

DRONY DLA GEODETY

26 PŁATOWCÓW

19 WIRNIKOWCÓW

33 APLIKACJE





Fot. Wikimedia

Na progu nowej ery

Proszę sobie przypomnieć, jak na początku lat 90. patrzyliśmy na telefony komórkowe. Były to drogie, ciężkie i nieporęczne urządzenia, które miały zasięg ograniczony głównie do miast i potrafiły w zasadzie tylko dzwonić, a później wysłać SMS-y. Kto mógł wówczas przewidzieć, że to początek mobilnej rewolucji, która w bardzo krótkim czasie odmieniła nasz styl życia?

Nie brak opinii, że podobną rewolucję szykują nam drony. Dziś traktowane są jeszcze jako niszowa technologia lub gadżet, ale już wkrótce zaroi się od nich na niebie i zaczną realizować zadania, których teraz nawet nie jesteśmy sobie w stanie wyobrazić. By przygotować się na te zmiany, Unia Europejska rozpoczęła prace nad tzw. U-Space, czyli regulacjami dotyczącymi poruszania się dronów w specjalnie przeznaczonej dla nich przestrzeni powietrznej. Nasze Ministerstwo Infrastruktury opracowało zaś przepisy dotyczące lotów poza zasięgiem wzroku (BVLOS). Wprowadzenie do celów geodezyjnych są one daleko niewystarczające, ale i tak zapisy te są pionierskie w skali świata i zapewne z czasem będą coraz bardziej liberalizowane. Równolegle obserwujemy szybką ewolucję technologiczną bezzałogowców, w wyniku której stają się one coraz nowocześniejsze, bardziej wszechstronne oraz tańsze (o czym można przekonać się z lektury tabel na następnych stronach).

Czy to oznacza, że już teraz firmy geodezyjne powinny obowiązkowo posiadać fotogrametrycznego drona? Odpowiedź na to pytanie pozostawiamy biznesowej intuicji Czytelników. Niewątpliwie jednak na upowszechnienie się tej technologii w naszej branży trzeba jeszcze poczekać. Na pewno proces ten przyspieszyłoby wprowadzenie przepisów (lub choćby dobrych praktyk) w zakresie generowania produktów fotogrametrycznych ze zdjęć z UAV. Nie bez znaczenia jest także popularyzacja geodezyjnych usług bazujących na tych danych. Rewolucja w branży geodezyjnej jest więc pewna, pytanie tylko, kiedy się na dobre rozpocznie.

Redakcja

Miesięcznik geoinformacyjny GEODETA.

Wydawca: Geodeta Sp. z o.o.

Redakcja: 02-541 Warszawa, ul. Narbutta 40/20

tel./faks (22) 849-41-63, 646-87-44

e-mail: redakcja@geoforum.pl, www.geoforum.pl

Zespół redakcyjny: Katarzyna Pakuła-Kwiecińska (redaktor naczelny), Anna Wardziak (sekretarz redakcji), Jerzy Przywara, Bożena Baranek, Jerzy Królikowski, Damian Czekaj, Bogdan Grzechnik.

Opracowanie graficzne: Andrzej Rosołek.

Druk: Drukarnia Taurus.

Niezamówionych materiałów redakcja nie zwraca. Zastrzegamy sobie prawo do dokonywania skrótów oraz do własnych tytułów i śródtytułów. Za treść ogłoszeń redakcja nie odpowiada.

Copyright©Geodeta Sp z o.o.

Wszystkie prawa zastrzeżone (łącznie z tłumaczeniami na języki obce)

SPRZĘT

Pomiary wysokich lotów	4
Bezzałogowe statki latające w ofercie Geoprzymatu	6
Inteligentna latająca kamera	8
Geotronics Dystrybucja przedstawia płatowiec Delair UX11	8
Szybciej, więcej, dokładniej	8
Krakowska firma FlyTech UAV prezentuje płatowca BIRDIE	

PROJEKT

Drony pomagają budować drogi	10
Wykorzystanie UAV w praktyce firmy SkySnap	12
Modelowanie kopalni z powietrza	16
Geodezyjna obsługa kopalni z zastosowaniem dronów	16
Dron szybkim sposobem na EGIB	18
Modernizacja EGIB z wykorzystaniem ortofotomapy z drona	18
Bezzałogowiec nad odkrywką	22
Drony w kopalniach odkrywkowych – procedura pomiaru i obróbki	22
Zapora wodna pod kontrolą drona	24
ContextCapture wspomaga zarządzanie majątkiem trwałym	24
Dron też dużo może	24
Wykorzystanie UAV w obrazowaniu rozległych obszarów	

PRAWO

Znikające drony	28
Projekt przepisów ws. lotów poza zasięgiem wzroku (BVLOS)	

ZESTAWIENIE

Geodezyjne air show	30
Przegląd bezzałogowych płatowców do celów geodezyjnych	40
Dlaczego tak drogo?	40
Przegląd bezzałogowych wirników do celów geodezyjnych	48
Jak po sznurku	48
Zestawienie oprogramowania do obróbki zdjęć z dronów	

Prenumerata tradycyjna GEODETY

- Roczna z indywidualnym dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 375,84 zł, w tym 8% VAT.
 - Roczna studencka/uczniońska z indywidualnym dostępem do Archiwum GEODETY – 246,24 zł, w tym 8% VAT.
 - Pojedyncze wydanie – 31,32 zł, w tym 8% VAT.
- Najwygodniej złożyć zamówienie, korzystając z formularza w zakładce Prenumerata na portalu **Geoforum.pl**. Realizujemy również zamówienia składane:
- mailowo: prenumerata@geoforum.pl
 - telefonicznie: tel. (22) 646 87 44, (22) 849 41 63 (w godzinach 7.00-13.30)
 - listownie: Geodeta Sp. z o.o., ul. Narbutta 40/20, 02-541 Warszawa.
- W każdym przypadku prenumerata obejmuje koszty wysyłki.

Prenumerata GEODETY cyfrowego (egeodeta24.pl)

- Roczna – 279,00 zł, w tym 23% VAT.
 - Półroczna – 149,46 zł, w tym 23% VAT.
 - Kwartalna – 79,71 zł, w tym 23% VAT.
 - Pojedyncze wydanie – 28,23 zł, w tym 23% VAT.
- GEODETE cyfrowego można zamawiać na **egeodeta24.pl** (portal działa 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu). W ofercie są pojedyncze wydania i prenumerata (3, 6 lub 12 miesięcy). GEODETA cyfrowy jest dostępny zaraz po dokonaniu płatności elektronicznej.

Drony dla Geodety

Unikalne zestawy dostosowane do Twoich potrzeb

Bezzałogowe statki powietrzne zapewniają Geodecie jeszcze więcej możliwości. Doskonale sprawdzają się w opracowaniu precyzyjnych ortofotomap. Rekomendowane drony marki DJI Enterprise umożliwią też tworzenie dokumentacji powykonawczej, inspekcję robót budowlanych, obliczanie mas ziemnych, przygotowanie numerycznych modeli terenu, a także inwentaryzację obiektów liniowych.

Wybierz swój zestaw:



Matrice 600 Pro

Elastyczne rozwiązanie, które daje pełną kontrolę użytkownikowi

DJI Matrice 600 Pro jest dronem, umożliwiającym ogromne możliwości rozbudowy m. in. o szeroką gamę aparatów, jak i skanerów laserowych.



Matrice 200

Nowoczesny dron stworzony specjalnie dla profesjonalistów

Gotowość do pracy w zaledwie kilka minut i stabilny lot pozwalają na uzyskanie dokładnych wyników pomiarowych.

Kliknij, aby zobaczyć ofertę dla Geodetów

Bezzałogowe statki latające w ofercie Geoprzymatu

Pomiary wysokich lotów

Pentax i Kolida to marki od lat znane polskim geodetom przede wszystkim z odbiorników GNSS oraz tachimetrów. Obaj producenci – odpowiadając na rosnące zapotrzebowanie – przedstawili niedawno swoje modele bezzałogowych statków powietrznych.



Kolida A22+

zastosowaniach UAV (np. wykonanie ortofotomapy dla całego Kołobrzegu pod koniec ubiegłego roku; patrz [GEO-DETA 1/2018](#)).

• PAIS D600 marki Pentax

Ten heksakopter to wyposażony w 6 wirników dron

cią maksymalną 70 km/h na wysokości do 500 m. Warto dodać, że PAIS D600 został wyposażony w sensor IMU i odbiornik GPS. Dostarczają one przybliżone parametry orientacji zewnętrznej zdjęć, co zmniejsza wymaganą liczbę terenowych fotopunktów, a więc przyspiesza czas realizacji zlecenia.

Integralną częścią zestawu jest oprogramowanie do

• Dron Kolida A22+

Szybki rzut oka na cechy tego płatowca pozwala stwierdzić, że jest to urządzenie dorównujące rozwiązaniom bardziej znanych firm. Długi czas lotu (80 minut) oraz maksymalna prędkość 75 km/h pozwalają na 100-kilometrową nieprzerwaną misję. Połączenie dobrego akumulatora z niewielką wagą (1,55 kg) oraz optymalnymi wymiarami (150 x 70 x 13 cm) skutkuje nie tylko dużym zasięgiem, ale również wysoką stabilnością lotu, która przekłada się na jakość zdjęć oraz finalnych produktów (np. ortofotomapy, modelu 3D). Producent chwali się również, że przygotowanie bezzałogowca do lotu trwa krócej niż 10 minut i wystarczą 2-3 loty testowe, aby opanować procedurę startu drona i kontrolowanie go za pomocą stacji naziemnej.

Użytkownik Kolidy A22+ otrzymuje w zestawie oprogramowanie SkyPhoto, za pomocą którego w szybki sposób odnajdzie i zaznaczy fotopunkty, zorientuje zdjęcia, wygeneruje chmurę punktów oraz NMT, a nawet wykona prawdziwą ortofotomapę.

Dron został wyposażony w zaawansowane systemy bezpieczeństwa, dzięki którym automatycznie wróci do operatora w przypadku utraty sygnału lub wyłączenia stacji naziemnej. Przed startem oprogramowanie wyświetli

ponadto 20-punktową listę kontrolną wymuszającą na operatorze ostateczne sprawdzenie samolotu, planu nalogu i warunków atmosferycznych. Kolida A22+ posiada również wbudowany odbiornik GPS, który nie tylko umożliwia trzymanie się zaprojektowanej trasy, ale również zapisuje pozycje środków zdjęć, co znacznie zmniejsza zapotrzebowanie na terenowe fotopunkty.

• Dla każdego celu

Pentax i Kolida przedstawiły dwa różniące się od siebie rozwiązania przeznaczone do odmiennych celów. Heksakopter PAIS D600 z pewnością lepiej sprawdzi się w ciasnej przestrzeni miejskiej, gdzie bezcenna jest możliwość pionowego startu oraz duża zwrotność maszyny. Z kolei płatowiec A22+ przystosowany został do pomiarów dużych przestrzeni i obiektów liniowych. Jednak niezależnie od tego, w jaki sposób będziemy chcieli wykorzystać drona, w Geoprzymacie znajdziemy odpowiednie rozwiązanie.

Tomasz Piegat
Geoprzymat

Niedaleka przyszłość geodezji czy raczej chwilowa moda niezgodna ze sztuką geodezyjną? – dyskusja ta rozwija się w najlepsze, a opinii na temat dronów jest bodaj tyle, ilu geodetów. I choć można się spierać o miejsce, jakie bezzałogowce powinny zajmować w naszej branży, nikt nie zaprzeczy, że rozwiązanie to cieszy się z roku na rok większym zainteresowaniem. Przybywa geodetów z licencjami operatorów dronów i coraz częściej słyszymy o spektakularnych

Pentax PAIS D600

o rozpiętości skrzydeł 98 cm i wysokości 53 cm. Razem z baterią waży 6,5 kg i jest w stanie wynieść w powietrze nawet 8,5-kilogramowy ładunek, dzięki czemu nie ogranicza użytkownika w wyborze aparatu lub kamery.

Bezzałogowiec może być kontrolowany z odległości do 5 km, a więc za jego pomocą wykonamy loty zarówno w zasięgu wzroku (VLOS), jak i poza zasięgiem wzroku (BVLOS). Akumulator pozwala na 25 minut lotu z prędko-

planowania misji Tower App dostępne na tablety i smartfony. Przygotowanie lotu z jego pomocą trwa kilka chwil. Wystarczy wskazać punkty drogi, narysować trasę na podkładzie ortofotomapy lub zaznaczyć obszar do obfotografowania – program sam wygeneruje wtedy tor, który pozwoli zobrazować cały obszar. PAIS D600 standardowo dostarczany jest z aparatem Sony a5000 i zestawem obiektywów o ogniskowych 16-50 mm.

Geotronics Dystrybucja przedstawia płatowiec Delair UX11

Inteligentna latająca kamera



Wysoka wydajność, łączność przez radio i sieć 3G, zintegrowana kamera, bezpieczny start z ręki oraz nowatorskie lądowanie – to podstawowe zalety drona UX11 proponowanego przez firmę Geotronics Dystrybucja.

Bezałogowiec Delair UX11 jest owocem współpracy specjalistów z firm Trimble, Delair oraz Gatewing. To bezpośredni kontynuator sprawdzonego również na polskim niebie modelu Trimble UX5 wyróżniającego się szybkością pozyskiwania danych i możliwością pracy w trudnych warunkach atmosferycznych. UX11 nie ma jednak zastąpić popularnego poprzednika, ale stanowić uzupełnienie oferty.

Pierwszą nowością w Delair UX11 jest dwutorowa łączność między operatorem a bezałogowcem. Oprócz klasycznego połączenia radiowego mamy również

dostęp do sieci 3G. W ten sposób operator zachowuje kontrolę nad dronem praktycznie bez względu na odległość. Sterowanie zestawem odbywa się za pomocą tabletu z syste-

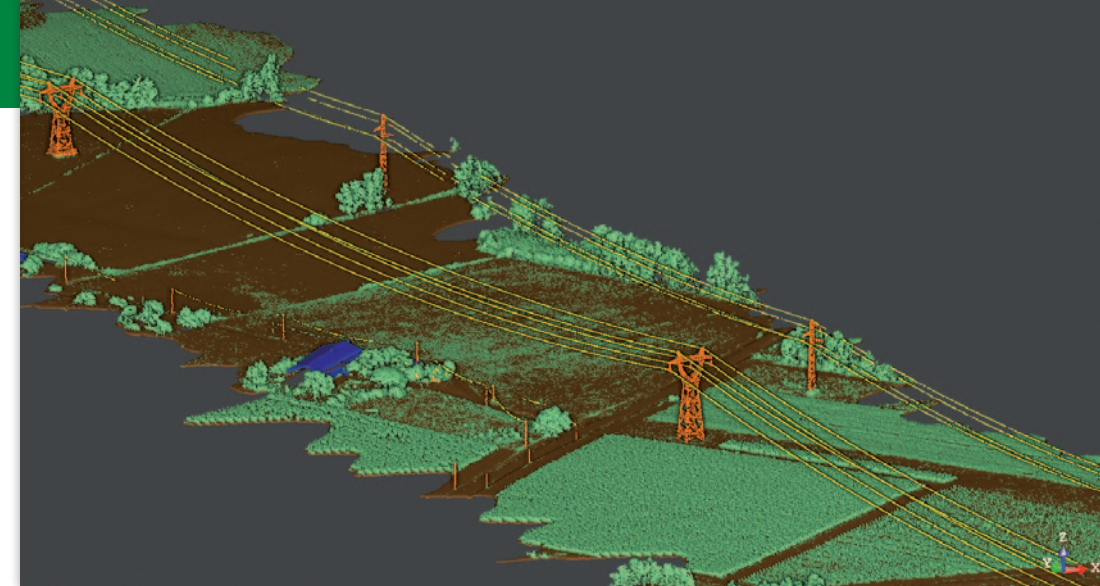
mem Android. Za łączność radiową odpowiada z kolei poręczny nadajnik Delair Link. Dzięki takiej architekturze zestawu nie musimy rozstawiać w terenie żadnej skompliko-

wanej aparatury, co pozwala na szybką zmianę lokalizacji w trakcie lub po nalocie.

Integracja drona z sensorem pozyskującym wysokiej jakości obraz pozwala na pełną

kontrolę parametrów fotografii. Dzięki ciągłemu podglądowi zdjęć możemy na bieżąco dostosowywać ich parametry do panujących warunków. Aparat 21 Mpx pozyskuje zdjęcia z rozdzielczością terenową sięgającą 1 cm. Lata doświadczeń w projektowaniu bezałogowych samolotów pozwoliły stworzyć konstrukcję bardzo stabilną w locie oraz skutecznie wykonującą każdy manewr.

Niewątpliwymi zaletami UX11 są dopracowane start i lądowanie. Bezałogowiec Delair startuje z ręki, ale – co ważne – operator nie ma w tym czasie styczności z silnikiem. Pozwala to uniknąć ryzyka urazu wywołanego kontaktem z pracującymi śmigłami samolotu. Jeżeli chodzi o lądowanie, należy wspomnieć o wbudowanym precyzyjnym czujniku pomiaru odległości, dzięki któremu możliwe stało się wdrożenie systemu wzorowanego na lądowaniu ptaków. Dron zbliża się do ziemi



Sklasyfikowana chmura punktów pozyskana przez Delair DT26X LiDAR

pod dużym kątem, a będąc blisko powierzchni, mocno podnosi dziób, po czym lekko osiada na ziemi. Skutkuje to większą żywotnością systemu oraz mniejszą powierzchnią potrzebną do bezpiecznego wylądowania. Funkcje te zbliżają UX11 do popularnych wirnikowców i pozwalają na bezpieczne użytkowanie płatowca nawet w trudnym terenie.

Pracując z Delair UX11, możemy w dowolnej chwili zdecydować, czy chcemy wyko-

rzysztować fotopunkty, czy też nie. Dron wyposażony jest bowiem w odbiornik L1, L2 GPS + GLONASS, dzięki któremu uzyskamy precyzyjne współrzędne wykonywanych zdjęć. Opcję tę (PPK) możemy wybrać na początku, dokupić na stałe w dowolnym momencie bądź aktywować czasowo. Jeśli więc pojawi się zlecenie, które będzie wymagało od nas skorzystania z opcji PPK, możemy ją uruchomić np. na tydzień. Pozwala to lepiej zbilansować koszty inwe-

stycji oraz płacić za to, co jest rzeczywiście w danej chwili potrzebne.

Delair UX11 łączy lata doświadczeń czołowych inżynierów lotnictwa bezałogowego z całego świata. Użytkownik ma zatem pewność, że jego dron nie jest eksperymentem, który może zawieść w najmniej oczekiwanym momencie, ale gotowym i dopracowanym rozwiązaniem. Konstruktorzy mieli na względzie, że fotogrametria bezałogowa to dziedzina, w której pewność i niezawodność powinny iść w parze z jakością pozyskanych danych.

Jednak marka Delair to nie tylko UX5 i UX11, ale również inne modele o różnej wadze, zasięgu oraz możliwościach. Innym płatowcem godnym uwagi jest Delair DT26X LiDAR wyposażony w skaner laserowy Riegl miniVUX-1DL, który mierzy do 100 tys. punktów na sekundę. W czasie 110-minutowego lotu z prędkością 60 km/h jest w stanie pozyskać ogromną ilość danych. Technologia skanowania laserowego znajduje zastosowanie chociażby w pomiarach linii energetycznych, gazociągów czy trakcji kolejowych. Dzięki rejestracji wielokrotnego odbicia wiązki lasera możemy m.in. uzyskać współrzędne obiektów pokrytych roślinnością.

Wojciech Stolarski
Geotronics Dystrybucja



System bezzałogowy BIRDIE firmy FlyTech UAV

Szybciej, więcej, dokładniej



Bezzałogowe statki powietrzne od kilku lat są szeroko wykorzystywane w różnego rodzaju zadaniach pomiarowych. Wraz z rosnącą popularnością technologii UAV w branży geodezyjnej zwiększają się również wymagania potencjalnych klientów.

Łatwość obsługi, bezpieczeństwo, efektywność i dokładność stają się podstawowymi wyznacznikami wyboru systemów bezzałogowych. Odpowiedzią na te wymagania jest ciągły rozwój technologiczny dronów, a w przypadku firmy FlyTech UAV – wprowadzenie na rynek samolotu BIRDIE, który swoją premierę miał podczas targów Intergeo 2017 w Berlinie.

Najnowszy samolot łączy wiele rozwiązań, które zwiększają wydajność nalotu. A intuicyjna obsługa i liczne systemy bezpieczeństwa czynią go dobrym wyborem dla użytkowników na różnym poziomie zaawansowania.

• Ergonomia

UAV BIRDIE to ergonomiczna platforma o konstrukcji latającego skrzydła, rozpiętości skrzydeł 140 cm i wadze całkowitej 2,3 kg. Demontowalne skrzydła sprawiają, że po złożeniu cały sprzęt przetransportujemy w niewielkiej skrzyni lub plecaku. Dodatkowo dzięki zastosowaniu dedykowanego pulpitu sterującego, baterii litowo-jonowych czy specjalnych złącz magnetycznych proces przygotowania samolotu przed lotem trwa zaledwie kilka minut.

• Bezpieczeństwo

FlyTech UAV jako firma wywodząca się z branży lotniczej bardzo dużą wagę

przykłada do aspektu bezpieczeństwa swoich systemów. W przypadku BIRDIE za bezpieczeństwo odpowiadają przede wszystkim dedykowany pulpit sterujący oraz zaawansowany system autopilota. BIRDIE – jako jeden z nielicznych bezzałogowców – dysponuje dwukanałowym systemem łączności: radiowym 433 MHz odpowiedzialnym za przekazywanie danych telemetrycznych i zarządzanie platformą w czasie nalotu oraz 2,4 GHz umożliwiającym sterowanie samolotem i wyzwalanie trybów lotu (np. lądowania). Pulpit sterujący, wyposażony w autorską aplikację Mission Manager Lite, sprawdzi natomiast przed

rozpoczęciem pracy poprawność działania poszczególnych systemów UAV, poprawność zaplanowanej misji, a dzięki integracji z aplikacją DroneRadar zweryfikuje, w jakiej przestrzeni powietrznej się znajdujemy. Wpływ na bezpieczeństwo mają również baterie, które na bieżąco sygnalizują stan naładowania.

• Sensory optyczne

W BIRDIE do wyboru mamy kilka sensorów optycznych: aparat Sony a6000 z obiektywami Voigtlander, pełnoklatkowy aparat Sony RX1R II lub kamerę multispektralną Miccasense RedEdge M. W przypadku opracowań fotogrametrycznych warto zwrócić



Fragment ortofotomapy stworzonej ze zdjęć pozyskanych przez system BIRDIE w Seulu

tu przy pikselu terenowym 2 cm. Dzięki temu UAV może sprawdzić się także w pomiarach takich obiektów, jak duże kopalnie odkrywkowe, inwestycje drogowe, czy w wykonaniu opracowań dla gmin i miast.

• Dodatkowe wyposażenie

UAV BIRDIE można wyposażać w wiele dodatkowych rozwiązań zwiększających jego potencjał. Należy tutaj wymienić przede wszystkim system precyzyjnego pozycjonowania, czyli technologię PPK oferowaną w wersjach jedno- i wieloczęstotliwościowej. Dzięki takiemu rozwiązaniu znacząco podnosimy dokładność wyników opracowań fotogrametrycznych oraz umożliwiamy eli-

minację fotopunktów naziemnych. Dodatkowo BIRDIE może zostać wyposażony w system łączności GSM czy transponder ADS-B, które czynią z niego platformę w pełni przygotowaną do wykonywania lotów BVLOS (poza zasięgiem wzroku) według nowego projektu rozporządzenia.

