

NIEZBĘDNIK MIESIĘCZNIKA **GEODETA**

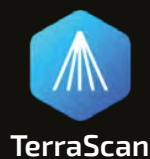
DRONY DLA GEODETY



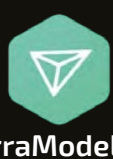
27 PŁATOWCÓW **23** WIRNIKOWCE **53** APLIKACJE

WRZESIEŃ 2021

ERA LASERA



TerraScan



TerraModeler



Do każdego zakupionego skanera DJI Zenmuse L1,
oprogramowanie Terrasolid z modułami TerraScan + TerraModeler gratis*

* zapytaj o szczegóły sprzedawcę

TPI Sp. z o.o. - oficjalny dystrybutor DJI Enterprise oraz Terrasolid w Polsce



Trzy litery i coś więcej

Nie trzeba być ekspertem od dronów, by wiedzieć, że najważniejszym graczem na rynku bezzałogowców jest chińska firma DJI. Dotyczy to oczywiście także geodezji. Czytelnicy z pewnością dostrzegą tę dominację również w naszym tegorocznym zestawieniu wirnikowców. Oferta dronów tej trzyliterowej firmy mocno się bowiem od ubiegłego roku rozrosła, ale akurat to nie jest efektem wprowadzenia do sprzedaży wielu nowych modeli. Zaważyła decyzja redakcji, by każdy dystrybutor tego chińskiego producenta (a jest ich w Polsce aż czterech) mógł zaprezentować swoją ofertę w oddzielnych kolumnach.

Silna pozycja DJI nie oznacza jednak braku wyboru. W tabelach na następnych stronach przedstawiamy drony aż 18 innych marek. Warto się im bliżej przyjrzeć, bo pod pewnymi względami prześcigają one produkty z Państwa Środka. Przede wszystkim należy jednak pamiętać, że zakup samego drona to w przypadku zastosowań geodezyjnych jedynie połowa sukcesu... a właściwie 1/4. Bo nie mniej ważny jest przecież dobór odpowiedniego sensora, oprogramowania do przetwarzania zdjęć oraz stacji roboczej. Dopiero optymalny miks tych składników daje szansę na sukces.

Redakcja

Prenumerata tradycyjna GEODETY 2022

- Roczna z indywidualnym dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 466,56 zł, w tym 8% VAT.
 - Roczna studencka/uczniońska z indywidualnym dostępem do Archiwum GEODETY – 336,96 zł, w tym 8% VAT.
 - Pojedyncze wydanie – 42,14 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
 - 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 – 298,08 zł, w tym 8% VAT.
 - Półroczna – 162,36 zł, w tym 8% VAT.
 - Kwartalna – 87,48 zł, w tym 8% VAT.
 - Pojedyncze wydanie – 31,32 zł, w tym 8% VAT.
- GEODETY 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). Opublikowane wydania GEODETY cyfrowego są dostępne zaraz po dokonaniu płatności elektronicznej.

SPRZĘT

Nowa generacja drona VTOL	4
Geotronics Dystrybucja prezentuje nowość w swojej ofercie – drona WingtraOne Gen II	
Era lasera!	8
Jakie są możliwości skanera DJI Zenmuse L1 dla dronów?	
Uniwersalny i pewny dron Eagle One	14
Firma GPS Global Solutions prezentuje autonomiczny quadrokopter RTK/PPK do zadań fotogrametrycznych	
Starcie braci	26
Porównujemy drony Phantom 4 RTK oraz Matrice 300 RTK (z kamerą P1)	

NARZĘDZIA

Rozwój z dronami	12
Efektywne wykorzystanie systemów UAV dzięki 3Dsurvey	
Święty Graal fotogrametrii z drona	16
Poszukujemy najlepszej aplikacji do przetwarzania zdjęć z dronów	
Inwestycja zobrazowana	22
Geoportal TotalSite firmy Czajkowski Geodezja ułatwia dostęp do materiałów wspomagających nadzór nad realizacją budowy	
Wydajniej przez sieć	33
Firma SkySnap o wspieraniu procesu inwestycyjnego i skutecznej komunikacji z wykorzystaniem portalu on-line	

PROJEKT

Fotogrametria pod dachem	30
Firma INTL Robotics prezentuje swoje innowacyjne podejście do pomiarów wewnątrz magazynów	
Dronem na ratunek	36
Przedstawimy SARUAV, czyli system automatycznej detekcji ludzi na zdjęciach lotniczych	
SARUAV odnalazł człowieka	40
Jak geoinformatyka zaczyna wspierać służby zarządzania kryzysowego	

ZESTAWIENIE

Czego nie da ci DJI?	43
Najnowsze trendy na rynku bezzałogowców	
Zestawienie płatowców	44
Zestawienie wirnikowców	54
Zestawienie oprogramowania do obróbki zdjęć z dronów	68

Fot. na okładce: bezzałogowy pionowzlot WingtraOne Gen II, którego krajowym dystrybutorem jest firma Geotronics Dystrybucja

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, 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)



WingtraOne Gen II w ofercie Geotronics Dystrybucja

Nowa generacja drona VTOL

Po 6 latach dynamicznego rozwoju i ponad 100 tys. wykonanych lotów szwajcarski producent bezzałogowców prezentuje szerokiej publiczności WingtraOne Gen II – drona VTOL nowej generacji zapewniającego najwyższą niezawodność oraz wydajność mapowania. Wyposażony w nową kamerę do zdjęć skośnych, umożliwia pozyskiwanie obrazów do tworzenia najwyższej jakości modeli 3D rozległych obszarów.

WingtraOne to uznany na całym świecie dron pionowego startu i lądowania (VTOL) słynący z niezawodności oraz dużej precyzji mapowania nawet najbardziej rozleg-

łych obszarów. Właśnie te cechy sprawiły, że stał się on bardzo popularny również w Polsce. Druga generacja tego sprawdzonego w bojach rozwiązania stawia kolejny krok naprzód w kwestii

bezpieczeństwa użytkownika oraz mnogości zastosowań. A wszystko to dzięki technologiom, które przełamują dotychczasowe bariery w komercyjnym mapowaniu z wykorzystaniem dronów.

• O pionowzlocie

Zachowajmy jednak pewną kolejność. Być może część z czytelników nie miała do tej pory styczności z tego typu sprzętem i chętnie dowie się, jakie

możliwości daje on użytkownikowi. Zaczniemy od rozwinięcia skrótu VTOL: Vertical Take-off and Landing. Oznacza to pionowy start i lądowanie, czyli coś, co jest chlebem powszednim dla wszystkich użytkowników wielowirnikowców, pozwala na komfortową pracę na małym obszarze oraz zapewnia bezpieczne przyziemienie bez ryzyka uszkodzenia przy lądowaniu. WingtraOne ma konstrukcję płatowca, która daje w powietrzu dużo większe możliwości niż to ma miejsce w przypadku klasycznych dronów utrzymujących się w locie za pomocą wielu silników, a nie siły nośnej. Dlatego Wingtra może pochwalić się nawet 10-krotnie większą wydajnością pozyskiwania danych od najpopularniejszych multirotorów na rynku. W połączeniu z sensorami najwyższej klasy i precyzyjnym pozycjonowaniem zdjęć za pomocą technologii GNSS PPK daje to rozwiązanie umożliwiające mapowanie ogromnych powierzchni z najwyższą precyzją.

Brzmi interesująco? Nic dziwnego, bo jest to połącze-

nie zalet dwóch różnych technologii zapewniające szybkość i bezpieczeństwo pomiarów. Jeżeli chcielibyście dowiedzieć się więcej, zapraszamy na naszego bloga (<https://geotronics.com.pl/blog/>), na którym opisaliśmy duże projekty wykonane przez naszych klientów w wymagającym terenie. Generalnie próżno szukać zadania, które będzie zbyt trudne dla tego drona. Zmapowanie 115 km linii kolejowej przez gęsty las z pikselem poniżej 2 cm? Żaden problem! Modernizacja EGiB późną jesienią, w górach, przy bardzo mocnym wietrze? Też da się zrobić!

• Klienci chwalą

Za co jeszcze użytkownicy cenią drona WingtraOne? Na pewno za łatwość użytkowania. Nie od dziś wiemy, że każda nowa technologia budzi lekki niepokój. Pojawiają się obawy, czy na pewno sobie poradzę. Ile czasu zajmie mi opanowanie technologii, pozwalające na pełne wykorzysta-

nie jej możliwości? Wingtra opracowała więc całą procedurę operacji dronem w taki sposób, żeby maksymalnie ułatwić przygotowanie do startu i bezpiecznego wykonania lotu oraz lądowania. Bardzo ważnym elementem są procedury autodiagnostyki sprawności każdego komponentu systemu oraz inicjalizacja sensorów potrzebnych do przeprowadzenia nalogów z jak najmniejszą ingerencją użytkownika. Rola operatora sprowadza się do prawidłowego zaplanowania misji, rozłożenia drona i obserwowania, czy w powietrzu nie pojawi się niespodziewane zagrożenie. Tak więc zapomnijcie o „tańcach z dronem”, żeby skalibrować kompas – tutaj system zrobi wszystko za was. Wy zaś możecie skupić się na tym, co w terenie jest najważniejsze.

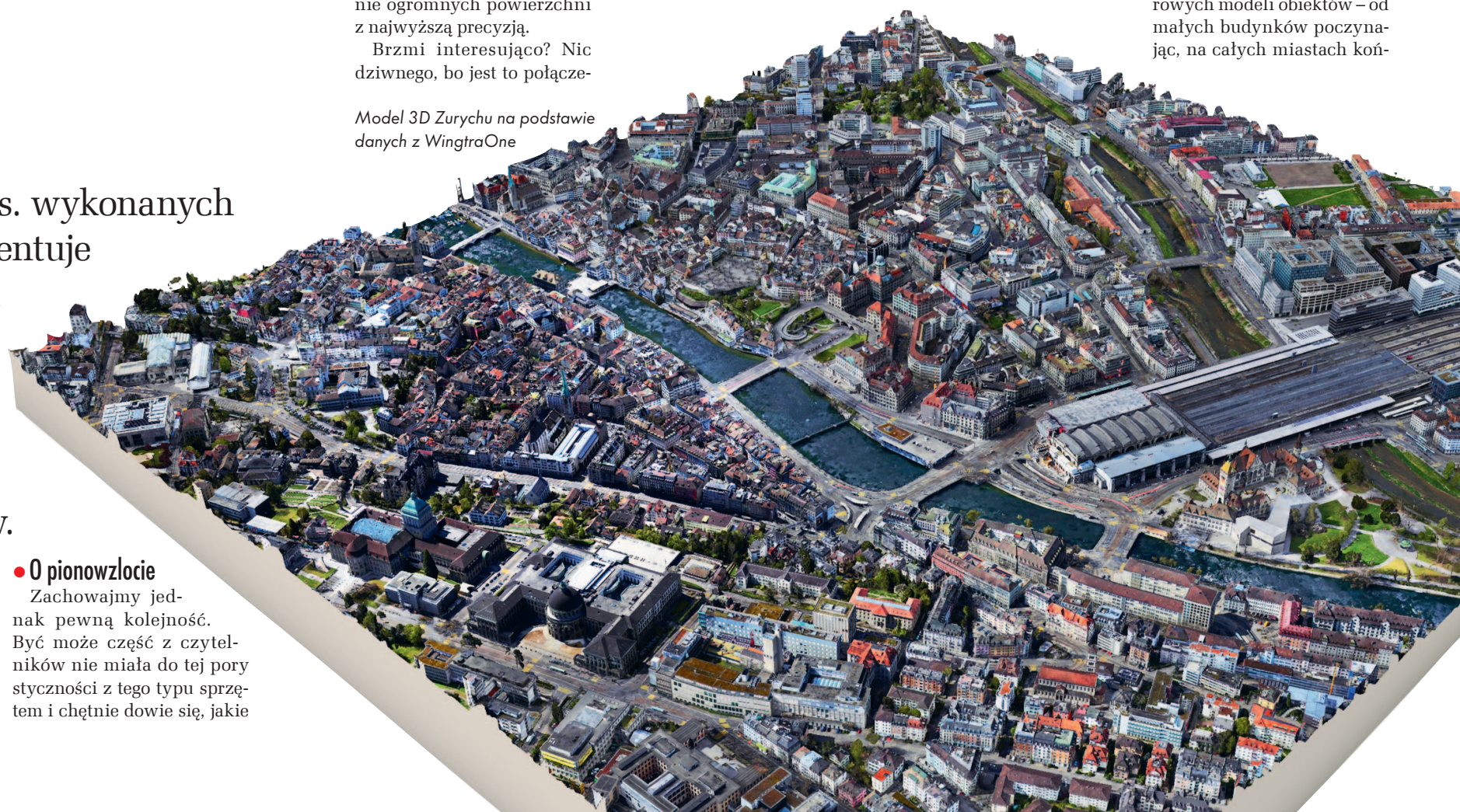
Wiemy już, za co cenią drona WingtraOne jego aktualni użytkownicy. Ja dodatkowo chciałbym pochwalić tempo zmian, jakie zachodzą

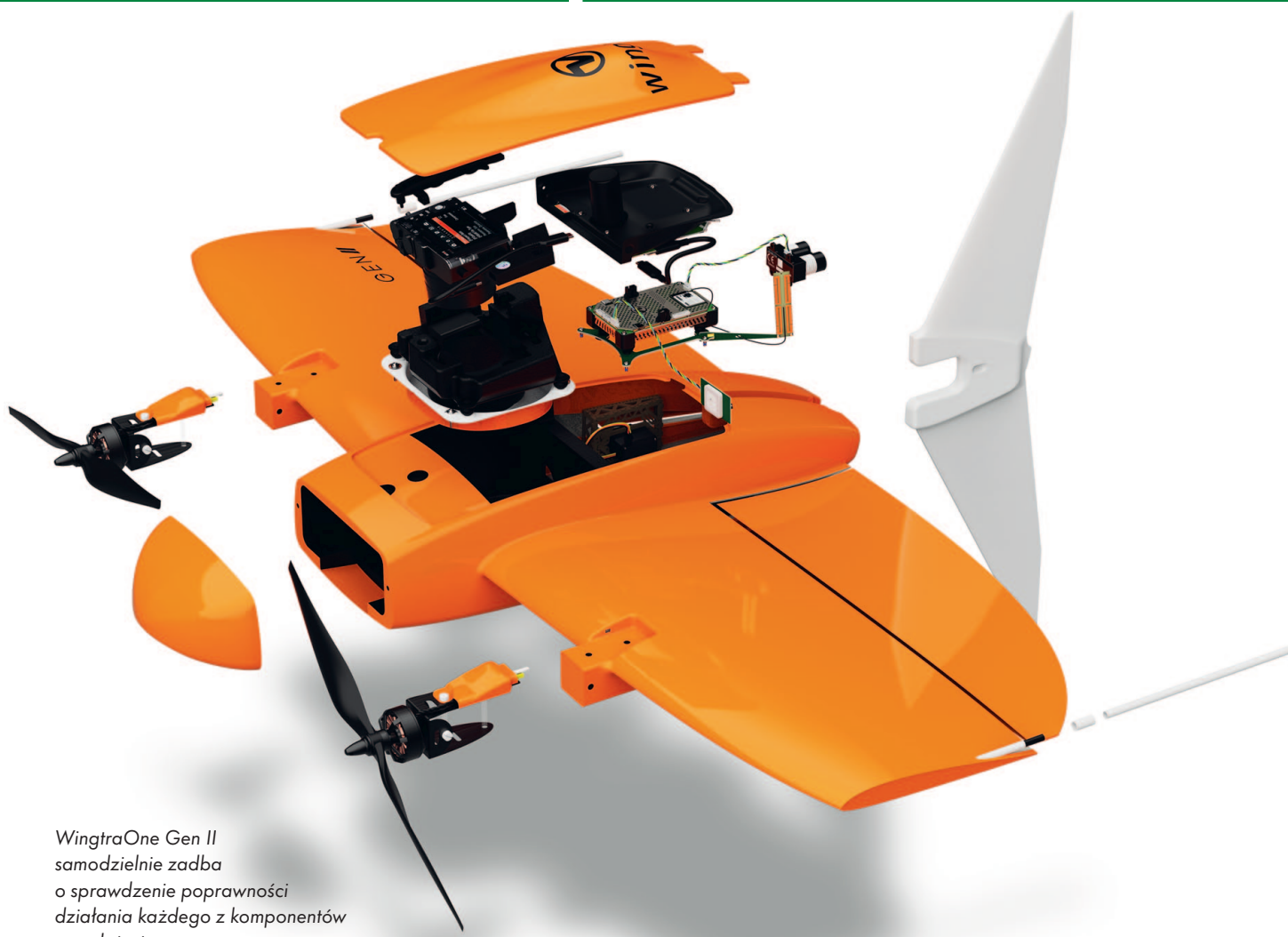
w czasie mojej przygody ze szwajcarskim producentem. Każda aktualizacja oprogramowania i firmware'u przynosiła kolejne drobne usprawnienia, które bardzo korzystnie wpływały na praktyczne wykorzystanie systemu. Mając doświadczenie z wieloma producentami latających bezzałogowców, mogę śmiało powiedzieć, że właśnie ten kierunek drobnych i świadomie wprowadzanych ulepszeń pokazuje, jaki potencjał tkwi w technologiach pod szyldem Wingtra.

• Krok naprzód

Tak oto płynnie dochodzimy do zmiany największego kalibru. Premiery kolejnej generacji dronów – WingtraOne Gen II. Producent, tworząc tę ulepszoną platformę, chciał wzmocnić niezawodność oraz zwiększyć paletę zastosowań drona. Najbardziej ekscytującą zmianą jest umożliwienie montażu szerokokątnej, skośnej kamery idealnie nadającej się do tworzenia trójwymiarowych modeli obiektów – od małych budynków poczynając, na całych miastach koń-

Model 3D Zurychu na podstawie danych z WingtraOne





WingtraOne Gen II samodzielnie zadba o sprawdzenie poprawności działania każdego z komponentów przed startem

cząc. To właśnie połączenie wysokiej klasy sensora pozyskującego skośne zdjęcia, precyzyjnego pozycjonowania i ogromnej wydajności płatowca czyni z WingtraOne Gen II idealne rozwiązanie, które pozwoli na tworzenie modeli 3D nawet większych miast. To kolejny krok zbliżający drony – oferujące podobne możliwości przy znacznie niższych kosztach technologii oraz eksploatacji – do maszyn załogowych.

Idealnym przykładem obrazującym wspomniane wyżej możliwości jest pilotażowy projekt wykonany dronem drugiej generacji. Celem było stworzenie trójwymiarowego fotorealistycznego modelu trójkątowego Zurychu. Osoby mające doświadczenie z lataniem dronami w dużych miastach wiedzą, jak trudne, a czasem nawet karkołomne potrafi być takie zadanie.

WingtraOne Gen II potrzebował na to tylko 6 godzin w powietrzu, a efekt jest imponujący. Z wynikami projektu można zapoznać się na stronie www.wingtra.com/zurich

• Wydajność, komfort i bezpieczeństwo

Co jeszcze nowego znajdziemy na pokładzie II generacji WingtraOne? Każdy dron wychodzący od producenta będzie wyposażony w precyzyjny odbiornik GNSS PPK. Zapewni to pełną operacyjność nawet z kamerami multispektralnymi, jak Micasense Altum oraz RedEdge, a także pozwoli na usprawnienie algorytmów odpowiedzialnych za niezawodność i autodiagnostykę systemu. I właśnie to ostatnie, moim zdaniem, jest najważniejsze i warto podkreślić. Bo w broszurze czy w trak-

cie pokazowego lotu trudno pokazać tę niezawodność, której doświadczymy przecież dopiero po miesiącach czy latach użytkowania. Na szczęście mamy takie czasy, w których najlepszą reklamą są zadowoleni klienci. A ich jest naprawdę wielu i dostarczyli nam bardzo dużo materiałów do analizy i usprawniania komponentów oraz algorytmów odpowiedzialnych za pracę statku latającego. Bazując na ponad 100 tys. lotów i sugestiach użytkowników, łatwiej nam było zrozumieć dotychczasowe ograniczenia oraz znaleźć sposób ich obejścia.

W GEN II elektronika pokładowa została całkowicie przebudowana. Zmodernizowany został komputer pokładowy, który teraz bazuje na nowych, ulepszonych komponentach. Nowa jest też technologia nawigacji i za-

rzadzania lotem. Wszystko to ma zapewnić użytkownikowi najwyższą niezawodność i bezpieczeństwo pracy.

Obecnie WingtraOne Gen II staje się jednym z najlepszych rozwiązań pozwalających na wydajną pracę na dużych obszarach, zapewniających komfort lądowania na małej przestrzeni oraz bezpieczeństwo użytkowania. Ulepszony dron dostarcza precyzyjnych danych do wynikowych produktów w formie wysokorozdzielczych ortofotomap, realistycznych modeli 3D czy opracowań multispektralnych. Sprawdzi się idealnie w każdym zadaniu i w każdych warunkach. A najlepiej przekonać się o tym osobiście, zapraszając nas na wspólne naloty, bo najlepsze wrażenie cały system robi, gdy ujrzymy go w akcji.

Wojciech Stolarski
Geotronics Dystrybucja

Najważniejsze wiadomości co tydzień w Twojej skrzynce



Zapisz się na newsletter
Geoforum.pl
geoforum.pl/newsletter

Skaner DJI Zenmuse L1 dla dronów już dostępny na polskim rynku

Era lasera!

Czy LiDAR za mniej niż 50 tys. zł netto może sprostać oczekiwaniom na rynku pomiarów? Wygląd i pierwsze wrażenia są bardzo pozytywne. Ale czy sensor sprawdzi się w testach i przejdzie próby? Odpowiedzi udziela firma TPI.



DJI Matrice 300 RTK
ze skanerem Zenmuse L1

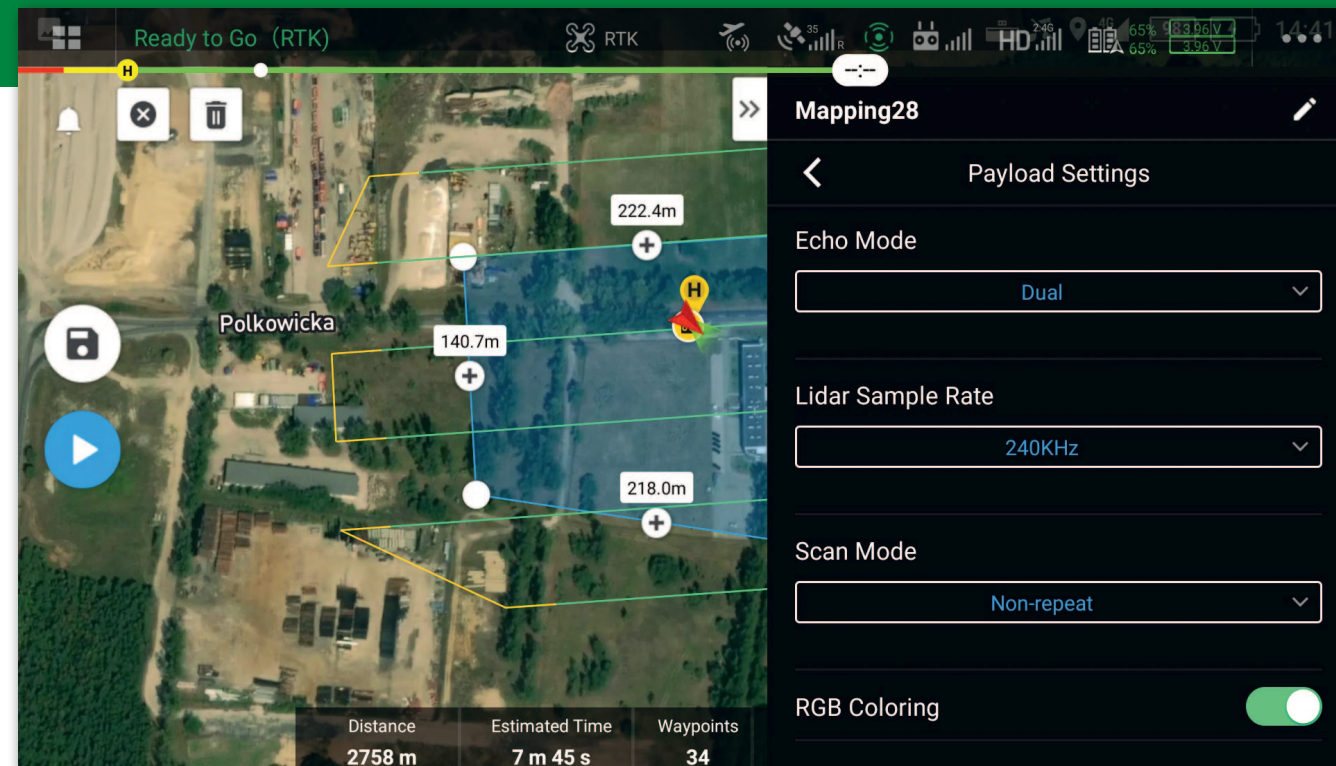
Specyfikacja skanera DJI Zenmuse L1:

- dokładność XY 10 cm, Z 5 cm,
- precyzja wyznaczania punktów 3 cm,
- prędkość skanowania 240 tys. pkt/s,
- rejestracja do 3 odbić,
- zasięg skanowania do 450 m (przy 80-procentowym współczynniku odbicia wiązki lasera),
- podgląd chmury punktów w czasie rzeczywistym,
- kąty skanowania 70,4° (poziomo) x 77,2° (pionowo).



