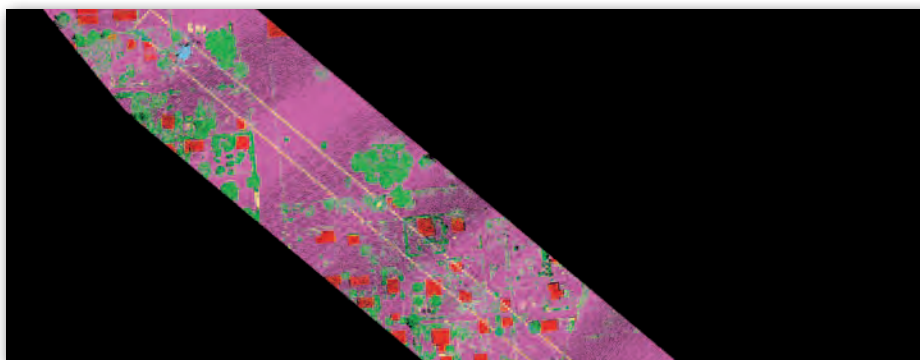
Kiedy razem z Eltel Networks pracowaliśmy nad ofertą dotyczącą linii najwyższych napięć, pojawił się przetarg, który dotyczył m.in. oblotów ponad 8500 km linii 220-400 kV, diagnostyki termowizyjnej dla 1600 km i lotów awaryjnych w latach 2010-11 ogłoszony przez PSE Operator S.A. Szczęśliwie decyzję co do wyboru platformy mieliśmy podjętą już jesienią 2009 roku. Zamówienie sprzętu było dopięte dosłownie na ostatni guzik. Wiedzieliśmy, że uda nam się spełnić wymagania zamawiającego, m.in. dzięki: większym matrycom, lepszej rozdzielczości zdjęć, większemu pokryciu terenu zdjęciem, rejestracji zdjęć tylko samej linii energetycznej, a nie np. horyzontu podczas nawrotów.

Na podstawie doświadczeń z projektów fotolotniczych spodziewaliśmy się, że sporym wyzwaniem będzie odpowiednia technika pilotażu i komunikacja fotooperatora z pilotem śmigłowca. Priorytetem okazały się loty, dosłownie i w przenośni, „po linii” przy jednoczesnym zachowaniu w miarę stałej wysokości nad terenem (linią). Ważne z punktu widzenia operatora było utrzymanie odpowiedniej nieprzekraczalnej prędkości i zmiany kątowne wynikające z kierunku wiatru (loty trawersem są niedopuszczalne).

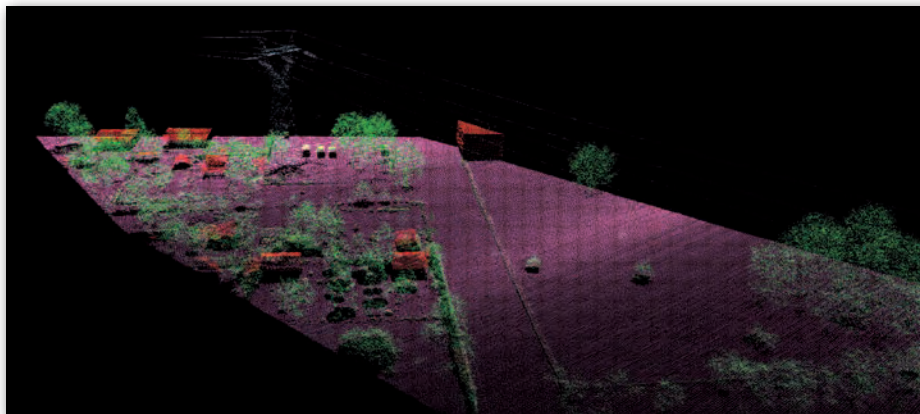
Wyzwaniem było także przygotowanie w krótkim czasie specjalnego oprogramowania, które trzeba było stworzyć po prostu od nowa. Miało ono nie tylko wyświetlać dane wektorowe, rastrowe czy chmury punktów, ale przede wszystkim służyć analizom kolizji i identyfikacji uszkodzenia sieci. Zespół programistów pół roku pracował nad stabilną wersją programu, który oprócz standardowej funkcjonalności GIS posiadać miał unikalną możliwość pracy na kilku typach danych, w tym w środowisku 2D i 3D. Analizy przestrzenne, tworzenie bazy danych, pomiary czy generowanie automatycznych zestawień w formie plików Excel wraz z załącznikami graficznymi obecnie nie stanowi problemu. Program jest nadal rozwijany m.in. o moduł pozwalający poprawić wydajność sieci elektroenergetycznych poprzez analizy obciążalności termicznej.



Profil podłużny linii i odległości skrajnych przewodów do drzew, budynków



Skłasyfikowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu



Skłasyfikowany Numeryczny Model Pokrycia Terenu W 3D

• NICZYM KLOCKI LEGO

W ramach realizacji projektu „energetycznego” loty wykonywano późnym latem i jesienią 2010 roku, a obecnie trwają przygotowania do nowego sezonu. Półmetek projektu już za nami. Na potrzeby opracowania ortofotomap dla korytarzy, którymi przebiegają linie najwyższych napięć, w samym 2010 roku pozyskaliśmy ponad 80 tysięcy zdjęć pionowych. Dodatkowo kamery ukośne zarejestrowały dwukrotnie więcej zdjęć (przód, tył). Ilość danych zbieranych przez 4 sensory w jednym czasie wymagała przygotowania logistycznego (zgrzywanie, transport, backup, przetwarzanie) i dużej ilości dysków.

W chwili, kiedy powstawał ten tekst, śmigłowiec dosłownie „wisiał” kilka godzin nad Bytomiem, realizując projekt dla Urzędu Miejskiego w ramach dopiero co podpisanej umowy na skaning laserowy i zdjęcia ukośne. Zarówno ten duży, opisywany w artykule projekt, jak i mniejsze

tematy pokazują, jak ważne jest dostosowanie technologii do oczekiwań zamawiającego. Posiadanie skanera laserowego, cyfrowej kamery fotogrametrycznej czy awionetki przystosowanej pod kątem projektów foto już nie jest gwarancją sukcesu. Ostatnie lata wyraźnie wskazują, że projekty mają coraz bardziej specyficzny charakter, są niepowtarzalne, a więc wymuszają dużą elastyczność pod kątem modyfikacji, dostosowania platform sprzętowych oraz przede wszystkim używania innych pojazdów (samochody) i statków powietrznych (samoloty, śmigłowce, bezzałogowce). Dziś już wiemy, że sprzęt, którym dysponujemy, ma ogromne możliwości modyfikacji. Jest niczym klocki Lego. Natomiast takie projekty, jak ten opisany, dosłownie dodają nam skrzydeł.

WITOLD KUŹNICKI
(MGPP Aero)