• Przykład zastosowania

Możliwości systemu BIRDIE były już wielokrotnie potwierdzane w terenie, a modelem ich przykładem może być nalot wykonany podczas prezentacji w Seulu. Wykorzystano wówczas samolot BIRDIE GEO wyposażony w aparat Sony a6000 z obiektywem Voigtlander 21 mm oraz odbiornik PPK L1. W trakcie 20-minutowego lotu na wysokości 170 m zmierzono obszar o powierzchni 1 km² i uzyskano zdjęcia o rozdzielczości 2,7 cm. Dokładność przestrzenna wynikowego opracowania z wykorzystaniem 5 punktów kontrolnych wyniosła 3 cm z błędem maksymalnym 4 cm. Tego typu opracowania pokazują, że system BIRDIE znajdzie liczne zastosowania w opracowaniach geodezyjnych.

Paweł Wiącek
FlyTech UAV

Efektywność nalotu w zależności od piksela terenowego*

model drona	ogniskowa aparatu	wysokość lotu [m]	piksel terenowy [cm]	maksymalny obszar [km ²]
BIRDIE GEO	21 mm	535	10,0	9,0
		270	5,0	4,5
		215	4,0	3,6
		160	3,0	2,7
		105	2,0	1,8
BIRDIE GEO	40 mm	510	5,0	0,5
		310	3,0	2,7
		200	2,0	1,8
BIRDIE GEO+	35 mm	540	7,0	8,3
		385	5,0	5,9
		270	3,5	4,1
		155	2,0	2,4
		120	1,5	1,8

* przy pokryciu podłużnym i poprzecznym 70%

Wykorzystanie bezzałogowych statków latających w praktyce firmy SkySnap

Drony pomagają budować drogi

Bezzałogowce coraz śmielej poczynają sobie na placach budowy. Pozyskują informacje o aktualnym zaawansowaniu prac oraz służą do kontroli podwykonawców. Rosnąca liczba zleceń dowodzi, że decydenci uznali tę technologię za na tyle dojrzałą, aby mogła wspierać tak duże inwestycje, jak budowy dróg czy kolei.

Proces inwestycyjny to skomplikowana operacja, która wymaga dobrego zarządzania i optymalizacji zadań. Według raportu McKinsey większość dużych projektów budowlanych kończy się z 20-procentowym opóźnieniem, a 80% inwestycji jest droższych, niż zakładano. Przyczyn tych trudności

jest sporo, jednak często zapobiegłoby im wykorzystanie nowych technologii, które m.in. usprawniają przepływ informacji w czasie inwestycji.

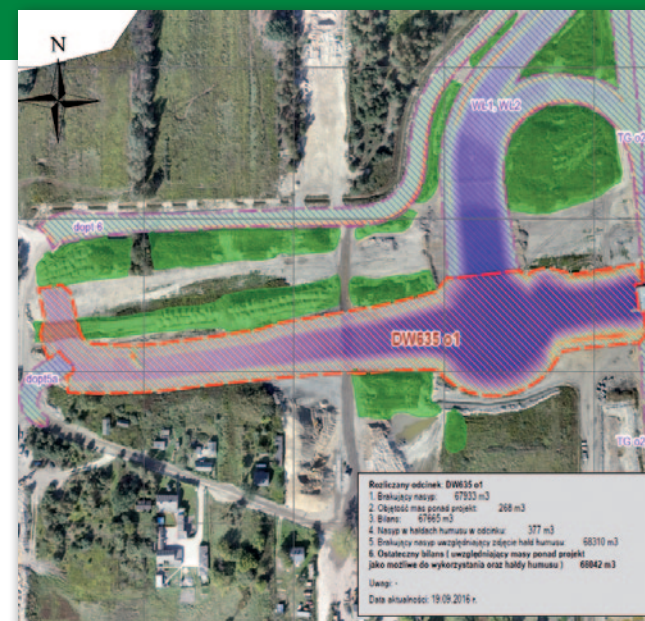
• Projektowanie i przygotowanie inwestycji

Dane z powietrza są przydatne na wielu etapach budowy

dróg, poczynając od przygotowania mapy do celów projektowych oraz samego projektu. Coraz częściej mówi się o wykorzystaniu technologii BIM w budownictwie infrastrukturalnym, co będzie wymagało pozyskania wiarygodnych i aktualnych danych 3D. Takie dane mogą dostarczyć bezzałogowce. W początkowym

etapie inwestycji produkty fotogrametryczne pomogą wykryć kolizje czy wycenić prace, które należy zrealizować przed przystąpieniem do właściwych robót, jak wycinanie drzew czy wyburzenia.

Warto podkreślić, że wyniki prac w postaci ortofotomapy lub chmury punktów jest kompatybilny z aplikacją



Rys. 2. Przykładowy raport dla rozliczanego odcinka drogi

mi typu CAD czy GIS, co ułatwia ich stosowanie. Modele 3D mesh zintegrowane z wizualizacją planowanej inwestycji są świetnym narzędziem do działań związanych z promocją budowy. Ponadto mogą zostać wykorzystane w konsultacjach społecznych, gdzie dyskutowane są różne warianty zagospodarowania terenu.

Pełnię swoich możliwości drony ujawniają jednak dopiero podczas robót budowlanych. Na tym etapie zarówno koszty, jak i wyzwania związane z zarządzaniem podwykonawcami oraz kontrolą harmonogramu są największe.

• Zarządzanie budową

Firma SkySnap na budowie Południowej Obwodnicy Warszawy pojawiła się jeszcze przed rozpoczęciem właściwych prac budowlanych. Na zlecenie wykonawcy – chcącego zadbać o drogi dojazdowe, którymi będzie przemieszczał się ciężki sprzęt – wykonała inwentaryzację dróg na zdjęciach z drona. Dzięki opcji geotagowania w oprogramowaniu QGIS stworzono warstwę punktową, przedstawiającą miejsca wykonania fotografii. W ten sposób można łatwo zweryfikować stan danego fragmentu drogi na dzień wykonywania nalołów (rys. 1).

Drony mogą być również wykorzystywane w cyklicznych nalołach nad miejscem

inwestycji. W przypadku budowy dróg dane po raz pierwszy pozyskuje się najczęściej bezpośrednio po wycince drzew, a następnie po odhumusowaniu placu budowy. W ten sposób rejestrowany jest tzw. stan zerowy, do którego odnoszone są kolejne pomiary obrazujące etapy budowy w postaci wykopów i nasypów. Na tej podstawie generowane są raporty o postępach prac, które informują o aktualnym stanie budowy w stosunku do założonego harmonogramu.

• Raporty zmian z drona

Firma SkySnap realizuje teraz wyżej wymienione zadania z zastosowaniem płatowca eBee na budowie Południowej Obwodnicy Warszawy, gdzie

głównym wykonawcą jest firma Warbud. Nie jest to jednak pierwsza inwestycja, podczas której drony pozyskują dane o postępie robót. Bezzałogowce obecne były m.in. na budowie odcinków dróg S7, S8 i S17. Włoska firma Astaldi wykonała raporty opracowane na podstawie nalołów BSL do pomiarów i nadzorowania budowy obwodnicy Marek. Podczas jednej z misji płatowiec Trimble UX5 w 3 godziny wykonał zdjęcia dla 150 ha obszaru inwestycji. W kilka dni powstał model końcowy całej budowy wraz z dokładnymi obliczeniami oraz raportami wykonanych prac. Modele charakteryzowały się rozdzielczością przestrzenną na poziomie 3 cm, a błędy na punktach kontrolnych nie przekraczały 5 cm.

Zasadniczym czynnikiem wpływającym na wydajność tej technologii jest stopień automatyzacji, dzięki któremu można szybko uzyskać efekt końcowy w postaci raportu z przyrostem mas ziemnych. Po wygenerowaniu ze zdjęć chmury punktów jest ona poddawana automatycznemu czyszczeniu w programie CloudCompare w celu wyeliminowania wpływu szumu pomiarowego. Następnie w aplikacji Civil 3D chmura punktów przekształcana jest do modelu w postaci siatki trójkątów. Posiadając warstwę odniesienia – w tym przypad-

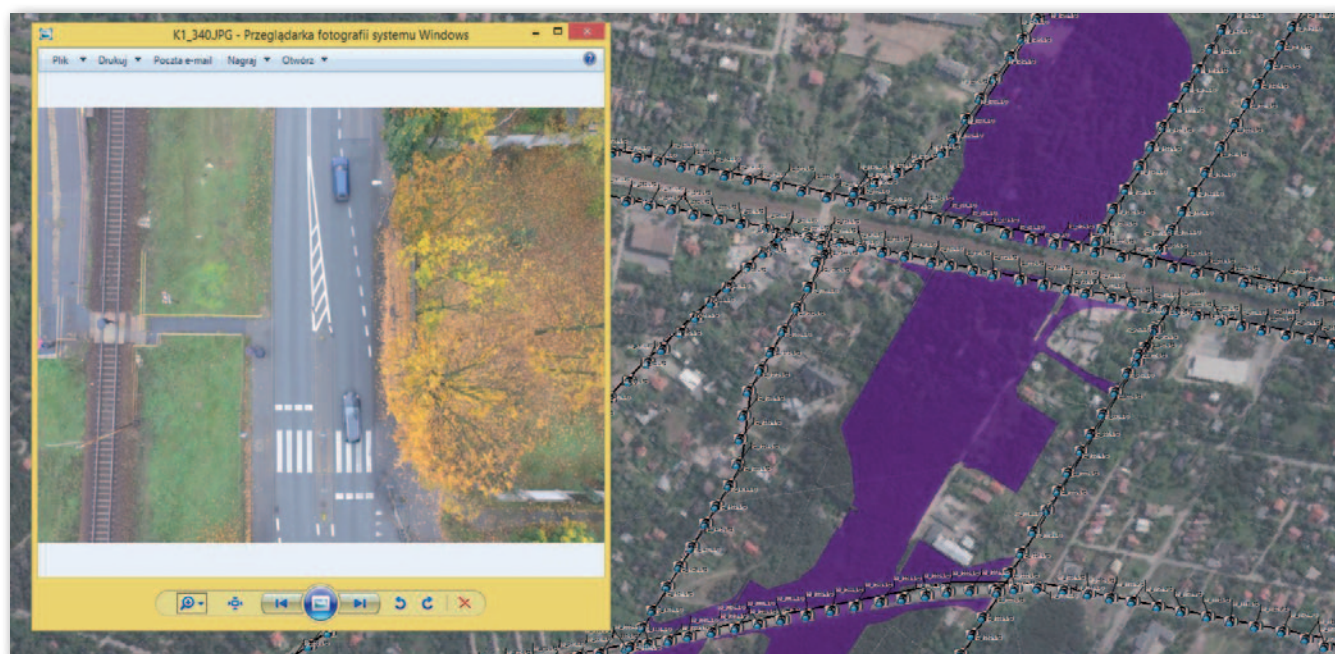
ku model z poprzedniego cyklicznego nalołu lub stanu zerowego – generuje się raport dla poszczególnych obiektów (rys. 2). Tymi obiektami mogą być np. hałdy zlokalizowane na placu budowy, odcinki wykopów i nasypów czy składowiska kruszyw. Za pomocą algorytmów detekcji zmian firma SkySnap tworzy raporty w postaci rastrów różnicowych, gdzie z wykorzystaniem barwnej prezentacji wykazuje postęp budowy (rys. 3).

• Potencjał dronów

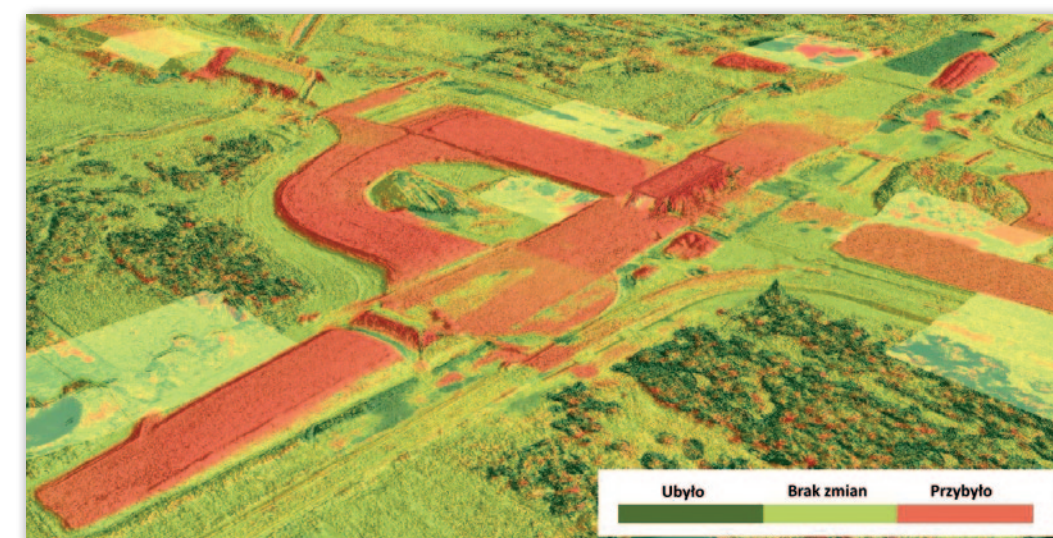
Ortofotomapa, numeryczny model pokrycia terenu czy chmura punktów pozyskane z drona mogą znacznie uprościć i przyspieszyć proces inwestycyjny. Należy jednak pamiętać, że bezzałogowce to jedynie narzędzie do pozyskiwania informacji o terenie, choć bardziej efektywne od klasycznych instrumentów geodezyjnych, a najważniejszy jest końcowy raport przekazywany zleceniodawcy. Dlatego tak istotne jest umiejętne opracowanie i analiza danych.

Paweł Wójcik
kierownik ds. geodezji
SkySnap

Więcej o wykorzystaniu dronów w budownictwie można przeczytać w darmowym raporcie dostępnym na stronie www.dronywbudownictwie.pl



Rys. 1. Zdjęcie wykonane w ramach inwentaryzacji dróg lokalnych przed rozpoczęciem inwestycji



Rys. 3. Podstawowy raport z analizą zmian mas ziemnych dla kadry zarządzającej placem budowy

Geodezyjna obsługa kopalni odkrywkowej z zastosowaniem fotogrametrii bliskiego zasięgu

Modelowanie kopalni z powietrza

Firma Geobiz z Poznania ma już kilkuletnie doświadczenie w wykorzystaniu dronów w praktyce geodezyjnej. W tym czasie wykonała m.in. wiele opracowań dla kopalni „Kujawy” zajmującej się wydobywaniem kamienia wapiennego.



Zakład produkcyjny kopalni „Kujawy” na zdjęciu z drona



Przygotowanie bezzałogowca do startu

Przygodę z fotogrametrią bliskiego zasięgu zaczęliśmy już w 2013 r. Bodźcem do zakupu pierwszego bezzałogowego skrzydła była współpraca z firmą EDP Renewables, która specjalizuje się w projektowaniu

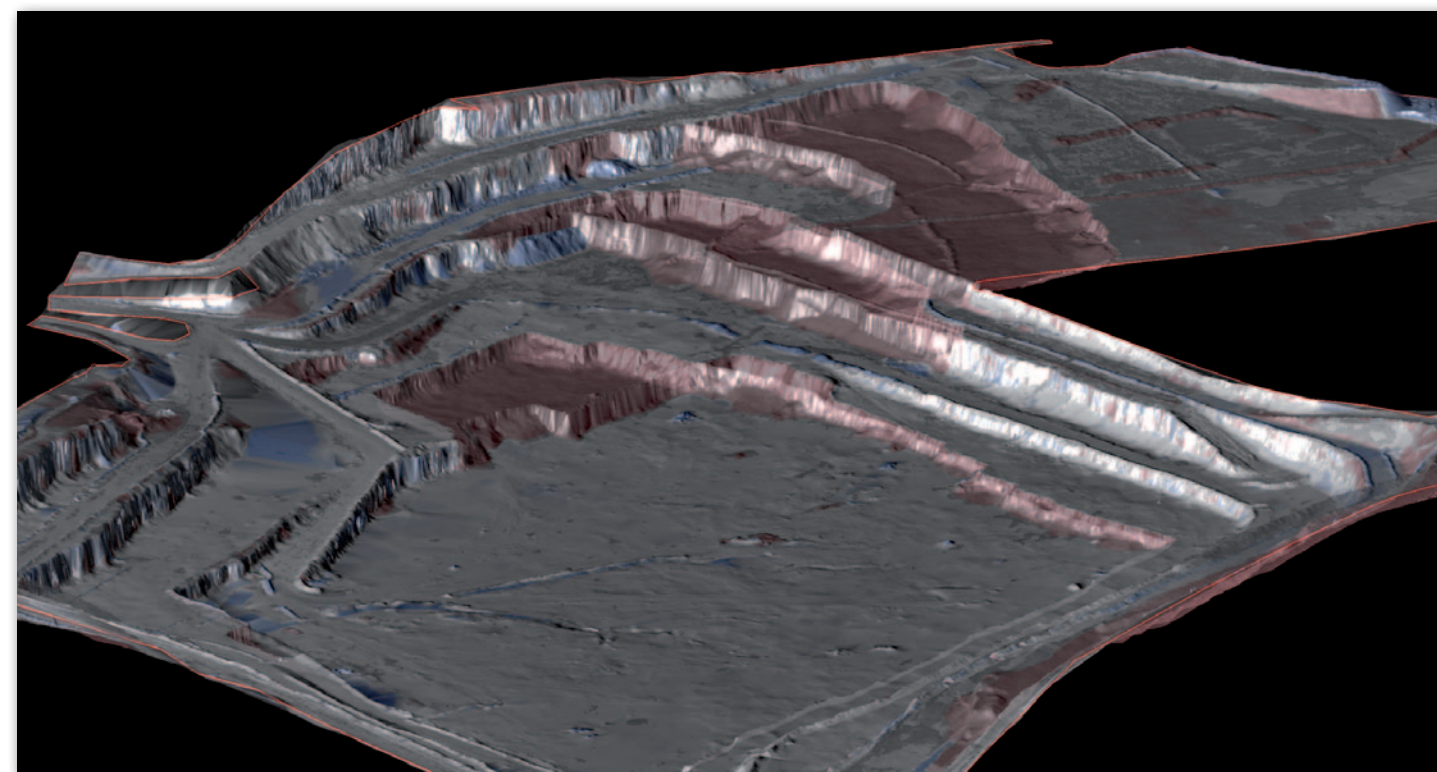
i budowie farm wiatrowych w Polsce. Szukaliśmy wtedy rozwiązania, które pozwoliłoby przyspieszyć pozyskanie danych do sporządzenia map do celów projektowych, inwentaryzacji kolejnych etapów budowy czy powstałych

w jej wyniku zniszczeń. Powierzchnie podlegające opracowaniu często przekraczały 1000 ha, więc zakup bezzałogowca okazał się dobrym pomysłem. Już w styczniu 2014 r. za jego pomocą stworzyliśmy ortofotomozaikę

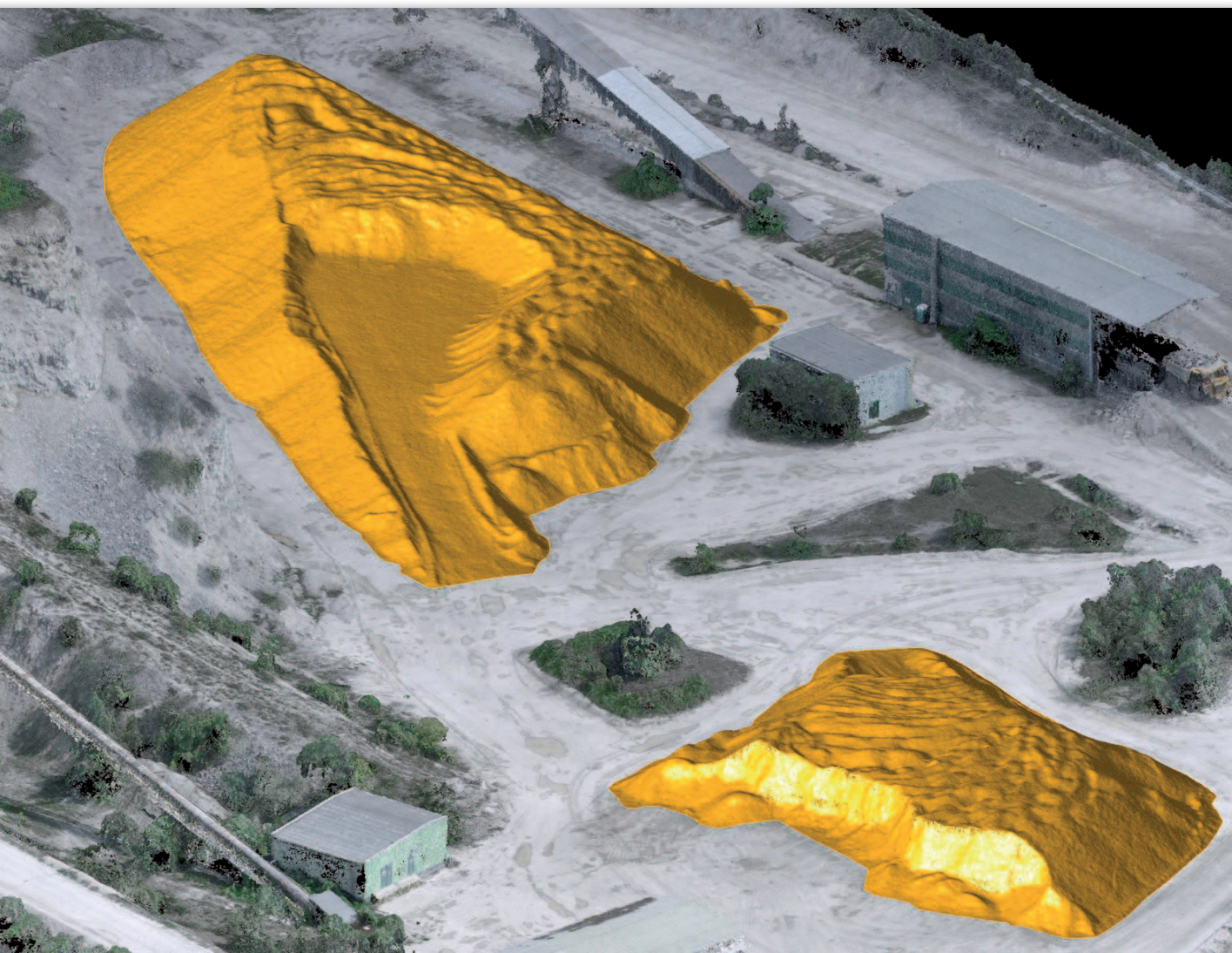
i numeryczny model terenu dla około 1200 ha w gminie Gołańcz (woj. wielkopolskie).

Realizując te pierwsze zlecenia, zrozumieliśmy, że drony i dane pozyskiwane za ich pomocą możemy wykorzystać w bardziej wymagających pracach. Zastosowanie tej metody wydało nam się oczywiste do obliczania mas ziemnych, dlatego też zaprezentowaliśmy ją kilku firmom związanym z przemysłem wydobywczym. Początkowo trudno nam było przekonać decydentów do bezzałogowców, tym bardziej że pomiary klasyczne również się w tym zakresie sprawdzały.