Marcin Jałoszyński

Jedne z pierwszych egzemplarzy skanera DJI Zenmuse L1 miałem okazję testować 4 miesiące temu. Już wtedy po wyjęciu urządzenia z eleganckiej walizki (podobnie jak w przypadku innych sensorów i kamer do drona DJI Matrice 300 RTK: seria Zenmuse P1, H20 czy H20T) wiedzieliśmy, że będzie to rewolucja na rynku. Skaner na 3-osiowym stabilizatorze obrazu, z kamerą RGB (jak w bestsellerowym modelu DJI Phantom 4 RTK), kamerą pomocniczą, i to wszystko wielkości standardowego sensora do M300 RTK? Duża



Zrzut ekranu z aplikacji DJI Pilot do sterowania dronem i skanerem

sprawa! Rozmawialiśmy z dystrybutorami z całego świata i wszędzie pierwsza reakcja była taka sama.

• Pełna automatyzacja

Producent DJI Zenmuse L1 słynie z nowoczesnej technologii i zaawansowanych funkcji w oprogramowaniu. W tym przypadku dostajemy najbardziej zautomatyzowany skaner na rynku, który korzysta z DJI Pilot – aplikacji wbudowanej w aparat DJI Smart Controller Enterprise do drona DJI M300 RTK. Do wyboru mamy szereg automatycznych misji, takich jak:

- naloty 2D (*Mapping*),
- naloty 3D (*Oblique*),
- korytarze (*Corridor*),
- lot po wyznaczonych punktach (*Waypoints*).

Aplikacja umożliwia także manualne wykonywanie lotów oraz importowanie plików z obszarami .kml lub .kmz, na podstawie których samodzielnie wyznaczy trajektorię lotu.

Po wyborze misji ustawiamy parametry lotu: wysokość, prędkość, pokrycie czy kierunek. Warto też dodać, że z poziomu aplikacji mamy możliwość zmiany ustawień samego skanera, takich jak:

- liczba rejestrowanych odbić,
- prędkość skanowania,
- tryb skanowania.

System jest wyposażony w zaawansowane technologie, jak IMU (jednostka inercyjna), odbiornik GNSS oraz głowica skanująca. Wszystkie podzespoły w celu jak najdokładniejszego wyznaczania pozycji i punktów potrzebują przejść kalibrację. DJI M300 RTK automatycznie wykona kalibrację systemu po zaprogramowanej trasie, po czym przejdzie do wykonywania misji.

Dane zapisywane są na karcie MicroSD, którą następnie wkładamy do komputera. Każda misja ma utworzony swój unikalny folder, dzięki czemu zgrywanie danych jest bardzo proste. Do skanera producent gratisowo dodaje

6-miesięczną licencję oprogramowania DJI Terra Pro służącego do wstępnej obróbki danych. Dzięki licencji Pro mamy możliwość zoptymalizowania naszej chmury punktów na etapie procesu obróbki surowych danych ze skanera. Aplikacja DJI Terra w wersji 3.0 została dostosowana pod kątem danych z DJI Zenmuse L1.

Z przeprowadzonych przez nas testów wynika, że nawet laptop „gamingowy” ze średniej półki (do 5 tys. zł brutto) poradzi sobie z danymi w krótkim czasie. Dla przykładu obróbka danych 20-minutowego nalotu misji 2D potrwa mniej więcej 12 minut. Aplikacja umożliwia eksport danych do takich formatów, jak: .las, .ply, .pcd, .s3mb czy .pnts.

Oprócz chmury punktów 3D otrzymujemy także plik

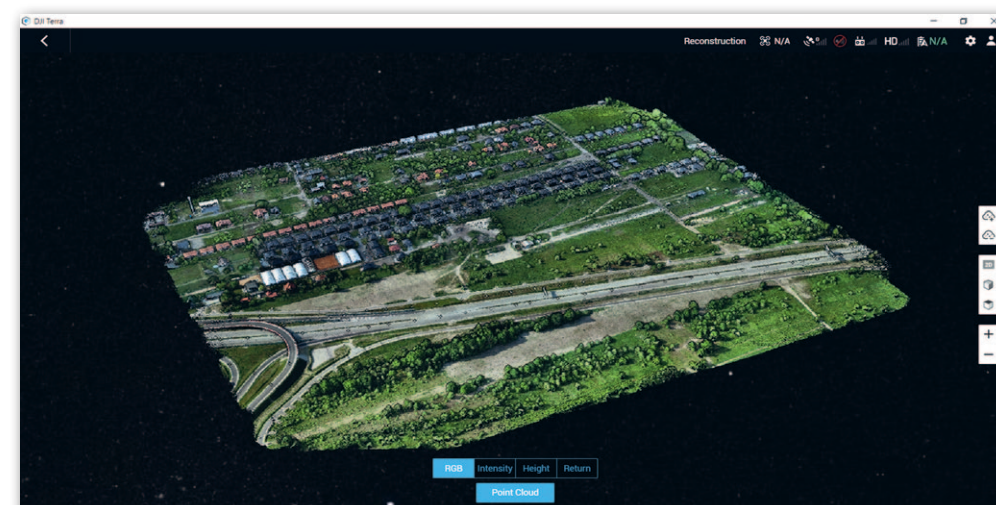
z trajektorią, który w dalszym procesie będzie wykorzystywany do wyrównania chmury punktów w zewnętrznych programach do pracy z danymi 3D. My w tym przypadku użyliśmy pakietu oprogramowania Terrasolid, a dokładnie modułów TerraScan i TerraMatch.

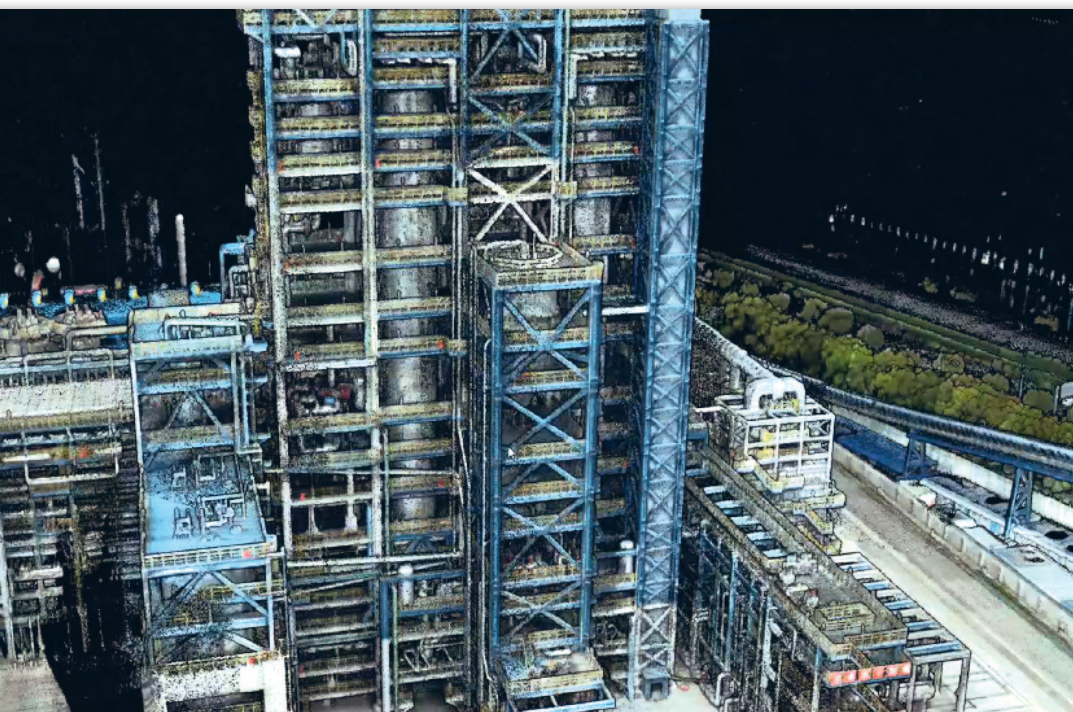
• Wyrównanie, klasyfikacja i wektoryzacja chmury

Dalszy postprocessing chmury punktów 3D wykonaliśmy w pakiecie oprogramowania firmy Terrasolid – lidera na rynku pracy z danymi 3D (pakiet modułów: TerraScan, TerraMatch i TerraModeler).

Chmura punktów przechodzi po drodze kilka „zabiegów”, jak wyrzuce-

Kolorowa chmura punktów
w oprogramowaniu DJI Terra





Wynik skanowania obiektów pionowych na placu budowy

nie zbędnych punktów (szumów). Przed wykonaniem tego kroku odchylenie standardowe (czyli szumy naszej surowej chmury punktów) były na poziomie 10 cm, dlatego chmura punktów musi przejść proces optymalizacji, gdzie szumy zostaną zniwelowane do poziomu już kilku centymetrów.

Mając tak przygotowane dane, przystępujemy do dalszego postprocessingu. Wykorzystujemy do tego możliwości modułu TerraMatch, wykonując wyrównanie linii do linii (*strip adjustment*). Z wyrównaną chmurą punktów możemy

przejsć do procesu wygładzania oraz jej klasyfikacji. Dzięki temu otrzymujemy gotową chmurę punktów do wektoryzacji ze średnim błędem wysokościowym względem punktów kontrolnych na poziomie 3-5 cm (jednocześnie trzeba pamiętać, że punkty kontrolne zostały pomierzone technologią GNSS, gdzie sama w sobie dokładność pomiaru jest rzędu 2-3 cm). Pomimo wykonania zabiegów optymalizacji i klasyfikacji w dalszym ciągu otrzymujemy dane o gęstości powyżej 100 punktów na metr kwadratowy.

• Penetracja zieleni i skanowanie obiektów pionowych

Jak wiemy, największą zaletą skanerów LiDAR jest ich sensor aktywny, który, wysyłając wiązkę lasera, penetruje obszary pokryte zielenią. Trzy odbicia sprawiają, że wiązka lasera potrafi dotrzeć do gruntu na terenach pokrytych gęstymi drzewami i krzakami.

Skaner DJI Zenmuse L1 jest zamontowany na 3-osiowym stabilizatorze obrazu. Dzięki temu mamy możliwość ustawienia kąta, pod jakim będzie pracował. Otwiera to zupełnie

nowe możliwości wykorzystywania lidarów przy obiektach pionowych, takich jak kominy, słupy wysokiego napięcia, mosty czy wieże. Ustawienie pochylenia wykorzystamy także w misjach *Oblique*, gdzie pod kątem od -45° do -60° będziemy skanowali fasady i elewacje budynków, dzięki czemu nasza chmura punktów 3D będzie pełniejsza.

• Linie energetyczne

Jeden z największych rynków na wykorzystanie technologii lidar stwarzają linie energetyczne. W Polsce sieć tych linii sięga blisko 1 mln kilometrów i stale się rozwija. Naloty fotogrametryczne nie są wystarczające, aby uzyskać dane o nich. Skaner DJI Zenmuse L1 w połączeniu z wydajnym bezzałogowcem DJI Matrice 300 RTK świetnie nada się do tego typu zadań, zapewniając około 40 minut ciągłej pracy w powietrzu. Przy prędkości lotu około 8 m/s jednostka ta jest w stanie skanować długie odcinki. W procesie detekcji linie energetyczne oraz słupy zostają wykryte przez algorytm oprogramowania tworzący dane wektorowe.

• Skaner dla każdego?

Oczywiście, że nie. Każdy projekt, każda praca ma swoje wymagania i nigdy na rynku nie będzie jednego produktu zdolnego sprostać wszystkim oczekiwaniom. Skaner DJI Zenmuse L1 jest to produkt pozwalający geodecie wejść w technologię skanowania laserowego z dronów, odkryć nowe możliwości zastosowania jej w pracy i rozwinąć swój biznes.

Atrakcyjna cena pozwala na zainwestowanie również w oprogramowanie firmy Terrasolid, które już zostaje na lata, a to ważne, bo widać ostatnio, że rynek nowych technologii potrafi zaskakiwać.

Marcin Jałoszyński
TPI Sp. z o.o.

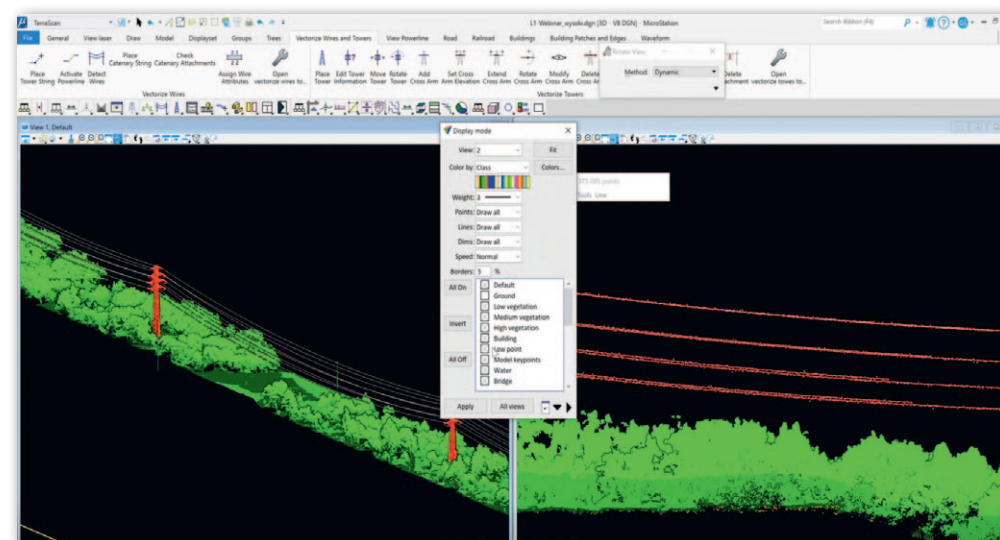
Artykuł został opublikowany
w GEODECIE 7/2021

Bentley®



Bentley ContextCapture TWÓRZ SZCZEGÓŁOWE MODELE 3D

- ✓ Bentley ContextCapture + Bentley ContextCapture EDITOR
- ✓ Obsługa zdjęć oraz danych ze skanowania laserowego
- ✓ Bezpłatna przeglądarka online ContextCapture Viewer
- ✓ Najwyższa jakość Reality Mesh



Detekcja i wektoryzacja linii energetycznych w oprogramowaniu Terrasolid – moduł Terrascan

Firma Czerski Trade Polska o efektywnym wykorzystaniu systemów UAV dzięki 3Dsurvey

Rozwój z dronami

Wiele osób wciąż zadaje sobie pytanie, czy warto inwestować w technologie dronowe. Jakie środki przeznaczyć? Jakie są szanse zwrotu? Tym, którzy już zainwestowali w bezzałogowce, pytania te mogą wydawać się śmieszne, ale większość z nich przed laty miała te same wątpliwości.

Wszyscy wiemy, że z danych pozyskanych dronem można wygenerować ortofotomapę, chmurę punktów czy model 3D. Ale tak naprawdę to tylko półprodukty. Dopiero kiedy będziemy w stanie zaproponować klientowi mapę wektorową w 3D, precyzyjny numeryczny model terenu lub model pokrycia terenu czy analizę składającą się z kilku przekrojów, możemy w pełni zaistnieć na rynku. I dzięki współczesnym rozwiązaniom nie jest to wcale takie trudne.

Spójrzmy na przykład: firma A pracę z dronem w kopalni skał wapiennych rozpoczęła od pomiarów mas. Tym samym mogła zrezygnować z technologii TS/GNSS, obniżając koszty o około 40%. Szybko jednak okazało się, że na terenie zakładu musi zostać przeprowadzona geologiczna inwentaryzacja przebiegu warstw, za którą zazwyczaj odpowiadał zewnętrzny geolog realizujący także specjalistyczne analizy. Geodeta, właściciel firmy A, nazwijmy go panem Sprytnym, zaproponował, że przy okazji pomiarów kubatur wykona również model 3D ścian (warstw geologicznych) za 20% ceny kontraktu podstawowego. Po pomiarze próbnym jego oferta została przyjęta. Zakładając, że koszt realizacji pracy to 3-5% zada-



DJI Matrice M300

nia podstawowego, dodatkowy zarobek pana Sprytnego jest znaczący.

Przy okazji geodeta dogadał się z mierniczym górniczym zakładu (który ma już swoje lata i nie chce mu się biegać po terenie) i zobowiązał się do przekazywania pełnych wyników pomiarów kopalni za dodatkowe 18% kontraktu podstawowego. Od tego momentu nikt już nie zastanawiał się, do kogo zwrócić się o informacje dotyczące nowych przekładek sieci czy ustawienia maszyn i taśmociągów. Projektanci o wszystko proszą pana Sprytnego. Czas, jaki jedna osoba poświęca na realizację tych zleceń, to obecnie 5 dni. Wcześniej, przed wdro-

żeniem technologii dronowej, geodeta potrzebował 7-9 dni i 2-osobowego zespołu. Cena usługi podstawowej wynosiła 8 tys. zł, obecnie pan Sprytny otrzymuje średnio 11,5 tys. zł i jest niezastąpiony.

Tego typu przykładów można podać bardzo dużo. Coraz więcej firm rozumie, że geodezja to nie tylko mapa.

• Koszt zakupu UAV

Systemy dronowe nie są już drogą. Oczywiście potrzeby każdej firmy są inne, ale podstawowy system (przez co należy rozumieć: dron + akcesoria + program do nalotów + oprogramowanie do przetwarzania zdjęć + szkolenie na pilota + szkolenie z za-

kresu fotogrametrii i wdrożenie systemu) dostaniemy za około 24,7 tys. zł netto – to przecież cena odbiornika GNSS! W przypadku systemów bardziej zaawansowanych z wbudowanym PPK/RTK kwota ta niewiele przekroczy 40 tys. zł netto. Oczywiście do większych prac polecamy zestawy zaawansowane z wysokorozdzielczymi kamerami RGB i skanerami. W zależności od potrzeb można ponadto dokupić kamery multispektralne i termalne czy systemy pomiaru zanieczyszczeń.

• Narzędzia dla każdego

Rozwiązanie najbardziej popularne, cenowo rozsądne i dające liczne możliwości to zestaw DJI Phantom 4 z oprogramowaniem 3Dsurvey. Aplikacja jest otwarta na różne typy zdjęć, pozwala łączyć w jednym projekcie np. obrazy z drona z ich współrzędnymi z odbiornika RTK i wykonane telefonem komórkowym. Program umożliwia pracę w układach geodezyjnych z całego świata, w tym płaskich 2000 i 1992 oraz wysokościowych Kronsztad i Amsterdam.

To niezwykle ważne, gdy chcemy od razu z aplikacji przysłać wyniki pomiarów i dane CAD innym odbiorcom. Sam proces przeliczania projektu (przetwarzania



DJI Phantom 4 RTK



Funkcja X-ray w aplikacji 3Dsurvey

surowych danych) jest prosty i przejrzysty. Możliwość stosowania automatycznego rozpoznawania punktów osnowy skraca czas pracy operatora. Co ważne, interfejs jest w języku polskim.

Warto nadmienić, że do 3Dsurvey zaimportujemy nie tylko zdjęcia, ale też dane lidarowe – zarówno pozyskane przez drona, jak i przez inne systemy lotnicze (w tym dane z GUGIK). Możemy je łączyć i wzajemnie uzupełniać. Program obsługuje też dane CAD 2D i 3D.

Podstawowe narzędzia 3Dsurvey to: wyrównanie bloków, orientacja, generowanie ortofotomap i prawdziwych ortofotomap, a także chmur punktów o różnej gęstości. Zazwyczaj wystarczająca jest gęstość standardowa, chyba że chcemy zrobić na zamawiającym wrażenie – wtedy idealny jest poziom wysoki lub nawet ekstremalny.

Dodatkowo szybko stworzymy modele terenu zarówno z danych UAV, jak i CAD (punkty, linie). To ważne, bo dysponując np. wyjściowym pomiarem GNSS lub danymi projektowymi, możemy stworzyć model różnicowy względem pomiaru UAV w danym dniu. Zakładka CAD to nowe i ciągle rozbudowywane narzędzie w 3Dsurvey, pozwalające na pomiar punktów, linii i okręgów na warstwach CAD. Tak jak w terenie, stawiamy pikiety, gdzie chcemy.

• Ponad przeciętność w standardzie 3Dsurvey

To nie wszystko – 3Dsurvey ma do zaoferowania du-



Wyznaczanie obszaru zalewowego

żo więcej. Pomiar objętości w aplikacji wykonamy na różne sposoby. Podstawowe to zaznaczenie obiektu, który nas interesuje, lub wska-

zanie zakresu z CAD. Z kolei opcja wykorzystania gotowych obszarów pomiaru jest szczególnie przydatna przy zleceniach cyklicznych. Do-

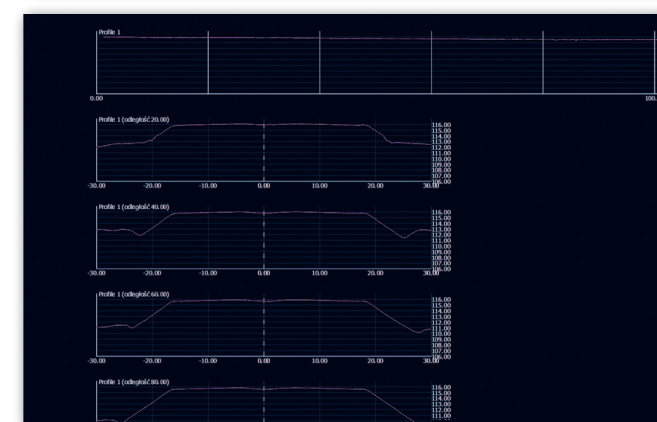
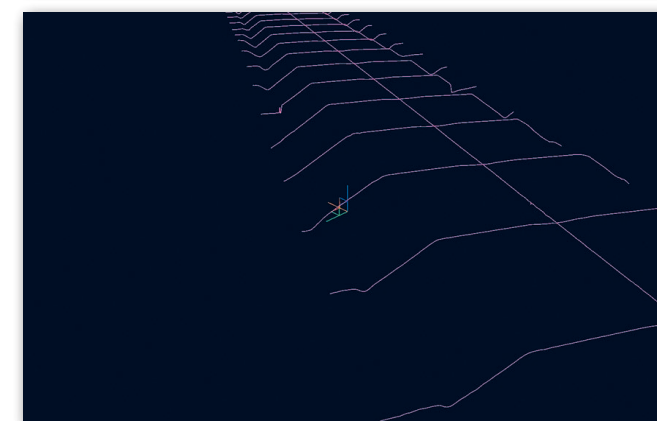
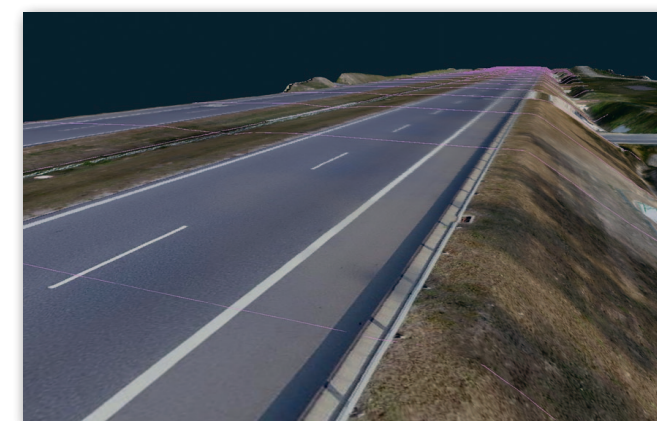
datkowo porównamy dwa stany – modele. To zdecydowanie ułatwia sprawę przy pomiarach różnicowych. Jakby tego było mało, 3Dsurvey ma funkcję automatycznego generowania raportów z pomiaru do pliku DOC, a także generowania modeli mesh.

Niezwykle przydatnym narzędziem jest również tworzenie przekrojów. Definiujemy linię cięcia (wskazując ją lub wybierając oś w DXF), zaznaczamy opcję poprzeczek, jeśli chcemy, a program sam wygeneruje przekrój. Otrzymujemy produkt 3D i 2D, opisany i gotowy do druku.

Kolejna ciekawa funkcja w oprogramowaniu to X-ray. Dzięki temu najnowszemu narzędziu poprzez półprzezroczystą chmurę punktów możemy widzieć warstwę znajdującą się „pod”. Tworzenie fotoplanów fasad, dachów, filarów, ścian wyrobisk i dowolnych obiektów to następny plus oprogramowania. I pamiętajmy, że nasze opracowanie trzeba jeszcze ładnie opakować i sprzedać. A nic tak nie przykuwa uwagi jak film. W 3Dsurvey w wyjątkowo łatwy sposób nagramy wideo z wynikami naszej pracy.

Podsumowując – systemy UAV oferują wiele możliwości. Jeśli jednak dopiero zaczynamy przygodę z dronami, warto postawić na zestaw prosty w obsłudze. I tak znacznie ułatwimy sobie realizację dotychczasowych prac i rozszerzymy portfolio świadczonych usług.

Tomasz Czerski
Czerski Trade Polska



Generowanie przekrojów w aplikacji 3Dsurvey

Autonomiczny quadrokopter RTK/PPK do zadań fotogrametrycznych

Uniwersalny i pewny dron Eagle One

Tytułowy bezzałogowiec to pierwszy z planowanych produktów pod marką GPS GLOBAL SOLUTIONS, który proponujemy naszym klientom dzięki współpracy z producentem dronów.

Niewielkie rozmiary wirnikowca ułatwiają transport i sprawiają, że jest on idealny do wykonywania nalogów w trudnych warunkach. Na platformie zamontujemy kamerę pełnoklatkową lub zaawansowaną pięcioobiektywową o rozdzielczości 120 Mpx. Przemysłowa konstrukcja umożliwia w terenie szybkie złożenie drona bez narzędzi – montaż śmigieł czy innych podzespołów wykonamy ręcznie.

• Wysoka wydajność i jakość

Eagle One pozwala użytkownikowi na wykonanie nalogu na ponaddwukrotnie większym obszarze niż popu-



larne na rynku wirnikowce. Dużą zaletą jest długość lotu wynosząca nawet 60 minut z maksymalną prędkością 15 m/s przy wietrze 12 m/s. Maksymalna masa startowa to 6,5 kg, natomiast zasięg transmisji danych wynosi aż 30 km. Platforma wykonana

jest z najwyższej klasy materiałów, dzięki którym, mimo wielokrotnego używania, unikniemy częstych konserwacji, przeglądów czy wymiany obudowy. Długo czasu lotu i korzystne parametry oporu powietrza w połączeniu z modułem RTK/PPK (centymetro-

we dokładności) sprawiają, że Eagle One to najbardziej uniwersalna oraz wydajna platforma na rynku.

• W pełni autonomiczny lot

Eagle One dostarczany jest w zestawie z programem do planowania nalogów (fot. z lewej). Zaznaczymy w nim na mapie obszar nalogu, wybierzemy punkty kontrolne, prędkość i wysokość lotu, ewaluację schodzenia do lądowania oraz punkt końcowy, gdzie urządzenie wyląduje.

Program po jednym kliknięciu automatycznie przeliczy wszystkie parametry, korygując również trasę lotu względem powierzchni topograficznej. A instruktażowy film dołączany do zestawu przybliży wszystkie czynności związane z nalogiem. Więcej szczegółów na naszej stronie.

Zespół GPS GLOBAL SOLUTIONS



Flying Platform

Dimensions: 830x855x290mm
Wheelbase: 725 mm
Maximum take-off weight: 6.5 kg
Data transmission distance: 30km
Differential mode: Network RTK / PPK
Modular design: Quick removal and assembly without tools
One machine for multiple uses: Single machine multipurpose load compartment design that can change loads according to mission requirements
Carrying bag size: 650x640x310mm

Flying Platform

Flight

Standard flight time: 60 minutes
Cruising speed: 10 m / s
Maximum speed: 15m / s
Wind resistance: 12m / s (level 6)
Maximum ceiling: 4500m
Battery: 6S 22.8V 25000mAh
Operating temperature: -20 - 45 °C
Ground station software: Mission Planner

Flight

Load

Standard load: 700 g
Maximum load: 1500 g
Five lens camera
Single lens orthophoto camera
6100

Load

5 lens professional photogrammetry camera for sharp and noise-free imagery with 120 MP spatial resolution



Camera Parameters

Effective Pixels: 243 million, total 120 million pixels
Sensor size: APS-C format (23.5*15.6mm)
Pixel size: 3.9um
Image frame: 6000*4000
Slope: 45 degree
Storage capacity: 640G
Exposure method: Flight control trigger exposure
Exposure time: ±0.8s
Lens focal length: 35mm fixed focus

Camera Parameters



Sensor Parameters

Quantity: CMOS 5
Power on/off state: Auto boot

Sensor Parameters



Electrical Parameters

Camera power supply: External DC 12-35V, UAV external power supply
Picture download: USB Type-C cable

Electrical Parameters



Environmental

Operating temperature: -10°C-50°C
Working humidity: 95%

Environmental



Wybieramy aplikację do przetwarzania zdjęć z dronów (Structure from Motion, SfM)

Święty Graal fotogrametrii z drona

Najtrudniejszą decyzją przy inwestycji w geodezyjne technologie bezzałogowe jest wybór aplikacji, która przetworzy zdjęcia do postaci ortofotomapy, chmury punktów czy modeli 3D. Co polecają naukowcy, praktycy i dystrybutorzy?

Jerzy Królikowski

Szybko minęły czasy, gdy drony w geodezji były domeną najbardziej innowacyjnych firm lub hobbystów modelarzy. Technologia ta stała się już na tyle tania i prosta w obsłudze, że coraz chętniej sięgają po nią również małe przedsiębiorstwa, które dotychczas miały styczność jedynie z tachimetrem czy odbiornikiem GNSS. Każda taka inwestycja składa się z czterech zasadniczych elementów: drona, sensora, stacji roboczej oraz oprogramowania

do przetwarzania zdjęć typu SfM (*Structure from Motion*). O ile pierwsze trzy kategorie produktów można dość łatwo porównywać za pomocą konkretnych parametrów, o tyle przygotowanie obiektywnego zestawienia software'u SfM jest bardzo trudne. Bo choć teoretycznie wszystkie dostępne na rynku aplikacje bazują z grubsza na tych samych algorytmach i posiadają podobne funkcje, to jednak efekty ich pracy mogą się diametralnie różnić. Jakby tego było mało, oferta tych programów jest niezwykle bogata. Na potrzeby bezpłatnego niezbęd-

nika DRONY DLA GEODETY 2020 doliczyliśmy się 51 tego typu produktów [w bieżącym wydaniu jest ich aż 53! – red.] Tylko który z nich jest najlepszy do zastosowań geodezyjnych? Z góry zastrzegamy, że w artykule nie udzielimy na tak postawione pytanie jednoznacznej odpowiedzi, bo to zwyczajnie niemożliwe. Postaramy się natomiast wyjaśnić, jak skutecznie wybrać rozwiązanie spełniające indywidualne wymagania.

● Okiem naukowca

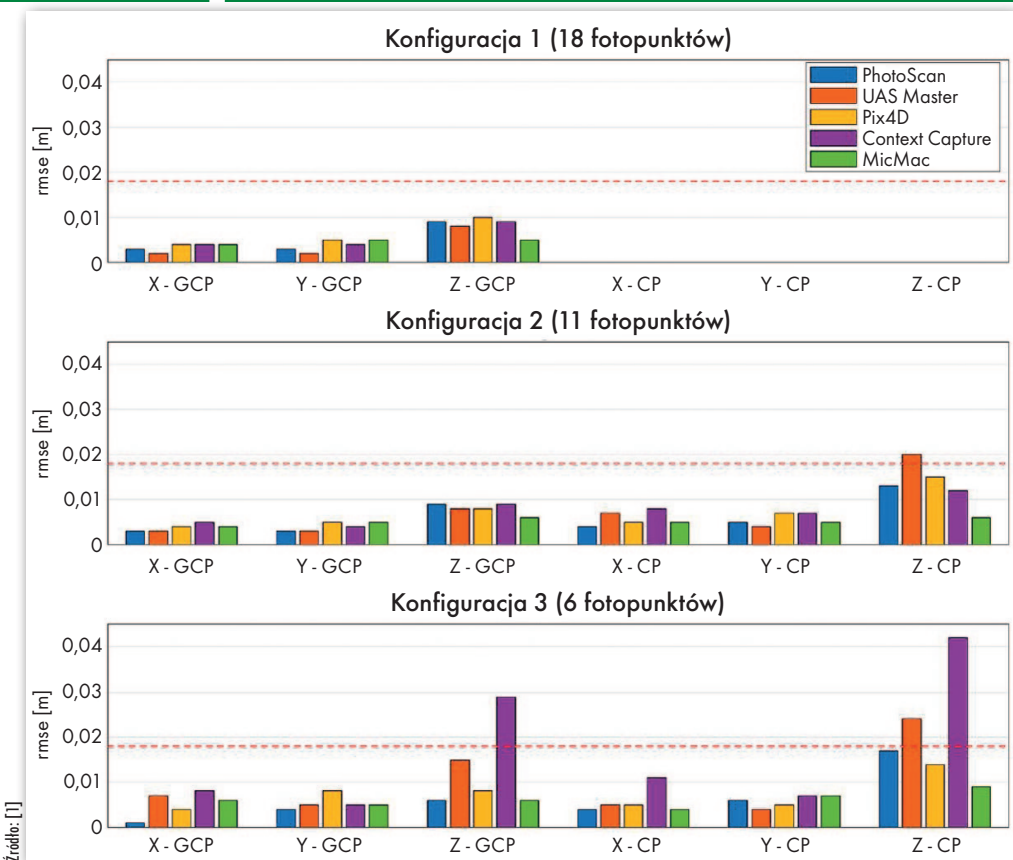
Wydawać by się mogło, że zagadnienie to już dawno

zostało prześwietlone z każdej strony w czasopiśmie naukowych. Przecież nie brakuje w nich artykułów analizujących różnorodne rozwiązania fotogrametryczne dla dronów. I tu czeka nas spore rozczarowanie. Takich publikacji jest bowiem zaskakująco mało. Co gorsza, poziom części z nich pozostawia wiele do życzenia, bo nie brak autorów, którzy ograniczają się jedynie do wizualnego porównania modeli 3D albo zasypania nas gradem niewiele mówiących liczb.

Skąd ta niechęć świata nauki do tego ciekawego tematu?

Odpowiedź znajdziemy w samych artykułach. Część autorów otwarcie przyznaje, że rzetelne porównanie jakości poszczególnych produktów jest skomplikowane, o ile nie całkiem niemożliwe. Niektóre aplikacje działają bowiem na zasadzie czarnej skrzynki, a inne oferują wiele kontrolek pozwalających wpływać na proces przetwarzania danych. Co gorsza, poza nielicznymi aplikacjami typu *open source* nie mamy możliwości zajrzenia do kodu źródłowego i rozłożenia programu na czynniki pierwsze. Krótko mówiąc, naukowiec może oczywiście wygenerować modele 3D przy użyciu konkurencyjnych programów oraz zaprezentować wyczerpujące porównanie ich dokładności. Zawsze jednak będzie można podważyć te wyniki, zarzucając błędne dobranie parametrów przetwarzania bądź użycie niewłaściwych danych wejściowych. Ale mimo wskazanych mankamentów dostępna literatura poświęcona temu zagadnieniu pozwala jednak wysnuć kilka wartościowych wniosków.

Bodaj najciekawszą analizę przeprowadzili naukowcy z Politechniki w Turynie [1], którzy wszechstronnie porównali programy: Agisoft PhotoScan (obecnie Metashape), Inpho UAS Master, Pix4D, Bentley ContextCapture oraz otwarty MicMac. Każdego z nich użyto do przetworzenia tego samego zestawu zdjęć w trzech konfiguracjach fotopunktów, a kluczowe wyniki analizy prezentuje rys. 1. Jak widać, różnice między aplikacjami są nieznaczne, w większości przypadków błędy nie przekraczają rozmiaru pikse- la terenowego. W konfiguracji z najmniejszą liczbą fotopunktów wyjątkiem jest Context-Capture dla współrzędnej Z. Ilustruje to, jak ważnym aspektem obróbki zdjęć z drona jest umiejętne przygotowanie fotopunktów. Ale abstrahując od tego przypadku, analizowane produkty zapewniają porównywalne rezultaty – podsumowują włoscy naukowcy.



Rys. 1. Porównanie dokładności danych wygenerowanych przez 5 aplikacji SfM w 3 różnych konfiguracjach fotopunktów

Czy jednak ta publikacja daje wystarczający powód, by wątpić w dokładność ContextCapture? Niekoniecznie, bo w innym artykule porównano ten program z Pix4D oraz PhotoScan, i to właśnie CC wygenerował najdokładniejsze dane [2]. Podobnie jak w poprzedniej publikacji – różnice nie były tu znaczące. Biorąc jednak pod uwagę najwyższą osiągniętą rozdzielczość oraz najwier- niejszą rekonstrukcję 3D, autorzy tego artykułu uznali, że do zastosowań z ich branży (tj. geotechnicznej) najlepszym rozwiązaniem jest właśnie produkt Bentleya.

Trójka polskich naukowców z Politechniki Gdańskiej wzięła z kolei pod lupę PhotoScan i Pix4D [3]. Również oni doszli do wniosku, że pod względem dokładności generowanych produktów są one porównywalne. Zwrócili przy tym uwagę, że różnice błędów występujących przy różnych trybach dokładnościowych oferowanych przez te programy są zaskakująco małe

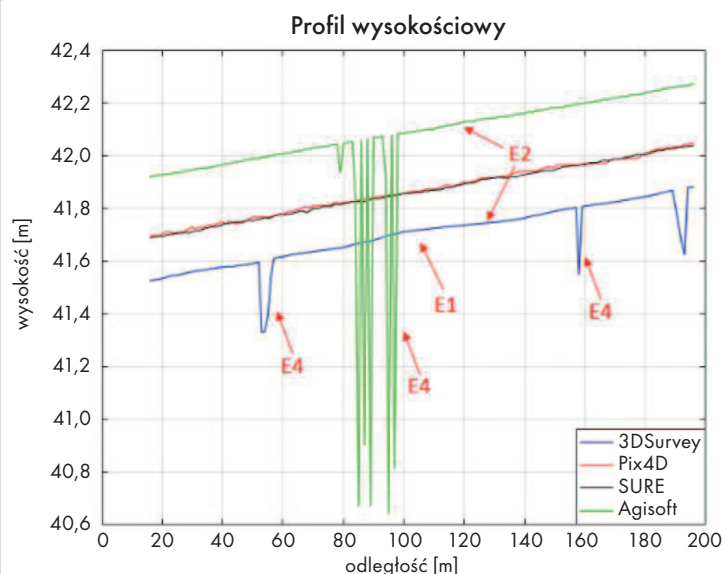
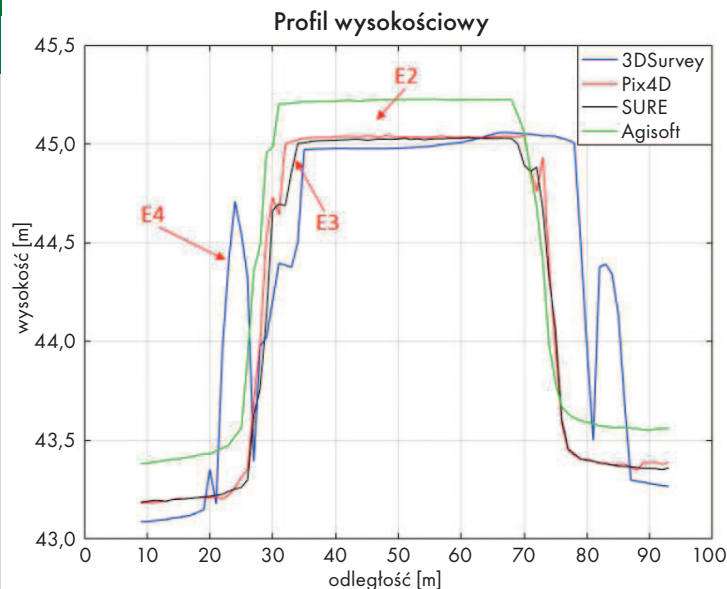
– w przeciwieństwie do róż- bieżności dotyczących czasu przetwarzania danych.

Na aspekt czasu obróbki uwagę zwracają także naukowcy z tajwańskiego uniwersytetu NTNU [4]. Metashape „mielił” testowe dane przez 27 godzin, a Pix4D – tylko przez nieco ponad pół doby. Ponadto różnice są zna- czące w wynikowych modelach *mesh*. Pix4D oferuje znacznie lepsze tekstury, z kolei Metashape wierniej odwzorowuje krawędzie.

Na sporządzenie rozbu- dowanego rankingu aplikacji SfM odważyli się naukowcy z Uniwersytetu w Teheranie [5]. Pod uwagę wzięli takie kryteria, jak: jakość dokumen- tacji, łatwość obsługi, szyb- kość działania, możliwość edycji parametrów przetwar- zania czy różnorodność pro- duktów końcowych. Pierwsze miejsce zajął Pix4Dmapper (12 pkt), a zaraz za nim upla- sował się Metashape (11 pkt). Program Sure otrzymał 8 pkt, a 3Dsurvey – 7. Znaczenie cie- kawsze jest jednak porówna-

nie dokładności tych czterech programów na przykładzie modeli 3D zabytków archeo- logicznych. Szczególnie duże różnice wyszły na przekrojach przez konstrukcje o jednolitej teksturze (rys. 2). W podsumo- waniu autorzy uznali, że do- kładność produktów wygene- rowanych przez Pix4Dmapper, Metashape i Sure jest porówny- walna. Gorzej wypadł 3Dsur- vey, choć naukowcy szczerze przyznali, że dobór innych pa- rametrów przetwarzania za- pewne dałby lepszy efekt.

To, że różnice między po- szczególnymi aplikacjami świetnie widać na przekro- jach, wykazała również trój- ka naukowców z Niemiec [6]. W ich artykule dane z Pix4D i Metashape porównano z mo- delem z naziemnego skanowa- nia. W przypadku tej drugiej aplikacji eksperymentowano ponadto z różnymi rodzajami filtrów, co miało dowieść, jak ważny dla końcowego efektu jest dobór parametrów prze- twarzania (rys. 3). Jednak mi- mo dogłębnego przetestowania obu aplikacji autorzy artykułu



Rys. 2. Przekroje przez zabytek archeologiczny wygenerowane w 4 aplikacjach SfM

nie zdecydowali się wskazać, która z nich jest najlepsza.

Trudności z wytypowaniem lidera miał także zespół naukowców z Danii, Malezji i Ekwadoru [7]. Po lupe wzięli oni wizualną jakość modeli *mesh* wygenerowanych przez aplikacje: eyesMap3D, Drone Deploy, Agisoft PhotoScan oraz Pix4Dmapper. W ich ocenie żadna nie okazała się idealna, zawodząc w pewnych aspektach. Pix4D i DroneDeploy okazały się najlepsze w modelowaniu niewielkich obiektów. Natomiast program PhotoScan potrafił komplet-

nie pomijać nawet całe drzewa, ale zapewniał najlepszą rozdzielczość danych. EyesMap3D wyróżniała za to dokładność.

Z kolei artykuł zespołu czesko-duńskiego-niemieckiego jest o tyle ciekawy, że analizuje nie

tylko różne programy (Agisoft PhotoScan Pro, Pix4D, VisualSFM, Sure oraz MicMac), ale także sensory – od profesjonalnej lustrzanki, po amatorską kamerkę typu GoPro i aparat w smartfonie [8]. To badanie potwierdza, że aplikacje do-

stępne na rynku zapewniają porównywalne wyniki. Wyraźne różnice pojawiają się jednak przy modelowaniu roślinności i obiektów mocno zacienionych, co nie powinno dziwić, bo dobór aparatu ma istotny wpływ na jakość tekstur. Zaskakiwać może natomiast, że nie wszystkie aplikacje potrafiły wygenerować model 3D ze smartfona i GoPro.

Podobnie jak w artykule [5] dość wszechstronne porównanie programów SfM wykonali naukowcy z Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego oraz Uniwersytetu Przyrodniczego w Lublinie [9]. Na trzech różnych poligonach przetestowali 4 programy (Agisoft Metashape, DroneDeploy, VisualSFM oraz COLMAP), pod uwagę biorąc nie tylko dokładność wyników danych, ale również szybkość aplikacji czy dostępne funkcje. Werdykt? „Każdy program ma swoje mocne i słabe strony (dana funkcja będzie korzystna dla jednej grupy, ale dla innej już nie). Jedynym sposobem na wybranie najlepszego środowiska pracy jest jego przetestowanie. Nie ma możliwości obiektywnego porównania aplikacji. Wszystko zależy od wiedzy użytkownika, pożądanego produktu, możliwości finansowych i obliczeniowych oraz celu przetwarzania” – podsumowują nasi naukowcy.

● Okiem internauty

Jak wynika z powyższego przeglądu, świat nauki nie jest w stanie definitywnie od-

Źródło: <https://youtube.com/sXpr4H-HP8>



Rys. 4. Porównanie modelu mesh wygenerowanego w aplikacji ContextCapture (po lewej) i Metashape (po prawej)

powiedzieć na nurtujące nas pytanie. Może w takim razie pomogą przeciętni użytkownicy? Wybór optymalnego oprogramowania SfM jest tematem licznych dyskusji na internetowych forach – zarówno krajowych, jak i międzynarodowych. Wprawdzie nie znajdziemy tu wykresów i szczegółowych tabel błędów, ale nie brak cennych obserwacji zebranych podczas praktycznej realizacji projektów pomiarowych. Co wynika z tych dyskusji?

Uwagę zwraca przede wszystkim to, że koncentrują się one na dwóch aplikacjach – Agisoft Metashape oraz Pix4Dmapper. Rzadziej pojawiają się w nich ContextCapture bądź 3Dsurvey. Wyjątkiem są polskie fora, gdzie często gości rozwijane przez Autodesk oprogramowanie ReCap. Popularność tego produktu, jak szczerze przyznają internauci nad Wisłą, wynika przede wszystkim z jego niskiej ceny. Koszt nabycia programu jest zresztą dość często dyskutowany na krajowych forach. Poza tym rodzimi komentatorzy uczulają, by przed zakupem programu upewnić się, że obsługuje on polskie układy współrzędnych.

Generalnie w Pix4D internauci doceniają intuicyjną obsługę i szybką obróbkę. Metashape jest z kolei chwalony za rozbudowany interfejs, który pozwala zachować większą kontrolę nad efektem końcowym przetwarzania zdjęć. Jeśli się go opanuje, program daje lepsze wyniki niż Pix4D – padają często opinie. Atutem ContextCapture jest natomiast generowanie wysokiej jakości modeli *mesh*. W tym interneto-

wym zgłębku nie brak jednak sprzecznych ocen, szczególnie jeśli chodzi o dokładność produktów końcowych.

Kilka przydatnych porównań aplikacji SfM można też znaleźć na YouTube. Oczywiście z racji specyfiki tego serwisu autorzy filmów koncentrują się na wizualnym porównaniu produktów końcowych – głównie modeli *mesh* (za przykład niech posłuży rys. 4). Oprócz tego zwracają uwagę na rozbieżności w tempie obróbki zdjęć. Co jednak ciekawe, nawet tu brak zdecydowanego zwycięzcy. A bywa i tak, że na tym samym kanale raz jedna, a raz druga aplikacja wypada lepiej!

Temat porównania aplikacji SfM pojawia się także na niektórych witrynach poświęconych geoinformacji. Wśród nich na wyróżnienie zasługuje strona ukraińskiej grupy 50°North, na której obszernie opisano wady i zalety 15 tego typu programów [10]. Jak nie trudno się domyślić, również i tu nie znajdziemy jednak wskazania tego najlepszego.

● Okiem praktyka

W Polsce nie brak firm geodezyjnych, które dronami posługują się od lat. Jakiego oprogramowania SfM używają i jakie cechy zadecydowały o jego wyborze? Jednym z pionierów stosowania bezzałogowców w geodezji jest Warszawskie Przedsiębiorstwo Geodezyjne. Jak wyjaśnia Piotr Falkowski, zastępca kierownika Pracowni Geoinformatycznej w WPG, spółka wykorzystuje 3Dsurvey i Agisoft Metashape. – 3Dsurvey to program prosty i przyjazny dla geodety. Potrafi np.

automatycznie rozpoznać fotopunkty, które mają formę czarnych okręgów na białym tle. Ale przecież trzeba je najpierw wyłożyć, a potem zebrać. Dlatego czasem prościej jest po prostu namalować sprejem krzyż na ziemi. Z naszego doświadczenia wynika, że program ten nadaje się głównie do małych prac, ograniczonych do jednego nalotu – wyjaśnia. Przy większych projektach, dochodzących nawet do kilkudziesięciu tysięcy zdjęć, firma sięga po Metashape i jest zadowolona z efektów jego pracy. Piotr Falkowski podkreśla, że to program sprawdzony przez szerokie grono użytkowników i na bieżąco poprawiany. Jest zatem wolny od wielu drobnych błędów, działa prawidłowo i nie zacinia się. – Ma super forum użytkowników i wsparcie, bardzo szybko odpowiadają również sami autorzy programu. Raz nawet specjalnie wypuścili kolejną wersję z funkcjami, o które ich prosiliśmy – mówi pracownik WPG. Do zalet Metashape zalicza także możliwość pisania własnych skryptów w Pythonie, co pomaga przy dużych i nietypowych opracowaniach. Pewnym mankamentem jest z kolei znaczne zapotrzebowanie na RAM. – Jeżeli skończy się pamięć operacyjna, program się zawiesza – wyjaśnia. Dlatego w jego ocenie, rozważając zakup oprogramowania SfM, trzeba pamiętać o posiadaniu odpowiedniej jakości komputera. – Dla dużych opracowań optymalna konfiguracja to: 12-rdzeniowy procesor i9, 64 GB RAM oraz karta graficzna RTX 4000 lub

RTX 5000. Ale przeciętnemu geodecie wystarczy zdecydowanie słabszy sprzęt – podsumowuje Piotr Falkowski.

– W ostatnim czasie faktycznie powstało sporo tego typu programów, ale nie robiliśmy ich testów. Od lat cały czas używamy Agisoft, głównie ze względu na możliwość ingerencji w parametry wyrównania (współczynniki wielomianu oraz dodatkowe korekty przy autokalibracji kamery), a także z racji wieczystej licencji, w ramach której otrzymujemy aktualizacje – wyjaśnia z kolei Kamil Kaczorowski, prezes firmy Coli-drone z Częstochowy.

Wierna jednej aplikacji jest również firma SkySnap z Warszawy. – Od początku korzystamy z programu Pix4Dmapper – mówi Przemysław Kapeluszný, kierownik ds. geodezji. Jak tłumaczy, program ten został wprowadzony na rynek później niż Metashape, akurat wtedy, gdy w geodezji zaczynała się moda na drony. W rezultacie jego „workflow” jest znacznie lepiej dostosowany do specyfiki bezzałogowców. Obsługa programu jest też bardziej intuicyjna. – Słyszałem opinie, że na początek drogi z fotogrametrią z dronów warto wybrać Pix4D. A jak się już tego nauczysz, możesz się przesiąść na Agisofta. Fundamentalnie się z tą opinią nie zgadzam, ponieważ jest wiele publikacji potwierdzających, że dokładność tych dwóch programów jest bardzo podobna, w zależności od artykułu na korzyść jednego lub drugiego – podkreśla Przemysław Kapeluszný.

Są jednak sytuacje, gdy firma SkySnap sięga po inne pro-



Rys. 5. Pomiar na zdjęciach w aplikacji Pix4D

gramy. – Nasze testy wykazały, że Agisoft sprawdza się lepiej w generowaniu ortofotobrazów elewacji. Zresztą, początkowo do tego właśnie był stworzony – tłumaczy Przemysław Kapeluszy. Podobnie jak Piotr Falkowski zauważa, że zaletą Metashape'a jest możliwość programowania w Pythonie. Pix4D pozwala na to jedynie w droższej wersji Enterprise.