Potencjał dronów docenili najpierw pracownicy firmy Lafarge, właściciela kopalni odkrywkowej „Kujawy” pod Barcinem. Na początku 2014 r. wykonaliśmy pierwsze naloty nad częścią kopalni i na modelach 3D w przejrzysty sposób zaprezentowaliśmy zmiany zachodzące na jej terenie. Przedstawiciele Lafarge dali się przekonać precyzją i bezinwazyjnością pomiarów (co wpływa na mniejsze ryzyko wypadku), szybkością



Modele 3D wyrobiska w Małogoszczu (woj. świętokrzyskie) obrazujące zachodzące zmiany



Jeden z kilkunastu składów materiału kopalni „Kujawy” w chmurze punktów

otrzymania wyników końcowych oraz faktem, że cała kopalnia odwzorowywana jest jednego dnia. Ma to niebagatelne znaczenie, bo na tak dużym terenie olbrzymie ilości materiału nieustannie zmieniają swoje położenie.

Od 2014 r. wykonujemy półroczne bilanse kopalni „Kujawy”. Z każdej inwentaryzacji poza raportem o ilości materiału na składach i pochylniach powstaje model i ortofotomosaika. Dzięki temu w dowolnym momencie możemy powrócić do stanu sprzed kilku lat i przeprowadzić potrzebne analizy. Ponadto wykonywaliśmy numeryczne modele obszarów sąsiadujących z kopalnią, głównie pod projekty przyszłych placów składowych lub innych planów rozwoju kopalni. Inwentaryzowaliśmy

my również stare, wyłączne już z produkcji części wyrobiska. Dziś chyba każda poważniejsza zmiana zagospodarowania terenu zaczyna się od pomiaru z wykorzystaniem drona.

Zbiegiem lat zinventaryzowaliśmy wiele innych kopalni odkrywkowych i nie bez satysfakcji możemy stwierdzić, że każdy, kto choć raz pracował na naszych danych, wraca do nas przy okazji kolejnego zlecenia. Zawsze staramy się, aby przygotowywane modele ważyły jak najmniej i dały się zaimportować do oprogramowania klienta. Z doświadczenia wiemy, że plik, który bez trudu otworzył się na naszych mocnych stacjach roboczych, nie zawsze uruchomi się na tańszym laptopie naszego klienta. Ob-

róbka danych i ich rozsądna generalizacja jest tutaj kluczowa. Dodatkowo cały czas wdramy system udostępniania danych przez przeglądarkę internetową. Korzystamy z gotowych rozwiązań, ale również we współpracy z firmą informatyczną z Poznania piszemy własną aplikację do tych celów.

W celu weryfikacji dokładności uzyskiwanych naszym systemem w 2015 r. przeprowadziliśmy wspólnie z Instytutem Geodezji i Geoinformatyki Uniwersytetu Przyrodniczego we Wrocławiu szeroko zakrojone testy terenowe. Polegały one na wykonaniu z zastosowaniem technologii BSL sytuacyjnych i wysokościowych pomiarów fotogrametrycznych szczegółów terenowych I, II i III grupy dokładnościowej. Dogłębna

analiza uzyskanych wyników po pierwsze, potwierdziła nasze dotychczasowe przypuszczenia, że wykorzystując drony oraz właściwie wykonując proces opracowania danych, można zachować wymaganą dokładność pomiaru szczegółów. Po drugie zaś, pozwoliła wyłapać miejsca, w których należy zwracać szczególną uwagę i nie ufać bezkrytycznie wynikom generowanym przez oprogramowanie. Obszerny artykuł podsumowujący te testy został opublikowany w GEODECIE 8/2015.

Sądzymy, że największy potencjał tkwi dziś w integracji danych z bezzałogowców i skanowania laserowego – zarówno lotniczego, jak i naziemnego. Ale to już temat na inny artykuł.

Barłomiej Siekanko
Geobiz

eBee

Dron dopasowany
do każdej misji



Duża wydajność

eBee Plus rejestruje więcej kilometrów kwadratowych w czasie jednego lotu niż jakikolwiek inny dron w tej samej klasie wagowej.

Wysoka dokładność

Dron posiada wbudowany odbiornik GNSS, który może być aktywowany przy zakupie lub w innym dogodnym momencie. Przy zastosowaniu tej technologii uzyskujemy najwyższą dokładność, bez konieczności stosowania naziemnych punktów kontrolnych.

Do każdej misji

eBee Plus daje możliwość stosowania różnych kamer pomiarowych, dopasowanych do zaistniałego projektu. Wśród nich mamy do wyboru: profesjonalne kamery RGB (geodezja, gis); kamery termalne (fotowoltanika, leśnictwo, ratownictwo i poszukiwania, prace środowiskowe); multispektralne (rolnictwo, leśnictwo, ochrona przyrody). W standardzie wbudowana jest kamera senseFly S.O.D.A - pierwsza kamera do fotogrametrii z wykorzystaniem dronów.

Dedykowane oprogramowanie:



senseFly
a Parrot company

Swiss Made

eBee

Zaawansowany dron
do zastosowań rolniczych



Precyzja

Precyzyjne, skalibrowane zdjęcia multispektralne z platformy eBee SQ zapewniają wgląd w stan upraw. Zdjęcia wykonują 4 aparaty o rozdzielczości 1,2 MP.

Kompatybilność

Platforma eBee SQ jest kompatybilna z systemami zarządzania gospodarstwem, dlatego nie trzeba zmieniać dotychczasowego sposobu pracy.

Wydajność

eBee SQ umożliwia pomiar setek akrów w czasie jednego nalotu zwiększając obszar upraw. Naładowana bateria umożliwia lot trwający nawet 55 minut.

Modernizacja ewidencji gruntów i budynków z wykorzystaniem ortofotomapy z drona

Dron szybkim sposobem na EGiB

Weryfikacja danych archiwalnych otrzymanych z ODGiK-u, przygotowanie i organizacja prac terenowych czy pomiar budowli i szczegółów terenowych – lista możliwych zastosowań ortofotomapy z drona w procesie modernizacji EGiB jest długa.



Weryfikacja danych z ODGiK (źródło: IWING)

W ostatnich latach liczba zamówień publicznych, których przedmiotem jest modernizacja ewidencji gruntów i budynków (EGiB), znacząco wzrosła. W branży geodezyjnej coraz mocniej dają się we znaki braki kadro-

wi i presja płacowa. Przetargi, w których nie wpływa żadna oferta lub wykonawcy składają propozycje przekraczające budżet zamawiającego, powoli stają się codziennością.

W postępowaniach na modernizację EGiB przeważnie

mamy do czynienia z krótkimi terminami realizacji. Firma, która chciałaby się rozwijać i wykonywać kolejne modernizacje, aby sprostać terminom, musi zatrudnić dodatkowych pracowników. Nowi pracownicy to oczywiście

wzrost kosztów, a więc i cen. Tymczasem zamawiający nie kwapią się do podwyższania kwot przeznaczonych na realizację zamówień. Jedynym wyjściem z tej sytuacji są więc oszczędności i zwiększenie wydajności pracy.



Różnice między danymi z EGiB a stanem faktycznym widocznym na ortofotomapie (źródło: IWING)

Tylko jak to osiągnąć? Na pewno rozwiązaniem jest usprawnienie i ograniczenie pracy w terenie. Jednak ekonomiczne samochody, wydajny sprzęt i sprawne zespoły pomiarowe mogą nie wystarczyć. Do redukcji prac w terenie można wykorzystać dokładną ortofotomapę opracowaną ze zdjęć pozyskanych przez drona z niskiego pułapu. Taki materiał pomocniczy pozwala – bez konieczności przeprowadzania pomiarów w terenie – na weryfikację dokumentacji z PZGiK, m.in. w zakresie:

- położenia budynków i budowli towarzyszących, rowów melioracyjnych i cieków wodnych,

- zmian w użytkach gruntowych,
- porównania faktycznego stanu władania z przebiegiem granic.

Dzięki ortofotomapie zaplanujemy pomiary terenowe tylko tam, gdzie są konieczne.

Wpływ na wielkość kosztów ma również czas, jaki zespoły pomiarowe spędzają na poruszaniu się po trudnym terenie. Z aktualną ortofotomapą lepiej zaplanują trasę dojazdu do miejsc wymagających pomiaru. Opracowanie z drona sprawdzi się też jako czytelny i łatwy w interpretacji podkład do okazania projektu operatu oraz w trakcie rozstrzygania sporów i zastrzeżeń właścicieli nieruchomości.

Profesjonalne drony nie są tanie. Kupując system, który jest zdolny do opracowania ortofotomapy precyzyjnej wielkości obszaru ewidencyjnego, musimy liczyć się z wydatkiem od 100 tys. do 300 tys. zł. Taka inwestycja jest zatem nieopłacalna, jeżeli mielibyśmy wykonywać za ledwie kilka czy kilkanaście ortofotomap rocznie. Znaczenie bardziej uzasadnione ekonomicznie jest zamówienie gotowej ortofotomapy o konkretnych parametrach. Koszt takiej usługi zaczyna się od 500 zł za km².

W ciągu kilku lat obecności dronów w branży geodezyjnej wokół tej technologii narosło wiele szkodliwych

mitów. Nie bez winy są tu niektórzy dostawcy bezzałogowców i usług, którzy w pogoni za klientem obiecywali nierealne dokładności i jakość opracowań. Nasze doświadczenie nabyte przez wiele lat obecności na rynku wskazuje jednoznacznie, że przy zastosowaniu odpowiedniego sprzętu, parametrów nalotu i poprawnie założonej osnowy fotogrametrycznej jesteśmy w stanie uzyskać dokładności pomiaru współrzędnych XY na poziomie kilku, kilkunastu centymetrów niezależnie od wielkości opracowywanego obszaru.

Łukasz Folwarski,
Mariusz Naumienko
IWING

Drony w kopalniach odkrywkowych – procedura pomiaru i obróbki krok po kroku

Bezzałogowiec nad odkrywką

Współpraca firm Colidrone z Częstochowy i Geoprojekt z Lubina w zakresie wykorzystania dronów w kopalniach odkrywkowych zaowocowała sprawdzonymi procedurami pozwalającymi realizować różnorodne prace akceptowane przez urzędy górnicze.

• Projekt i wykonanie nalogu

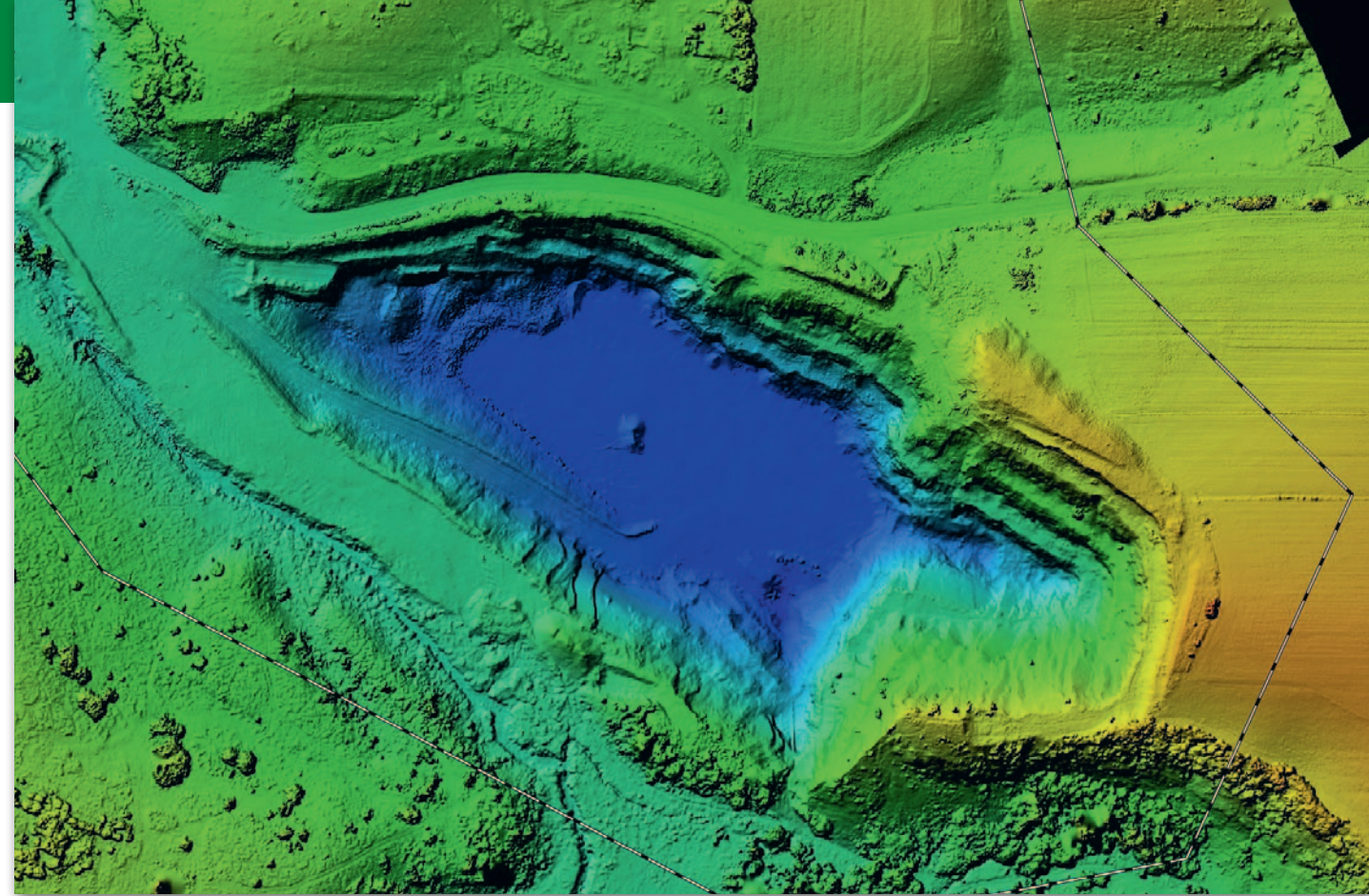
Każdy nalog fotogrametryczny zaczynamy od zaprojektowania osnowy. Przyśtu-
pując do tej pracy, należy

pamiętać, że różnice wysokości poziomów w kopalniach odkrywkowych potrafią przekraczać 100 m. Aby uzyskać precyzyjny obraz rozkładu błędów, fotopunkty staramy się zatem zakładać na każ-

dym poziomie. Wprawdzie dysponując dronami z systemem precyzyjnego pozycjonowania (PPK), możemy zastosować mniej punktów, ale większa ich liczba pozytywnie wpływa na wyznaczanie

parametrów orientacji wewnętrznej kamery.

Duże przewyższenia mają także wpływ na pokrycie podłużne i poprzeczne zdjęć. Jest to istotne przy planowaniu nalogu w kolejnym eta-



Barwna mapa hipsometryczna kopalni odkrywkowej

pie prac. Po zapoznaniu się z terenem i założeniu osnowy analizujemy dostępne warianty. Często jako lądowisko wybieramy zwałowisko albo najwyższy poziom kopalni. W takim przypadku należy obniżyć wysokość lotu względem miejsca startu, aby odnosiła się do średniej wysokości terenu, oraz zwiększyć pokrycie wzajemne tak, aby było wystarczające w przypadku najwyższych punktów opracowywanego obszaru.

Standardowa rozdzielczość w naszym przypadku to 3,5 cm, a pokrycie podłużne 70% i poprzeczne 50%. Parametry te wynikają z doświadczenia i kompromisu między nakładem prac a uzyskiwaną dokładnością. Następnie uwzględniamy jeszcze kierunek oraz prędkość wiatru i otrzymujemy gotowy plan lotu. Sam nalog wykonywany jest zgodnie z obowiązującym prawem lotniczym przy jednoczesnym zachowaniu warunków BHP danego zakładu.

• Opracowanie danych

Prace kameralne rozpoczynamy od obróbki zdjęć. Na

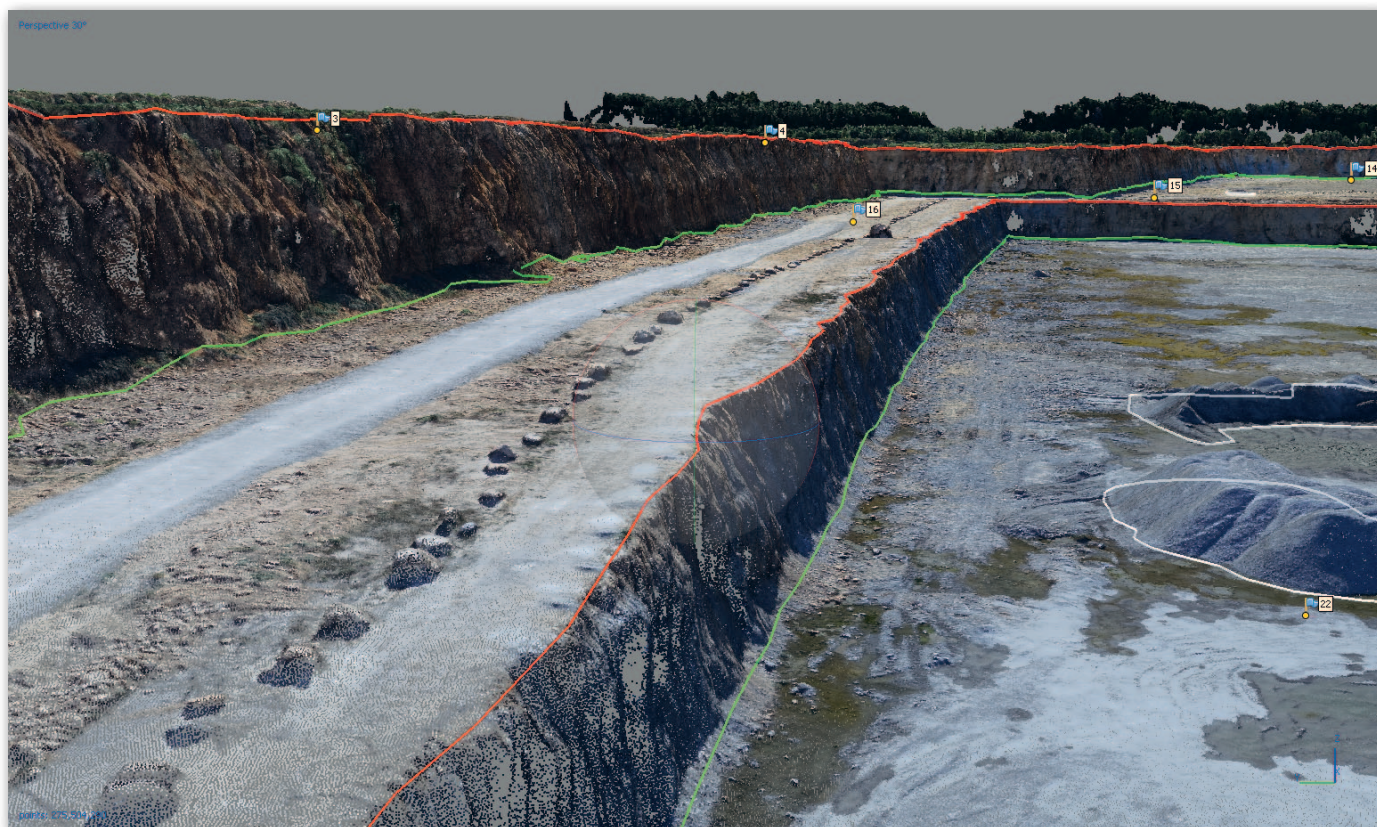
wstępie korygujemy kolorystykę za pomocą rozciągnięcia histogramu. Nie poprawia to dokładności wykrywania punktów wiążących, ale znacząco wpływa na końcowy efekt wizualny.

Następnie wyznaczamy środki rzutów metodą PPK i wprowadzamy razem ze zdjęciami do specjalistycznego oprogramowania. Aplikacja

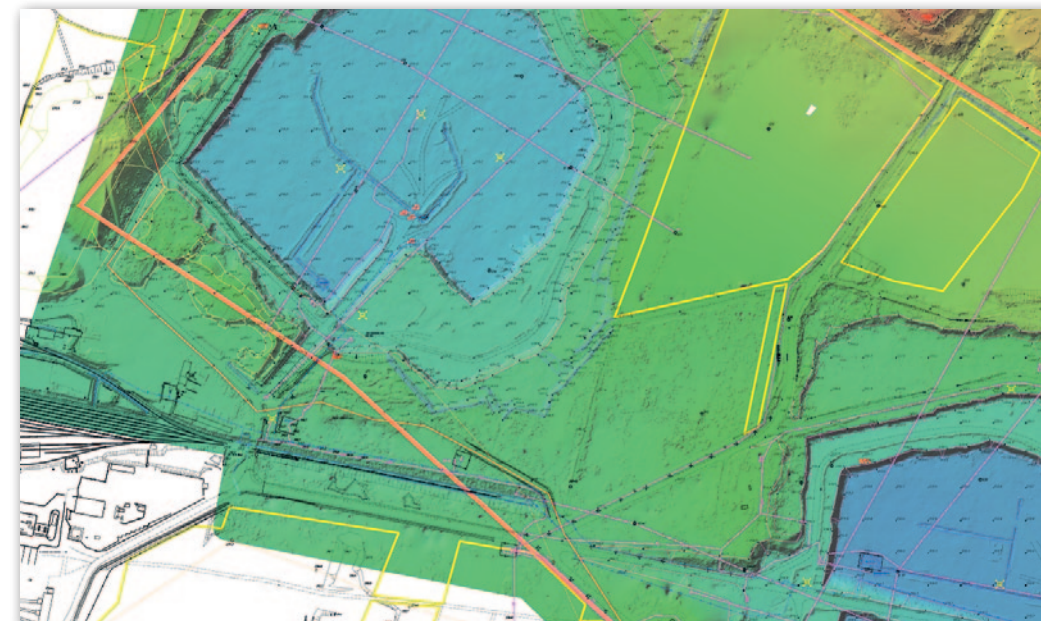
w pierwszym kroku łączy zdjęcia, wyszukując punkty wiążące. Warto odnotować jest to, że im dokładniej wyznaczone zostały elementy orientacji zewnętrznej, tym krócej trwa proces. Potem następuje odrzucenie punktów wiążących z dużym błędem i wyrównanie sieci.

Na tym etapie zawsze wyłączamy część punktów z wy-

równania i pozostawiamy je jako punkty kontrolne. Pozwala nam to uzyskać później wiarygodną informację o błędach modelu. Niestety, wiele firm świadczących usługi z wykorzystaniem dronów dezinformuje swoich klientów, podając za błędy modelu te na fotopunktach, które tak naprawdę są nawiazaniem.



Krawędzie wyrysowane na gęstej chmurze punktów



Fragment mapy wyrobiska na podkładzie z numerycznego modelu pokrycia terenu

Na końcu standardowej procedury uzyskujemy model 3D i ortofotomapę.

• Sporządzenie dokumentacji

Tak przygotowany materiał pomiarowy przekształcamy do postaci dokumentacji mierniczo-geologicznej. Do głównych zadań geodety na terenie wyrobiska należy pomiar zmieniających się skarp złożeń, nadkładu oraz zwałowiska. Te najłatwiej zwektoryzować na gęstej chmurze punktów. Z pozyskanych danych generujemy więc model z oczkiem około 10 cm, który jest na tyle szczegółowy, że nie mamy problemów z jednoznacznym określeniem krańców. Aplikacje Agisoft czy Pix4D bardzo dobrze radzą sobie z wyświetlaniem tego typu modeli i zapewniają płynność pracy. Natomiast je-

żeli klient nie potrzebuje tak dokładnego odwzorowania, to rozrzedzamy chmurę, zachowując przy tym już wektoryzowane krawędzie.

Jeśli dysponujemy pełną informacją o terenie, a nie jedynie zestawem pikiet, jesteśmy w stanie dużo wierniej wykreślić przekroje i profile. Ponadto w każdym miejscu możemy zweryfikować parametry bezpieczeństwa, np.: szerokość półek czy kąt nachylenia skarpy wyrobiska. Dokonując cyklicznych oblotów, dużo łatwiej oblicza się też różnice objętości – my wykorzystujemy do tego rastry różnicowe.