SkySnap ma ponadto doświadczenie z aplikacją ContextCapture. Choć w publikacjach ma ona nieco gorsze wyniki dokładnościowe, Przemysław Kapeluszy zwraca uwagę na dwie zalety. Pierwszą jest integracja ze środowiskiem oprogramowania Bentley Systems, np. MicroStation czy OpenRoads. – Drugim dużym plusem jest metoda generowania modeli 3D. W mojej opinii program zapewnia najlepsze modele *mesh* na rynku. Jeśli więc komuś zależy na tego typu danych, jest to zdecydowanie dobry wybór – podkreśla.

Firma SkySnap miała także okazję testować jeden z zupełnie nowych programów SfM, który początkowo prezentował się obiecująco. Wyróżniał go czas generowania ortofotomapy, zdecydowanie krótszy

niż u konkurencji. Entuzjazm opadł jednak po sprawdzeniu dokładności. – Gdy w Pix4D osiągnęliśmy 5 cm, w tym nowym programie uzyskaliśmy 70 cm, co przekreśliło zupełnie jego użyteczność. Producent nie potrafił wytłumaczyć, dlaczego tak się dzieje. A kiedy poprosiliśmy, żeby nasze dane przetworzył u siebie i pokazał, że dokładności są porównywalne z Pix4D, kazał nam zapłacić kilkaset dolarów – relacjonuje Przemysław Kapeluszy. – Morał z tego taki, że powstaje dużo programów, które w teorii robią to samo co Pix4D czy Agisoft, ale diabeł, jak zwykle, tkwi w szczegółach. Doświadczenie zebrane w ciągu kilku lat przez Pix4D i Agisoft jest dziś nie do przeskoczenia dla nowo powstających programów, które testowaliśmy – podsumowuje.

• Okiem dystrybutora

Potwierdzenie tego, że wśród programów SfM brakuje bezapelacyjnego lidera, znajdziemy również w ofercie dystrybutorów sprzętu pomiarowego. Rzadko zdarza się sprzedawca, który ma w portfolio tylko jedną tego typu aplikację. Przykładowo firma Navigate z Krakowa oferuje Metashape, Pix4D

oraz 3Dsurvey. Która z nich jest polecana geodetom? – Samo to, że mamy w ofercie trzy programy, wskazuje, że nie jesteśmy w stanie jednoznacznie wskazać najlepszego – tłumaczy Maciej Wywiół, specjalista ds. fotogrametrii z BSP w Navigate. – Wychowałem się na programie Agisoftu, natomiast z czasem przesiadłem się na Pix4Dmapper i to on skradł moje serce, choć czasami zdraża mi się do Metashape'a wracać. Moim zdaniem te programy uzupełniają się i plasują *ex aequo* na szczycie podium. Drugie miejsce w moim subiektywnym rankingu zajmuje 3Dsurvey. Jest to najbardziej dynamicznie rozwijające się oprogramowanie i stanowi poważną konkurencję dla dwóch wcześniej wspomnianych – wyjaśnia.

Przechodząc do szczegółów, przyjrzyjmy się 7 aspektom trzech wymienionych wyżej programów. Głos oddajemy Maciejowi Wywiółowi.

1. Pomiar na zdjęciach. Pix4D jest tu najbardziej intuicyjny. Po wskazaniu konkretnego punktu bądź narysowaniu linii lub poligonu widoczny jest on na pojedynczych zdjęciach, gdzie możemy precyzyjnie określić np.

narożnik budynku lub inny mierzony szczegół terenowy (rys. 5). Funkcja ta świetnie nadaje się zatem np. do modernizacji EGiB. W Agisoft trzeba natomiast wskazywać pojedyncze punkty wiążące i oznaczać je na zdjęciach. W 3Dsurvey w ogóle brak takiej opcji.

2. Obliczanie objętości. Błąd tego pomiaru jest najbardziej zależny od prawidłowego zdefiniowania płaszczyzny odniesienia i przeoczeń elementów nad badanym obiektem. Specjalny moduł „Volumes” w Pix4D pozwala określać płaszczyznę odniesienia w widoku 3D w bardzo wygodny i intuicyjny sposób. Użytkownik ma możliwość ustawienia płaszczyzny na 6 sposobów. Dodatkowo wynik pomiaru jest prezentowany w formie graficznej na modelu, co pozwala wykryć ewentualne błędy (rys. 6). W Agisoftcie musimy na początku narysować poligon, następnie określić, czy obliczenia mają być wykonane do wewnątrz czy do zewnątrz poligonu, a na końcu obliczyć objętość, mając tylko 3 opcje wyboru płaszczyzny. Wizualizacji obliczeń, niestety, nie ma. Wniosek jest taki, że jeżeli geodeci chcą obliczać objętości w tym samym pro-

gramie, w którym wykonują postprocessing zdjęć, powinni wybrać Pix4Dmapper.

3. Parametry generowania chmury punktów. Pix4Dmapper daje tu największe możliwości. Możemy wybrać m.in. skalę zdjęcia, która będzie poddana procesowi gęstego *matchingu*, lub minimalną liczbę zdjęć, na których musi być punkt, aby został zapisany do wynikowej chmury. Taka elastyczność pozwala na znalezienie kompromisu między gęstością chmury punktów a szumami, indywidualnie dla każdego projektu.

4. Nawigacja po modelu i chmurze punktów. W Pix4D służy do tego tylko mysz (oba przyciski i scroll). W Agisoftcie mamy „kulę”, którą musimy złapać myszą i obracać w pożądanym kierunku. Dla mnie ten sposób nawigacji nie należy do najwygodniejszych. W 3Dsurvey do sposobów nawigacji nie mam uwag.

5. Model 3D *mesh*. Co prawda do zastosowań geodezyjnych modeli *mesh* używa się najrzadziej spośród produktów fotogrametrycznych, ale nie byłbym fair wobec fanów Agisoft, gdybym nie pochwalił jakości siatki trójkątów, którą generuje ten program. W Pix4D generowanie *mesha* zajmuje dużo więcej czasu. W Metashape generuje się on błyskawicznie i na dodatek pozostawia konkurencję w tyle pod względem jakości.

6. Eksport ortofotomozaiki. Tu największe możliwości daje Agisoft. Możemy wybrać np. parametry kompresji JPG, zwiększyć rozmiar piksela terenowego lub wyeksportować tylko zdefiniowany przez użytkownika fragment. Tej opcji brakuje pozostałym programom, zatem przycięcie ortofotomapy lub *resampling* do większego piksela musimy robić w zewnętrznym oprogramowaniu, np. QGIS.

7. Wsparcie. W Agisoftcie musiałem do wszystkiego dochodzić samodzielnie metodą prób i błędów. Instrukcja tego programu pozostawia bowiem wiele do życzenia. W Pix4D



Rys. 7. Porównanie możliwości starej i nowej wersji aplikacji Metashape

byłem zaskoczony rewelacyjnie napisaną instrukcją w formie strony internetowej. Każde okno w programie posiada przycisk „help”, po którego kliknięciu otwiera się witryna opisująca szczegółowo konkretne opcje w danym oknie. Nie trzeba więc szukać rozwiązania problemu w prawie 200-stronicowej instrukcji jak w Agisoftcie.

Wśród dodatkowych zalet 3Dsurvey Maciej Wywiół zwraca uwagę na: polskie tłumaczenie, funkcję wykonywania bilansu robót ziemnych (której brakuje u obu konkurentów), możliwość importu danych CAD przydatną w uzupełnianiu numerycznej mapy zasadniczej, narzędzie X-Ray (praktyczne chociażby w pomiarach budynków) czy rysowanie i edycję przekrojów oraz definiowanie linii nieciągłości podczas edycji NMT. Do wad zalicza natomiast relatywnie większe błędy podczas aerotriangulacji na fotopunktach i punktach kontrolnych. Poza tym 3Dsurvey wyrażnie odstaje od konkurencji w aspekcie szybkości przetwarzania i brakuje w nim ręcznego wskazywania punktów wiążących, co czasami przydaje się w fotogrametrii bliskiego zasięgu.

• Testuj i obserwuj

Zdajemy sobie sprawę, że przytoczone tu liczne opinie – czasem wzajemnie sprzeczne – tylko do pewnego stopnia ułatwiają wybór programu do przetwarzania zdjęć z dronów. Są one jednak zgodne co do tego, że w zastosowaniach geodezyjnych nie ma jednej zdecydowanie najlepszej apli-

kacji. Jeśli chodzi o kluczowe kwestie, różnice między dostępnymi produktami nie są duże. Oczywiście nie znaczy to, że wszystko jedno, co kupimy. Programy SfM wyraźnie różnią się bowiem pod względem intuicyjności obsługi, szybkości pracy, dostępnych narzędzi analitycznych, opcji eksportu i importu czy wręcz ceny. Wybierając zatem optymalną aplikację, w pierwszej kolejności należy zadać sobie pytanie, do czego ma ona służyć – do prostych, niewielkich prac czy może do dużych i nietypowych projektów. Przed zakupem konkretnego produktu warto przetestować ten wybrany i jeszcze kilka innych. Prawie wszystkie tego typu aplikacje są dostępne w darmowych wersjach testowych. Ponadto niewielkim kosztem można z nimi eksperymentować również w chmurze (GEODETA 7/2020). I choć w zdecydowanej większości są to produkty o dużej dojrzałości technologicznej, wciąż bardzo szybko się zmieniają. Producenci systematycznie zwiększają ich wydajność i podnoszą jakość wyników produkcyjnych. Warto więc stale śledzić nowości na tym rynku i nie bać się zmian.

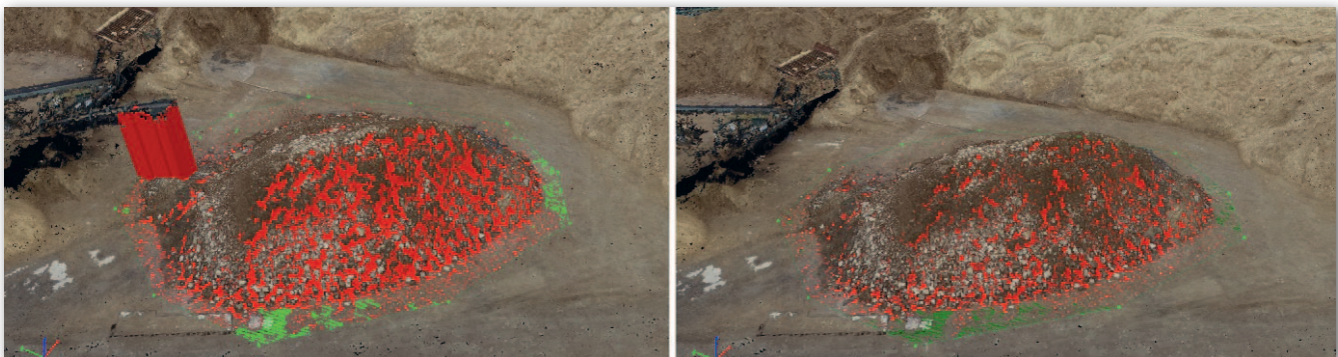
Jerzy Królikowski

Literatura

•[1] V. Casella, F. Chiabrando, M. Franzini, A.M. Manzino: Accuracy Assessment of a UAV Block by Different Software Packages, Processing Schemes and Validation Strategies, „International Journal of Geoinformation” 9/2020; •[2] R.E. Becker, L.J. Galayda, M.M. MacLaughlin: Digital Photogrammetry Software Comparison for Rock Mass Characterization, „American

Rock Mechanics Association” 18-2011; •[3] A. Barbasiewicz, T. Wierski, K. Dąbka: The analysis of the accuracy of spatial models using photogrammetric software: Agisoft Photoscan and Pix4D, E3S Web of Conferences 26; •[4] Y.-Q. Lin, S. Wang: Comparison of computer-vision-based photogrammetric software for reconstructing virtual indigenous tribe, The 40th Asian Conference on Remote Sensing; •[5] F. Alidoost, H. Arefi: Comparison of UAS-based photogrammetry software for 3D point cloud generation: a survey over a historical site, „ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences” vol. IV-4/W4 (2017); •[6] H.-J. Przybilla, M. Lindstaedt, T. Kersten: Investigations into the quality of image-based point clouds from UAV imagery, „ISPRS Annals of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences” vol. XLII-2/W13 (2019); •[7] L. Hinge, J. Gundorph, U. Ujang, S. Azri, F. Anton, R.A. Abdul: Comparative analysis of 3D photogrammetry modeling software packages for drones survey, „The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences” vol. XLII-4/W12 (2019); •[8] R. Niederheiser, M. Mokroš, J. Lange, H. Petschko, G. Prasicek, S.O. Elberink: Deriving 3D point clouds from terrestrial photographs – comparison of different sensors and software, „The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences” vol. XLI-B5 (2016); •[9] B. Kloc, A. Mazur, M. Szumilo: Comparison of Free and Commercial Software in the Processing of Data Obtained from Non-Metric Cameras, „Journal of Ecological Engineering”, 2/2021; •[10] 50°North: Review: UAV image processing software, <http://www.50northspatial.org/uav-image-processing-software-photogrammetry/>

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 6/2021



Rys. 6. Wizualizację błędu pomiaru objętości w programie Pix4Dmapper



Geoportal TotalSite firmy Czajkowski Geodezja ułatwia dostęp do materiałów wspomagających nadzór nad realizacją budowy

Inwestycja zobrażowana

Drony już kilka lat temu zadomowiły się na placach budów infrastruktury transportowej. Wyzwaniem nadal pozostaje jednak efektywne i wygodne udostępnianie dostarczanych przez nie danych wszystkim zainteresowanym stronom uczestniczącym w realizacji inwestycji.



Model 3D wygenerowany na podstawie danych z drona WingtraOne z nałożonymi warstwami wektorowymi – droga S7 (węzeł Rychnowo)

Maciej Czajkowski Michał Czajkowski

Cykliczne tworzenie ortofotomap obszaru budowy jest obowiązkiem nadzorców na wszystkich inwestycjach realizowanych przez Generalną Dyрекcję Dróg Krajowych i Autostrad. Niestety, specyfikacja GDDKiA nie zawiera żadnych wymagań dokładnościowych dla takich opracowań, co czyni je często mało wiarygodnymi. Podobnie nie powstały wytyczne dotyczące aplikacji dostępowych do danych przestrzennych związanych z inwestycją. W wielu przypadkach tego typu systemy, nawet jeżeli zostały wdrożone, są mało użyteczne. W efekcie część inżynierów kontraktów traktuje dane fotogrametryczne nie jako materiały wspomagające nadzorowanie inwestycji, a jedynie jako formalny wymóg koniecznych do spełnienia zapisów specyfikacji. Z obserwacji naszej firmy wynika, że dotychczas brakowa-

ło kompleksowego rozwiązania do udostępniania danych pozyskanych przez drony, a także innych danych związanych z budową w sposób zaspokajający oczekiwania wszystkich stron inwestycji.

• Po pierwsze: przystępność

Jako firma od kilkunastu lat realizująca geodezyjną obsługę inwestycji infrastrukturalnych dostrzegaliśmy potrzebę stworzenia systemu, który zapewniłby dostęp do wielu rodzajów danych przydatnych w trakcie realizacji budowy na każdym jej etapie. Tak powstał geoportal TotalSite – uniwersalna aplikacja dostępowa pozwalająca na zestawianie ze sobą takich danych, jak: ortofotomapy, numeryczne modele terenu/powierzchni (DTM/DSM), chmury punktów czy rysunki wektorowe (fragmenty planów zagospodarowania terenu, mapa do celów projektowych czy rysunki branżo-

we). Jest to rozwiązanie, które rozwijamy już od kilku lat.

Zależało nam na tym, aby stworzony przez nas serwis był maksymalnie przystępny. Zauważyliśmy bowiem, że poziom umiejętności z zakresu pracy w systemach CAD czy GIS (lub szerzej – komputerowych) jest u uczestników procesu inwestycyjnego bardzo zróżnicowany. Priorytetem stało się więc przygotowanie takiego produktu, który – nie wykluczając żadnej z zainteresowanych stron – zapewni jednocześnie zaawansowane narzędzia do przeglądania i analiz danych.

• Po drugie: użyteczność

Geoportal TotalSite jest usługą sieciową – od użytkownika wymagane jest posiadanie jedynie przeglądarki internetowej. Wszystkie dane przestrzenne trafiają na serwery naszej firmy i są udostępniane upoważnionym uczestnikom inwestycji. Dostęp do geoportalu jest możliwy zarówno z komputerów stacjonarnych, jak i kontrolerów polowych. Aby uczynić aplikację jak najbardziej funkcjonalną, oddaliśmy w ręce użytkowników szeroki zakres narzędzi. Pracując na trójwymiarowym modelu, mają oni możliwość m.in.:

- pomiaru odległości (zarówno zredukowanej, jak i skośnej) oraz obliczenia spadku (np. skarp lub rowów);
- pomiaru powierzchni (płaskiej i trójwymiarowej uwzględniającej kształt terenu);

• pomiaru objętości (np. hałd od ich podstawy);

• pomiaru objętości różnicowej – obliczenia różnicy między dwoma modelami (np. wygenerowanymi na podstawie danych z dwóch różnych cyklicznych nalotów);

• wygenerowania przekroju/profilu przez jeden lub dwa modele (wraz z obliczeniem powierzchni robót ziemnych na przekroju) oraz interaktywnego przeanalizowania kształtu przekroju względem sytuacji w terenie;

• powierzchniowej wizualizacji różnic wysokościowych pomiędzy modelami na danym obszarze za pomocą kolorowego gradientu – tzw. heatmap;

• automatycznego obliczenia bilansu robót ziemnych w przekrojach dla danego korytarza na podstawie dwóch lub trzech powierzchni z odliczeniem objętości nieuprawnionych (wyznaczenia przesypań i przekopań wraz z wygenerowaniem raportu zawierającego przekroje oraz tabelę robót).

Geoportal pozwala na archiwizowanie pomiarów (analiz) i przyrostową inwentaryzację różnych rodzajów prac bez konieczności użycia dodatkowego oprogramowania. Możliwe jest także późniejsze zaimportowanie tak pozyskanych danych inwentaryzacyjnych do innych aplikacji GIS i CAD. Dzięki funkcji wczytywania danych strony zaangażowane w realizację inwestycji (użytkownicy TotalSite) wymieniają się danymi, wynikami pomia-

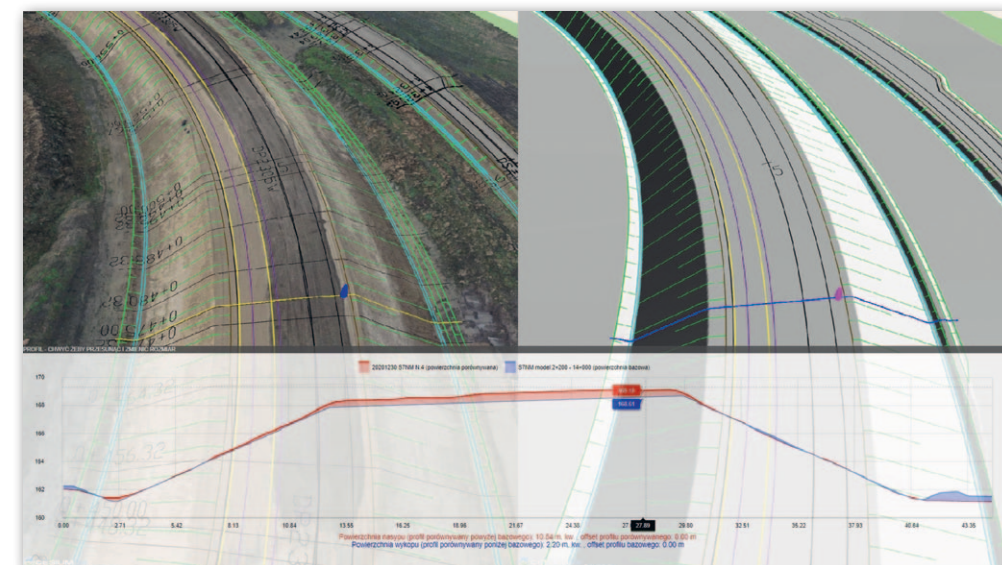
rów i analiz, co ułatwia zdalne konsultacje.

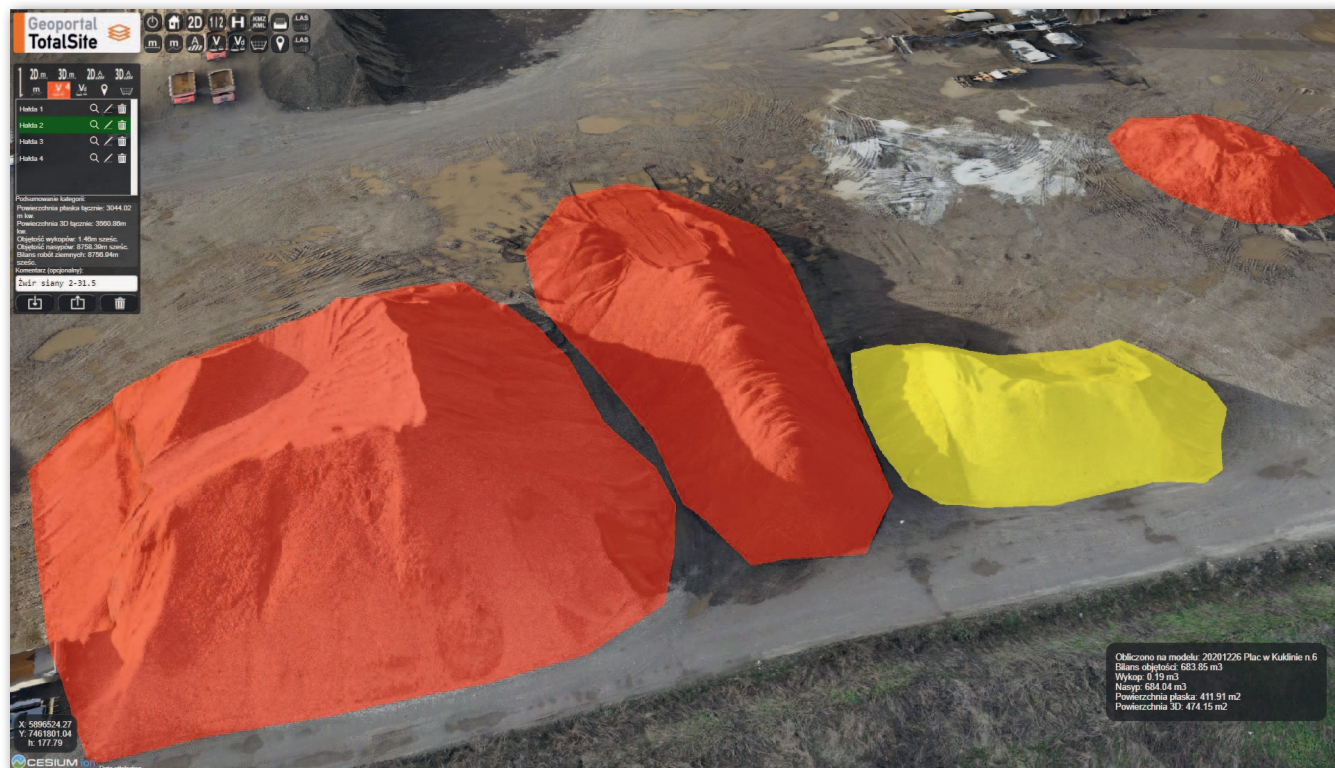
• Przykładowe wdrożenie

Modelowym wdrożeniem geoportalu TotalSite, zamówionym przez wykonawcę w kontrakcie drogowym, jest przebudowa trasy S7 Napierki – Mława. Inwestycję tę realizowała firma Strabag. Na jej potrzeby stworzyliśmy pełną bibliotekę danych wektorowych. Składała się ona z warstw planu zagospodarowania terenu, ewidencji gruntów i budynków, mapy do celów projektowych oraz innych rysunków przydatnych w trakcie zarządzania pracami. W serwisie został również udostępniony trójwymiarowy model projektowanych robót ziemnych w obszarze pasa drogowego, tożsamy z modelami przygotowanymi do systemów sterowania maszyn. Pierwszy z nalotów fotogrametrycznych dostarczył ortofotomapę oraz model 3D placu budowy w momencie jego przejęcia. Stanowił on odniesienie dla późniejszych obliczeń, a także dokumentację stanu placu budowy zabezpieczającą wykonawcę przed potencjalnymi roszczeniami.

Następnie na zlecenie generalnego wykonawcy realizowaliśmy cykliczne naloty dronem dokumentujące postęp prac i ułatwiające zarządzanie w odniesieniu do bieżącej sytuacji przestrzennej. Dostarczanie przez nas aktualnych zobrażeń ukształtowania placu budowy dało in-

Przekrój przez nasyp – porównanie stanu istniejącego z modelem projektowanym



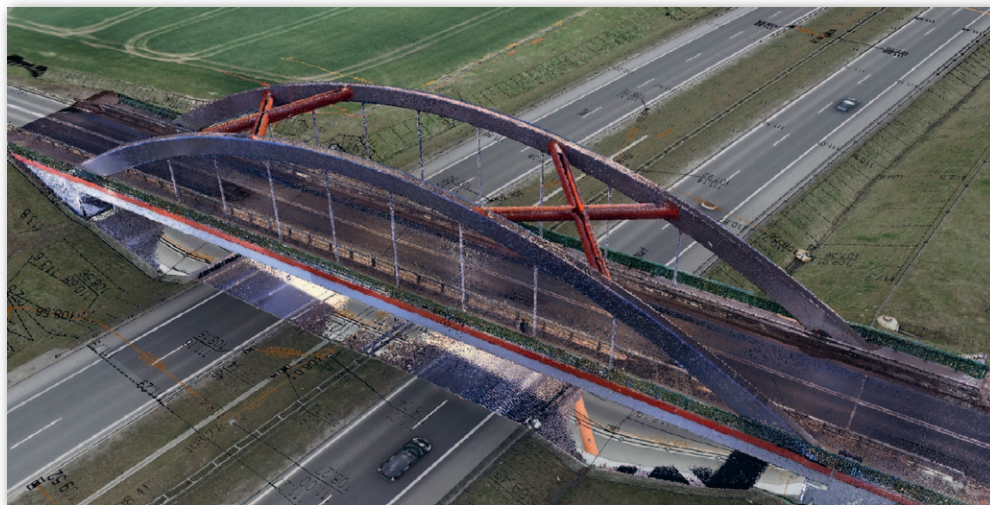


Pomiar objętości hałd w geoportalu TotalSite

żynierom GW możliwość nie tylko konfrontowania sytuacji terenowej z projektem czy dokonywania doraźnych inwentaryzacji, ale także np. lokalnego optymalizowania robót ziemnych.

Za pomocą TotalSite dokonywano również inwentaryzacji placów składowych. Obliczenia różnic objętości między modelami (w tym przypadku w odniesieniu do modelu stanu zerowego) pozwoliły uniknąć problemu powstającego przy przyleganiu do siebie hałd (wówczas niewidoczne są punkty dołu hałd, a zatem nie można ich wskazać na aktualnym modelu). Również opcja odtworzenia kształtu placu składowego z poprzednich inwentaryzacji pozwalała sprawniej radzić sobie z nieścisłościami między kolejnymi bilansami materiałów.

Wdrożenie TotalSite bardzo ułatwiło także obsługę geodezyjną. Omawianie zadań z zespołami terenowymi z wykorzystaniem trójwymiarowych modeli z nałożonymi elementami projektu zminimalizowało liczbę nieporozumień i błędów. Dzięki wizualnej ocenie sytuacji terenowej już na etapie przygotowań mogliśmy



Chmura punktów ze skanowania laserowego wiaduktu połączona z NMT z fotogrametrii – droga S7 (Górka k. Ostródy)

wykryć potencjalne trudności w tyczeniach lub późniejszej inwentaryzacji. Z kolei zespoły kameralne zyskały możliwość wykonania wielu inwentaryzacji – nie tylko robót ziemnych – na podstawie materiału fotogrametrycznego. Wszystko to ograniczyło liczbę bezwzględnych wyjazdów i zoptymalizowało proces obsługi.

• Krok ku BIM

Geoportal TotalSite jest rozwiązaniem zaspokajającym potrzeby wszystkich stron zaangażowanych w realiza-

cję inwestycji. Zamawiający uzyskuje dostęp do czytelnych zobrazowań przedstawiających postęp prac, nadzór – do narzędzi pozwalających na wykrycie ewentualnych odstępstw od projektu, a generalny wykonawca – do bieżących inwentaryzacji i obliczeń bilansujących. Aplikacja sprawdza się również jako narzędzie wspomagające inwentaryzację i nadzorowanie placów składowych, żwirowni lub kopalń. Możliwość pracy na trójwymiarowych modelach pozyskanych przez

drony w zestawieniu z rysunkami wektorowymi jest znaczącym postępem względem powszechnie używanych w kraju rozwiązań bazujących wyłącznie na ortofotomapach. Stanowi kolejny krok na drodze do kompleksowego wdrożenia technologii BIM w budownictwie infrastruktury transportowej.

Maciej Czajkowski,
Michał Czajkowski
Czajkowsky Geodezja

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 8/2021



GEOTRONICS
DYSTRYBUCJA

NAJWIĘKSZY WYBÓR SYSTEMÓW UAV W BRANŻY
WWW.GEOTRONICS.COM.PL



Porównanie dronów Phantom 4 RTK oraz Matrice 300 RTK (z kamerą P1)

Starcie braci



Phantom 4 RTK

Matrice 300 RTK z kamerą Zenmuse P1

Wirnikowce Phantom i Matrice chińskiej marki DJI to jedne z najpopularniejszych dronów do profesjonalnych zastosowań. Czym się różnią i który z nich lepiej sprawdzi się w pracach geodezyjnych?

Maciej Wywiat

Jesienią 2020 r. firma DJI wypuściła na rynek model Matrice 300 RTK z pełnoklatkową kamerą Zenmuse P1. Zapewne wielu potencjalnych nabywców zastanawia się, czy zestaw ten będzie godnym następcą najbardziej popularnego drona do zastosowań geodezyjnych, jakim w ostatnich latach stał się Phantom 4 RTK. Jako firma NaviGate jesteśmy oficjalnym dystrybutorem marki DJI Enterprise w Polsce i mamy już za sobą dziesiątki wdrożeń Phantoma. Korzystając z naszych doświadczeń,

przybliżymy specyfikację obu urządzeń oraz porównamy je pod względem dokładności i wydajności.

• Na pierwszy rzut oka

Podstawowe parametry tych maszyn zestawiono w tabeli 1. I tak, masa Phantoma 4 RTK to niecałe 1,5 kg, co wg obowiązujących od 2021 r. unijnych przepisów pozwala na wykonywanie lotów w kategorii szczególnej w scenariuszu NSTS-01 lub, jeżeli loty są realizowane poza zasięgiem wzroku, NSTS-05. Natomiast Matrice 300 RTK wyraźnie przekracza legislacyjny próg 4 kg, operacje musimy więc



Rys. 1. Zdjęcie wykonane kamerą z migawką szczelinową z widocznym efektem rolling-shutter (po lewej) i wykonane kamerą z migawką global-shutter (po prawej)

wykonywać już w ramach scenariusza NSTS-02 (loty w zasięgu wzroku MR<25 kg) lub NSTS-06 (loty poza zasięgiem wzroku MR<25 kg). Na mar-

ginesie zauważmy, że cieszyć mogą się posiadacze świadectwa kwalifikacji UAVO do 5 kg, którzy po zmianie przepisów nieco zyskali i po wykonaniu konwersji mogą pilotować statki typu MR MTOM o masie poniżej 25 kg.

Przejdźmy teraz do sensorów. Phantoma wyposażono w jedną kamerę RGB (model FC6310R bez możliwości wymiany) o 1-calowej matrycy, ogniskowej 8,8 mm oraz rozdzielczości 20 Mpx. Za to kamera Zenmuse P1 ma już matrycę pełnoklatkową (full frame) o rozdzielczości 45 Mpx



Rys. 2. Zaplanowany nalot w DJI Pilot z uwzględnieniem deniwelacji terenu

i wymienne obiektywy o ogniskowych 24, 35 i 50 mm. Już sam fakt, że powierzchnia matrycy P1 jest prawie 8-krotnie większa, pozwala uzmysłowić sobie różnicę klas obu kamer. Jeżeli jednak chodzi o rozmiar piksela terenowego zdjęć pozyskiwanych z pułapu 120 m AGL (nad poziomem gruntu), różnica jest następująca: dla Phantoma 4 RTK GSD wynosi 3,3 cm, a dla Zenmuse P1 – 2,2 cm, 1,5 cm i 1,1 cm (przy obiektywach o ogniskowej odpowiednio: 25, 35 i 50 mm).

Z fotogrametrycznego punktu widzenia bardzo ważny jest typ migawki. Jedynym sensownym rozwiązaniem przy tej klasie aparatu co P1 jest migawka globalna (global-shutter). W kamerze Phantoma zastosowano klasyczną migawkę mechaniczną, która, co prawda, również redukuje efekt rolling-shutter, ale jej zasada działania jest inna. Migawka globalna pozwala naświetlać całą matrycę w momencie ekspozycji zdjęcia, natomiast szczelinowa naświetla jedynie wąski fragment matrycy, który przemieszcza się z góry na dół. Powoduje to tzw. efekt rolling-shutter (rys. 1) widoczny na fotogrametrycznych zdjęciach wykonanych z maszyn lecących z dużą prędkością i objawia się „kładzeniem się obiektów” na zdjęciach. W przypadku migawki globalnej ten problem mamy z głowy.

Następny parametr, na który warto zwrócić uwagę, to minimalny interwał pomiędzy zapisem kolejnych zdjęć. Kamera Phantoma potrzebuje aż 2,5 sekundy, a sensor Zenmuse P1 jedynie 0,7 s.

Wszystkie powyższe właściwości Zenmuse P1 pozwalają na lot na znacznie większej wysokości oraz z większą prędkością, co bezpośrednio przekłada się na wydajność. Jest ona 5-krotnie większa dla zdjęć nadirowych i nawet do 10 razy większa, gdy wykonujemy zdjęcia ukośne. Cechą wspólną dla obu kamer jest ich integracja na 3-osiowym gimbalu, z tą jednak różnicą, że P1 wyposażona jest w złącze DJI SkyPort pozwalające błyskawicznie podłączyć ją do kompatybilnej platformy latającej, np. Matrice 300 RTK. Ponadto dzięki gimbalowi oraz wyspecjalizowanemu trybowi Smart Oblique (o którym więcej w dalszej części artykułu) kąt wykonywania zdjęć kamerą P1 zmienia się automatycznie w trakcie trwania lotu.

Można również spotkać się ze sprzedawcą NaviGate w biurze w Krakowie lub Warszawie bądź umówić na prezentację w dowolnym miejscu w Polsce. Co ważne, przy użyciu DJI Pilot można również planować i wykonywać misje starszymi statkami (np. Phantom 4 Pro czy cała seria Matrice 200). Aplikacja ta oferuje kilka rodzajów misji. Tryb **Waypoint** służy do zaprogramowania ścieżki lotu po zadanych punktach i jest wykorzystywany najczęściej do nalołów inspekcyjnych. Pozostałe trzy tryby służą do misji fotogrametrycznych:

• Planowanie nalołów

O możliwościach aplikacji DJI GS RTK, która jest zainstalowana na dronie Phantom 4 RTK, pisaliśmy w niezbędniku DRONY DLA GEODETY 2019 oraz w GEODECIE 7/2019, więc ten wątek tu pominiemy. Natomiast w zestawie Matrice 300 RTK z kamerą P1 użytkownik otrzymuje dedykowaną aplikację do planowania misji o nazwie DJI Pilot. Jeżeli ktoś chciałby przetestować program przed zakupem całego zestawu, wystarczy go pobrać za darmo na urządzenie mobilne z systemem Android.

•**Mapping** przeznaczony jest do wykonywania zdjęć pionowych, z których później można stworzyć ortofotomozaikę. •**Oblique** pozwala na klasyczne wykonywanie zdjęć ukośnych, jednak ze względu na dostępność w Matrice 300 RTK wspomnianego Smart Oblique będzie on wykorzystywany raczej rzadko.

•**Linear Flight Mission** jest przydatny do realizacji nalołów liniowych, np. do obrazowania dróg, cieków czy napowietrznych linii energetycznych. Zarówno w aplikacji DJI GS RTK, jak i w DJI Pilot użytkownik ma możliwość określenia obszaru opracowania ręcznie na podkładzie satelitarnej bądź importu gotowych granic powierzchni w pliku KML, który można przygotować np. w Google Earth. Nalot nad obszarem o dużych deniwelacjach również nie będzie

problemem dzięki opcji wczytania NMT (rys. 2), który pozyskamy chociażby z Geoportalu GUGiK.

• Analiza dokładności

Aby rzetelnie ocenić dokładność, którą oferują oba urządzenia, założyliśmy testową bazę pomiarową w okolicy krakowskiego oddziału biura NaviGate. Składała się ona z 70 punktów pomierzonych techniką GNSS RTK. Niektóre z nich zamarkowaliśmy fluorescencyjnym sprejem, pozostałe to tzw. fotopunkty naturalne, takie jak kratki czy studzienki kanalizacyjne. Znajdowały się one zarówno na powierzchni terenu, jak i na dachu biurowca.

W ramach testów zaplanowaliśmy dwie misje. Nalot Phantomem przeprowadziliśmy na pułapie 70 m AGL (przy GSD ok. 2 cm), a modelem Matrice 300 RTK – na 120 m AGL (GSD ok. 1,5 cm). W obu przypadkach pokrycie poprzeczne i podłużne wyniosło po 75%. Po zebraniu danych wskazaliśmy w aplikacji Pix4Dmapper wszystkie punkty na zdjęciach. W celu sprawdzenia, jak liczba fotopunktów wykorzystanych do wyrównania wpływa na błędy uzyskane na punktach kontrolnych, przeprowadziliśmy wyrównanie w pięciu wariantach różniących się liczbą fotopunktów (0, 1, 3, 6 i 10). Błędy średniokwadratowe na punktach kontrolnych zestawiliśmy w tabeli 2.

Rezultaty potwierdziły nasze wcześniejsze przypuszczenia, że błąd danych pozyskanych za pomocą Zenmuse P1 będzie mniejszy. Na lepsze wyniki – poza jakością zdjęć wykonanych kamerą P1 – może składać się kilka czynników, takich jak mniejszy rozmiar piksela terenowego zdjęć, stabilność platformy podczas wykonywania nalołu czy zastosowanie podwójnych anten RTK.

Mimo tych różnic błędy danych z obu platform mieszczą się granicach błędów określonych przez rozporządzenie ws. standardów geodezyjnych dla szczegółów terenowych

Tab. 1. Porównanie podstawowej specyfikacji obu maszyn

	DJI Phantom 4 RTK	DJI Matrice 300 RTK + Zenmuse P1
Waga	1,5 kg	6,3 kg + 0,9 kg = 7,2 kg
Długość ogniskowej obiektywu	rzeczywista - 8,8 mm ekwiwalent na pełną klatkę - 24 mm	24 mm/35 mm/50 mm
Kąt widzenia obiektywu	84°	84°/63,5°/46,8°
Rozmiar matrycy	1 cal (12,8 x 8,6 mm)	pełna klatka (35,9 x 24 mm)
Rozdzielczość matrycy	20 Mpx (5472 x 3648 px)	45 Mpx (8192 x 5460 px)
Rozmiar piksela matrycy	2,4 µm	4,4 µm
Piksel terenowy (GSD) z pułapu 120 m AGL	3,3 cm	2,2 cm/1,5 cm/1,1 cm
Minimalny interwał zdjęć	2,5 s	0,7 s

Ground Control Points						
GCP Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
5 (3D)	0.020/ 0.020	-0.005	0.004	0.006	0.186	25 / 25
7 (3D)	0.020/ 0.020	0.000	0.015	0.011	0.165	25 / 25
12 (3D)	0.020/ 0.020	-0.009	-0.024	-0.008	0.217	25 / 25
13 (3D)	0.020/ 0.020	0.014	0.006	-0.009	0.261	25 / 25
Mean [m]		0.000000	0.000060	0.000083		
Sigma [m]		0.008770	0.014384	0.008793		
RMS Error [m]		0.008770	0.014384	0.008793		

Check Point Name	Accuracy XY/Z [m]	Error X [m]	Error Y [m]	Error Z [m]	Projection Error [pixel]	Verified/Marked
1		-0.0006	-0.0069	-0.0108	0.2380	25 / 25
2		0.0028	-0.0145	-0.0142	0.2135	25 / 25
3		0.0028	0.0040	-0.0116	0.1958	25 / 25
4		-0.0127	0.0063	-0.0349	0.1824	25 / 25
6		-0.0060	0.0176	0.0188	0.2212	25 / 25
8		-0.0024	-0.0148	-0.0060	0.1728	25 / 25
9		-0.0149	-0.0109	-0.0027	0.1837	25 / 25
10		-0.0258	-0.0036	0.0038	0.2011	25 / 25
11		-0.0073	-0.0055	-0.0107	0.1778	25 / 25
14		-0.0031	0.0003	-0.0070	0.1965	25 / 25
15		0.0009	0.0212	-0.0072	0.2208	25 / 25
Mean [m]		-0.006032	-0.000606	-0.007488		
Sigma [m]		0.008375	0.011481	0.012358		
RMS Error [m]		0.010321	0.011497	0.014449		

Rys. 3. Wycinek raportu przedstawiający błędy uzyskane podczas wyrównania

I grupy. Biorąc zatem pod uwagę jedynie aspekt dokładności, użycie nowej kamery P1 nie zwiększa znacząco parametrów jakościowych opracowania w porównaniu z platformą Phantom 4 RTK.

• Wydajność

Bazując na doświadczeniach z Phantomem 4 RTK oraz na opiniach naszych klientów, wiemy, że do wykonania nalotu typu podwójna siatka (*double grid*) na obszarze ok. 100 ha na wysokości 70 m AGL potrzeba ponad 7 godzin ciągłej pracy. Przewaga Matrice 300 RTK z P1 jest pod tym względem znacząca. Zestaw ten, pracując w trybie Smart

Oblique, pozwala bowiem zrealizować to zadanie raptem w 1,5 godziny!

Aby to potwierdzić, przeprowadziliśmy w firmie Navigate szczegółowe testy. By wier nie odtworzyć warunków pracy geodety, wybraliśmy obszar testowy, na którym występuje gęsta zabudowa (krakowskie Skotniki w dzielnicy Dębniki). Obszar badań przekracza 10 ha. Wykonaliśmy tu łącznie 3 naloty, z czego dwa platformą Phantom 4 RTK na wysokości 80 i 120 m AGL. Misję zaplanowaliśmy, wykorzystując tryb lotu Double Grid. Z kolei misję Matrice 300 RTK zrealizowaliśmy na pułapie 120 m AGL z użyciem trybu inteligentnego

wykonywania zdjęć ukośnych (Smart Oblique). Parametry nalołów prezentuje tabela 3.

Tryb ten ma za zadanie automatycznie dopasowywać prędkość lotu i zmieniać kąt pochylenia kamery. Wewnątrz obszaru opracowania aparat wykonuje zdjęcia w 5 kierunkach: nadir oraz lewo, prawo, przód i tył pod określonym kątem (domyślnie 45°). Natomiast na krawędzi opracowania zdjęcia są wykonywane jedynie w kierunku do wewnątrz obszaru opracowania. Dzięki temu liczba zdjęć jest mniejsza, a wydajność procesu przetwarzania wzrasta od 20% do nawet 50%, ponieważ zapisane zostają tylko fotogra-

fie obejmujące zakres opracowania.

• Jakość produktów




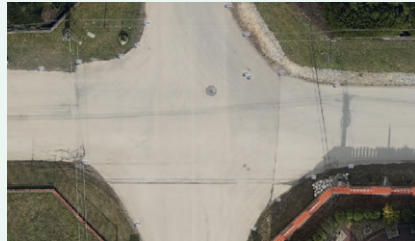
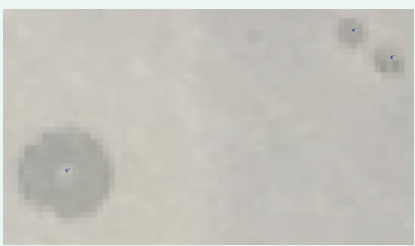
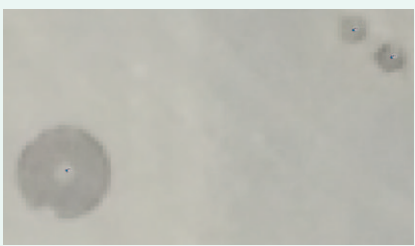
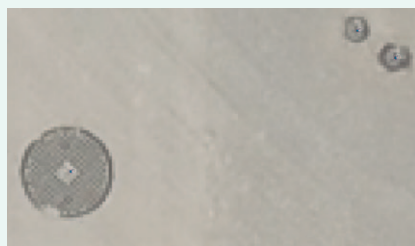

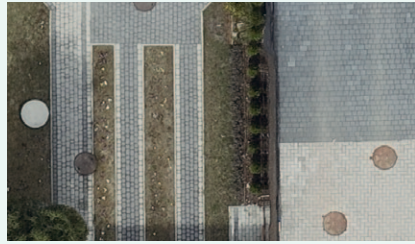
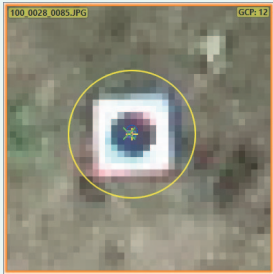
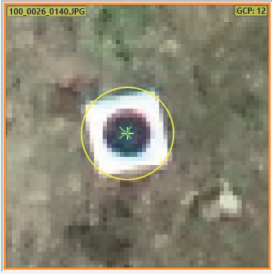

Dane przetworzyliśmy w aplikacji fotogrametrycznej Pix4Dmapper (wersja 4.6.2). Do wyrównania wykorzystaliśmy 4 fotopunkty zlokalizowane w narożach obszaru i 11 pkt kontrolnych. Osnowę pomierziliśmy za pomocą kompaktowego odbiornika GNSS Trimble Catalyst. Różnice w uzyskanych dokładnościach pomiędzy trzema nalołami były niewielkie. Rysunek 3 to wycinek raportu z wyrównania zdjęć z kamery Zenmuse P1, na którym widać błędy uzyskane na fotopunktach oraz na punktach kontrolnych.

Skoro porównanie dokładności i wydajności mamy za sobą, czas na konfrontację jakości uzyskanych produktów fotogrametrycznych, co prezentuje tabela 4. Co tu dużo mówić – koń, jaki jest, każdy widzi. Chmury punktów oraz ortofotomozaiki wygenerowaliśmy przy takich samych ustawieniach, a piksel terenu w wynikowych ortofotomap ustawiliśmy na możliwie jak najniższym poziomie. Oczywiście mamy świadomość, że obrazy te nie oddają w pełni różnic pomiędzy produktami, dlatego zainteresowanym możemy udostępnić stosowne dane do wglądu, wystarczy napisać krótką wiadomość na adres drony@navigate.pl.

• Duży może więcej... i więcej kosztuje

Aby odpowiedzieć na pytanie, czy opłaca się zainwestować w droższy sprzęt, jakim jest Matrice 300 RTK, należałoby wyjść od analizy opracowań wykonywanych zazwyczaj przez użytkownika. Jeżeli opracowuje przykładowo mapy do celów projektowych o powierzchni mniejszej niż 50 ha – Phantom 4 RTK będzie wystarczający. Natomiast jeśli ktoś wykonuje naloty liniowe przekraczające 30 km długości lub zajmuje się pomiarem budynków do celów moder-

Tab. 4. Porównanie produktów pozyskanych przez Phantom 4 RTK oraz Matrice 300 RTK

Phantom 4 RTK 120 m AGL	Phantom 4 RTK 80 m AGL	DJI Matrice 300 RTK & P1 120 m AGL
Chmury punktów		
		
Ortofotomapy		
		
		
		
Zdjęcia		
		

nizacji EGiB na zdecydowanie większych obszarach, to oczywista odpowiedź brzmi: Matrice 300 RTK.

Pod uwagę warto wziąć także kwestię ewentualnej rozbudowy posiadanego sprzętu o dodatkowe sensory. W przypadku Phantom 4 nie ma, niestety, takiej możliwości. Za to

użytkownik Matrice 300 RTK ma do wyboru całkiem sporo kompatybilnych instrumentów. Do zastosowań inspekcyjnych nada się chociażby urządzenie Zenmuse H20T, które integruje w sobie kamerę termowizyjną, kamerę z zoomem, kamerę szerokokątną oraz dalmierz laserowy. Kolejnym

krokiem rozwoju jest lotniczy skaning laserowy. Maksymalny udźwig platformy Matrice 300 RTK wynosi 2,7 kg, dzięki czemu jest ona w stanie unieść większość lidarów różnych marek. Firma DJI oferuje zresztą własny tego typu system – Zenmuse L1. Integruje on głowicę skanującą Livox Avia,

autorską jednostkę IMU oraz 20-megapikselową kamerę. Ale skanowanie z pokładu bezzalagowca to już osobny temat.

Maciej Wywił
specjalista ds. fotogrametrii z BSP
w firmie NaviGate

Artykuł został opublikowany
w GEODECIE 5/2021

Tab. 2. Zależność błędu RMSE na punktach kontrolnych od liczby fotopunktów

Liczba fotopunktów (GCP)	RMSE XY [m]		RMSE Z [m]	
	Phantom 4 RTK	Matrice 300 RTK & Zenmuse P1	Phantom 4 RTK	Matrice 300 RTK & Zenmuse P1
0	0,038	0,0301	0,186	0,0505
1	0,038	0,0284	0,036	0,0258
3	0,036	0,0234	0,032	0,0221
6	0,036	0,0222	0,032	0,0210
10	0,035	0,0194	0,032	0,0188

Tab. 3. Parametry wykonanych misji fotogrametrycznych

Lp.	BSP Rodzaj misji	Parametry misji	Liczba zdjęć	Liczba pakietów	Czas trwania
1.	DJI Phantom 4 RTK Misja Double Grid	80 m AGL pokrycie 75/75%	911	3,5	70 min
2.		120 m AGL pokrycie 75/75%	539	2,5	40 min
3.	DJI Matrice 300 RTK z P1 Misja Smart Oblique	120 m AGL pokrycie 75/65%	619	0,5	16 min

Innowacyjne podejście firmy INTL Robotics do pomiarów wewnątrz magazynów

Fotogrametria pod dachem

Boom na fotogrametrię sprawił, że jest ona coraz chętniej wykorzystywana w pomiarach terenu czy elewacji budynków. Ale przy odpowiednim podejściu technologia ta świetnie sprawdza się również pod dachem.

Jan Sawicki,
Karolina Woźniak,
Michał Choromański

Nieustanny rozwój oprogramowania fotogrametrycznego spowodował, że opracowanie standardowej ortofotomapy czy chmury punktów z drona przestało stanowić wyzwanie. Maszyny te automatycznie latają po zaprogramowanych ścieżkach, a kameralną obróbkę zdjęć często da się sprowadzić do kilkunastu minut pracy operatora stacji fotogrametrycznej. Można też przypuszczać, że branża geodezyjna będzie dążyła do coraz szerszego wykorzystania lidarów – chociażby ze względu na ich zdolność penetracji roślinności przy pomiarach rzeźby terenu. Rodzi się zatem pytanie, czy jest sens dalszego rozwijania usług fotogrametrycznych bazujących wyłącznie na przetwarzaniu obrazów.