Wszystkie zwektoryzowane dane eksportujemy do programów graficznych, gdzie redagujemy ostateczną mapę. Bardzo ważną kwestią jest akceptacja sporządzonej przez nas dokumentacji przez urzędy górnicze. Wymóg kon-

troli dokładności spełniamy poprzez pomiar kontrolny na minimum dwóch punktach osnowy państwowej przy zakładaniu fotopunktów oraz podanie błędów na punktach kontrolnych. Te ostatnie traktowane są jako błąd położenia punktu na modelu.

• Cenne doświadczenia

Powyższa procedura stosowana jest przez firmy Colidrone i Geoprojekt od blisko 4 lat. Mierniczy górniczy, a zarazem właściciel Geoprojektu Adam Karol jako jeden z pierwszych w kraju wdrożył pomiary fotogrametryczne w piaskowni Obora KGHM. Również na przykładzie tego obiektu została wypracowana ścieżka składania dokumentacji do urzędów górniczych. Piaskownia Obora to ciekawy obiekt pomiarowy także z innego względu. Za każdym razem realizujemy tu

pomiar podwójnie bezzałogowy – łączymy chmurę punktów z autonomicznego drona z chmurą punktów z bezzałogowej łódki wykonującej pomiar batymetryczny. Potrzeba taka wynika stąd, że część wydobywania prowadzona jest spod wody. Podobne pomiary przeprowadziliśmy na zlecenie Grupy Kapitałowej PGE na innym obiekcie, gdzie mierzyliśmy zbiornik o powierzchni 3,5 km kw., trudno dostępny dla pomiarów klasycznych ze względu na niestabilne podłoże [patrz [GEODETA 10/2017](#) – red.]. Wspomniane prace oraz wiele innych realizacji przekonały nas do stosowania fotogrametrii niskiego pułapu.

Kamil Kaczorowski
Colidrone

Artykuł był drukowany
w miesięczniku [GEODETA](#)
(6/2018)



Ortofotomapa przedstawiająca piaskownię Obora KGHM

GEOPRYZMAT

nowoczesne rozwiązania pomiarowe



Pentax PAIS D600

Kolida A22+



GEOPRYZMAT®

Rybie ul. Wesola 6, 05-090 Raszyn
tel. 22 720 28 44 www.geopryzmat.com

e-mail: info@geopryzmat.com

Kraków tel. 503 110 074 Szczecin tel. 725 004 737



Oprogramowanie ContextCapture firmy Bentley wspomaga zarządzanie majątkiem trwałym

Zapora wodna pod kontrolą drona

Włoska firma Italdron na podstawie zdjęć z bezzałogowca i z wykorzystaniem aplikacji ContextCapture opracowała dokładny model zapory w Toskanii. Posłuży on do prognozowania stanu konstrukcyjnego obiektu.

Monitorowanie własnej infrastruktury jest jednym z ważniejszych zadań włoskiego przedsiębiorstwa wodociągowego Romagna Acque. Dotąd w jego ramach wykonywane były głównie pomiary naziemne. Szukając szybszego i tańszego sposobu pozyskiwania danych, przedsiębiorstwo zde-

cydowało się wykorzystać kontrolowane radiowo drony wyposażone w aparaty fotograficzne. Miejsmem sprawdzenia innowacyjnej metody pomiarów z powietrza stała się zapora Ridracoli na rzece Bidente na terenie parku narodowego lasów Casentino. Testowy pomiar tamy i budynków pomocniczych

wykonało miejscowe przedsiębiorstwo Italdron specjalizujące się w projektowaniu i produkcji wielozadaniowych, zdalnie sterowanych systemów latających, a także w pozyskiwaniu danych i wykonywaniu zdjęć z powietrza. Do przekształcenia tysięcy zdjęć w model 3D zespół projektowy wykorzystał opro-

gramowanie ContextCapture firmy Bentley. Po kalibracji model pozwoli przedsiębiorstwu Romagna Acque przewidywać degradację tego ważnego obiektu i zapobiegać jej.

● Zapora Ridracoli

Zapora wodna, wybudowana w 1982 r. przez przedsiębiorstwo Romagna Acque,

zapewnia wodę pitną 48 okręgów miejskim w regionie Emilia-Romagna w północnych Włoszech. Jest to konstrukcja grawitacyjno-lukowa o wysokości 103,5 m i szerokości 432 m. Przedsiębiorstwo wodociągowe uzupełnia kontrole okresowymi pomiarami. Zapewniają one dane do stworzenia modelu statycznego i dynamicznego zachowania budowli, pozwalając na przewidywanie potencjalnych degradacji stanu obiektu i planowanie konserwacji prewencyjnych. Model pomaga również przygotować się na wpływ zdarzeń sejsmicznych, wahań termicznych i innych warunków środowiskowych.

● Dlaczego fotogrametria niskopułapowa?

Z wykorzystaniem naziemnych skanerów laserowych geodeci są w stanie pomierzyć większość trudno dostępnych obszarów zapory, ale technika ta jest powolna, droga i wymagająca. Do tej pory zespoły pomiarowe nie bez problemów mieściły się w wyznaczonych termi-

nach. Przedsiębiorstwo Romagna Acque potrzebowało lepszego sposobu na pozyskanie dokładnych danych o zaporzach oraz jej budynkach pomocniczych i przyczółkach. Fotogrametria niskopułapowa stanowiła obiecującą alternatywę, ale do tej pory nie była testowana w podobnych warunkach. W ramach wartego 23 tys. euro projektu Romagna Acque, Italdron i Uniwersytet w Perugii postanowiły zweryfikować dokładność danych pozyskiwanych przez bezzałogowe statki latające i stworzyć na ich podstawie funkcjonalny model zapory.

● Bezprecedensowy dostęp

Aby zminimalizować wpływ różnic atmosferycznych na gromadzone dane, Italdron przeprowadził pomiary z powietrza w ciągu jednego dnia. Prace obejmowały także rozmieszczenie 175 geolokalizowanych celów na terenie zapory i w jej otoczeniu. Wyznaczały one strefę pomiarów lotniczych. W celu uzyskania porównawczego modelu bazowego zespół projektowy wykonał pomiar zapory i budynków

pomocniczych z wykorzystaniem tachimetrów elektronicznych, odbiorników GPS i naziemnego skanera laserowego.

Ostatecznie dron pozyskał 4600 zdjęć w 19 nalotach, z których każdy trwał 15 minut. Urządzenie dotarło do wcześniej niedostępnych obszarów, takich jak część łuku zapory w dole nurtu. W trakcie przetwarzania końcowego do odtworzenia geometrii zapory z wykorzystaniem tysięcy zdjęć Italdron wykorzystał funkcję konstrukcja-z-ruchu (SfM – *structure-from-motion*) oprogramowania ContextCapture. Oprogramowanie firmy Bentley wygenerowało gęste chmury punktów i modele bazujące na siatkach 3D. Porównanie wyników wykazało, że pomiary wykonane z dronów są tak samo precyzyjne, jak te ze skanowania laserowego. Uzyskane różnice nie przekraczały 2 cm.

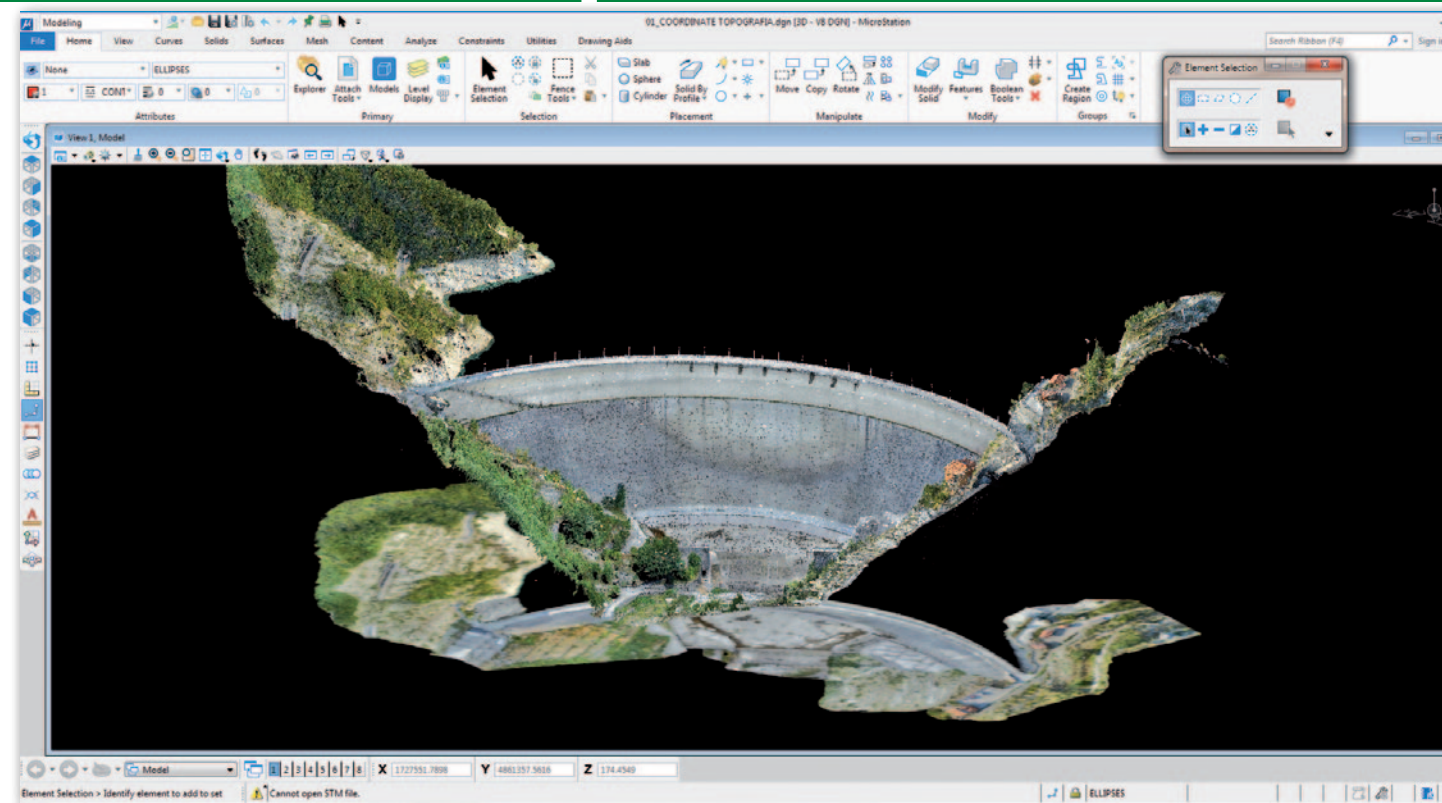
Model rzeczywistości zbudowany na podstawie zdjęć został zintegrowany z istniejącymi wcześniej danymi z dokumentacji projektowej właściciela oraz regionalnych dokumentów technicznych.

Najstarsze z tych danych pochodzą z 1974 r. Zintegrowana chmura punktów stanowi podstawę modelu uwzględniającego właściwości konstrukcyjne i mechaniczne. Model ten został skalibrowany na podstawie odpowiednich właściwości materiałów oraz obciążeń statycznych i dynamicznych, stając się wartościowym narzędziem do prognozowania zmian stanu konstrukcyjnego zapory z upływem czasu.

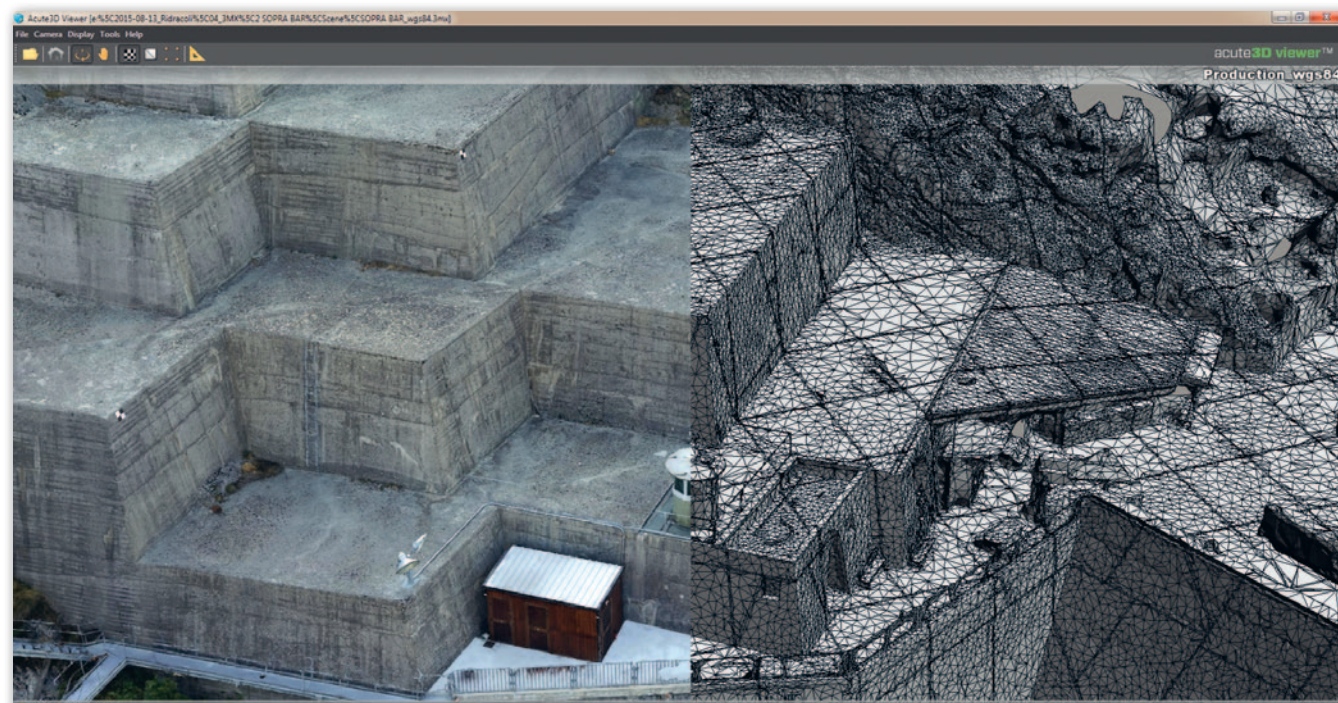
● ContextCapture zapewnia tańszą alternatywę

Dron z aparatem fotograficznym taniej i szybciej pozyska dane 3D niż skaner laserowy. Zdjęcia z drona i oprogramowanie do modelowania rzeczywistości ContextCapture tworzą potężne narzędzie do zarządzania majątkiem trwałym. Metodologia sprawdzona przy okazji opisywanego projektu może być przydatna dla tych wszystkich podmiotów, których majątek trwały obejmuje infrastrukturę o dużej skali.

Chintana Herrin
Bentley Systems



Chmura punktów będąca podstawą modelu uwzględniającego właściwości konstrukcyjne i mechaniczne



Siatka rzeczywistości opracowana w oprogramowaniu ContextCapture

Dron też dużo może

Nie brak opinii, że fotogrametryczne bezzałogowce nadają się tylko do niewielkich projektów. Tymczasem krakowska firma GEOinwest udowodniła, że sprawdzają się one w obrazowaniu nawet tak dużych obszarów jak 440 km kw.

Dlaczego drony miałyby nie nadawać się do projektów wielkopowierzchniowych? Jak podkreślają osoby sceptyczne wobec tej technologii, przede wszystkim dlatego, że produktywność UAV jest niewielka. W jednym nalocie mogą zobrazować kilka, najwyżej kilkanaście kilometrów kwadratowych. W rezultacie dużo szybciej, prościej, a często i taniej jest wykorzystać system załogowy, który sprawnie dotrze w dowolny zakątek kraju i w jednym nalocie sfotografuje nawet kilkaset kilometrów kwadratowych – argumentują.

Kwestionowana bywa także jakość opracowań z dronów. Skoro większy projekt wymaga wielu nalotów, siłą rzeczy wykonywane są one w róż-

nych warunkach oświetleniowych. Z tak pozyskanych zdjęć trudno więc wygenerować jednolitą mozaikę.

Krytycy zwracają również uwagę na dokładność danych z UAV. W świetle obowiązującego prawa praktycznie nie da się tak opracować ortofotomapy z drona, by mogła zostać przyjęta do PZGiK. Rozwiązaniem byłoby wykorzystanie profesjonalnej kamery fotogrametrycznej, ta jednak jest ciężka i wymaga dużego, a przez to i bardzo drogiego bezzałogowca. Co więcej, by zapewnić odpowiednią jakość opracowania z drona, niezbędne jest użycie wielu punktów kontrolnych, a to kolejny czynnik komplikujący pracę.

Dron ma poza tym mniej „lotnych” dni – punktuja

sceptycy. Ogranicza je głównie silny wiatr. Z kolei argument, że UAV mogą łatwiej latać poniżej podstawy chmur, zbywają stwierdzeniem, że w takim przypadku na zdjęciach widać cienie chmur, co obniża jakość i przydatność wynikowego opracowania.

Krytycy podnoszą wreszcie kwestię obwarowań prawnych wyznaczających na terenie całego kraju liczne strefy ograniczonego dostępu dla dronów. By przeprowadzić na ich obszarze naloty, niezbędne jest uzyskanie odpowiednich pozwoleń, a to kolejny czynnik wydłużający misję.

Przy uwzględnieniu wszystkich tych barier – podkreślają sceptycy – realizowanie projektów wielkopowierzchniowych za pomocą dronów przypomina stry-

żenie boiska za pomocą nożyczek.

• Dla chcącego nic trudnego

Jak ocenia prezes GEOinwestu Piotr Rozenbajgier, wiele z powyższych argumentów – owszem – jest słusznych, choć akurat w zrealizowanym przez to przedsiębiorstwo projekcie ważniejsze okazały się atuty UAV. Firmie udało się wykonać za pomocą swojego drona Trimble UX5 zdjęcia lotnicze dla 440 km kw. i wygenerować na ich podstawie ortofotomapę w rozdzielczości 10 cm. – To prawdopodobnie największy tego typu projekt w Polsce zrealizowany wyłącznie za pomocą platformy bezzałogowej – podkreśla Piotr Rozenbajgier.

Ortofotomapę zamówiła krakowska firma projekto-

wa OTS-IP, która na zlecenie Gaz-Systemu przygotowała koncepcję gazociągu wysokiego ciśnienia biegnącego z Hołowczyc przy granicy z Białorusią do okolic Nowogrodu koło Łomży, gdzie połączy się on z inną projektowaną infrastrukturą gazową. Cała inwestycja będzie liczyła 150 km długości i miała strategiczne znaczenie dla bezpieczeństwa energetycznego Polski. Co istotne, zamawiana ortofotomapa ma być wykorzystywana nie tylko przez OTS-IP, ale zasilą także system informatyczny Gaz-Systemu.

Jak podkreśla Piotr Rozenbajgier, specyfikacja zamawiającego w żaden sposób nie dyskwalifikowała technologii bezzałogowych. Nie było więc potrzeby negocjowania z OTS-IP oraz Gaz-Systemem obniżenia wymagań, tak aby dronom było je łatwiej spełnić. – Od początku sprzyjała nam specyfikacja mniej restrykcyjna od zapisów *Prawa geodezyjnego i kartograficznego*. Ważne, że jednostką rozliczeniową nie była cała ortofotomapa dla 440 km kw., ale sekcje mapy 1:2000. W jednym nalocie trwającym do 50 minut wykorzystywany przez nas dron obrazował do 4 sekcji. Otrzymywany materiał był więc jednolity pod względem tonalnym. Jeśli zaś chodzi o chmury, ich cienie były przez zamawiającego dopuszczone – wyjaśnia prezes GEOinwestu.

Dyskwalifikacją dla drona nie była także konieczność mierzenia wielu fotopunktów. – Faktycznie w przypadku zdjęć z UAV potrzeba ich więcej. Ale w tym akurat zamówieniu klient żądał tego niezależnie od typu użytej platformy. Wymagał minimum 3 fotopunktów dla każdej sekcji. My staraliśmy się lokalizować je również na granicach sekcji, by zapewnić jak najlepszą spójność opracowania – podkreśla Piotr Rozenbajgier. Łącznie w projekcie pomierzono aż 1,1 tys. fotopunktów. Jak zaznacza prezes GEOinwestu, m.in.

z powodu intensywnej pracy rolników trzeba było zakładać je na bieżąco, zdarzało się bowiem, że „znikały” już kilka godzin po pomiarzeniu. – Moim zdaniem wyznaczanie fotopunktów z wyprzedzeniem 2-3 tygodni, co jest często praktykowane przy nalotach załogowych, byłoby tu niemożliwie. Po prostu zabrakłoby odpowiedniej liczby punktów na sekcję. Wychodzi więc kolejna zaleta użycia UAV – podkreśla.

A co z warunkami pogodowymi? – Na szczęście w okresie realizacji prac aura generalnie nam sprzyjała, ale nawet gdy wiał silniejszy wiatr, UX5 dobrze sobie radził. Wystarczyło odpowiednio zmodyfikować parametry lotu – wyjaśnia prezes GEOinwestu. Problemów nie przysporzyły nawet strefy o ograniczonej dostępności dla UAV. – W zasadzie mieliśmy dwa takie obszary. Jeden przy granicy z Białorusią (tzw. TRA), a drugi, składający się z kilku podobszarów, koło Łomży (TSA). W pierwszym przypadku nie mieliśmy żadnych problemów z uzyskaniem pozwolenia od straży granicznej. Z kolei w drugim ograniczeniem

był jedynie zakaz lotów obowiązujący przez 2 godziny w ciągu dnia – wyjaśnia Piotr Rozenbajgier. Podkreśla jednocześnie, że zgodnie z przepisami wszystkie naloty realizowane przez jego firmę prowadzone są przez osoby posiadające stosowne uprawnienia, a dron cały czas pozostaje w zasięgu wzroku operatora lub obserwatorów.

– W ostatnich latach nasze prawo znacznie się pod tym względem poprawiło. Można nawet powiedzieć, że jest jednym z najbardziej liberalnych, co skutkuje najwyższą w Europie i trzecią na świecie liczbą osób posiadających świadectwa kwalifikacji do sterowania bezzałogowcami. W bieżącym roku udało nam się bez problemu wykonywać naloty w okolicach lotnisk w Gdańsku, Rzeszowie i Bydgoszczy, co najlepiej świadczy o tym, że prawo lotnicze nie utrudnia użytkowania dronów. Oczywiście bezpieczeństwo było cały czas zachowane, bo mieliśmy stały kontakt telefoniczny z wieżą kontrolną – dodaje. Co ciekawe, w takich przypadkach coraz częściej wymagane jest również używanie mobilnej aplikacji DroneRadar, któ-

ra jest sprzężona z systemem wieży kontrolnej.

Przyjęcie takich, a nie innych zapisów specyfikacji przetargu sprawiło, że firma GEOinwest mogła nie tylko wystartować w tym zamówieniu, ale także je zdobyć. I to mimo konkurencji ze strony właścicieli platform załogowych starających się o to zlecenie.

• Logistyka, logistyka i jeszcze raz logistyka

A co z kluczowym zarzutem wobec dronów, czyli długim czasem pozyskiwania danych? Piotr Rozenbajgier przyznaje, że jest świadomy przewagi systemów załogowych w tym zakresie. – W przypadku tego projektu nie była ona jednak tak znacząca jak zazwyczaj. Zamawiający wymagał bowiem pozyskania tzw. true-orthophoto, co wymuszało zastosowanie wysokiego pokrycia i podłużnego, i poprzecznego, przynajmniej na poziomie 70%. W przypadku platform załogowych znacznie większa to pracochłonność prac, bo trzeba „ciąsniej” latać – wyjaśnia. – Ale i tak zdawaliśmy sobie sprawę, że wykorzystanie w tym projekcie pojedynczego drona będzie sporym wyzwaniem, dlatego intensywnie przygotowaliśmy się przez dwa miesiące, by nic nas nie zaskoczyło. Przede wszystkim musieliśmy popracować nad logistyką – dodaje.