Nasz zespół INTL Robotics Sp. z o.o. tworzą specjaliści

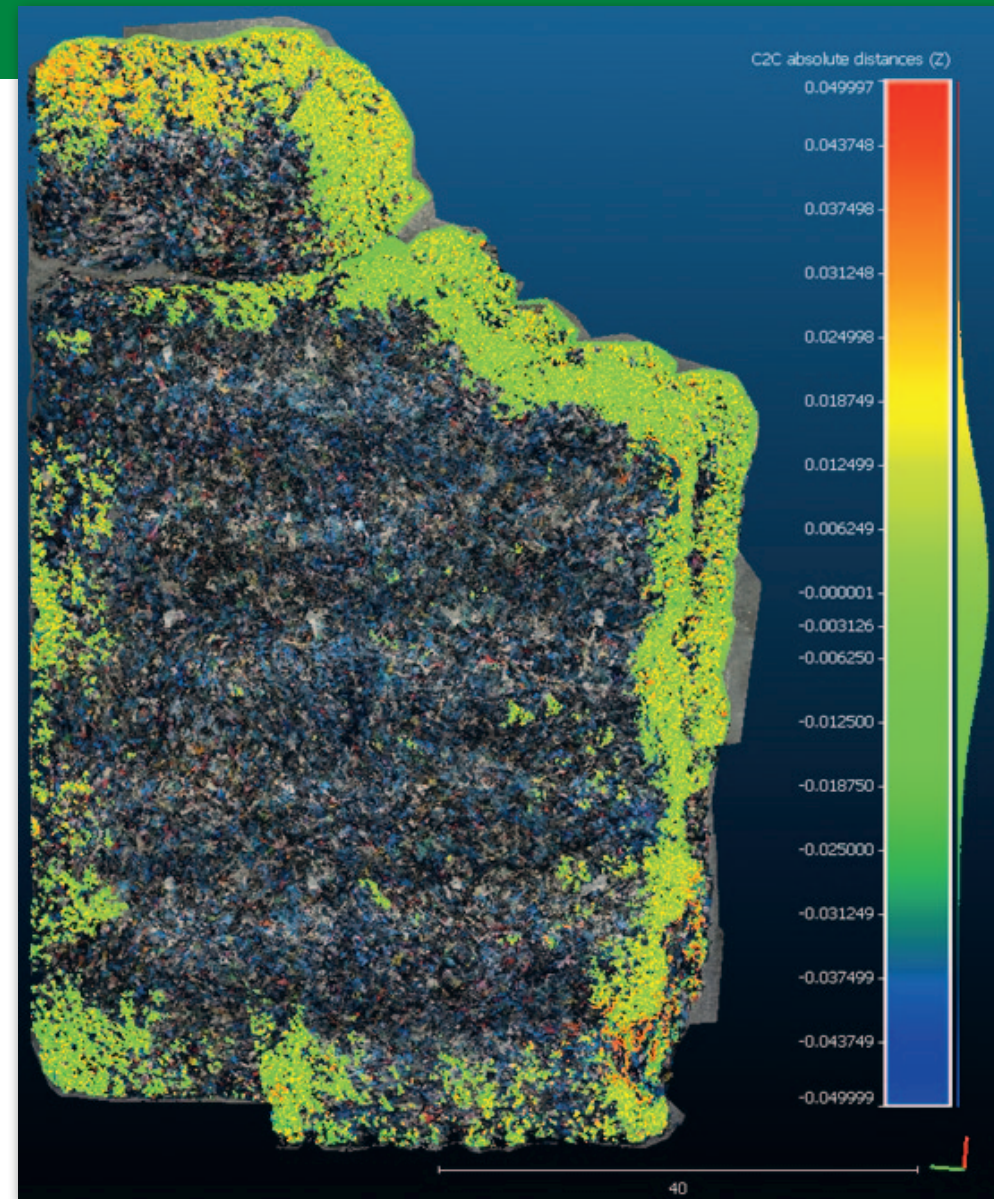
branży fotogrametryczno-geodezyjnej oraz logistyczno-transportowej. Za główny cel stawiamy sobie dostarczanie innowacyjnych rozwiązań wykorzystujących drony i fotogrametrię klientom świadczącym usługi związane z produkcją, przewozem i magazynowaniem towarów. W niniejszym artykule przedstawimy nasze dwie przykładowe realizacje dotyczące inwentaryzacji objętościowej

hałd znajdujących się pod dachem magazynów. W ramach tych prac wykonaliśmy kilka ciekawych analiz dotyczących niekonwencjonalnych pomiarów fotogrametrycznych.

• Pomiar objętości tekstyliów

Pod koniec 2020 r. dwukrotnie przeprowadziliśmy inwentaryzację hałdy tekstyliów o objętości ok. 22 tys. m³. Zajmowała ona powierzchnię o wymiarach 100 x 45 m, a jej

szczyt dzieliło od zwisających lamp i instalacji przeciwpożarowych zaledwie 3-4 metry. Początkowo planowaliśmy wykonać pomiar metodą naziemnego skaningu laserowego. Niestety, okazało się to niemożliwe – u szczytu hałdy występowały liczne lokalne przewyższenia (istotne dla obliczenia objętości), które nie były widoczne dla skanera laserowego nawet po podniesieniu go o 10 metrów na wózku



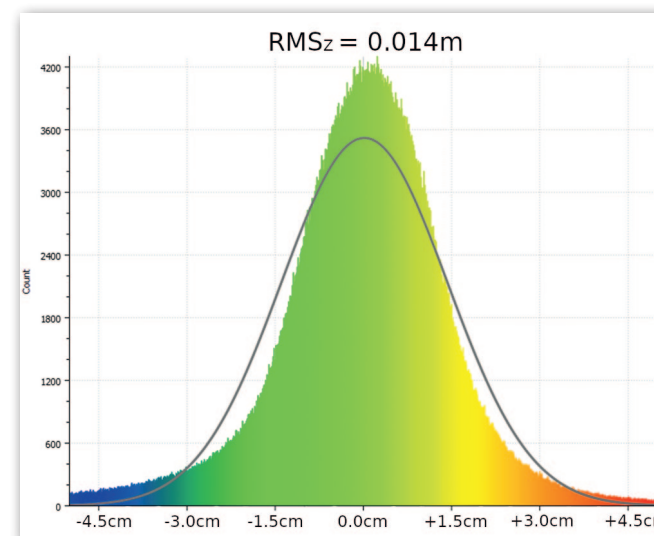
Rys. 2. Porównanie chmur punktów dla hałdy tekstyliów opracowane na podstawie zdjęć z drona oraz naziemnego skanowania laserowego

widlowym. Poruszanie się po powierzchni hałdy w celu wykonania pomiarów wykluczyliśmy ze względów bezpieczeństwa – geodeci lub instrumenty pomiarowe mogłyby dosłownie zatopić w składowanym asortymencie.

Zdecydowaliśmy się więc na przeprowadzenie inwentaryzacji metodą fotogrametryczną z wykorzystaniem drona, i to mimo uciążliwości związanych z brakiem sygnału GPS, zakłóceniami elektromagnetycznymi czy zmiennym oświetleniem (rys. 1). Dodatkowym wyzwaniem było poprawne zaprojektowanie nalogu – pojedyncze zdjęcie wykonane z odległości kilku metrów obejmuje swoim kadrem niewielki fragment powierzchni obiektu.

Aby zapewnić dostateczne pokrycie hałdy zdjęciami, kamera rejestrowała obrazy ukoś-

ne (a nie pionowe – jak w przypadku większości opracowań wykonywanych na zewnątrz)



Rys. 3. Różnice wysokości między dwiema chmurami punktów dla hałdy tekstyliów

w dwóch seriach szeregów zorientowanych krzyżowo. Aerotriangulację zdjęć wykonaliśmy z wykorzystaniem ok. 10 fotopunktów rozmieszczonych dookoła hałdy, których współrzędne pomierzono tachimetrem z dokładnością ok. 2 mm. Przez całą misję dron sterowany był ręcznie. Jednocześnie jego kamera była ustawiona w trybie automatycznego robienia zdjęć, a operator musiał jedynie raz na jakiś czas dostosowywać parametry ekspozycji do zmiennego oświetlenia lub korygować kąt wychylenia obiektywu.

Aby zweryfikować dokładność tego niestandardowego opracowania, równoległe do lotów dronem przeprowadziliśmy naziemny skaningu laserowy widocznych z ziemi fragmentów hałdy z dokładnością ok. 5 mm. Choć dane ze skaningu były niewystarczające do obliczenia objętości tekstyliów, to pozwoliły na wykonanie powierzchniowej analizy odchylek wysokości modelu fotogrametrycznego względem pomiarów ze skanera (rys. 2 i 3).

Ta i kilka kolejnych analiz potwierdziły, że model uzyskany z wykorzystaniem drona nie jest obciążony błędami systematycznymi. Błąd przypadkowy wysokości RMSz wyniósł z kolei około 1 cm. Ponadto chmura punktów wygenerowana ze zdjęć charakteryzowała się równomierną gęstością i o wiele mniejszą liczbą tzw. martwych pól. Przed pomiarem mieliśmy wiele obaw związanych z niesprzyjającą geometrią bloku fotogrametrycznego. Stosunkowo duża liczba zdjęć i ich nieregularne wzajemne pokrycie zwiększają bowiem prawdopodobieństwo występowania błędów systematycznych w postaci uginania się modelu fotogrametrycznego, zwłaszcza przy braku możliwości optymalnego rozmieszczenia fotopunktów. Mimo to naszemu zespołowi udało się osiągnąć zamierzony cel i obliczyć objętość tekstyliów z dokładnością <0,5%.

Rys. 1. W trakcie nalogu hałdy tekstyliów



Rys. 4. Pomiar kamerą immersyjną na 5-metrowym wysięgniku

• Wysięgnik zamiast drona

Bogatsi o nowe doświadczenia chętnie podjęliśmy się podobnego zlecenia, ale na znacznie mniejszym – również zadaszonym – składowisku materiałów sypkich. Rozmiar hałd sugerowałby, że pomiar objętości wykonany z użyciem zwykłych miarek, obarczony nawet kilkunastoprocentowym błędem, powinien być wystarczający. Jednak z uwagi na wysoką wartość magazynowanych towarów (były to specjalistyczne materiały do produkcji ceramiki) zamawiającemu zależało na przeprowadzeniu jak najdokładniejszego pomiaru.

Magazyn składał się z kilkunastu boksów o głębokości około 15 metrów. Pierwszą inwentaryzację wykonaliśmy przy użyciu drona, co sprawdziło się również w tym przypadku. Jednak z uwagi na zapylenie i pozostałe wymienione w poprzednim przykładzie uciążliwości postanowiliśmy opracować prosty w obsłudze system pomiarowy niewymagający użycia bezzałogowca. Na potrzeby kolejnej inwentaryzacji na tym obiekcie przygotowaliśmy zatem blisko 5-metrowy wysięgnik teleskopowy, na którego końcu zamontowaliśmy immersyjną kamerę 360° (rys. 4). Pomiar z użyciem wy-

sięgnika wykonaliśmy w czasie około 5 minut, czyli ponad trzy razy szybciej, niż zajęłoby nalot dronem.

Również w tym przypadku przeprowadziliśmy powierzchniową analizę dokładności. Na fragmencie jednej z hałd porównaliśmy wysokości uzyskane z danych z drona i z kamery 360° na wysięgniku. Mimo znacznie gorszej rozdzielczości zdjęć i niezbyt sprzyjającej geometrii bloku fotogrametrycznego (chaotyczny spacer między boksami – rys. 5) uzyskany model charakteryzował się błędem średnim wysokości (RMSz) na poziomie 5 cm.

Bazując na tym autorskim przyrządzie pomiarowym, zaoferowaliśmy klientowi usługę obejmującą: udostępnienie wysięgnika z kamerą immersyjną, przeszkolenie pracowników magazynu pod kątem wykonywania pomiarów i przetwarzanie pozyskanych danych w formie usługi sieciowej.

• Nadchodzi złota era fotogrametrii

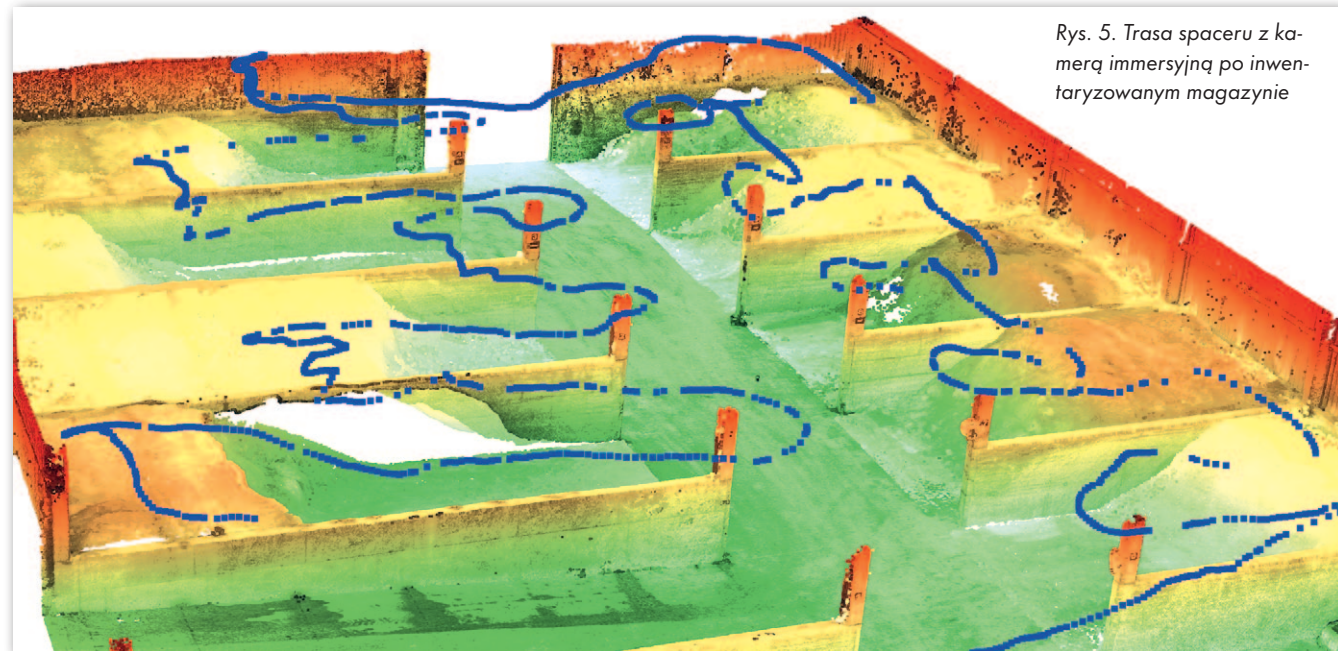
Szeroko pojęte techniki przetwarzania obrazów ulegają dynamicznemu rozwojowi. Usługi fotogrametryczne koncentrujące się na pozyskaniu geometrii obiektów z wy-

korzystaniem zdjęć mają duży potencjał ze względu na możliwość dopasowywania ich do potrzeb danego klienta czy obiektu – do dyspozycji mamy przecież nie tylko drony, ale i kamery ręczne, wózki samojezdne AGV (*Automated Guided Vehicle*) czy sieci wielu kamer zainstalowanych trwale na obiekcie.

Jesteśmy zatem pewni, że zainteresowanie fotogrametrią będzie coraz większe i jednocześnie obejmie kolejne rynki. Konfrontując obecne możliwości technologiczne z oczekiwaniami naszych klientów (często wykraczającymi poza pomiary geodezyjne, jak np. klasyfikowanie obrazów czy czytanie kodów kreskowych), staramy się tworzyć innowacyjne, przeznaczone dla specyficznych potrzeb rozwiązania fotogrametryczne, nie zapominając o analizach dokładności wykonywanych pomiarów. Jednocześnie cieszy nas, że przy kreowaniu niekiedy pionierskich systemów i usług kluczową rolę odgrywają również specjaliści z branży geodezyjnej.

Jan Sawicki, Karolina Woźniak,
Michał Choromański
INTL Robotics

Artykuł został opublikowany w *GEODECIE* 5/2021

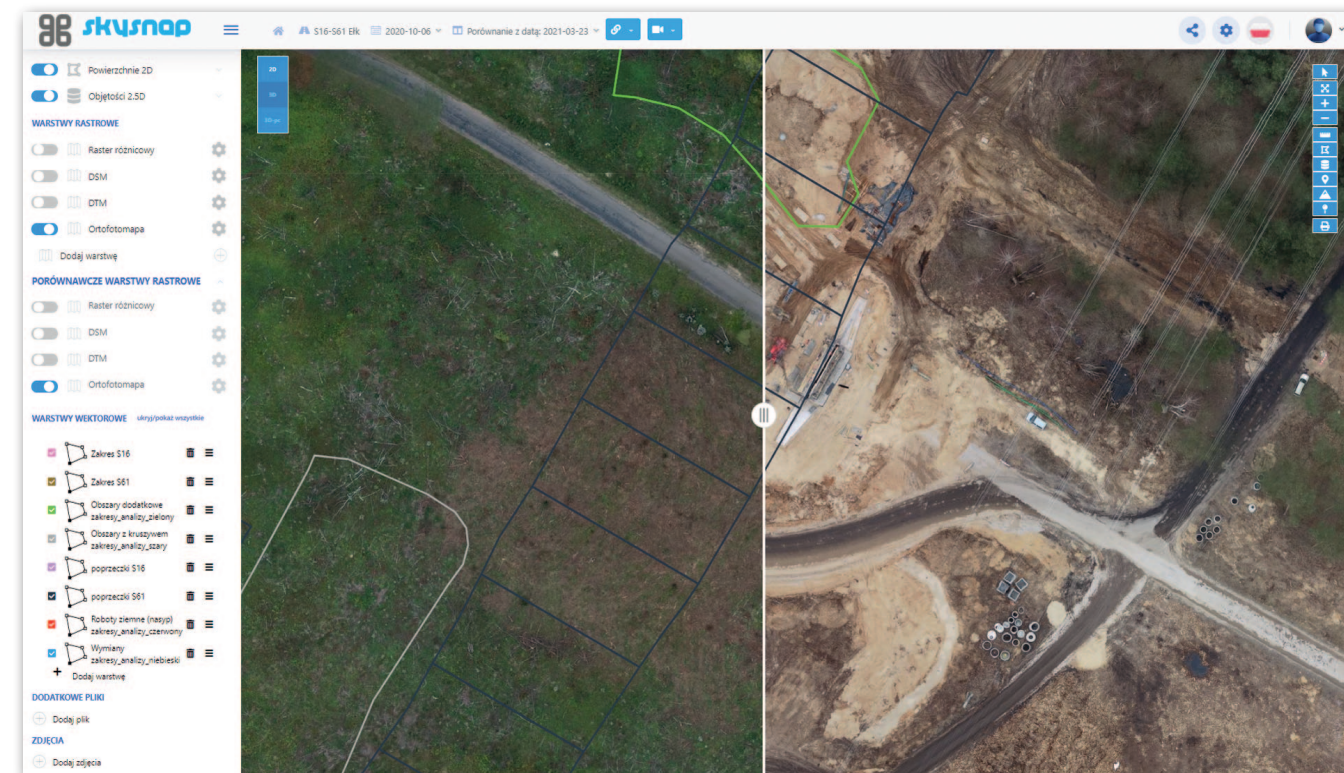


Rys. 5. Trasa spaceru z kamerą immersyjną po inwentaryzowanym magazynie

Wspieranie procesu inwestycyjnego i skuteczna komunikacja dzięki wykorzystaniu portalu on-line SkySnap

Wydajniej przez sieć

Produkty powstałe w wyniku nalołów fotogrametrycznych z pokładu drona znajdują zastosowanie na różnych etapach inwestycji, jednak ze względu na brak skutecznych narzędzi ich potencjał nie zawsze jest w pełni wykorzystywany.



Rys. 1. Budowa S16/S61 Elk-Wysokie – porównanie ortofotomap z października 2020 r. i marca 2021 r.

Na przykładzie przedsięwzięcia dwóch firm – z którymi nasza spółka SkySnap współpracuje – pokazemy, w jaki sposób można usprawnić proces realizacji projektów i skrócić czas ich wykonania, jednocześnie podnosząc jakość usług.

• Cykliczny monitoring drogi

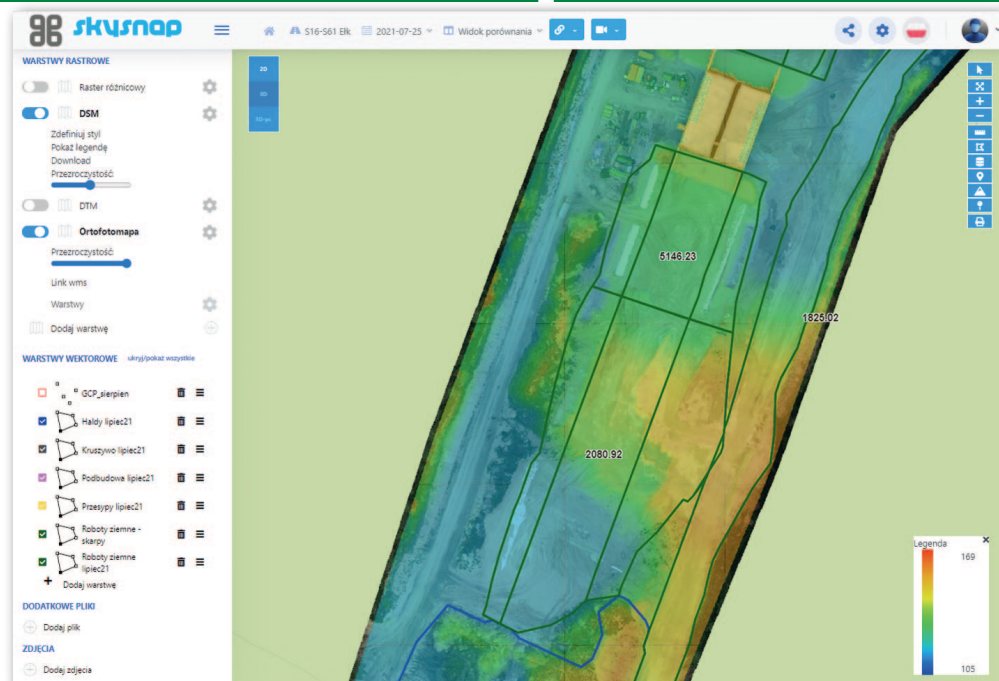
SkySnap monitoruje postęp prac budowlanych dla Mostostalu Warszawa, który jest członkiem konsorcjum odpowiedzialnego za 12-kilometrowy odcinek drogi ekspre-

sowej S16/S61 Elk-Wysokie (rys. 1). W ramach powierzonych zadań realizujemy pomiar: wykonanych oraz pozostałych robót ziemnych, hałd, zbiorników oraz składow kruszywa. Na bazie pozyskanych danych przygotowujemy dokumentację do weryfikacji podwykonawców i oceny postępu prac względem harmonogramu. Wykorzystujemy przy tym dane z nalołów fotogrametrycznych dronami realizowanych co miesiąc w okresie tworzenia raportów sprzedażowych.

W ramach prac przygotowawczych zainwentaryzowaliśmy stan inwestycji w chwili przejęcia placu budowy przez generalnego wykonawcę (GW). W ten sposób zachowany został obraz zagospodarowania terenu, który posłuży jako punkt odniesienia do przedstawiania postępów prac budowlanych oraz rozliczeń z zamawiającym. Dodatkowo pomiar stanu „zerowego” pozwoli uniknąć w przyszłości nieuzasadnionych roszczeń mieszkańców i zarządzających infrastrukturą towarzyszącą.

Wszystkie elementy, które zostały obfotografowane, można zmierzyć nawet po zakończeniu inwestycji. W przypadku klasycznych metod pomiarowych jest to niemożliwe.

Po założeniu tymczasowej osnowy fotogrametrycznej na obszarze inwestycji wykonaliśmy nalot dronem DJI Phantom 4 RTK. Zebrany materiał wykorzystaliśmy do stworzenia ortofotomapy, chmury punktów, numerycznego modelu terenu oraz filmu inwentaryzacyjnego z przelotu wzdłuż osi trasy głównej.



Rys. 2. Prezentacja wykonanego bilansu robót ziemnych. Na rzucie wyniki dla nasypów

W naszej codziennej pracy kładziemy nacisk na skuteczną i szybką komunikację, dlatego udostępniliśmy powstałe produkty w portalu on-line SkySnap. To narzędzie służy jako platforma do wymiany danych i komunikacji pomiędzy wszystkimi uczestnikami procesu inwestycyjnego. Każdy z użytkowników otrzymuje login i hasło oraz ściśle określony zakres uprawnień w zależności od pełnionej funkcji na budowie. Dzięki temu wielu użytkowników może jedno-

częściej zdalnie pracować na tym samym projekcie, jedynym warunkiem jest działający internet. Dostęp do portalu w przypadku opisywanej inwestycji otrzymali: dyrektor kontraktu, specjalista ds. rozliczeń, inżynierowie budowy, kierownicy odcinków, kierownik budowy oraz zespół SkySnap.

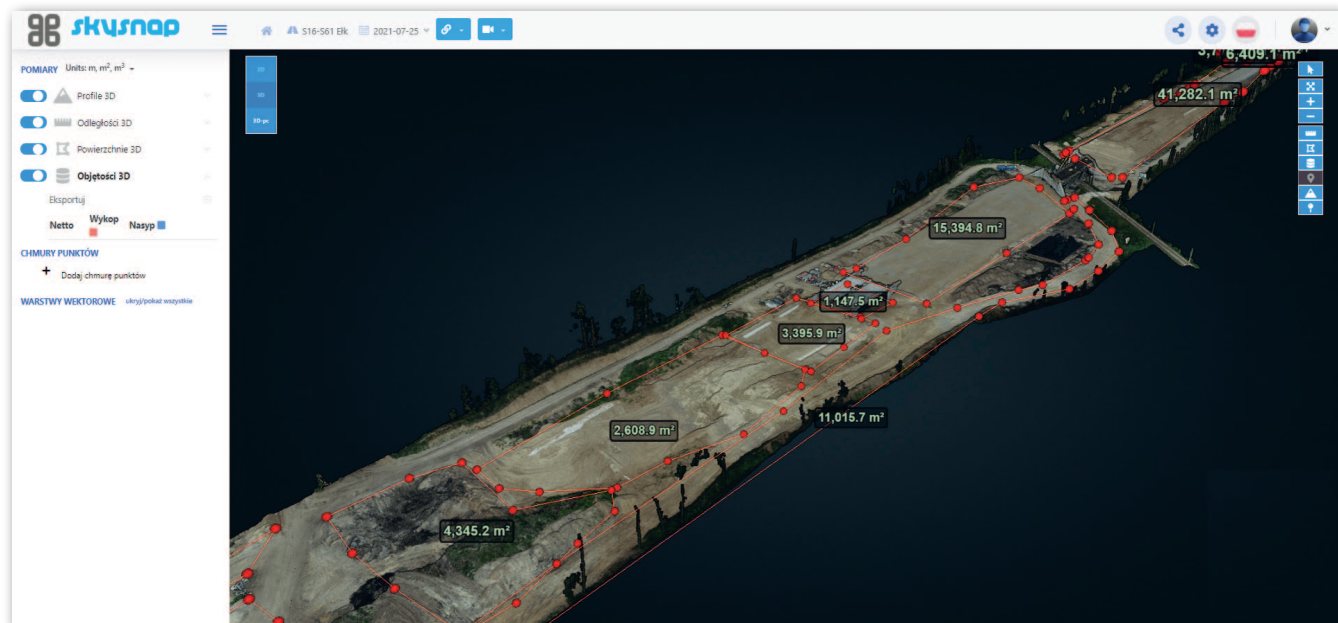
• Usprawnienie procesu rozliczeń robót ziemnych

W pierwszej kolejności na portalu udostępniamy wyge-

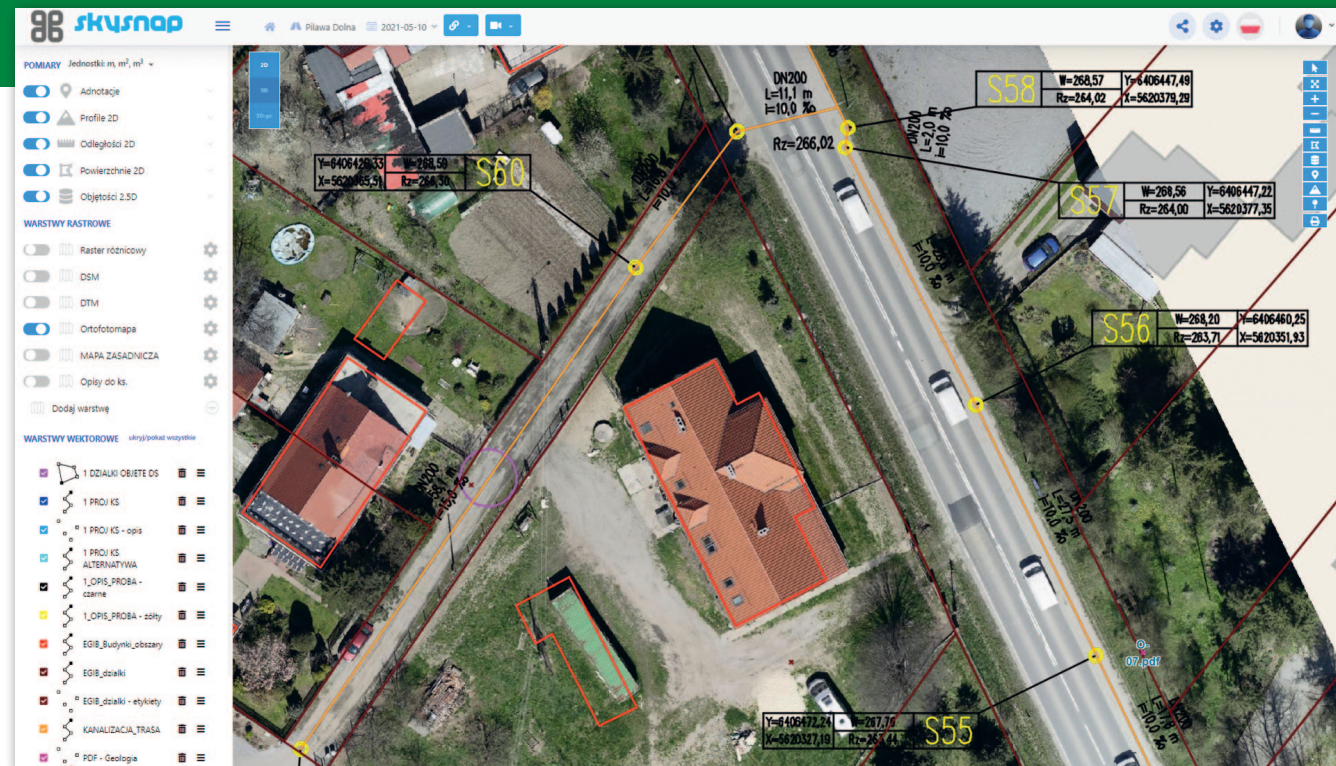
nerowaną ortofotomapę oraz NMT w postaci rastra wysokościowego. Portal umożliwia dobranie palety kolorystycznej w zależności od wysokości terenu. Następnie kierownicy poszczególnych odcinków oznaczają i opisują zakresy robót ziemnych, dla których mają zostać wykonane rozliczenia. Dodają informacje o rodzaju wykonanych prac (wykop, nasyp, wymiana) oraz powierzchni odniesienia, z jakiej należy skorzystać przy analizie (stan 0, stan 0 po odhumuso-

waniu faktycznym lub projektowym). Wtedy do pracy przystępuje zespół SkySnap: wykonujemy pomiary i analizy, a następnie ich wyniki w postaci poligonów z atrybutami umieszczamy na portalu on-line (rys. 2). Serwis umożliwia wyświetlanie atrybutów z poligonów oraz interaktywnej tabeli atrybutów – po kliknięciu w dany kilometr widok zoomuje się we wskazane miejsce. Same obliczenia wykonujemy na razie w oprogramowaniu CAD/GIS. Funkcje związane z bilansem robót ziemnych znajdują się na portalu SkySnap już w IV kwartale 2021 roku.

Taka organizacja pracy praktycznie wyeliminowała inne formy komunikacji. Dodatkowo zniknęło ryzyko pracy na niewłaściwym zestawie danych, ponieważ wszystkie dane są publikowane tylko na portalu i automatycznie dostępne dla wszystkich upoważnionych. Użytkownik portalu może wyeksportować wyniki w postaci warstwy wektorowej, pliku Excel lub w formie wydruku do pliku PDF. Z kolei GW stworzy własne warstwy wektorowe oraz wykona proste pomiary – zastępujące wizyty terenowe – zarówno na ortofotomapie, jak i chmurze punktów (rys. 3).



Rys. 3. Pomiar charakterystycznych wielkości na chmurze punktów



Rys. 4. Integracja danych dla planowanego przebiegu sieci kanalizacyjnej

Przydatną funkcją jest archiwizacja danych pomiarowych z opcją późniejszej pracy na danych historycznych, np. sprzed pół roku. Z każdym kolejnym nalożeniem GW zyskuje możliwość weryfikacji zrealizowanych prac poprzez zestawienie aktualnych danych z tymi z poprzednich nalożeń lub z projektem budowlanym. Portal pozwala bowiem na wgranie dowolnych danych wektorowych, np. z projektu, które szybko nałożymy na ortofotomapę, sprawdzając jakość wykonanych robót. Z kolei posiadając modele terenu z różnych okresów, sprawdzimy zmiany wysokościowe na dowolnym przekroju.

Według przedstawicieli Mostostalu Warszawa komunikacja za pomocą portalu on-line zdecydowanie usprawnia pracę oraz przekazywanie informacji na budowie. – Szybki dostęp do bieżących oraz archiwalnych danych daje możliwość weryfikacji postępu prac, prostych pomiarów i wizualizacji wyników rozliczeń – komentuje Agnieszka Kuśnińska, specjalista ds. rozliczeń w Mostostal Warszawa. – Jest to jeden z elementów kompleksowego i szerokiego wprowadzania koncep-

cji BIM na budowach infrastrukturalnych, czym m.in. zajmują się na naszej budowie – dodaje.

• Drony i portal dla każdej inwestycji

Wykonawstwo geodezyjne to nie tylko obsługa bardzo dużych inwestycji infrastrukturalnych. SkySnap współpracuje również z firmą GappFly, która wykonuje pomiary z wykorzystaniem dronów dla: geodetów, projektantów i generalnych wykonawców realizujących różne inwestycje w całej Polsce. W ramach jednego z projektów firma wykonała nalożenie firmograficzne oraz opracowanie w formie ortofotomapy i chmury punktów dla terenu budowy sieci kanalizacji sanitarnej w miejscowości Piława Dolna. Dane zostały umieszczone w portalu on-line SkySnap.

Ortofotomapa posłużyła do weryfikacji aktualności danych GESUT i BDOT500 otrzymanych z ODGiK, które również zasiły portal. Nałożenie na ortofotomapę i dane z ODGiK trasy kanalizacji sanitarnej pozwala na weryfikację projektu przez wszystkich uczestników procesu. Projektant na bieżąco kon-

sultuje z wykonawcą przebieg kanalizacji, a z inwestorem – ewentualne kolizje i różne koncepcje realizacji zadania pod kątem zgodności z SIWZ. A to wszystko on-line bez konieczności wychodzenia z biura (rys. 4). Dostępne na portalu narzędzia umożliwiają m.in. wstawianie bezpośrednio na mapie adnotacji ułatwiających wymianę uwag między podmiotami. Kolejną przydatną funkcją to wykonywanie pomiarów 2D na ortofotomapie oraz pomiarów 3D na chmurze punktów, co pozwala ograniczyć wizyty w terenie.

Współpraca z innymi uczestnikami procesu inwestycyjnego jest dość złożona, więc warto operować na spójnych danych. Portal okazał się skutecznym narzędziem do szybkiej komunikacji pomiędzy firmą GappFly, projektantem, wykonawcą i inwestorem. Podmioty te wymieniały w ten sposób informacje o terenie, projektowanym przebiegu sieci kanalizacyjnej czy przekrojach geologicznych (osadzone na mapie w plikach PDF). Pozwoliło to wykonawcy prac lepiej zaplanować działania terenowe, projektantowi – do minimum ograniczyć możliwość wystąpienia błędów spowodowanych niezgodnością mapy do celów projektowych z terenem, a inwestorowi – zachować kontrolę nad realizacją prac. – Portal SkySnap to świetne narzędzie, które poprawia komunikację między firmami zaangażowanymi w inwestycję, dające możliwość wymiany informacji o terenie, co w dużym stopniu usprawnia i przyspiesza proces inwestycyjny – podkreśla Piotr Mysłicki, właściciel firmy GappFly.

• Dane z dronów dla wszystkich

Portal jest kompletnym narzędziem do wizualizacji i wymiany danych pozyskanych z pułapu dronów. Firmy zaangażowane w proces inwestycyjny potrzebują takiej platformy, aby usprawnić przepływ informacji, zaoszczędzić czas oraz maksymalnie wykorzystać dane z nalożeń. Zalety portalu łatwo dostrzec szczególnie teraz, w czasach pracy zdalnej. Za interesowanych użyciem portalu on-line w wersji DEMO zachęcamy do wejścia na naszą [stronę internetową](#) i bezpośredniego kontaktu.

Przemysław Obłóz, Paweł Wójcik, Katarzyna Lesisz, Radosław Palak
SkySnap

Dronem na ratunek



Szkolenie Grupy Bieszczadzkiej GPR z wykorzystania SARUAV, maj 2021 r.

W czerwcu mija równo rok od premiery systemu SARUAV. Jest to polskie kompleksowe rozwiązanie wspierające służby ratownicze w poszukiwaniu osób zaginionych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych.

Tomasz Niedzielski

Korzenie SARUAV związane są z Uniwersyte-tem Wrocławskim. Sys-tem został opracowany przez spółkę technologiczną spin-off SARUAV działającą pod patronatem tej uczelni. Twór-cami systemu i jednocześnie założycielami firmy są na-ukowcy: prof. Tomasz Nie-dzielski, dr Mirosława Jurec-ka i dr Bartłomiej Miziński. Oni też tworzą zarząd tego mikroprzedsiębiorstwa.

System SARUAV jest przystosowany do pracy z różnymi platformami bezzałogowymi, które są na wyposażeniu licznych jednostek poszukiwawczo-ratowniczych w kraju i za granicą. Wspiera procedury poszukiwawcze na dwóch etapach:

- przed wysłaniem drona w powietrze – modeluje prawdopodobne zasięgi marszu osoby zaginionej, sugerując planić obszary do wykonania monitoringu;

- po wylądowaniu bezzałogowego statku powietrznego

- realizuje szybkie przetwarzanie bardzo dużych zbiorów zdjęć lotniczych, wskazując miejsca przebywania ludzi na danym obszarze.

To właśnie automatyczna detekcja ludzi stanowi o sile rozwiązania SARUAV. W procesie tym wykorzystywane są dwa algorytmy o odmiennych podstawach metodycznych, co gwarantuje bardzo wysoką skuteczność działania. W aplikacji SARUAV użytkownicy znajdują również narzędzia pozwalające na optymalne zarza-

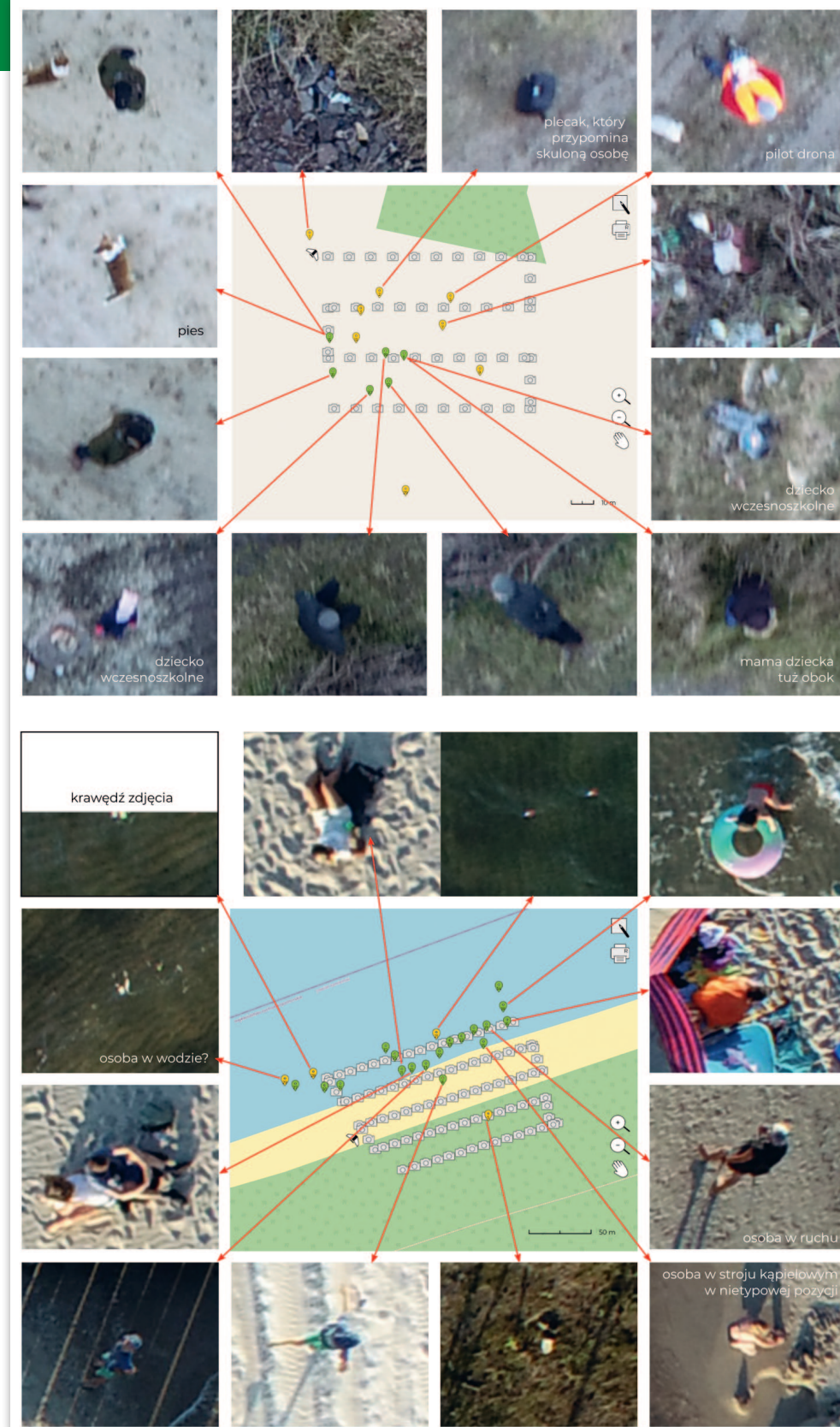
dzanie zespołem i zasobami w terenie. System umożliwia szybkie wygenerowanie raportów mapowych będących efektem modelowania lub automatycznej analizy zdjęć lotniczych oraz będących pokłosiem decyzji podjętych przez osoby zarządzające akcją. Zapisywane w formacie HTML raporty mogą być otwierane w dowolnej przeglądarce internetowej na telefonach komórkowych czy innych urządzeniach mobilnych ratowników pracujących w terenie.

- Algorytm zamiast obserwatora

Interfejs graficzny aplikacji mapowej SARUAV został przygotowany w porozumieniu z osobami doświadczonymi w poszukiwaniach. Została ona też przetestowana przez ratowników w ramach badań okulograficznych i ankietowych, co pozwoliło na zaważoną optymalizację. Celem takiego podejścia do projektowania i rozwoju oprogramowania jest dostarczenie produktu w najwyższym stopniu spełniającego potrzeby użytkowników, którzy przyjmują na swoje barki ogromną odpowiedzialność za ludzkie życie i bezpieczeństwo, pracując w bardzo stresujących warunkach i pod presją czasu.

Istotą rozwiązania jest szybkie i skuteczne wykrywanie ludzi na obszernym materiale zdjęciowym pozyskiwanym z kamer cyfrowych zamontowanych na pokładzie drona. W praktyce w czasie akcji poszukiwawczej wykonywanych jest kilkadziesiąt lub nawet kilka tysięcy zobrazowań lotniczych. W scenariuszu poszukiwań bez systemu SARUAV obrazy lub nagrania wideo przeszukiwane są wizualnie przez analityka, co jest bardzo czasochłonne i mało efektywne. Powoduje to szybkie męczenie się wzroku obserwatora i stwarza zagrożenie, że poszukiwany zostanie przeoczony.

Dzięki zastosowanej w SAR-UAV automatyzacji procesu detekcji kilkadziesiąt wykonanych przez drony wysokorozdzielczych zdjęć lotniczych przetwarzanych jest w kilka minut. Wyniki wyświetlane są na liście umożliwiającej szybki podgląd fragmentów zdjęć, na których system znalazł człowieka, wraz z precyzyjnymi współrzędnymi tych miejsc. Fragmenty obrazu prezentowane są w dużym powiększeniu, aby analityk mógł szybko zdecydować, czy na zdjęciach znajduje się osoba poszukiwana. W czasie kolejnych kilku minut sprawdza on wskazania detektorów i ma możliwość niezwłoczne-



Fragmenty zdjęć, na których system SARUAV doszukał się pozorantów. U góry: gruzowisko w Ludwikowie, na dole: plaża w Dziwnówku

go wysłania zespołu ratowniczego do konkretnego miejsca o wyznaczonych przez system współrzędnych.

- Kiedy liczą się godziny

Z badań wynika, że jeśli osoba zaginiona nie zostanie od-

naleziona w ciągu 51 godzin od zaginięcia, prawdopodobieństwo jej przeżycia znacząco maleje. Prace biometeorologów wskazują, że ubrany w dwie jednomilimetrowe warstwy ubioru zdrowy mężczyzna w temperaturze -20°C

i przy wietrze o średniej prędkości 5 km/h przetrwa niecałe 16 godzin. Znane są też wyniki innych badań – mężczyźni ubrani w krótkie spodnie przebywali trzy godziny w temperaturze 5°C i wietrze o prędkości 1 m/s; temperatura ich



Detekcja ludzi na krawędzi zaśnieżonego lasu

skóry spadała w tym czasie w tempie około 3,9°C/h. Skrócenie czasu poszukiwań jest zatem kluczowym celem każdej akcji poszukiwawczej, a system SARUAV ma przyspieszyć dotarcie ratowników do osoby zaginionej. Produkt odpowiada więc zarówno na potrzeby służb ratowniczych, jak i osoby zaginionej, usprawniając prowadzenie akcji na trzy sposoby:

- narzędzia do planowania misji poszukiwawczej ułatwiają podejmowanie decyzji o optymalnej alokacji zasobów ratowniczych w przestrzeni geograficznej, dzięki czemu akcja może być krótsza i tańsza;
- automatyczna detekcja ludzi na zdjęciach lotniczych pozwala obniżyć zaangażowanie człowieka w obserwację zobrażeń, zwiększając szanse na skuteczne wskazanie poszukiwanej osoby;

• skuteczne włączenie dronów w procedury poszukiwawcze ogranicza ryzyko utraty zdrowia lub życia przez ratowników i umożliwia skrócenie czasu dotarcia do osoby poszukiwanej, zwiększając prawdopodobieństwo jej przeżycia.

Od czasu premiery system SARUAV wdrożono w czterech jednostkach, które zajmują się poszukiwaniem osób zaginionych. Są to: Ochotnicza Straż Pożarna „Jarogniewice” z Zielonej Góry, Ochotnicza Straż Pożarna Jednostka Ratownictwa Specjalistycznego w Głogowie, Grupa Bieszczadzka GOPR oraz Ochotnicza Straż Pożarna Stare Bielsko z Bielska-Białej.

• Oni już korzystają w praktyce

Wdrożenie w jednostce z Zielonej Góry obejmuje swoim zasięgiem całe województwo lubuskie. Jak wyjaśnia Grzegorz Buda, prezes OSP „Jarogniewice”, w 2020 r. na 38 działań poszukiwawczych podejmowanych na wniosek Wojewódzkiego Stanowiska Kierowania PSP w Gorzowie Wielkopolskim system SARUAV wykorzystany został dwa razy. – W powiecie żarskim (wsie Gręzawa i Dłużek) posłużył do analizy terenu o powierzchni 250 ha, obszaru z mokradłami, trudnego do sprawdzenia przez strażaka, i w krótkim czasie wykluczył obecność osoby zaginionej – mówi prezes OSP „Jarogniewice”. Nato-

miast rok 2021 przyniósł już trzykrotne wykorzystanie systemu (na 11 wyjazdów poszukiwawczych), m.in. przy zaginięciu chłopców w miejscowości Ledno w powiecie zielonogórskim, gdzie sprawdzono obszar 100 ha. Również w tym przypadku nie stwierdzono obecności osób zaginionych. – Dziś po roku użytkowania programu SARUAV, nie tylko podczas poszukiwań, ale również na ćwiczeniach i szkoleniach, doceniamy jego ogromne możliwości, które zwiększają szanse na przeżycie osób potrzebujących naszej pomocy. Jesteśmy pod wrażeniem, jak łatwa jest analiza i jak szybko możemy sprawdzić wskazane obszary – zachwala system Grzegorz Buda.

Ratownicy z Głogowa dysponują wdrożeniem systemu dla powiatu głogowskiego oraz sąsiednich. Już wcześniej spółka SARUAV współpracowała z OSP JRS Głogów na mocy porozumienia i za zgodą policji pomagała w poszukiwaniach na zasadzie *pro publico bono*. – Nasza współpraca pokazała, że wykorzystanie SARUAV znacznie skraca czas potrzebny na dokładne przeszukanie danego sektora – przekonuje naczelnik OSP JRS Głogów Artur Starczewski. – System wspiera prowadzenie działań SAR i pozwala kilkusobowemu zespołowi sprawnie, a przede wszystkim niezwykle dokładnie przeszukać duże obszary wyznaczone przez policję. Obserwatorowi przed monitorem wszystko to zajęłoby znacznie więcej czasu i mogłoby być obciążone błędami. Wykorzystanie aplikacji SARUAV w terenach otwartych, niezalesionych nie absorbuje wielu sił i środków. Pozwala zatem skierować zespół ratowników i sprzęt (np. szybkie trójki, quady) do działań w innych miejscach – tłumaczy Artur Starczewski.