Do obowiązków zamawiającego należało pozyskanie w ciągu czterech tygodni zdjęć na całej długości 150 km projektowanego gazociągu. Musiały one pokrywać wszystkie sekcje znajdujące się w odległości 500 m od planowanej instalacji gazowej. Razem uzbierało się ich 275, co przekłada się na wspomniane 440 km kw. Prace rozpoczęto 4 maja. Dziennie wykonywano nawet do 8 nalotów. Bezzałogowiec wznosił się na wysokość około 380 metrów nad ziemią, co





pozwolilo pozyskiwac obrazy z rozdzielczoscia 9 cm, a wiec – na wszelki wypadek – nieco lepsza niz wymagana. Firma uzywala dodatkowych akumulatorow do drona, by mozliwie najszybciej wysylac go do kolejnych lotow. Po ich zakonczeniu pozyskane w ciagu danego dnia zdjecia (nawet do 4 tys.) byly zgrywane i na biezaco przetwarzane w popularnym wzrodk uzytkownikow fotogrametrycznych bezzałogowcow oprogramowaniu Agisoft Photoscan Pro. Taki postprocessing trwal kazdorazowo nawet 12 godzin. Generowane ortofotomapy byly sukcesywnie przesyłane do zamawiajacego. Z racji dlugiego pasa, wzdluz ktorego nalezalo wykonać zdjęcie, 4-osobowa zaloga GEOinwestu realizujaca pomiary przemieszczala sie z calym sprzetem (wypełniającym po brzegi dwa samochody) między czterema lokalizacjami.

– W sumie w trakcie 91 nalotow trwajacych 18 dni pozyskalismy 47 tys. zdjec o laczonej objętości 500 GB. Przetworzony material przekazany firmie projektowej

zajmowal jednak az 2,5 TB. Dzieki dopracowanej logistyce juz po dwuch tygodniach dostarczylismy zamawiacemu 2/3 danych. Prace udalo nam sie natomiast zakonczyc 26 maja, czyli na tydzien przed terminem. By to osiagnac, musieliśmy niekiedy byc na nogach nawet 19 godzin dziennie. Co jednak najwazniejsze, wykonane przez nas opracowania zostaly juz zaakceptowane przez firme OTS-IP. Nasz sukces jest w duzej mierze zaslugą Karoliny Skaloń, ktorej w tym miejscu serdecznie dziekuje – mowi Piotr Rozenbajgier. – Ten projekt dobitnie pokazuje to, ze pod wzgledem jakosci dostarczanych danych technologia, ktora dysponujemy, niczym nie ustępuje systemom zalogowym – podsumowuje.

• Dron niezbędnikiem geodety

GEOinwest to kolejny dowod na to, ze na rynku fotogrametrycznych dronow najwiecej odwagi maja przedsiobrowstwa mlode. Firma ist-

nieje od 2011 roku i przez pierwsze lata dzialalnosci skupiala sie glownie na typowych uslugach geodezyjnych. Pomysl zakupu bezzałogowca pojawil sie w zeszlym roku podczas prezentacji UX5 zorganizowanej przy okazji konferencji Trimble Express przez krajowego dystrybutora tych urzadzen. – Mialem okazje przekonac sie wtedy, jak bardzo taki sprzet ulatwia wykonywanie roznego rodzaju prac geodezyjnych – mowi prezes GEOinwestu i podkreśla, ze nie zaluje zakupu.

– Dzis zdjecia z naszego drona wykorzystujemy niemal przy kazdej pracy geodezyjnej. Pozwalaja one przygotowac sie do realizacji zamowienia, wykonac bilans mas ziemnych, znacznie przyspieszaja wywiad terenowy, umozliwiaja sprawdzenie aktualnosci materialow z ODGIK-u, ulatwiaja tez weryfikacje kompletnosci naszego opracowania – wymienia. Jak dodaje, zalety te coraz czesciej dostrzegane sa przez inne firmy geodezyjne, od ktorych GEOinwest otrzymuje zlecenia na opracowanie ortofotomap.

Inwestujac w drona, liczymy, ze docelowo uda nam sie skupic tylko na fotogrametrii, ktora oferuje niemal nieograniczone mozliwosci rozwoju. Uważnie obserwujemy ewolucje tej technologii i nie wykluczamy inwestycji w nowe sensory czy drony – mowi. Na razie jednak GEOinwest twardestapa po ziemi. Podobnie jak inne firmy, ktore kupily bezzałogowca, krakowskie przedsiebiorstwo dostrzega bowiem spora nieufnosc wobec fotogrametrii niskopulapowej ze strony urzadnikow i potencjalnych klientow. – Podobnie bylo kiedyś z precyzyjnymi odbiornikami satelitarnymi, ktorym zarzucano niska wiarygodnosc pomiaru. W koncu jednak technologia ta sie przebila i dzis jest standardowym wyposazeniem kazdej liczacej sie firmy geodezyjnej. Analogiczna droge musza przejsc rowniez drony – podsumowuje prezes GEOinwestu.

Jerzy Królikowski

Artykul byl drukowany w miesieczniku GEODETA (7/2017)



geo **BZYG**
NOWOŚĆ!

Poręczny system fotogrametryczny dla małych powierzchni geoBZYG.

W zestawie oprogramowanie do automatycznego przetwarzania danych (orto+NMPT) oraz obliczeń objętości.

POBIERZ ULOTKĘ

System **ZAWISAK + lidar**

YellowScan

m Leasing

MSP jest oficjalnym resellerem systemów Yellowscan.

Opcja finansowania zakupu w trybie leasingu przez mLeasing.



POBIERZ ULOTKĘ



NEO²

POBIERZ ULOTKĘ

MSP dostarcza zaawansowane bezzałogowe systemy fotogrametryczne

MSP

www.uav.com.pl

Projekt nowych regulacji w zakresie BVLOS

Znikające drony

Polska jako jeden z pierwszych krajów na świecie chce znacznie ułatwić latanie bezzałogowcom poza zasięgiem wzroku. Dla geodezji to wbrew pozorom bardzo istotna wiadomość.

Zdecydowana większość nalogów fotogrametrycznych wykonywanych przy użyciu dronów realizowana jest w zasięgu wzroku operatora (VLOS) – taki jest wymóg obowiązujących przepisów. Nie trzeba znać się na bezzałogowcach, aby stwierdzić, że mocno ogranicza to możliwość wykorzystania tych maszyn, szczególnie w przypadku pomiarów korytarzowych. Geodezyjny dron może przebiegać z prędkością ponad 100 km/h przez kilkadziesiąt minut, a obserwator traci go z pola widzenia już w odległości kilkuset metrów. Technicznie nie ma problemów, by maszyna latała dalej – większość profesjonalnych dronów posiada bowiem autopilota i różnego rodzaju systemy awaryjne. Obawa o bezpieczeństwo ludzi i mienia powstrzymuje jednak prawodawców na całym świecie przez szerszym dopuszczeniem lotów poza zasięgiem wzroku (BVLOS). Jednym z pierwszych krajów, który postanowił się wyłamać, jest Polska, czego dowodzi opublikowany w grudniu 2017 r. projekt nowelizacji rozporządzenia *ws. wyłączenia zastosowania niektórych przepisów ustawy – Prawo lotnicze do niektórych rodzajów statków powietrznych oraz określenia warunków i wymagań dotyczących używania tych statków*.

• Góra 120 metrów

Zgodnie z tym projektem loty operacyjne, specjalistyczne (w tym do celów geodezyjnych) lub szkoleniowe BVLOS będzie można wykonywać do wysokości nie większej niż 120 m nad poziomem terenu (AGL) i przy widzialności nie mniejszej niż 5 km. – Wysokość 120 m poddyktowana jest zachowaniem bezpiecznej separacji między ruchem lotnictwa ogólnego a bezzałogowcami. Loty na wysokościach większych niż 120 m będą mogły odbywać się na wcześniejszych zasadach, czyli przy rezerwacji przestrzeni powietrznej lub na warunkach lotów VLOS – wyjaśnia Radosław Zych, właściciel szkoły Akademii UAV i egzaminator Urzędu Lotnictwa Cywilnego (ULC).

Natomiast w przypadku lotów realizowanych automatycznie (tj. bez udziału operatora) maksymalny pułap wynosi 50 metrów AGL lub do 10 m nad najwyższą przeszkodą znajdującą się w promieniu 100 m od miejsca wykonywania lotu. Loty automatyczne będą ponadto musiały odbywać się w odległości poziomej co najmniej 150 m od osiedli i innych skupisk ludności.

• Szybsze pozwolenie

– Najistotniejsza zmiana dotyczy czasu, który musi upłynąć, zanim operator będzie mógł legalnie wykonać lot BVLOS w danym miejscu

– zaznacza Tomasz Siwy, prezes produkującej drony firmy Novelty RPAS. – Aktualnie to w praktyce co najmniej 3 miesiące od złożenia odpowiedniego wniosku do Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej. Planowane zmiany zakładają skrócenie tego czasu nawet do 7 dni wraz ze znaczącym uproszczeniem całej procedury. Łatwo sobie wyobrazić, jakie ułatwienia niesie to dla operatorów, firm i klientów. Oczywiście możliwość odbywania lotów w danym miejscu jest uzależniona jeszcze od paru innych czynników, o których uczymy na szkoleniach. Ale nawet tylko ta jedna zmiana może okazać się prawdziwym krokiem milowym dla rozwoju branży bezzałogowej w Polsce – podkreśla.

Osoby i firmy zainteresowane wykonywaniem lotów BVLOS będą musiały wystąpić o zgodę do prezesa ULC. Podmiot taki, oprócz wykwalifikowanej kadry (tj. z uprawnieniami BVLOS), będzie musiał przedstawić instrukcję operacyjną zawierającą między innymi opis działalności, sprzęt, którym loty będą wykonywane, oraz analizę ryzyka i procedur zapewniających bezpieczeństwo.

• Do BVLOS trzeba dwojga

Operacje tego typu będzie musiała wykonywać załoga składająca się z minimum 2 osób, w tym operatora odpowiedzialnego za wykonywa-

nie lotu oraz osoby odpowiedzialnej za obsługę urządzeń znajdujących się na dronie. Projekt rozporządzenia zakłada ponadto, że maszyny wykonujące tego typu loty będą musiały zostać wyposażone w oświetlenie antykolizyjne i pozycyjne oraz znaki rejestracyjne jak w samolotach załogowych. Ponadto platforma będzie wymagała dodatkowego systemu zapewniającego możliwość jej odnalezienia po utracie łączności. W uzasadnionych przypadkach prezes Urzędu Lotnictwa Cywilnego będzie mógł zwolnić zainteresowany podmiot z niektórych wymagań określonych w projekowanym rozporządzeniu.

– Co bardzo istotne, nie ma jeszcze decyzji dotyczącej osób już posiadających uprawnienia BVLOS. Operatorów z takimi uprawnieniami jest znacznie mniej niż VLOS, ale poziom ich wykształcenia może okazać się niewystarczający do wykonywania lotów poza zasięgiem wzroku według nowych przepisów. Prawdopodobnie osoby takie będą musiały przejść dodatkowy egzamin lub szkolenie pomostowe – ocenia Radosław Zych.

• Geodezja bez entuzjazmu

Czy proponowane przepisy będą miały duże znacze-

nie dla operatorów fotogrametrycznych dronów? Osoby, z którymi rozmawialiśmy, z jednej strony podkreślają, że dobrą wiadomością jest już samo podjęcie prac legislacyjnych w tym zakresie. Niestety, z drugiej strony, proponowane regulacje w praktyce niewiele wnoszą. – Kluczowym ograniczeniem jest pułap 120 metrów. Do tej wysokości na ogół pozyskuje się zdjęcia z pikselem około 1 cm, tymczasem my latamy znacznie wyżej: od 200 do nawet 500 metrów. Nowe przepisy mogą być natomiast istotnym ułatwieniem przy nalogach związanych z monitoringiem – wyjaśnia Kamil Kaczorowski, prezes Colidrone. Dodaje jednocześnie, że jeśli rozporządzenie wejdzie w życie w proponowanym kształcie, jego firma nadal będzie realizować przede wszystkim misje VLOS.

Na to samo ograniczenie zwraca uwagę Wieńczysław Plutecki z firmy MSP. Podkreśla, że loty fotogrametryczne BVLOS mają sens na dużych powierzchniach i dystansach. Tymczasem proponowane przepisy ułatwiają takie misje tylko w niewielkim stopniu, a pod pewnymi względami nawet je komplikują. – Linie trasy zaplanowa-

nej na podstawie tych założeń będą na tyle gęste, że samolot zużyje sporo potencjału na wykonywanie obszernych zakrętów celem wejścia w kolejne linie nalogu. Sytuacja będzie się pogarszała wraz ze zwiększaniem ogniskowej aparatu w celu pozyskania zdjęć o większej rozdzielczości – wyjaśnia. – Jakość tak zebranych danych będzie jeszcze przydatna dla płaskiego terenu z niską pokrywą naturalną i sztuczną, ale zupełnie nieprzydatna dla terenów o urozmaiconej rzeźbie. Zmiany dystansu fotografowania mogą bowiem sięgać kilkudziesięciu metrów – zauważa Wieńczysław Plutecki.

Wskazuje również, że proponowane 120 m w praktyce powoduje spore ryzyko kolizji z obiektami naziemnymi: wypukłościami terenu, komunami, drzewami czy słupami wysokiego napięcia. – Lecąca platforma pozbawiona bezpośredniej kontroli ma duże szanse na zderzenie się z takimi obiektami, nawet jeśli dokonamy uprzednio rozpoznania sytuacji i wyposażymy maszynę w system identyfikacji i omijania przeszkód – zaznacza.

Na restrykcyjne ograniczenie pułapu zwraca również uwagę Witold Kuźnicki z MGGP Aero. W jego ocenie

proponowane regulacje zwiększą bezpieczeństwo ruchu lotniczego, ale firmy geodezyjne posiadające drona niewiele na nich skorzystają. Dlatego przewiduje, że w toku konsultacji społecznych branża UAV będzie domagać się podniesienia maksymalnego pułapu. – Kształt projektowanych zmian i wynikające z nich ograniczenia nie ułatwią używania dronów w branży geodezyjnej. Ponadto wymagania dotyczące dwóch operatorów, instrukcji operacyjnej, oświetlenia, obserwacji wideo w trakcie lotu, rejestracji operacji czy oznaczenia maszyny znacząco zwiększą koszty operacji bez wpływu na polepszenie jakości zbieranych danych – ocenia Witold Kuźnicki.

• Nuta optymizmu

Nie brak też jednak pozytywnych opinii o projekcie. – Proponowane regulacje z jednej strony oznaczają znaczne zwiększenie płynności w oferowaniu i realizacji usług fotogrametrycznych, a z drugiej – wymagają większej uwagi operatora świadczącego usługę odnośnie do tego, czy sprzęt i procedury w firmie spełniają wymagania prawne – ocenia Tomasz Siwy. – W związku z tym jeszcze w tym roku istnieje spora

szansa na znaczne zwiększenie popytu i podaży dotychczas świadczonych usług, ale również tych nowych czy dotąd realizowanych wyłącznie jako pilotażowe. Użyteczność bezzałogowca, szczególnie w zakresie fotogrametrii czy monitoringu infrastruktury przemysłowej i krytycznej, jest bowiem największa wtedy, gdy loty realizowane są jak najbardziej automatycznie, a operator nie musi zmieniać miejsca pobytu w trakcie misji czy podążać za platformą latającą – dodaje prezes Novelty RPAS.

– Warto zaznaczyć, że Polska jest pionierem, jeśli chodzi o wykorzystanie bezzałogowców. Wśród krajów europejskich mamy największą liczbę uprawnionych operatorów, a na świecie jesteśmy w pierwszej trójce. Nasze przepisy służą za wzór dla innych krajów, a ośrodki dokumentacji geodezyjnej coraz częściej przyjmują prace bazujące na fotogrametrii niskopułapowej. Do wykorzystania pełni możliwości dronów w geodezji brakuje nam jeszcze tylko zmian w prawie geodezyjnym – podkreśla Radosław Zych.

Jerzy Królikowski

Artykuł był drukowany w miesięczniku *GEODETA* (2/2018)

Przegląd bezzałogowych płatowców do celów geodezyjnych

Geodezyjne air show

Konkurencja na rynku geodezyjnych płatowców z roku na rok rośnie. Dla potencjalnych użytkowników oznacza to nie tylko większy wybór, ale i wyższą jakość oraz niższe ceny.

Jerzy Królikowski

Gdy w 2011 roku opracowaliśmy w GEODECIE pierwszy przegląd bezzałogowców, w ofercie krajo-

wych dystrybutorów udało nam się uzbierać dane tylko dla 9 maszyn, i to wliczając wirnikowce (ich zestawienie znajduje się na stronach 40-47). Tymczasem w drugim wydaniu niezbędnika „Drony

dla geodety” jest już 26 samolotów. Ktoś powie, że to niewiele, ale pamiętajmy, że na rynku dronów dominują wirnikowce, i to tam są największe zyski dla producentów bezzałogowców. Tymczasem

płatowce wykorzystywane są głównie przez wąskie specjalizacje, w tym geodezję i kartografię, które potrzebują obrazować zdecydowanie rozleglejsze obszary, niż potrafią kartować helikopterki.



Wierność odwzorowania w połączeniu z inżynierią rzeczywistości

Context Capture pozwoliło zaoszczędzić społeczności Coatesville 300 000 USD

Za pomocą oprogramowania ContextCapture możesz szybko i automatycznie wygenerować wysokiej jakości georeferencyjny model 3D na podstawie zwykłych fotografii cyfrowych zrobionych za pomocą dronów, pojazdów lub nawet smartfonów. Uzyskana w ten sposób siatka 3D jest precyzyjna i niezwykle dokładna, dostępna w dniu, w którym robisz zdjęcia najbardziej wymagających projektów. Model jest gotowy do wykorzystania i nie wymaga jakiegokolwiek dalszego przetwarzania, tłumaczenia lub manipulowania.



Projekt rewitalizacji Coatesville

Przy projekcie rewitalizacji wykorzystano modelowanie rzeczywistości, aby przygotować plany dotyczące rozbudowy przyszłych obiektów i zagospodarowania ok. 17 100 metrów kwadratowych obszaru objętego projektem

- » 750 zdjęć lotniczych w 20 minut
- » Gotowy model 3D w 8 godzin
- » Finalny plan projektu w 3 dni

“Oprogramowanie ContextCapture zmieniło sposób naszej pracy. Pozwoliło na zmniejszenie ryzyka związanego z realizacją projektu a także zapewnienie jego bezpieczeństwa i w efekcie dostarczenie lepszego jakościowo projektu. Osiągnęliśmy to wszystko w znacznie krótszym czasie oraz z dużymi oszczędnościami.”

April M. Barkasi, PE, Coatesville's
City Engineer, CEO/President,
CEDARVILLE Engineering



Aby dowiedzieć się więcej wejdź na stronę www.bentley.com/coatesvillefidelity-pl/



•Taniej

Coraz bogatsza oferta UAV oznacza chociażby niższe ceny. Dobrym przykładem nowego płatowca, który walczy właśnie w tej kategorii, jest BIRDIE polskiej firmy Fly-Tech UAV. Podczas premiery na zeszłorocznych targach Intergeo w Berlinie producent nawet nie ukrywał, że to rękawica rzucona przede wszystkim Trimble UX5, który szybko zyskał sporą popularność wśród naszych geodetów. Co ważne, BIRDIE ma konkurować nie tylko samą ceną platformy, ale także kosztem zakupu części zamiennych. Na marginesie uwaga, że jest to element rzadko wliczany do kosztorysu podczas przygotowań do zakupu bezzałogowa, a przy odrobinie pecha takie zaniebdanie potrafi się brutalnie zemścić.

•Wydajniej

Kolejnym istotnym trendem obserwowanym na rynku dronów jest ich rosnąca wydajność. Może być to zasługa coraz lepszych sensorów, choć najczęściej – po prostu efekt pojemniejszych baterii i bardziej energooszczędnych podzespołów. W naszym zestawieniu nie brak maszyn, które bez ładowania potrafią unosić się w powietrzu godzinę lub nawet dłużej. Biorąc pod uwagę, że nakłady na rozwój technologii do magazynowania energii szybko rosną, producenci dronów z pewnością nie powiedzieli jeszcze ostatniego słowa, jeśli chodzi o wydajność swoich platform.

•Bardziej wszechstronnie

Płatowce ewoluują również pod względem przenoszonych sensorów. Coraz częściej montowane są w nich nie tylko kompaktowe aparaty i lustrzanki, ale także kamery termalne czy wielospektralne. Firmom geodezyjnym otwiera to zupełnie nowe możliwości świadczenia usług.

Rośnie również wykorzystanie skanerów laserowych. Na razie dzieje się to jednak bardzo wolno, głównie ze względu na wagę LiDAR-ów przeznaczonych dla dronów, a także ich ograniczone możliwości pomiarowe oraz – co chyba najważniejsze – wysoką cenę. Zainteresowanym tym tematem polecamy artykuł polskiej firmy MSP, która miała okazję przeprowadzić liczne testy swojej maszyny NEO3 wyposażonej w skaner (GEODETA 10/2017).

Pisząc o sensorach, nie sposób pominąć odbiorników satelitarnych. Tu coraz popularniejsze stają się instrumenty GNSS-RTK. Jak można przeczytać w folderach reklamowych niektórych producentów, pozwalają one realizować naloty nawet bez wykorzystania fotopunktów, co znacznie zmniejsza pracochłonność prac. Specjaliści od technologii bezzałogowych generalnie odradzają jednak pomijanie fotopunktów. Po więcej informacji na ten temat odsyłamy do artykułu, w którym firma Fly-Tech UAV prezentuje wyniki testów swojego płatowca Fenix wyposażonego w odbiornik RTK (GEODETA 2/2017).

•Bardziej automatycznie

Mniej spektakularny, choć nie mniej ważny postęp dokonuje się w zakresie oprogramowania do planowania i kontrolowania misji. Produkty te stają się coraz bardziej intuicyjne i automatyczne, a przy szykowaniu misji pozwalają brać pod wagę rosnącą liczbę czynników (choćby wiatr czy rzeźbę terenu). W rezultacie możemy do minimum ograniczyć prawdopodobieństwo, że naloł trzeba będzie powtarzać.








Jak widać z tego krótkiego przeglądu, mimo że zestawienie geodezyjnych płatowców nie jest jeszcze tak obszerne jak w przypadku innych instrumentów pomiarowych, to wybór optymalnego modelu wcale nie jest prosty.

Jerzy Królikowski

DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	Delair	Delair	Delair	Delair	Delair
NAZWA	DT18	DT26M	DT26X LiDAR	UX5	UX5 AG
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2012	2015	2015	2013	2016
PLATFORMA					
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	1200 dł. x 1800 rozp.	1600 dł. x 3300 rozp.	1600 dł. x 3300 rozp.	650 x 105 x 1000	650 x 105 x 1000
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	1250 x 450 x 300 (w walizie)	1150 x 650 x 680 (w walizie)	1150 x 650 x 680 (w walizie)	650 x 105 x 1000	650 x 105 x 1000
waga całkowita [kg]	2	15	17	2,5	2,5
maksymalny udźwig [kg]	brak danych	5	5	brak danych	brak danych
maksymalna prędkość [km/h]	61	57	60	80	80
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	50	50	36	65	55
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	120	135	110	50	45
metoda startu	z ręki lub z wyrzutni	z wyrzutni	z wyrzutni	z wyrzutni	z wyrzutni
POZYCJONOWANIE					
typ odbiornika GNSS	dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)	dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)	dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)	GPS (L1)	GPS (L1)
obsługa korekt	opcja: PPK	nie	PPK	nie	nie
IMU	Applanix o dokładności 0,025"	nie	nie/Applanix APX15 o dokładności 0,025"	tak	tak
SENSORY					
cyfrowa kamera	zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB) lub multispektralna (Micasense RedEdge)	InPixal ASIO 155 Gimbal – sensor EO lub IR do wizji dziennej i nocnej	zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB)	Sony A5100	MicaSense RedEdge
matryca [Mpx]	21,4 (RGB)	EO: 720 x 576 px, IR: 640 x 480 px	21,4 (RGB)	24 (APSC)	3,6
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	0-90	nie	nie	nie
dodatkowe informacje	kanały spektralne Micasense RedEdge: niebieski, zielony, czerwony, red edge, bliska podczerwień	EO: zoom opt. x36 i FOV 1,7-56°, IR: zoom cyf. i FOV 17,7°, dt. fali 8-14 µm; śledzenie wideo	podgląd i możliwość korekcji parametrów zdjęcia w trakcie lotu	stafoogniskowy obiektyw Voigtlander	kanały spektralne: niebieski, zielony, czerwony, red edge, bliska podczerwień
osiągana rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	1,1 dla 80 m, 2,1 dla 150 m, 9,7 dla 700 m	brak danych	brak danych	2 dla 75 m, 4 dla 150 m, 10 dla 400 m	6 dla 90 m, 10 dla 150 m, 20 dla 300 m
produktywność w jednym nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	1,8 km kw. dla 1,1 cm, 3,6 km kw. dla 2,1 cm, 19,5 km kw. dla 9,7 cm	brak danych	11 km kw. dla 1,6 cm	1 km kw. dla 2 cm, 3 km kw. dla 4 cm, 10 km kw. dla 10 cm	1 km kw. dla 6 cm, 4 km kw. dla 20 cm, 10 km kw. dla 51 cm
skaner laserowy	brak	brak	RIEGL miniVUX-1DL	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]			100 000		
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]			36 pkt dla 120 m		
zasięg [m]			200 przy odbiciu 60%		
dodatkowe informacje			liczba rejestrowanych odbić: 5		
inne sensory	-	-	-	możliwość rozbudowy do NIR i multispectral	możliwość rozbudowy do RGB i NIR
STEROWANIE					
pulpit kontrolny	tablet	odporny tablet + kontroler	odporny tablet + kontroler	tablet	tablet
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI	System Mama Bear lub modem 3G	odporna antena Mama Bear + 3G/4G	odporna antena Mama Bear + 3G/4G		
częstotliwość	brak danych	pasmo C (opcja: L i S)	brak danych	2,4 GHz	2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak	nie	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	20	50	20	5	5
OPROGRAMOWANIE					
do planowania nalołów (funkcje)	Solapp – intuicyjne planowanie, naloły wieloblokowe, kontrola każdego elementu systemu przed startem, naloł z uwzgl. NMT	Solapp – intuicyjne planowanie, naloły wieloblokowe, kontrola każdego elementu systemu przed startem, naloł z uwzgl. NMT	Solapp – intuicyjne planowanie, naloły wieloblokowe, kontrola każdego elementu systemu przed startem, naloł z uwzgl. NMT	Delair Aerial Imaging – intuicyjne planowanie nalołów, naloły wieloblokowe, naloł z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, check list	
do przetwarzania danych	Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center Aerial Photogrammetry, Trimble Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan Professional Edition i inne	brak danych	Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center Aerial Photogrammetry, Trimble Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan Professional Edition i inne	Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center Aerial Photogrammetry, Trimble Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan Professional Edition i inne	Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center Aerial Photogrammetry, Trimble Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan Professional Edition i inne
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa, tablet, kamera cyfrowa, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	waliza transportowa, tablet, kamera cyfrowa, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	waliza transportowa, tablet, kamera cyfrowa, skaner, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	waliza transportowa, wyrzutnia, tablet, kamera cyfrowa, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	waliza transportowa, wyrzutnia, tablet, kamera cyfrowa, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie
DODATKOWE INFORMACJE	wydajny płatowiec dalekiego zasięgu idealny do mapowania obiektów liniowych (zasięg nawet 100 km), krótki czas przygotowania do lotu, loty BVLOS	taktyczny, odporny UAV pozwalający uzyskać obraz wysokiej jakości; automatyczne śledzenie obiektów poprzez wskazanie ich na ekranie, bardzo cicha praca platformy (< 80 dBA)	wydajny UAV o ogromnym zasięgu wyposażony wysokiej klasy skaner laserowy; dokładność chmury punktów 4 cm poziomo/2 cm pionowo.	komponentowa budowa (korpus + eBox + kamera), wymienny korpus, system gotowy do lotu bez konieczności montażu, min. czas wdrożenia dzięki wys. automatyzacji nalołu, odporność na warunki atmosferyczne, możliwość rozbudowy do UX5 HP i UX5 AG	komponentowa budowa (korpus + eBox + kamera), wymienny korpus, system gotowy do lotu bez konieczności montażu, minimalny czas wdrożenia dzięki wys. automatyzacji nalołu, odporność na warunki atmosferyczne, możliwość rozbudowy do UX5 i UX5 HP
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja

DRONY - PŁATOWCE

							
PRODUCENT	Delair	Delair	FlyTech UAV	FlyTech UAV	GeoPixel	Intel	Intel
NAZWA	UX5 HP	UX11	UAV BIRDIE GEO	UAV BIRDIE GEO+	GeoPixel MTD	Sirius PRO R2 EXT	Sirius PRO R2 INT
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2015	2018	2017	2017	2016	2017	2017
PLATFORMA							
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	650 x 105 x 1000	750 x 350 x 1100	560 x 140 x 1400	560 x 140 x 1400	1500 x 300 x 1800	1200 x 220 x 1630	1200 x 220 x 1630
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	650 x 105 x 1000	brak danych	skrzynia 637 x 580 x 321	skrzynia 637 x 580 x 321	1500 x 300 x 300	brak danych	brak danych
waga całkowita [kg]	2,9	1,4	2,3	2,35	2	2,7	2,7
maksymalny udźwig [kg]	brak danych	brak danych	0,6	0,6	2	0,7	0,7
maksymalna prędkość [km/h]	85	54	90	90	72	100	100
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	55	45	54	54	40	65	65
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	2 elektryczne	1 elektryczny	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	35	59	60	60	70 (bat. Li-po), 120 (Li-Ion)	45	45
metoda startu	z wyrzutni	z ręki	z ręki	z ręki	z ręki	z ręki	z ręki
POZYCJONOWANIE							
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS (L1/L2)	GPS + GLONASS + SBAS (L1, L2)	jednoczęstotliw. GPS + GLONASS + Galileo	wieloczęstotliw. fazowy GPS + GLONASS + Galileo	PPK GPS + GLONASS (L1)	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS
obsługa korekt	PPK	PPK	DGNSS, opcja: PPK	PPK, opcja: RTK/RTN	tak	RTK, RTN	RTK, RTN
IMU	tak	tak	zintegrowane z autopilotem	zintegrowane z autopilotem	tak	tak, z kompasem	tak, z kompasem
SENSORY							
cyfrowa kamera	Sony Alfa7R	zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB)	Sony A6000	Sony RX1R II	Sony A6000/Sony NEX 5/Sony NEX 7	Sony a6300	Sony a6300
matryca [Mpx]	36 (pełna klatka)	21,4	24	42 (pełna klatka)	24	24	24
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	nie	nie	nie	nie	nie
dotatkowe informacje	3 stałoogniskowe obiektywy Voigtlander	podgląd i korekcja param. zdjęcia w trakcie lotu	obiektyw Voigtlander 40 lub 21 mm	obiektyw Carl Zeiss 35 mm	-	mechaniczna stabilizacja obrazu	mechaniczna stabilizacja obrazu
rozdż. obrazów [cm dla pułapu]	1 dla 75 m, 2 dla 150 m, 4 dla 300 m	1 dla 75 m, 2 dla 150 m, 7 dla 500 m	2 dla 100 m, 3 dla 160 m, 5 dla 270 m	1,3 dla 100 m, 2 dla 155 m, 3,5 dla 270 m	2,5 dla 120 m, 3,1 dla 150 m	do 1,1	do 1,1
produktywność w jednym naloście [pow. dla określonej rozdzielczości]	1 km kw. dla 2 cm, 3 km kw. dla 4 cm, 10 km kw. dla 10 cm	1,0 km kw. dla 1 cm, 2,1 km kw. dla 1,7 cm, 8,4 km kw. dla 7 cm	1,8 km kw. dla 2 cm, 2,7 km kw. dla 3 cm, 4,5 km kw. dla 5 cm	1,7 km kw. dla 1,3 cm, 2,4 km kw. dla 2 cm, 4,1 km kw. dla 3,5 cm	1,7 km kw. dla 1,3 cm, 2,4 km kw. dla 2 cm, 4,1 km kw. dla 3,5 cm	5 km kw. dla 5 cm	5 km kw. dla 5 cm
skaner laserowy	brak	brak	brak	brak	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]							
zasięg [m]							
dotatkowe informacje							
inne sensory	możliwość rozbudowy do NIR i multispectral	dostępne w przyszłości	Rededge-M, Sequoia+, Flir Vue Pro, Flir Tau 2, inne	Rededge-M, Sequoia+, Flir Vue Pro, Flir Tau 2 i in.	opcja	moduł city modeling, moduł high resolution, kamera Sony RX1RII 42 Mpix	
STEROWANIE							
pulpit kontrolny	tablet	tablet (Android)	stacja naziemna z wbud. tabletem: łączność radiowa i telemetryczna, aplikacja do plan. nalogu	stacja naziemna z wbud. tabletem: łączność radiowa i telemetryczna, aplikacja do plan. nalogu	tablet, laptop	komputer PC	komputer PC
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot; nalog powierzchniowy i liniowy	start, lądowanie, lot; nalog powierzchniowy i liniowy	start, autolądowanie, lot autonomiczny, krążenie/oczekiwanie, Return to home, Fail Safe	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI		Radio + 3G/4G					
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	433 MHz i 2,4 GHz oraz GSM/3G/LTE	433 MHz i 2,4 GHz oraz GSM/3G/LTE	868 MHz, 2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	tak	nie	nie	tak	nie	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	5	nieograniczony dla 3G/4G	nieograniczony w zasięgu GSM/3G/LTE	nieograniczony w zasięgu GSM/3G/LTE	3	4	4
OPROGRAMOWANIE							
do planowania nalogów (funkcje)	Delair Aerial Imaging - intuicyjne planowanie nalogów, nalogy wieloblokowe, nalog z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, check list	Delair Aerial Imaging - intuicyjne planowanie nalogów, nalogy wieloblokowe, nalog z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, check list	Mission Manager Lite - planowanie misji liniowych i obszarowych, zarządzanie projektem misji, dopasowanie wys. szeregów nad pkt terenowym w misjach liniowych, checklista, autopilot, informacje o warunkach pogodowych, integracja z aplikacją DroneRadar	Mission Manager Lite - planowanie misji liniowych i obszarowych, zarządzanie projektem misji, dopasowanie wys. szeregów nad pkt terenowym w misjach liniowych, checklista, autopilot, informacje o warunkach pogodowych, integracja z aplikacją DroneRadar	Mission Planner	MaVinci Desktop - intuicyjne planowanie, moduły nalogów powierzchniowych, spiralnych, liniowych, City Mapping, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalogu na misje	MaVinci Desktop - intuicyjne planowanie nalogów, moduły nalogów powierzchniowych, nalogów spiralnych, nalogów liniowych, City Mapping, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalogu na misje
do przetwarzania danych	Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center Aerial Photogrammetry, Trimble Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan Professional Edition i inne	Delair After Flight (zarządzanie danymi po naloście, obl. PPK); opcja: Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan i in.	Agisoft Photoscan, Pix4D, 3Dsurvey	Agisoft Photoscan, Pix4D, 3Dsurvey	Pix4D, AgiSoft	Agisoft PhotogrammetricKit for Topcon, Pix4d, ContextCapture, Menci i inne	Agisoft PhotogrammetricKit for Topcon, Pix4d, ContextCapture, Menci i inne
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa, wyrzutnia, tablet, kamera cyfrowa, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	lekka torba transportowa, zintegrowana kamera, 2 baterie z ładowarką, programy Delair Flight Deck i After Flight, akcesoria i części zamienne	pulpit sterujący wraz z aplikacją, szelki dla operatora, 3 inteligentne akumulatory Li-Ion, ładowarki, skrzynia transportowa	pulpit sterujący wraz z aplikacją, szelki dla operatora, 3 inteligentne akumulatory Li-Ion, ładowarki, skrzynia transportowa	opogr., kable, tablet, aparatura RC, 4 akum., ładowarka, futerał lub skrzynia, szkolenie dla 2 os., zapasowe śmigła, tester akum., instrukcja	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki, stacja referencyjna GNSS
DODATKOWE INFORMACJE	komponentowa budowa (korpus + eBox + gBox + kamera), wymienny korpus, nie wymaga montażu, minimalny czas wdrożenia, odporność na warunki atmosf., opcja rozbud. do UX5 AG, pozycjon. PPK	delikatne lądowanie BTOL z wykorzystaniem czujnika odległości; start z ręki bez kontaktu ze śmigłem; zaawansowany komputer pokładowy otwarty na rozwój technologiczny	precyzyjne lądowanie (wstępny ciąg silnika), transponder ADS-B, oświetlenie lotnicze zgodne z projektem rozporządzenia BVLOS, możliwość stworzenia dedykowanej konfiguracji	precyzyjne lądowanie (wstępny ciąg silnika), transponder ADS-B, oświetlenie lotnicze zgodne z projektem rozporządzenia BVLOS, możliwość stworzenia dedykowanej konfiguracji	instalacja innych kamer, bezpl. przegląd, wsparcie e-mail/telefon, szkolenie do UAVO VLOS	współpraca z zewnętrznymi geodezyjnymi odbiornikami GNSS w celu generowania poprawek do lotu w trybie RTK	wbudowana w stację nadawczą stacja referencyjna GNSS, możliwość współpracy z sieciami stacji referencyjnych
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	od 59 900	od 89 900	od 24 900	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	FlyTech UAV	FlyTech UAV	GeoPixel	TPI	TPI

DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	Intel	Intel	Kolida		MSP	MSP	Novelty RPAS	Satlab Geosolutions
NAZWA	Sirius R2 Basic	Sirius RedEdge	A22/A22-Plus		NEO2	NEO3	Albatros	SLA-1 (mark3)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2017	2017	2018		2015	2016	2013	2018
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	1200 x 220 x 1630	1201 x 220 x 1630	1500 x 700 x 130		2075 x 500 x 3765	2375 x 505 x 3765	1700 x 480 x 4000	1350 dł., 1800 rozp.
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	brak danych	980 x 360 x 460		1350 x 350 x 275	1650 x 350 x 275	1000 x 350 x 400	brak danych
waga całkowita [kg]	2,7	2,7	1,45/1,55		11	15	6,5	2,7
maksymalny udźwig [kg]	0,7	0,7	brak danych		1,5	5,5	2	brak danych
maksymalna prędkość [km/h]	100	100	72		120	120	120	50
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	65	65	36		50	50	60	50
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	2 elektryczny	1 elektryczny		1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny BLDC	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	45	46	90		90	60	120 z modułem GeoScanner Standard	60 (bateria wymienna 8000 mAh)
metoda startu	z ręki	z ręki	z ręki		z ręki	z katapulty pneumatycznej	z ręki	automatycznie z ręki
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	RTK (L1, L2)		U-blox M8T	U-blox M8T	GPS + GLONASS (opcja: dwuczęstotliw. RTK)	RTK z LTE/4G, 2 ant. GPS+GLONASS+BeiDou+Galileo
obsługa korekt	opcja	RTK, RTN	tak		DGNSS, RTK, opcja: PPP	DGNSS, RTK, opcja: PPP	RTK (przez RTCM3 i CMR)	DGNSS, NTRIP, RTK, PPP (przez modem 4G i UHF)
IMU	tak, z kompasem	tak, z kompasem	nie		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Sony a6300	MicaSense RedEdge	Sony ILCE-QX1		Sony A7R/Sony A7R II/Sony A6000	Sony A7R/Sony A7R II/Sony A6000	moduł GeoScanner Standard z kamerą Sony A6000	sensor Sony
matryca [Mpx]	24	brak danych	20,1		36,4/42,4/24,3	36,4/42,4/24,3	24	20,1
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	nie		opcja	opcja	0-90	brak danych
dodatkowe informacje	mechaniczna stabilizacja obrazu	-	-		współpraca z fotowyzwalaczem (wyzwalanie zdjęć, zapis parametrów zdjęć), kompensacja kąta yaw, montowanie 2 aparatów (np. RGB + NIR) lub zespołów (np. RGB + multispekt.,) integr. innych aparatów	2,5 dla 250 m, 2,3 dla 250 m, 2,8 dla 250 m	1-osiowa elektromechaniczna stabilizacja obrazu wraz z wibroizolacją	zinteg. skalibr. kamera 16 mm, moduł wi-fi do podglądu zdjęć na smartfonie, karta microSD
osiągana rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	do 1,1	8 dla 120 m	1,5 dla 70 m, 5 dla 235 m, 10 dla 470 m, 15 dla 760 m, 20 dla 940 m		2,5 dla 250 m, 2,3 dla 250 m, 2,8 dla 250 m	2,5 dla 250 m, 2,3 dla 250 m, 2,8 dla 250 m	1,5 dla 150 m	brak danych
produktywność w jednym nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	5 km kw. dla 5 cm	brak danych	2 km kw. dla 1,5 cm, 6,1 km kw. dla 5 cm, 11,8 km kw. dla 10 cm, 22,2 km kw. dla 20 cm		7,5 km kw. dla 2,3 cm, 9 km kw. 2,8 cm, 17,3 km kw. dla 4,4 cm	4,3 km kw. dla 2,3 cm, 4,4 km kw. dla 2,8 cm, 8,3 km kw. dla 4,4 cm	18 km kw. dla 5 cm	brak danych
skaner laserowy	brak	brak	brak		brak	Riegl miniVUX/Yellowscan Surv./Surv. Ultra/Vx	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	100 000/300 000/600 000/100 000	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]						8,5 dla 75 m/20 dla 50 m/ 20 dla 100 m/8,5 dla 75 m		
zasięg [m]						100/50/150/75		
dodatkowe informacje						do 5 odbić/do 2 odbić/do 2 odbić/do 5 odbić		
inne sensory	moduł city modeling, moduł high resolution, kamera Sony RX1RII 42 Mpix	możliwość nalołów z wykorzystaniem technologii RTK	czujnik prędkości, przyspieszenia, barometr, magnetometr, żyroskop		kamera multispektralna, hiperspektralna, kamera termalna, inne sensory na zamówienie	kamera multispektralna, hiperspektralna, kamera termalna, inne sensory na zamówienie	moduły robocze z kamerami średnioformatowymi, termowizyjnymi, multispektralnymi, obserwacyjnymi	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	komputer PC	komputer PC	dowolny PC		notebook, tablet, pulpit dedykowany zintegrowany z notebookiem lub tabletem (rugged, np. Getac)		tablet lub laptop z opcjonalnymi manipulatorami umożliwiający automat. planowanie i nadzór misji	tablet 10 cali z Windows PC z radiotransmiterem, osłoną przeciwsłoneczną, statywem i kontrolerem
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	GCS software		pełen lot w trybie automatycznym (w tym start i lądowanie), tryby mieszane (z manualnym), zmiana parametrów lotu podczas misji, sterowanie sensorami, współpraca z fotowyzwalaczem		tryby: lot automatyczny, automatyczny powrót (RTL), krążenie, manualny	w pełni autonomiczny: start, lot po zadanej trasie, lądowanie (z dokładnością RTK)
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI			radio UHF					
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	915 MHz		433 MHz	433 MHz	2,4 lub 5 GHz i inne	433 MHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	nie		nie	nie	tak	po wi-fi lub USB
zasięg w terenie otwartym [km]	4	5	15		10	10	do 10 (bez przeszkód i zakłóceń)	brak danych
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	MaVinci Desktop – intuicyjne planowanie nalołów, moduły nalołów powierzchniowych, nalołów spiralnych, nalołów liniowych, City Mapping, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalołu na misje		GCS software – autokontrola systemów przed startem, automatyczny start, lot i lądowanie, automatyczny powrót przy słabej baterii		FlightPlanner MSP – zaautomat., intuicyjne planowanie tras dla poligonów, uwzględnianie siły i kierunku wiatru, podawanie czasu i dystansu misji, możliwość podziału i łączenia obszarów	FlightPlanner MSP – zaautomat., intuicyjne planowanie tras dla poligonów, uwzględnianie siły i kierunku wiatru, podawanie czasu i dystansu misji, możliwość podziału i łączenia obszarów	Novelty RPAS Flight Manager – plan. i nadzor. misji, param. fotogram., geofencing, transponder, rejestr. obrazu, footprint, automat. siatka fotogram., waypointy, sterow. manual., click&go	Planner – planow. nalołów, dobór trasy, wys. i prędkości, wyzn. miejsca lądowania, określanie prędkości i wysokości zniżania, automat. obl. wielkości piksela oraz optymalnej trasy
do przetwarzania danych	Agisoft PhotogrammetricKit for Topcon, Pix4d, ContexCapture, Menci i inne		Skyphoto		Agisoft, EnsoMOSAIC, Menci	Agisoft, EnsoMOSAIC, Menci	Pix4D, Agisoft PhotoScan, WeMapo i inne	Pix4D, AgiSoft Photoscan i inne
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	radio UHF z akcesoriami, 2 baterie z ładow. do A20, kamera Sony QX1, 2 baterie z ładow. do QX1, twarda walizka, miękka torba transportowa		zasobnik fotograficzny z kompensacją kąta yaw, aparat, fotowyzwalacz MSP, system RC, system łączności, 2 zestawy akumulatorów, wyposażenie operacyjne (ładowarka, zestaw podstawowych narzędzi), pojemniki transportowe, oprogramowanie do planowania lotu, oprogramowanie stacji bazowej, szkolenie z obsługi		brak danych	waliza transportowa kompaktowych rozmiarów oprogramowanie, kable, tablet, statyw, części zamienne, oprogramowanie do planowania misji
DODATKOWE INFORMACJE	możliwość rozbudowy do wersji Pro poprzez opcję programową	współpraca z zewnętrznymi geodezyjnymi odbiornikami GNSS w celu generowania poprawek do lotu w trybie RTK	-		wersja obserwacyjna z dwukamerową głowicą (RGB + IR) ze stabilizacją; opcja łącza radiowego z przesyłem obrazu	komora ładun. ok. 10 l; wersja z 2-kam. głowicą; rampa start.; dłuższy lot tylko z kamerami; opcja: system spadochronowy, łącze radiowe z przesyłem obrazu	kompozytowa konstrukcja, doskonałość aerodyn. d = 31, możliwość przenoszenia kilku sensorów, możliwość modernizacji o dod. wyposażenie i funkcje	pełny UAV RTK z podwójną anteną GNSS, elektroniczny kompas, czujniki temp. i wys., całkowicie z trwałego kompozytu, bezserwisowa wymiany części zam.
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	od 95 000	brak danych
DYSTRYBUTOR	TPI	TPI	Geoprzyzmat		MSP	MSP	Novelty RPAS oraz autoryzowani partnerzy	Satlab Polska, TGG, GEOX, AKGEO, GEOMAR, GTT

DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	SenseFly	SenseFly	SenseFly		SenseFly	Trigger Composites	Trimble	Trimble
NAZWA	eBee	eBee PLUS	eBee PLUS RTK		eBee SQ	EasyMap UAV	UX5	UX5 HP
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2014	2016	2016		2016	2014	2013	2015
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	960 x 100 x 960	1100 x 100 x 1100	1100 x 100 x 1100		1100 x 100 x 1100	950 x 200 x 950	650 x 105 x 1000	650 x 105 x 1000
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	550 x 450 x 250 (w walizie)	560 x 570 x 280 (w walizie)	560 x 570 x 280 (w walizie)		560 x 570 x 280 (w walizie)	950 x 100 x 950	650 x 105 x 1000	650 x 105 x 1000
waga całkowita [kg]	0,75	1,4	1,4		1,4	2,8	2,5	2,9
maksymalny udźwig [kg]	0,35	0,7	0,7		0,7	0,4	brak danych	brak danych
maksymalna prędkość [km/h]	90	110	110		110	100	80	85
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	45	45	45		45	54	65	55
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny		1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	50	59	59		55	40	50	35
metoda startu	z ręki	z ręki	z ręki		z ręki	z ręki lub z lin gumowych	z wyrzutni	z wyrzutni
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS		GPS + GLONASS	U-blox, Septentrio	GPS (L1)	GPS + GLONASS (L1/L2)
obsługa korekt	nie	opcja	RTK, PPP		nie	DGNSS, PPK	nie	PPK
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	senseFly S.O.D.A	senseFly S.O.D.A	senseFly S.O.D.A		Sequoia	Sony RX100 M2/Parrot Sequoia	Sony A5100	Sony Alfa7R
matryca [Mpx]	20	20	20		RGB: 16 - RGB; wielospektralna - 4 x 1,2	20	24 (APSC)	36 (pełna klatka)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
dodatkowe informacje	migawka globalna, sensor 1-calowy	migawka globalna, sensor 1-calowy	migawka globalna, sensor 1-calowy		czujnik oświetlenia	stabilizacja obrazu	stafoogniskowy obiektyw Voigtlander	3 stafoogniskowe obiektywy Voigtlander
osiągana rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	2,9 dla 122 m	2,9 dla 122 m	2,9 dla 122 m		2,1 dla 120 m	3,5 dla 140 m	2 dla 75 m, 4 dla 150 m, 10 dla 400 m	1 dla 75 m, 2 dla 150m, 4 dla 300 m
produktywność w jednym nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	2,2 km kw. dla 2,9 cm	2,2 km kw. dla 2,9 cm	2,2 km kw. dla 2,9 cm		2 km kw. dla 2,1 cm	2 km kw. dla 5 cm	1 km kw. dla 2 cm, 3 km kw. dla 4 cm, 10 km kw. dla 10 cm	1 km kw. dla 2 cm, 3 km kw. dla 4 cm, 10 km kw. dla 10 cm
skaner laserowy	brak	brak	brak		brak	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]								
zasięg [m]								
dodatkowe informacje								
inne sensory	kamera multispektralna Sequoia, kamera termalna, czujnik zbliżania się ziemi				czujnik światła, czujnik zbliżania się ziemi	brak	możliwość rozbudowy do NIR i multispectral	możliwość rozbudowy do NIR i multispectral
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	komputer PC	komputer PC	komputer PC		komputer PC	laptop + manipulator	tablet Trimble T10	tablet Trimble T10
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot		start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot, funkcje bezpieczeństwa	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz		2,4 GHz	433 MHz i 2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	8	8	8		8	10	5	5
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	senseFly eMotion 3 - intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych, moduł nalołów liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalołu na misje	senseFly eMotion 3 - intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych, moduł nalołów liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalołu na misje	senseFly eMotion 3 - intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych, moduł nalołów liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalołu na misje		senseFly eMotion AG - intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalołu na misje	GCS - planowanie tras, funkcje bezpieczeństwa, telemetria, zmiany parametrów lotu	Delair Aerial Imaging - intuicyjne planowanie nalołów, naloły wieloblokowe, kontrola każdego elementu systemu przed startem - check list	Delair Aerial Imaging - intuicyjne planowanie nalołów, naloły wieloblokowe, kontrola każdego elementu systemu przed startem - check list
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, Menci i inne	Pix4D, Agisoft, Menci i inne	Pix4D, Agisoft, Menci i inne		Pix4D, Agisoft, Menci i inne	Pix4D Mapper	Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center Aerial Photogrammetry, Trimble Inpho UAS Master, Agisoft PhotoScan Professional Edition i inne	
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki		waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza, oprogramowanie, stacja bazowa, nadajnik RC, liny gumowe do startu, aparat foto., szkolenie	waliza transportowa, wyrzutnia, tablet, kamera cyfrowa, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	
DODATKOWE INFORMACJE	system unikania przeszkód, system ratunkowy itp.	system unikania przeszkód, system ratunkowy itp.	system unikania przeszkód, system ratunkowy itp.		system unikania przeszkód, system ratunkowy itp.	super slow landing mode - tryb powolnego podejścia do lądowania i sytuacji awaryjnych	komponentowa budowa (korpus + eBox + kamera), wymienny korpus, system gotowy do lotu bez konieczności montażu, min. czas wdrożenia dzięki wysokiej automatyzacji nalołu, najwyższa wydajność, odporność na warunki atmosferyczne, możliwość rozbudowy do UX5 HP i UX5 AG	komponentowa budowa (korpus + eBox + gBox + kamera), wymienny korpus, system gotowy do lotu bez konieczności montażu, min. czas wdrożenia dzięki wys. automatyzacji nalołu, najwyższa wydajność, odporność na warunki atmosfer., możliwość rozbudowy do UX5 AG, precyzyjne pozycjonowanie PPK
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	TPI	TPI	TPI		TPI	Trigger Composites	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja

Przegląd bezzałogowych wirnikowców do celów geodezyjnych

Dlaczego tak drogo?

Nie jeden laik zapyta, po co wydawać od kilku do kilkudziesięciu tysięcy złotych na sprzęt prezentowany w tym zestawieniu, skoro bezzałogowy helikopter można kupić w supermarkecie już za kilkaset złotych.

Jerzy Królikowski

Podobnie jak w zeszłorocznym wydaniu niezbędni-ka „Drony dla geodety” w tabelach na następnych

stronach prezentujemy wyłącznie maszyny oferowane branży geodezyjnej przez krajowych dystrybutorów sprzętu. Gdybyśmy bowiem chcieli zestawić wszystkie bezzałogowce, które po przeróbkach

da się wykorzystać do szeroko rozumianych celów geodezyjnych, wyszłoby z tego gruba książka. Poza tym wychodzi- my z założenia, że przeciętny geodeta nie jest ekspertem z zakresu modelarstwa, stąd

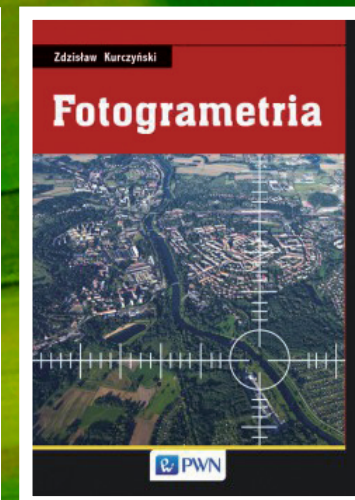
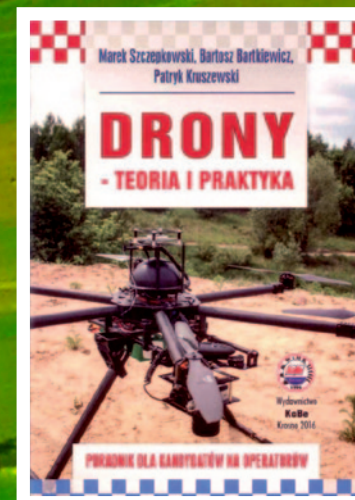
oczekuje gotowej platformy przystosowanej do swoich potrzeb.

• **Dobre oko**

Kluczowe znaczenie z punktu widzenia zastosowań po-



**Wszystko,
co chciałbyś wiedzieć
o dronach
i fotogrametrii,
znajdziesz
w Księgarni Geoforum.pl**





miarowych ma oczywiście jakość aparatu fotograficznego. Obowiązuje tu znana zasada TITO – *trash in, trash out* (śmieci na wejściu, śmieci na wyjściu). Możemy oczywiście wyposażyć wirnikowca w tani aparat kompaktowy i przy dobrym oświetleniu może on sobie nawet nieźle radzić. Wystarczą jednak nieco gorsze warunki i otrzymamy zdjęcia, których nie przetworzymy ani do ortofotomapy, ani do chmury punktów. Potrzebny jest więc sprzęt wysokiej jakości. Tu wybór jest coraz większy, a na najwyższej półce znajdziemy np. średnioformatową kamerę PhaseOne z serii iXM z matrycą nawet 100 Mpx! Koszt, bagatela, 32 tys. euro, a do tego musimy jeszcze doliczyć obiektyw za kolejne 8 tys. euro. Dla polskiego geodety to astronomiczna cena, ale proszę sobie wyobrazić jakość modeli 3D wykonanych na bazie zdjęć z takiej kamery!

Skoro o sensorach mowa, nie zapominajmy o odbiorniku satelitarnym. Niektóre modele prezentowane w zestawieniu posiadają prosty czip GPS, ale są i takie wyposażone w sprzęt GNSS-RTK, a nawet inercyjne jednostki pomiarowe.

• Czy leci z nami pilot?

Z punktu widzenia zastosowań geodezyjnych ważna jest również możliwość zaprogramowania trasy lotu, tak aby dron sfotografował cały obszar naszego zainteresowania. To kolejny czynnik zwiększający cenę platformy, ale niezbędny, jeśli nie chcemy powtarzać misji w nieskończoność. Przed zakupem drona warto zresztą dokładnie przyjrzeć się funkcjom autopilota. Niekiedy pozwala on tylko na start, lądowanie i lot po prostej, tymczasem choćby do celów modelowania 3D przydatna jest również funkcja POI, w której maszyna fotografuje obiekt (np. budynek) ze wszystkich stron.

• Dmuchać na zimne

Wystarczy uwzględnić dobrej jakości kamerę, odbior-

nik GPS oraz autopilota i już otrzymujemy zestaw za minimum kilka tysięcy złotych. Biorąc pod uwagę, że dron to sprzęt, który łatwo ulega zniszczeniom, warto pomyśleć nad jego zabezpieczeniem, i wcale nie mamy tu na myśli ubezpieczenia. Może być to np. dodatkowy, redundantny pilot. Niektóre maszyny wyposażone są również w sensory otoczenia, pozwalające uniknąć zderzenia z przeszkodą. Coraz popularniejszym rozwiązaniem jest także spadochronowy system awaryjny bądź system zapewniający automatyczny powrót do bazy w razie utraty łączności.

Z punktu widzenia geodezyjnych wirnikowców niebagatelne znaczenie dla bezpieczeństwa ma również sprawne zasilanie. Kiedyś pozwalało ono raptem na kilkanaście minut lotu, dziś nie brak helikopterków, które potrafią unosić się w powietrzu znacznie powyżej pół godziny.

• Wspierający dystrybutor

Dla wielu początkujących użytkowników dronów ważne jest również wsparcie sprzedawcy, który pomoże dobrać platformę do wymagań klienta, nauczy, jak ją wykorzystywać w celach geodezyjnych, a w razie potrzeby pomoże naprawić czy rozbudować. Jak więc widzimy, kupno gotowej platformy to wprawdzie duże koszty, ale też pewność, że dostajemy profesjonalny i wydajny sprzęt gotowy do pomiarów. Oczywiście znane są w naszej branży przypadki, gdy geodeta z zacięciem modelarza buduje od podstaw własną platformę, która skutecznie pozyskuje wysokiej jakości dane przestrzenne. W internecie nie brak zresztą samouczków na ten temat. O ile jednak od dziecka nie bawiliśmy się w sklejanie samolotów, lepiej chyba wybrać coś gotowego z bogatej oferty krajowych dystrybutorów.

Jerzy Królikowski








DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	Aibotix	Altus UAS	Altus UAS	Altus UAS	DJI
NAZWA	Aibot X6	Delta LRX	ORC4	SWIFT	Inspire 2
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2011	2015	2017	2016	2016
PLATFORMA					
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	960 x 390 x 1050	1400 x 450 x 1400	2000 x 610 x 1900	600 x 100 x 600	620 (przekątna)
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	960 x 1050 x 390	1000 x 450 x 1000	2000 x 610 x 1900	300 x 100 x 300	605 (przekątna)
waga całkowita [kg]	4,6-6,6	22,5	22,5	11	3,4
maksymalny udźwig [kg]	2	10,7	10,7	5,5	0,85
maksymalna prędkość [km/h]	40	43,2	43,2	54	94
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	40	57,6	57,6	36	36
liczba i rodzaj silników	6 elektrycznych	8 elektrycznych w układzie X8	1 spalinowy	4 elektryczne w układzie X4	4 x DJI 3512
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	12	25	150	15	23 (z kamerą Zenmuse X7)
POZYCJONOWANIE					
typ odbiornika GNSS	brak danych	Altus Ai3	Altus Ai3	Altus Ai3	GPS + GLONASS
obsługa korekt	RTK, RTN	DGPS, RTK, PPK	DGPS, RTK, PPK	DGPS	nie
IMU	tak	tak	tak	opcja	tak
SENSORY					
cyfrowa kamera	Sony A6000/Sony A7RII	Sony Alfa 5100	Sony Alfa 5100	Sony QX1	możliwość podłączenia m.in. Zenmuse X5S, X7
matryca [Mpx]	42	24,6	24,3	20,1	24, 20 lub 20,8
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	0-90	0-90	0-90	0-90	-90 do 30
dodatkowe informacje	stabilizacja obrazu, stała ogniskowa	maksymalna wielkość zapisywanego zdjęcia 6000 x 4000 px	maksymalna wielkość zapisywanego zdjęcia 6000 x 4000 px	procesor BIONZ X	-
osiągana rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	2 dla 50 m	1,5 dla 60 m, 2 dla 80 m, 2,5 dla 100 m	1,5 dla 60 m, 2 dla 80 m, 2,5 dla 100 m	2,5 dla 60 m, 3 dla 80 m, 3,5 dla 100 m	1 dla 45 m
produktywność w jednym nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	brak danych	średnio 0,5 km kw.	średnio 0,5 km kw.	średnio 0,2 km kw.	7 ha dla pułapu 45 m
skaner laserowy	brak	Velodyne VLP-16 Hi-RES	Velodyne VLP-16 Hi-RES	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	300 000	300 000	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]		brak danych	brak danych		
zasięg [m]		100	100		
dodatkowe informacje		1 klasa bezpieczeństwa, niski pobór prądu, stabilizacja IMU od LiDAR USA			
inne sensory	Sony ILCE-6000, Sony ILCE-7R, Workswell WIRIS 640, Parrot Sequoia, Headwall Nano-Hyperspec	kamera termowizyjna Workswell WIRIS, mulispektralna MicroSense RedEdge lub MicroSense Sequoia, Sony BlackMagic, kamery RED, Sony QX1		MicroSense Sequoia (green, red, red edge, near IR; zbiór co 1 s), MicroSense RedEdge	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu z góry i z dołu
STEROWANIE					
pulpit kontrolny	kontroler RC, Graupner MC-32	naziemna stacja Altus z tabletem i klawiaturą (sterowanie manualne, planowanie misji, zarządzanie lotem, podgląd param. lotu itd. w jednym urządzeniu)		stacja z tabletem i klawiat. (ster. manualne, planow. misji, zarządz. lot., podgląd param. lotu)	tablet, laptop lub smartfon
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot, failsafe, dynamic POI	Altus Triple Aitopilot Ai3	Altus Triple Aitopilot Ai3	Altus Triple Aitopilot Ai3	tak
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI					Lightbridge 2 HD
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak, DLVP	tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	1,5	0-5	0-15	0-2	3,5
OPROGRAMOWANIE					
do planowania nalogów (funkcje)	Aibotix AiProFlight – planow. misji, intuicyjna obsługa, możliwość definiowania sensorów	Altus Planner – programowanie misji fotogrametrycznych na podstawie zadanych parametrów, podgląd przebiegu misji w czasie rzeczywistym, kontrola parametrów lotu, opcja przerwania i wznowienia misji z zadanego punktu, automatyczny start i lądowanie, manualne wyzwalenie migawki			DJI GS Pro – lot po wyzn. trasie, ustal. prędkości, l. zdjęć, pokr. poprz. i podł., obszaru nalogu, pułapu
do przetwarzania danych	AgiSoft, Pix4D	Pix4D Mapper Pro	Pix4D Mapper Pro	Pix4D Mapper Pro	DJI GO, Pix4D, Agisoft, Trimble Inpho UASMaster
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	8 baterii Li-Po, ładowarka, kontroler RC, oprogramowanie, kable	naziemna stacja sterująca, statyw, waliza transportowa, oprogramowanie, kable, zestaw narzędzi, wiatromierz oraz niezbędne wyposażenie dodatkowe	naziemna stacja sterująca, statyw, waliza transportowa, oprogramowanie, kable, zestaw narzędzi, wiatromierz oraz niezbędne wyposażenie dodatkowe	naziemna stacja sterująca, statyw, waliza transportowa, oprogramowanie, kable, zestaw narzędzi, wiatromierz oraz niezbędne wyposażenie dodatkowe	kontroler, 4 śmigła, 2 akum. TB50, ładow., hub do ładowania 4 akum., kabel zasil., kabel USB (2 porty A), microSD 16 GB, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mocowanie śmigieł, mata do kalibracji sensorów, 4 naklejki termoizolacyjne do akumulatora
DODATKOWE INFORMACJE	możliwość montażu dodatkowego gimbała na górze platformy, odbiornik RTK	automat. powrót do miejsca startu, automat. system spadochronowy przy wych. > 70°, wstrząsach lub utracie zasil., AP + GPS + IMU dla zwiększenia bezp., 8 wysokoobrotowych silników	automat. powrót do miejsca startu, automat. system spadochronowy przy wych. > 70°, wstrząsach lub utracie zasil., AP + GPS + IMU dla zwiększenia bezpieczeństwa	automatyczny powrót do miejsca startu, automat. system spadochronowy przy wychyleniu > 70°, wstrząsach lub utracie zasilania, AP + GPS + IMU dla zwiększenia bezpieczeństwa	wysoka stabilność lotu, możliwość podłączenia kamery na górze, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	Leica Geosystems	IG Tadeusz Nadowski	IG Tadeusz Nadowski	IG Tadeusz Nadowski	NaviGate

DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	DJI	DJI	DJI		DJI	DJI	Intel	Intel
NAZWA	Matrice 200	Matrice 210	Matrice 210 RTK		Matrice 600 Pro	Phantom 4 Pro	Falcon 8+ Ins	Falcon 8+ SUR
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2017	2017	2017		2017	2016	2017	2017
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	887 x 880 x 378	887 x 880 x 378	887 x 880 x 408		1668 x 1518 x 727	370 (przekątna)	770 x 125 x 820	770 x 125 x 820
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	716 x 220 x 236	716 x 220 x 236	716 x 287 x 236		437 x 402 x 553	350 (przekątna)	waliza: 1000 x 200 x 1200	waliza: 1000 x 200 x 1200
waga całkowita [kg]	3,84 z bateriami TB50 lub 4,57 z TB55	3,84 z bateriami TB50 lub 4,57 z bateriami TB55	3,84 z bateriami TB50 lub 4,57 z bateriami TB55		9,5 z bateriami TB47S lub 10 z TB48S	1,39	2,3	2,3
maksymalny udźwig [kg]	2,3 z TB50, 1,57 z TB55	2,3 z TB50, 1,57 z TB55	2,3 z TB50, 1,57 z TB55		6	brak danych	0,8	0,8
maksymalna prędkość [km/h]	82	82	82		65	72	60	60
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	43,2	43,2	43,2		28,8	36	55	55
liczba i rodzaj silników	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515		6 x DJI 6010	4 x DJI Motor	8 elektrycznych	8 elektrycznych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	TB50: 13, TB55: 23	TB50:13 TB55: 23	TB50:13 TB55: 23		TB47S: 16, TB48S: 18	brak danych	22	22
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS		potrójny GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS
obsługa korekt	nie	nie	RTK		opcja: RTK	nie	nie	nie
IMU	tak	tak	tak		potrójny IMU	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	możliwość podłączenia m.in. Zenmuse X5S, Zenmuse XT, XT2, FLIR, MicaSense RedEdge-M	możliwość podłączenia m.in. Zenmuse X5S, Zenmuse XT, XT2, FLIR, MicaSense RedEdge-M	możliwość podłączenia m.in. Zenmuse X5S, Zenmuse XT, XT2, FLIR, MicaSense RedEdge-M		możliwość podłączenia m.in. Zenmuse X5, Phase One, FLIR, MicaSense RedEdge-M	dedykowana podłączona kamera	Inspection Payloa TZ71 (RGB+IR)	Sony Alpha 7R
matryca [Mpx]	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)		w zależności od modelu	20	12	36
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30		-90 do 30	-90 do 30	-90 do 90	-90 do 90
dodatkowe informacje	obsługa kamer termowizyjnych	obsługa kamer termowizyjnych, możliwość podłączenia kamery na górze			obsł. kamer RGB, termalnych, multispektralnych	-	stabilizacja obrazu	stabilizacja obrazu
osiągana rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m		1 dla 40 m	1 dla 40 m	maksymalnie 0,1	maksymalnie 0,1
produktywność w jednym nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	10 ha dla pułapu 45 m	10 ha dla pułapu 45 m	10 ha dla pułapu 45 m		12 ha dla pułapu 40 m	6 ha dla 40 m	brak danych	brak danych
skaner laserowy	brak	brak	brak		Velodyne Puck VLP-16	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		600 000	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]					brak danych			
zasięg [m]					100			
dodatkowe informacje					waga 590 g, 16 kanałów, pole widzenia 360°			
inne sensory	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu z góry i z dołu, opcja: diody led, kamery termowizyjne, kamery multispektralne				barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	Intel High Resolution Imaging Payload, Intel Imaging Payload, Intel Dual Imaging Payload	Intel High Resolution Imaging Payload, Intel Imaging Payload, Intel Dual Imaging Payload
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon		tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	Mobile Ground Station, komputer PC	Mobile Ground Station, komputer PC
możliwości autopilota	tak	tak	tak		tak	tak	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI	Lightbridge 2 HD	Lightbridge 2 HD	Lightbridge 2 HD		Lightbridge 2 HD	Lightbridge 2 HD		
częstotliwość	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz		2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	3,5	3,5	3,5		3,5	3,5	2	2
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	DJI GS Pro – możliwość lotu po wyznaczonej trasie, ustalenie prędkości lotu, ilości zdjęć, pokrycie poprzeczne i podłużne, obszaru wykonania nalołu, pułapu				DJI GS Pro – możliwość lotu po wyznaczonej trasie, ustalenie prędkości lotu, ilości zdjęć, pokrycie poprzeczne i podłużne, obszaru wykonania nalołu, pułapu		Intel Mission Control Software – loty powierzchniowe, loty liniowe, loty wokół POI, loty cylindryczne	
do przetwarzania danych	DJI GO, Pix4D, Agisoft, Trimble Inpho UASMaster	DJI GO, Pix4D, Agisoft, Trimble Inpho UASMaster	DJI GO, Pix4D, Agisoft, Trimble Inpho UASMaster		DJI GO, Pix4D, Agisoft, Trimble Inpho UASMaster	DJI GO, Pix4D, Agisoft, Trimble Inpho UASMaster	Agisoft PhotogrammetricKit for Topcon, Pix4d, Context Capture, Menci i inne	
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler, 2 nogi podwozia, 2 bat. TB50, ładow., hub do ładowania 4 bat. TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB (dwa porty A), karta microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mocowanie śmigieł, mata do kalibracji sensorów, 4 naklejki termoizolacyjne	kontroler cendence, 2 nogi podwozia, monitor crystalsky 7,85 cala, hub do ładowania baterii WB37, 2 baterie WB37, 2 baterie TB50, ładowarka do ładowania 4 baterii TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB (dwa porty A), karta micro SD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mocowanie śmigieł, mata do kalibracji sensorów, 4 naklejki termoizolacyjne, mocowanie GPS, górne mocowanie gimbała, dolne mocowanie gimbała			2 nogi podwozia, 2 płozy podwozia, 2 sprężyny podwozia, kontroler, 6 akumul. TB47S, ładow., opakowanie z wypełnieniem z pianki EPP, kabel zasilający, kabel RC, kabel micro USB, 6 blokad ramienia, taśmy dwustronne, naklejki na baterie, komplet śrub	kontroler, 4 śmigła, bateria, ładowarka, kabel zasilający, blokada gimbała, kabel USB OTG, kabel micro USB, karta micro SD, walizka ochronna	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki
DODATKOWE INFORMACJE	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, możliwość podłączenia kamery na górze, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód teren., śledzenie wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, możliwość podłączenia kamery na górze, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, śledzenie wybranego obiektu		wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	z wielokrotnione układy startujące (x3), wysoka stabilność przy silnym wietrze ze względu na kształt	z wielokrotnione układy startujące (x3), wysoka stabilność przy silnym wietrze ze względu na kształt
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	NaviGate	NaviGate	NaviGate		NaviGate	NaviGate	TPI	TPI

DRONY - WIRNIKOWCE

							
PRODUCENT	MSP	MSP	Novelty RPAS	Pentax	Riegl	SenseFly	Trigger Composites
NAZWA	geoBZYG	ZAWISAK	OGAR Mk2	Pais D-600	RiCOPTER/BathyCopter	albris	Rotomap X6-600
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2017	2015	2017	2018	2014/2015	2010	2017
PLATFORMA							
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	330 x 200 x 285	815 x 425 x 815	970 x 330 x 970	980 (średnica), 530 (wysokość)	1920 x 470 x 1820	560 x 170 x 800	1080 x 1080 x 430
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	330 x 200 x 285	waliza: 750 x 1000 x 680	850 x 150 x 250	brak danych	624 x 986 x 470	brak danych	1080 x 400 x 150
waga całkowita [kg]	1,6	13	4,6	3,7 (6,5 z baterią)	25	1,8	6
maksymalny udźwig [kg]	0,3	4	1,5 (użyteczny, z baterią)	8,5	14	brak danych	2
maksymalna prędkość [km/h]	40	45	70	70	60	43	45
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	29	35	54	43	30	36	28,8
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 elektryczne	4 elektryczne BLDC	6	8 elektrycznych	4 elektryczne	6 elektrycznych, bezszczotkowych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	20	15	25 z modułem GeoScanner Standard	20	30	22	do 30
POZYCJONOWANIE							
typ odbiornika GNSS	U-blox M8	U-blox M8T	2xGPS+GLONASS (opcja: dwuczęstotliwościowy RTK)	GPS L1	zintegrowany z IMU	GPS + GLONASS	U-blox, Septentrio
obsługa korekt	opcja: DGNSS	DGNSS, RTK, opcja: PPP	RTK (przez RTCM3 i CMR)	nie	DGNSS, RTK, PPP	nie	DGNSS, PPK, opcja: RTK
IMU	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
SENSORY							
cyfrowa kamera	BASLER acA2440	Sony A7R/Sony A7R II/Sony a6000	moduł GeoScanner Standard z kamerą Sony A6000	dowolna, rekomendowana Sony A5000	PhaseOne/2 x Sony Alpha 6000/Sony 7R	zintegrowana głowica	Sony RX1R
matryca [Mpx]	5	36,4/42,4/24,3	24	Sony A5000 - 20Mpx	100/2 x 24/36	38 (RGB, termalna, wideo)	42
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	0-90	brak danych	0-160	-90 do 90	tak
dodatkowe informacje	-	montowanie 2 aparatów lub zespołów (np. RGB + multispektralna), integr. innych aparatów	3-osiowa elektromech. stabil. obrazu z wibroizol., georef. bezpośred., szybkołączące	-	absorpcja wstrząsów	stabilizacja obrazu	-
rozdż. obrazów [cm dla pułapu]	2 dla 50 m	0,7 dla 75 m/0,7 dla 75 m/0,8 dla 75 m	0,5 dla 50 m	zależnie od kamery	zależnie od kamery	maksymalnie 0,5	0,65 dla 50m
produktywność w jednym nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	0,35 km kw. dla 3,2 cm	0,1 km kw. dla 0,8 cm, 0,25 km kw. dla 1,5 cm	2 km kw. dla 5 cm	zależnie od kamery	zależnie od kamery	brak danych	brak danych
skaner laserowy	brak	Riegl miniVUX/Yellowscan Surveyor	GeoScanner VLP-16	brak	miniVUX-1UAV/VUX-1UAV/VUX-1LR/BDF-1	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	100 000/300 000	300 000	nie dotyczy	100 000/500 000/750 000/4 000	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]		8,5 dla 75 m/38 dla 50 m	70 dla 40 m		do 300 dla 50 m		
zasięg [m]		100/50	80		250/920/1350/50		
dodatkowe informacje		do 5 odbić/do 2 odbić	I klasa bezpieczeństwa		I klasa bezpieczeństwa, terenowa dokładność pomiaru 1-3 cm		
inne sensory	kamera multispektralna, kamera termalna	kam. multi-, hiperspektr., termalna, video, inne	kamery, term., multispektr., obserw., wideo	-	sensory. do pom. prom. lub pola magn.	czujniki opt. i soniczne do unikania przeszkód	kamera multispektralna, kamera IR
STEROWANIE							
pulpit kontrolny	dedykowany	notebook, tablet, pulpit zintegrowany z notebookiem lub tabletem (rugged, np. Getac)	tablet lub laptop z opcj. manipulatorami umożliwiającymi automat. plan. i nadzór misji	Futaba T14SG	remote control unit	komputer PC	tablet
możliwości autopilota	pełen lot w trybie automatycznym (w tym start i lądowanie), tryby mieszane (z manualnym), zmiana parametrów lotu podczas misji, sterowanie sensorami, współpraca z fotowyzwalaczem		2 autopiloty z ukł. przełączającym; tryby: automat., stabiliz., automat. powrót, zawis, lądow., manual.	lot po zadanej trasie, automatyczne lądowanie	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot, funkcje bezpieczeństwa
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI				FASSTest, FASST Multi, FASST, S-FHSS			
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 lub 5 GHz i inne	2,4000-2,4835 GHz	brak danych	2,4 i 5 GHz	2,4 i 5,8 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	tak	tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	1,5	1,5	do 7 (bez przeszkód i zakłóceń)	5 (telemetria 1)	1,5	2	1,5
OPROGRAMOWANIE							
do planowania nalołów (funkcje)	MSP MissionPlanner – zautomatyzowane, intuicyjne planowanie tras dla obszarów, bieżące podawanie czasu i dystansu misji, możliwość podziału i łączenia obszarów	MSP MissionPlanner – zautomatyzowane, intuicyjne planowanie tras dla obszarów, bieżące podawanie czasu i dystansu misji, możliwość podziału i łączenia obszarów	Novelty RPAS Flight Manager – plan. i nadzor. misji, param. fotogram., geofencing, transponder, rejestr. obrazu, footprint, automat. siatka fotogram., waypointy, sterow. manual., click&go	Funkcjonalność Tower App – tworzenie tras nalołów, automatyczne dopasowywanie trasy do założeń nalołu	Flight Planning Software	senseFly eMotion 3 – loty powierzchniowe, loty liniowe, loty wokół POI, loty cylindryczne	DJI GS Pro
do przetwarzania danych	Agisoft, EnsoMOSAIC, Menci, autorski system do obliczeń woluminów	Agisoft, EnsoMOSAIC, Menci	Pix4D, Agisoft PhotoScan, WeMapo (udostępnianie i analizowanie danych oraz tworzenie portfolio) i inne	Pix4D Mapper	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV	Pix4D, Agisoft, Menci i inne	Pix4D Mapper
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	system RC, system łączności, 2 zestawy akumulatorów napędowych, wyposażenie operacyjne (ładowarka, zestaw podstawowych narzędzi), pojemniki transportowe, oprogramowanie do planowania lotu, oprogramowanie stacji bazowej, szkolenie z obsługi		autonom. system spadochronu (APDM), 2 pakiety zasilające, ładowarka, gwarancja ze wsparciem technicznym, zestaw walizek, naziemna stacja GCS2	gimbal, kontroler Futaba T14SG, monitor FPV z uchwytem, walizka transportowa, ładowarka, kamera Sony A5000	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza, oprogramowanie, stacja bazowa, aparat fotograficzny, szkolenie
DODATKOWE INFORMACJE	wersja systemu do szybkiego generowania orto i NMPT oraz automat. obliczeń objętości, wersja obserwacyjna z dwukamerową głowicą (RGB + IR) ze stabil.; opcja łącza radio. z przesyłem obrazu	system spadochronowy (działa z wys. min. 30 m); opcja łącza radiowego z przesyłem obrazu; wielowirnikowiec tylko z kamerami (bez LIDAR-u) lata znacznie dłużej (powyżej 0,8 godz.)	kompozyt. konstrukcja, IP43, spadochron ratunkowy, wym. głowic przez użyt.k., zasilanie głowic z gł. baterii platformy, laser. czujnik wys., dolna kamera opitcal flow, kamera przednia, implem. algoryt.	-	live stram video, zdublowany system sterowania	system unikania przeszkód, pozyskiwanie do 3 rodzajów zdjęć w jednym locie, system utrzymywania zadanej odległości od obiektu	-
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	od 58 000	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	MSP	MSP	Novelty RPAS oraz autoryzowani partnerzy	Geoprzyzmat	Laser-3D.pl	TPI	Trigger Composites

Jak po sznurku

Ewolucja aplikacji, które przetwarzają zdjęcia lotnicze do postaci ortofotomap i numerycznych modeli terenu, jest nawet ciekawsza niż w nowinki w zakresie samych dronów.

Jerzy Królikowski

Oferta produktów do obróbki zdjęć z bezzałogowców jest z roku na rok coraz szersza – tym razem tabelę rozszerzyliśmy o kolejnych 6 wierszy. Do tego nie zapominajmy, że producenci programów znanych od lat na rynku nie ustają w wysiłkach, by stale je udoskonalać. Obserwując rozwój tych produktów, można wskazać przynajmniej cztery tendencje.

• Łatwiej

Twórcy tego typu aplikacji od dawna stają na głowie, by były one jak najprostsze w obsłudze. Wiele z nich to dziś tzw. czarne skrzynki, do których wystarczy tylko wrzucić dane i określić, jaki interesuje nas efekt końcowy. Jednym z najnowszych przykładów wdrażania takiego podejścia jest oprogramowanie Correlator3D firmy SimActive, które oferuje predefiniowane ustawienia przyspieszające realizację projektów różnych

typów. Dostępne są tryby: Quick Project Overview do sprawnego przetworzenia danych jeszcze w terenie na potrzeby kontroli jakości, a także Standard UAV, Classic Photogrammetric oraz Fast Ortho.

Jak bumerang wraca tu jednak pytanie o jakość wyników produktów. Specjaliści z zakresu fotogrametrii narzekają, że prostota obsługi oprogramowania umożliwia generowanie ortofotomapy osobom niemającym pojęcia

o geodezji, czego efektem są niskie ceny usług oraz kiepska jakość danych. Choć możliwości tych produktów szybko rosną, to jeszcze żaden z nich nie funduje użytkownikowi kursu z zakresu podstaw fotogrametrii, choćby prawidłowego rozmieszczenia fotopunktów.

• Szybciej

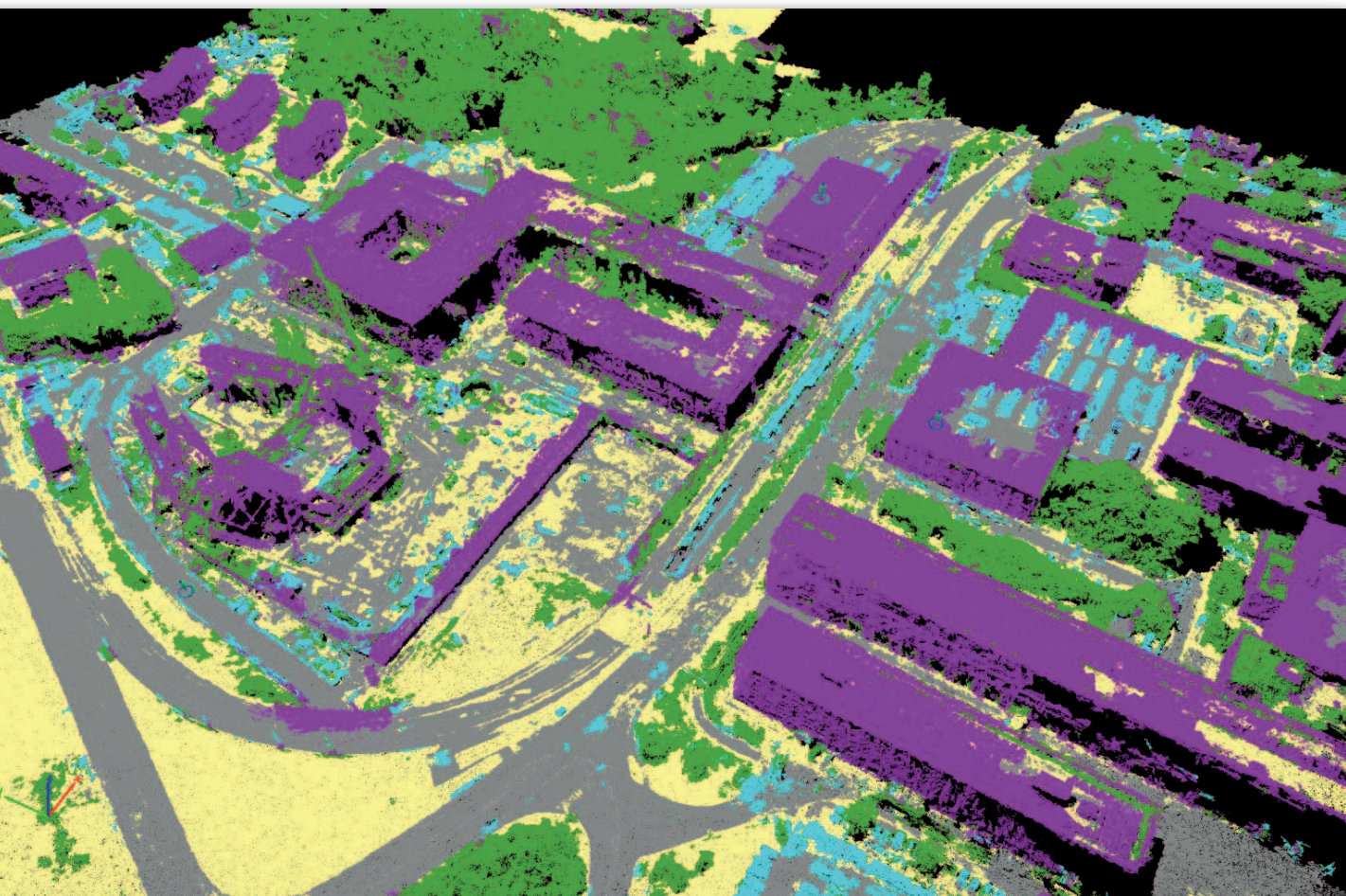
Każdy, kto miał styczność z tego typu aplikacjami, doskonale wie, że „miał” one dane przez wiele godzin, a na-



Oprogramowanie DroneDeploy LiveMap

Zestawienie oprogramowania dla dronów

Nazwa	Producent	Platformy	Licencjonowanie (cena)	Wersja testowa
3DSurvey	Modri planet	Windows	miesięczna (300 euro), wieczysta (3000)	14-dniowa
AgiSoft PhotoScan	AgiSoft	Windows, Linux, Mac OS	wieczysta (Standard: 179 dol., Prof.: 3499)	30-dniowa
APS	Menci	Windows	tygodniowa-roczna (280-2700 euro), wieczysta (5400)	dostępna
Aspect 3D	ArcTron 3D	Windows	wieczysta (bd.)	30-dniowa
ATLAS Digital Stereo Plotter (DSP)	KLT Associates	Windows	wieczysta (bd.)	dostępna
ContextCapture	Bentley Systems	Windows	różne typy subskrypcji (bd.)	dostępna
ContextShare	Bentley Systems	chmura	brak danych	brak danych
Correlator 3D UAV	SimActive	Windows	miesięczna-roczna (250-2500 euro), pływająca (5000), stanowisk (5450)	demo
DatuSurvey	Datamate	Windows	roczna, stanowiskowa, sieciowa (bd.)	dostępna
Drone2UAV	Esri	Windows	roczna (1500 dol.)	15-dniowa
DroneDeploy	DroneDeploy	chmura	miesięczna (0-299 dol.)	30-dniowa
EnsoMOSAIC Fusion	MosaicMill	Windows	wieczysta	brak
GeoApp.UAS	Geosystems GmbH	chmura	bd.	7-dniowa
GeoCloud Shop (AgiSoft/Photomod UAS)	GeoCloud Shop	chmura	pay-per-use (1,6-3,2 dol za godz./0,8-1,6 dol. za godz.)	
Geomatica	PCI Geomatica	Windows, Linux	stanowiskowa, pływająca	dostępna
Global Mapper + Moduł LIDAR	Blue Marble Geo	Windows	stanowiskowa (499 + 499 dol.)	demo
Imagine UAV	Geosystems GmbH	Windows (wtyczka dla ERDAS)	brak danych	brak
Inpho UAS Master	Trimble	Windows	wieczysta, miesięczna	brak danych
LiveMap	DroneDeploy	iOS	Stanowiskowa (w cenie pakietu DroneDeploy)	30-dniowa
MicMac	IGN	Windows, Mac, Ubuntu	Darmowa i otwarta	nie dotyczy
Orbit UAS Mapping	Orbit GT	Windows, Mac OS	wieczysta	brak danych
PhotoCapture	Carlson Software	chmura	brak danych	dostępna
Photomod UAS	Racurs	Windows	wieczysta	brak
PhotoModeler UAS	Eos Systems	Windows	wieczysta (3000 dol.)	brak
Pix R3 Air	Gexcel	Windows	wieczysta	demo
Pix4Dmapper Pro	Pix4D	Windows, chmura	miesięczna-roczna (260-2600 euro), wieczysta (6500)	15-dniowa
PrecisionMapper	PrecisionHawk	Windows	miesięczna (0-450 dol.)	darmowa do 60 projektów rocznie
Pix4Dbim	Pix4D	Windows, chmura	miesięczna-roczna (399-3990 euro), wieczysta (7900)	15-dniowa
RealityCapture	Capturing Reality	Windows	kwartalna-roczna (99-7500 euro), wieczysta (15 000)	demo
ReCap 360	Autodesk	Windows	miesięczna-roczna (40-352 dol.)	30-dniowy
StereoCAD	Menci	Windows	tygodniowa-roczna (220-1600 euro), wieczysta (4800)	dostępna
SURE	nFrames	Windows, Linux	wieczysta	14-dniowa
TBC Aerial Photogrammetry Module	Trimble	Windows	wieczysta	brak danych
Terrain Tools	Menci	Windows	tygodniowa-roczna (160-490 euro), wieczysta (990)	dostępna
UnlimitedAerial UAV	Holistic Imaging	Windows	wieczysta	demo



Wynik automatycznej klasyfikacji punktów w oprogramowaniu Pix4D

wet dni. Często jednak użytkownik potrzebuje materiały na już, nawet jeśli miałyby być niższej jakości. Producenci aplikacji wychodzą temu naprzeciw, co potwierdza np. wspomniany wyżej Correlator3D i opcja Fast Ortho.

Znacznie bardziej spektakularnym przykładem jest jednak mobilna aplikacja LiveMap firmy DroneDeploy. Pozwala ona generować mozaikę zdjęć lotniczych jeszcze w trakcie misji, wyświetlać ją na ekranie tabletu lub smartfona i udostępniać innym użytkownikom w formie serwisu internetowego. Haczyk tkwi w tym, że dane generowane są w niskiej rozdzielczości, a algorytm kiero radzi sobie na obszarze zabudowanym oraz przy dużych deniwelacjach. Ale nawet mimo tych wad produkt robi wrażenie.

• Inteligentniej

Naturalnym krokiem rozwoju tego software'u jest

wzbogacanie go o nowe narzędzia, daleko wykraczające poza generowanie ortofotomapy czy modeli 3D oraz obliczanie objętości. Świetnym przykładem z ostatnich miesięcy jest firma Pix4D, która opracowała narzędzia do automatycznej klasyfikacji wygenerowanej ze zdjęć chmury punktów. Służą do tego algorytmy sztucznej inteligencji, które potrafią rozpoznać punkty odpowiadające: budynkom, gruntowi, wysokości i niskiej roślinności oraz obiektom antropogenicznym (samochodom, słupom itp.). Jeśli na przykład obliczamy objętość hałdy, możemy dzięki tym narzędziom szybko wyeliminować porastającą ją roślinność, co powinno zwiększyć dokładność analizy. Producent zapowiada, że pracuje już nad kolejnymi narzędziami bazującymi na sztucznej inteligencji, a konkurencja zapewne nie będzie długo pozostawać w tyle.

• W chmurze

Jak widać w tabeli na poprzedniej stronie, oprogramowanie do obróbki zdjęć z dronów nie jest drogie. Znacznie większym kosztem jest natomiast zakup sprzętu, który sprawnie te dane przetworzy. Ale czy faktycznie musimy go mieć? Część producentów intensywnie przekonuje, że lepiej zainwestować w chmurę obliczeniową. Jest to szczególnie opłacalne, gdy projekt z użyciem dronów realizowane są sporadycznie – mocna infrastruktura informatyczna potrzebna więc jest tylko „od wielkiego dzwonu”. Na przykład w usłudze GeoCloud Shop korzystanie z popularnego w Polsce oprogramowania AgiSoft kosztuje już od półtora dolara za godzinę. Przy sporadycznym stosowaniu taki koszt jest niemal zanedbywalny.

Zaletą chmury jest także wysokie tempo obróbki danych. Oczywiście należy pamiętać, że najpierw te dane do

chmury trzeba przesłać. Bez szybkiego łącza korzystanie z takiej usługi może się więc mijać z celem. Chmura otwiera także zupełnie nowe możliwości modelowania 3D na podstawie zdjęć. Dzięki niej do opracowania modelu 3D wystarczy nawet kilka zdjęć ze smartfona i parę minut cierpliwości. Przykładem produktu, który to umożliwia, jest ContextShare firmy Bentley.

Jak widać z tego przeglądu nowości ostatniego roku, produkty do przetwarzania zdjęć z UAV ewoluują w ekspresowym tempie i zaskakują nas coraz ciekawszymi nowościami. Nie powinno więc dziwić, że aplikacja, która dziś jest uważana za szybką i nowatorską, za kilkanaście miesięcy trafi już do lamusa. Warto uważnie śledzić nowości w tym zakresie – zarówno w kolejnych edycjach niezbędnika „Drony dla geodety”, jak i na Geoforum.pl oraz w GEODECIE.

Jerzy Królikowski

ZAMÓW PRENUMERATĘ GEODETY

WYBIERZ WERSJĘ PAPIEROWĄ, CYFROWĄ LUB OBE!



geoforum.pl egeodeta24.pl