Panel weryfikacji aplikacji SARUAV. Na zdjęciu 12-lletnia pozorantka wykryta przez system

• Oni się szkolą

Z kolei Grupa Bieszczadzka GOPR wykorzystuje SARUAV w powiatach południowo-wschodniej Polski. Niedawno system był jednym z punktów szkolenia z zakresu doskonalenia i obsługi bezzałogowych statków powietrznych. – Od kiedy w Grupie Bieszczadzkiej GOPR pojawiły się bezzałogowe statki powietrzne, zaczęliśmy zastanawiać się, jak prowadzić przeszukiwanie, aby teren był rzetelnie i szybko sprawdzony. Wtedy właśnie powstał system SARUAV – mówi po szkoleniu Wojciech Pawul, ratownik Grupy Bieszczadzkiej GOPR. Jak podkreśla, system od początku zwrócił uwagę GOPR, ponieważ miał cechy, na których ratownikom najbardziej zależało. Szybko analizował materiał dostarczony z drona, był intuicyjny i prosty w obsłudze (menu w języku polskim). – Szale na korzyść SARUAV przechylił łatwy kontakt z autorami oraz możliwość zgłaszania problemów, jeśli takie wystąpiły. Na razie nie mieliśmy sposobności wykorzystać systemu w realnych działaniach poszukiwawczych. Jednak podczas licznych szkoleń i treningów program za każdym razem wskazał pozoranta, nawet w niesprzyjających warunkach. Precyzyjne określenie współrzędnych i przedstawienie wycinka zdjęcia, na którym znajduje się potencjalny poszukiwany, skutkuje szybką weryfikacją i dotarciem do człowieka – zaznacza Wojciech Pawul i dodaje, że nie wyobraża już sobie poszukiwań z użyciem drona bez wsparcia programu analizującego zebrany materiał. – Jest to kolejny krok w rozwoju dziedziny poszukiwań osób zaginionych, który staje się normą w dzisiejszym świecie – podsumowuje ratownik GOPR.

Jednostka OSP z Bielska-Białej dysponuje wdrożeniem SARUAV dla części województw śląskiego i małopolskiego. Tu też na razie był on wykorzystywany tylko na ćwiczeniach i zawodach ratowniczych. Łukasz Czernik, wiceprezes OSP Stare Bielsko, podkreśla, że podczas testów system działał bardzo szybko i z dużą dokładnością wskazywał ludzi. – Zarówno prędkość działania, jak i możliwość analizy dużych powierzchni poszukiwań składają się na znakomite wyniki, zwłaszcza w terenach trudno dostępnych, jak strome zbocza czy obszary przy rzekach. Naszym zdaniem system sprawdza się świetnie i potrafi bardzo mocno wesprzeć działania służb ratunkowych – zaznacza Łukasz Czernik.

• Ciągłe testy i rozwój

Niezależnie od wymienionych wdrożeń spółka SARUAV zrealizowała testy systemu w różnych warunkach terenowych, w różnych porach roku i doby. Rozwiązanie przetestowano i udowodniono jego skuteczność na łąkach, polach uprawnych, nieużytkach, w lasach liściastych poza okresem wegetacyjnym, na gruzowisku czy na plaży, również wtedy, gdy teren pokrywał śnieg. SARUAV radzi sobie z wykrywaniem dzieci i osób w ubraniach maskujących.

Z uwagi na wykorzystywanie zdjęć RGB system działa w dzień. Średnia skuteczność głównego detektora wynosi 97% (jest to procent pozorantów odnalezionych na przynajmniej jednym zdjęciu podczas lotu). Najgorszy odnotowany wynik to 86%, ale wiele testowych lotów

poszukiwawczych charakteryzowało się 100-procentową skutecznością.

Firma SARUAV przeprowadziła ponadto testy automatycznej detekcji na zdjęciach nocnych, doświetlonych źródłem światła zamontowanym na dronie. Wstępne analizy potwierdzają możliwość wykrywania zaginionych również w takich warunkach.

Od samego początku dla spółki niezwykle istotne są ćwiczenia i testy systemu realizowane we współpracy z jednostkami ratowniczymi. Zespół SARUAV brał udział w testach terenowych z organizacją „Szukamy i Ratujemy” z Ostrowa Wielkopolskiego, z małopolskimi jednostkami ochotniczymi (OSP Niegoszowice, OSP Tenczynek i OSP Bolechowice) oraz z Grupą Jurajską GOPR. Pozwoliło to na wymianę doświadczeń i dyskusję na temat możliwości i ograniczeń prowadzenia poszukiwań osób zaginionych z wykorzystaniem automatycznego przetwarzania obrazu.

• Nauka i biznes

Twórcy SARUAV kontynuują ponadto pracę naukową w obszarze problematyki poszukiwawczej, czego potwierdzeniem jest wydanie przez dr Mirosławę Jurecką i prof. Tomasza Niedzielskiego książki pt. „Poszukiwanie osób zaginionych w terenach otwartych: przegląd stosowanych metod” w serii Rozprawy Naukowe Instytutu Geografii i Rozwoju Regionalnego Uniwersytetu Wrocławskiego (do pobrania ze strony <https://www.geogr.uni.wroc.pl/> lub <https://www.saruav.pl/>). Zespół SARUAV opublikował też artykuł naukowy na temat wpływu saturacji obrazu na detekcję ludzi na zdjęciach lotniczych. Praca ta ukazała się w prestiżowym czasopiśmie naukowym „Journal of Applied Remote Sensing”.

System SARUAV jest również wykorzystywany w badaniach naukowych. Doktorat wdrożeniowy realizowany w ramach współpracy Uniwersytetu Wrocławskiego z Grupą Jurajską GOPR ma odpowiedzieć na pytanie, czy i na ile poszukiwania osób zaginionych z użyciem drona wspieranego systemem do automatycznej detekcji ludzi są skuteczniejsze i szybsze od standardowych. Promotorem tej pracy jest prezes spółki SARUAV prof. Tomasz Niedzielski.

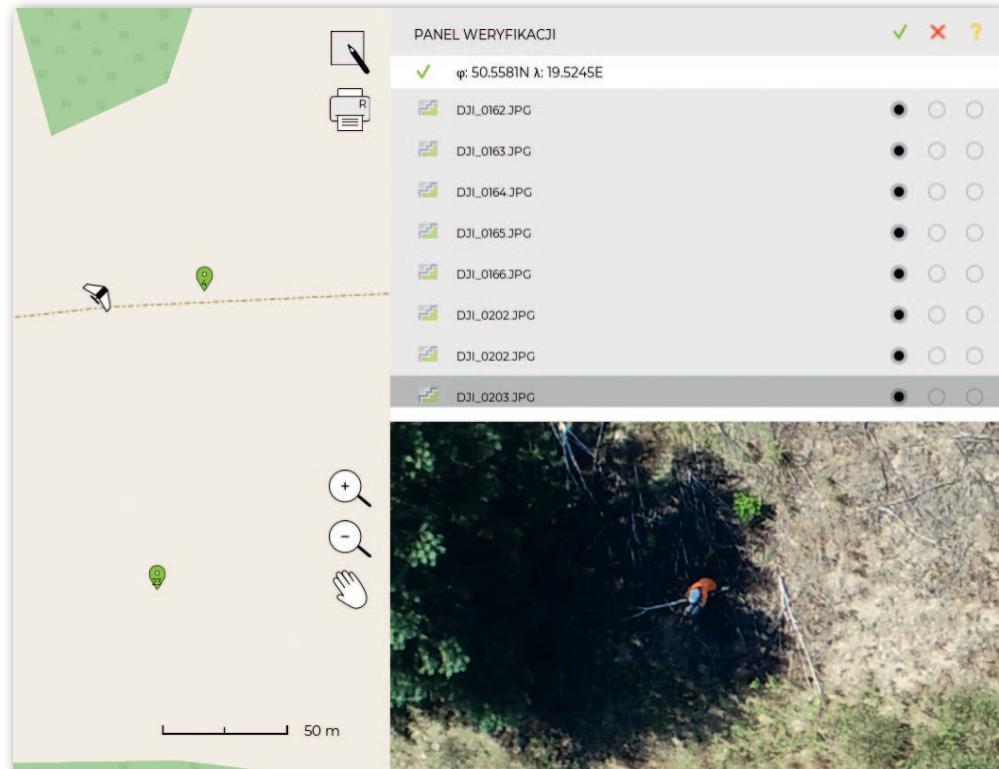
Od 1 maja br. system SARUAV ma już swojego dystrybutora. Jest nim firma aeromind z Poznania posiadająca duże doświadczenie w branży dronowej. Oferuje ona nie tylko platformy bezzałogowe, ale i oprogramowanie, szkolenia oraz szerokie wsparcie i serwis dla klientów.

Prof. Tomasz Niedzielski
SARUAV Sp. z o.o.

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 6/2021



Testy systemu SARUAV, Bieszczady, maj 2021 r.



Jak geoinformatyka zaczyna wspierać służby zarządzania kryzysowego

SARUAV odnalazł człowieka

System do automatycznej detekcji ludzi na zdjęciach lotniczych SARUAV opracowany przez naukowców z Uniwersytetu Wrocławskiego pomógł uratować zaginionego w górach. To pierwszy taki przypadek.

29 czerwca 2021 r. dzięki SARUAV udało się odnaleźć człowieka w Beskidzie Niskim. To polskie kompleksowe rozwiązanie wspiera służby ratownicze w wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych (BSP). – Dla nas to historyczna chwila, na któ-

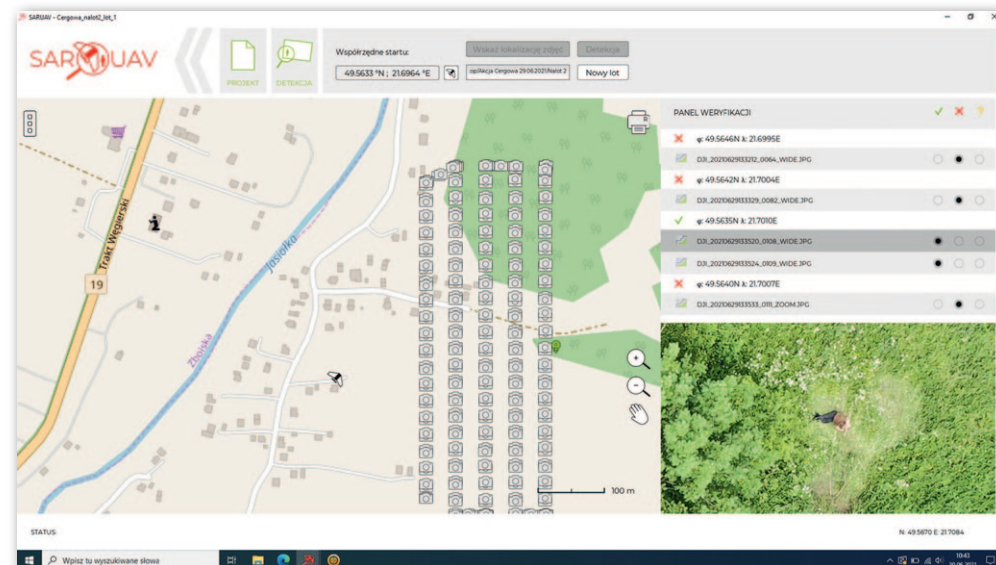
rą czekaliśmy. Pokazuje, że nasze wysiłki i środki nie poszły na marne, warto było choćby dla tego jednego życia – mówi Wojciech Pawul, ratownik Grupy Bieszczadzkiej GOPR. Jak podkreśla, na sukces każdej akcji poszukiwawczej składa się wiele czynników. Są to m.in. dobry wywiad, strategia,

patrole piesze i quadowe, psy czy statki powietrzne. – Decyzja o wykorzystaniu drona w przypadku akcji w Beskidzie Niskim zapadła zaraz na początku działań. Jest to metoda niezależna od innych, dlatego wykorzystanie dronów podczas poszukiwań stało się w Bieszczadzkiej Grupie

GOPR standardem. Korzystamy z nich, jeśli tylko pozwala na to teren i warunki atmosferyczne – podkreśla ratownik.

Obszar poszukiwań był bardzo zróżnicowany: lasy, gęste krzaki, łąki, pola uprawne, zabudowania, obszary płaskie i górskie poprzecinane głębokimi jarami. Jak zauważa Wojciech Pawul, teren był na tyle trudny, że przechodząc obok poszukiwanego w odległości większej niż 2 m, można go było nie zauważyć. Wysoka trawa i wysoka temperatura utrudniały ponadto pracę węchową psa. – Nie możemy stwierdzić, czy bez drona akcja zakończyłaby się niepowodzeniem. Jedno jednak wiemy na pewno – dzięki wykorzystaniu BSP poszuki-

Ekran aplikacji SARUAV, w której analityk weryfikuje wskazania systemu



Dron tuż przed akcją w Beskidzie Niskim

wania w znaczny sposób przyspieszyły, a zaginionego udało się znaleźć w dobrym zdrowiu – tłumaczy ratownik GOPR.

Podczas akcji dron po raz pierwszy został poderwany w powietrze około 3 nad ranem. Przez kilka godzin z wykorzystaniem kamery termowizyjnej sprawdzał miejsca m.in. wzdłuż polnych dróg. Ponownie uruchomiono go około godziny 13. Tym razem do nalotów wykorzystana została kamera światła widzialnego DJI Zenmuse H20. W trakcie 5 misji dron wykonał blisko 910 zdjęć pokrywających obszar około 95-100 ha. – Przechesanie tego terenu zajęłoby dziesięciu 3-osobowym zespołom minimum 2 godziny – podkreśla Wojciech Pawul.

Podczas analizy zdjęć system SARUAV wskazał również tzw. fałszywie pozytywne trafienia. Byli to ludzie, którzy chodzili wokół zabudowań, ratownicy w terenie, a także różnego rodzaju przed-

mioty i śmieci. – Tutaj na scenę wkraczał analityk ratownik, który po weryfikacji na ekranie eliminował niepożądane trafienia. Zdjęcia były na tyle dobrej jakości, że sprawdzenie przez patrole w terenie nie było potrzebne. Wszystkie fałszywe trafienia wyeliminował analityk już w panelu weryfikacji – opowiada ratownik Grupy Bieszczadzkiej GOPR.

Wykrycie osoby poszukiwanej nastąpiło około godziny 18:21, co skutkowało natychmiastowym zadysponowaniem ratowników we wskazany punkt. Poszukiwany człowiek został w porę odnaleziony i przekazany Zespołowi Państwowego Ratownictwa Medycznego. Czas, jaki upłynął od chwili uruchomienia drona z kamerą światła widzialnego do chwili odnalezienia zaginionego, wyniósł 5 godzin i 20 minut.

System SARUAV ma swoje korzenie na Uniwersytecie Wrocławskim. Wstępny prototyp został

opracowany przez prof. Tomasza Niedzielskiego i jego zespół w składzie: dr Mirosława Jurecka i dr Bartłomieja Miziński. Twórcy założyli w 2018 roku spółkę spin-off, której celem był rozwój prototypu oraz opracowanie nowych rozwiązań metodycznych i technologicznych w zakresie automatyzacji procesu poszukiwań osób zaginionych z użyciem dronów.

– Odnalezienie żywego człowieka dzięki możliwościom systemu SARUAV jest zwieńczeniem wieloletniej pracy naukowej kierowanego przeze mnie zespołu badawczego – mówi prof. Tomasz Niedzielski, prezes zarządu SARUAV Sp. z o.o. i nauczyciel akademicki UWr. – Pokazaliśmy, że technologie geoinformatyczne mają ogromny potencjał aplikacyjny i mogą z powodzeniem służyć nie tylko ludziom nauki, ale wszystkim obywatelom. Sądzę, że jak dotąd niedoceniany potencjał szeroko pojętych rozwiązań geoinformatycznych słu-

żących do wspierania służb zarządzania kryzysowego zostanie niedługo dostrzeżony w wielu obszarach życia – podkreśla.

Od premiery w czerwcu 2020 r. system SARUAV wdrożono w sześciu jednostkach, które zajmują się poszukiwaniem osób zaginionych. Są to: Ochotnicza Straż Pożarna „Jarogniewice” z Zielonej Góry, Ochotnicza Straż Pożarna Jednostka Ratownictwa Specjalistycznego w Głogowie, Grupa Bieszczadzka GOPR, Ochotnicza Straż Pożarna Stare Bielsko z Bielska-Białej, Grupa Jurańska GOPR oraz Ochotnicza Straż Pożarna w Niegoszowicach. Kolejne umowy licencji są zawierane z jednostkami specjalizującymi się w poszukiwaniach na lądzie i w wodzie. Więcej o powstawaniu i wdrożeniach systemu SARUAV pisaliśmy w GEODECIE 6/2021.

Damian Czekał

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 8/2021



Zdjęcie z drona, na którym system SARUAV wykrył zaginionego

NIEZBĘDNIK

w formie aktywnego flipbooka lub pliku PDF



94 strony szczegółowych charakterystyk, zrealizowanych projektów oraz najnowszych technologii

Zestawienia SKANERÓW

naziemnych, optycznych, mobilnych i lotniczych oraz OPROGRAMOWANIA do obróbki chmur punktów

Dostępny bezpłatnie na Geoforum.pl

Przegląd trendów technologicznych na rynku dronów do celów geodezyjnych

Czego nie da ci DJI?

Chińska firma DJI w krótkim czasie niemal zmonopolizowała światowy rynek dronów, również w geodezji. Czy jest zatem jeszcze sens brać pod uwagę maszyny innych marek?

Jerzy Królikowski

Gdy dronowa rewolucja w geodezji dopiero się rozpoczynała, na międzynarodowych targach Intergeo można było zobaczyć dziesiątki maszyn w różnych kolorach i kształtach, no i oczywiście różnych producentów. Dziś konkurencja jest nieporównanie mniejsza, a lider tylko jeden – DJI (Da-Jiang Innovations). Widać to zresztą w zestawieniu sprzętu oferowanego przez naszych krajowych dystrybutorów, które publikujemy w niezbędniku DRONY DLA GEODETY 2021. Każdego roku z tabel wypadają bowiem kolejne marki nie wytrzymujące ostrej konkurencji z chińskim gigantem. Co ważne, w tym roku dotyczy to również dwóch polskich firm – MSP oraz Trigger Composites. Ta pierwsza znana była choćby z płatowców serii Neo, bodaj pierwszych dronów zastosowanych w naszym kraju do celów geodezyjnych. Druga miała zaś ambicję podbić światowy rynek niewielką maszyną Easy Map UAV.

Dominacja DJI jest wyraźna również w polskich firmach geodezyjnych. Te, które kupiły drona i chwalą się jego wykorzystaniem w miesięczniku GEODETA czy w mediach społecznościowych, w większości zdecydowały się na maszyny właśnie tej chińskiej marki. Co więcej, są one powszechnie wykorzystywa-

ne również przez instytucje publiczne (ostatnio nabyły je choćby Wody Polskie) oraz wyższe uczelnie.

• Skala przepisem na sukces

W zależności od źródła udział DJI w światowym rynku dronów szacowany jest na 70% do nawet 85%. Jak udało się w kilka lat osiągnąć taką dominację? Większość ekspertów jest zgodna – kluczem do sukcesu jest niska cena. Zdecydowana większość

elementów, jak sensory, silniki, autopilot, firmware, kontroler, akumulatory czy oprogramowanie do planowania nalogu. Muszą one nie tylko idealnie ze sobą współgrać, ale także zapewniać wysoką niezawodność oraz być proste w obsłudze. Osiągnięcie tego celu wymaga zaś ogromnych nakładów finansowych i lat prac badawczych. Firmie DJI się to udało, a dodatkowo dzięki efektowi skali była w stanie

łó kurs jej akcji i zmusiło do znaczącej redukcji zatrudnienia.

Z punktu widzenia szeroko rozumianej branży geodezyjnej istotnym aspektem wyboru drona są sensory. Tu również DJI ma się czym pochwalić. Część maszyn tej marki pozwala bowiem na podłączanie różnego rodzaju kamer czy skanerów laserowych zewnętrznych producentów na zasadzie „plug&play”. Ich wybór jest



konkurencyjnych maszyn o porównywalnych parametrach jest po prostu wyraźnie droższa i dotyczy to zarówno sprzętu amatorskiego, jak i do zastosowań profesjonalnych. Ale to niejedyny powód sukcesu DJI.

Przede wszystkim trzeba mieć świadomość, że dawno minęły już czasy, gdy dron był prostą konstrukcją, która miała jakoś tam latać i przy okazji robić lepsze lub gorsze zdjęcia. Dziś jest to skomplikowane połączenie takich

zaferować swoje produkty w bardzo konkurencyjnych cenach.

Jak trudno osiągnąć ten cel, pokazuje przykład firmy GoPro. Jej wytrzymałe kamery sportowe nie mają sobie równych, ale debiut na rynku dronów okazał się porażką. Gdy premierowe bezałogowce Karma zaczęły niespodziewanie spadać z nieba (choć działo się to sporadycznie), firma zmuszona była wycofać je z rynku, co w konsekwencji ścię-

już na tyle duży, że z powodzeniem można by przygotować dla nich odrębne zestawienie. Cecha ta sprawia, że jeden dron DJI może służyć do realizacji różnych zleceń, a to wymierna oszczędność. Łatwiej jest także wymieniać sensory na nowsze i lepsze.

Gwoli rzetelności należy odnotować, że część konkurentów również oferuje taką techniczną możliwość dla swoich maszyn. Sęk w tym, że wybór dostępnych czujników jest w ich przypadku

nieporównanie mniejszy. Co więcej, w zeszłym roku firma DJI zaprezentowała własne profesjonalne sensory – mowa o kamerze P1 oraz lidarze L1. Przełomowe wydaje się to drugie urządzenie, głównie z powodu stosunkowo niskiej ceny. Na polskim rynku skaner ten można nabyć w cenie poniżej 50 tys. zł, a więc podobnej jak np. zmotoryzowany tachimetr. Czy oznacza to, że DJI wkrótce zmonopolizuje także rynek fotogrametrycznych sensorów dla dronów? Tu na pewno nie pójdzie już tak łatwo. Akurat w tej branży DJI jest bowiem nowicjuszem z małym doświadczeniem.

● Konkurencja wciąż żywa

Wróćmy do tytułowego pytania. Czy w świetle powyższych słów firmy geodezyjne w ogóle powinny analizować zakup drona innego niż DJI? Ależ oczywiście! Wystarczy zerknąć do zestawień w tego-rocznym dronowym niezbędniku, gdzie oprócz tego chińskiego producenta znajdziemy maszyny 18 innych marek (w tym trzech polskich). Dobrze pokazuje to, że konkurentom wciąż nie brak pomysłów na podgryzanie chińskiego giganta. W czym ich rozwiązania są lepsze?

Najkrótsza odpowiedź to: płatownce. DJI wciąż nie ma ich w swojej ofercie i wątpliwe, czy w ogóle ma zamiar zmienić ten stan rzeczy. A przecież z punktu widzenia geodezji i kartografii ten typ dronów ma kilka istotnych zalet. Kluczową jest z pewnością znacznie wyższa wydajność pomiaru, dlatego maszyny te znacznie lepiej sprawdzą się choćby przy kartowaniu inwestycji liniowych. Dlaczego w takim razie firma DJI nie zbudowała jeszcze własnego płatownca? Zapewne dlatego, że popyt na nie jest znacznie mniejszy niż na wirnikowce, a to choćby za sprawą trudniejszej obsługi – szczególnie podczas startu i lądowania. I tu jednak widać postęp, czego najlepszym przykładem są coraz popularniejsze pionowzloty, określane powszechnie

skrótom VTOL (*Vertical Take Off and Landing*).

No dobrze. Ale co z wirnikowcami? W branży geodezyjnej są one przecież znacznie popularniejsze niż płatownce. Tu także nie brak różnych producentów, choć z pewnością trudniej wywalczyć im przewagę nad DJI. Co nie znaczy, że to niemożliwe. Analiza zestawień, które publikujemy na następnych stronach, pokazuje, że konkurenci bywają lepsi np. pod względem wagi, wymiarów, udźwigu, czasu pracy na jednym ładowaniu czy liczby dostępnych trybów lotów. Trzeba sobie jednak odpowiedzieć na pytanie, czy różnica ta jest na tyle duża, że warto za nią dopłacać.

Ponadto w pewnych specjalistycznych zastosowaniach niektórych konkurentów okazują się lepsi w lotach w nietypowych warunkach, np. przy kiepskiej pogodzie czy w ciasnych przestrzeniach bez dostępu sygnałów GNSS. Przewagę nad DJI może dać choćby większa liczba silników wpływająca na niezawodność platformy i stabilność lotu. W swoich dronach konkurencja zwraca także uwagę na takie elementy, jak: bardziej rozwinięte oprogramowanie do planowania nalołów, lepsze algorytmy sterowania maszyną (w tym do unikania przeszkód), mniejsza awaryjność, większe pole widzenia (np. dzięki składanemu podwoziu), opcja autonomicznego podążania za ruchomymi obiektami czy redundancja poszczególnych podsystemów. Nie brak ponadto głosów, że zeszłoroczna premiera drona Autel Evo II jest dowodem na to, iż z DJI można konkurować również cenowo.

Co ciekawe, na niektórych eksperckich blogach jako kluczową wadę maszyn DJI wymienia się kwestię... bezpieczeństwa. Wprawdzie nikt nie formułuje żadnych konkretnych zarzutów, ale pojawiają się pogłoski, że jeśli zajdzie taka potrzeba, producent może tak zatańczyć, jak mu chiński rząd zagra.

Przykładowo w 2019 r. amerykański Departament Bezpieczeństwa Wewnętrznego wydał ostrzeżenie, że drony wyprodukowane w Państwie Środka przesyłają tam niektóre dane dotyczące nalołów, a te mogą trafiać w ręce rządu w Pekinie. Choć raport nie wskazuje konkretnych marek, to przecież nie musi, bo już w 2017 r. w amerykańskiej armii wprowadzono całkowity zakaz używania produktów DJI. Z kolei w ubiegłym roku – również ze względów bezpieczeństwa – z wykorzystania tych maszyn wycofał się rząd w Tokio. Powstaje jednak pytanie, na ile te obawy są uzasadnione, a na ile to efekt wojny handlowej. Zwolennicy tej drugiej teorii podkreślają, że w ostatnich latach DJI zrobił naprawdę sporo, by dane użytkowników jego sprzętu były bezpieczne.

● Wyższa półka wymusza więcej uwagi

Jakie praktyczne wnioski płyną z tych rozważań? W gronie internetowych ekspertów nie brak opinii, że w kategorii dronów z niższych półek DJI w zasadzie nie ma liczącej się konkurencji – zarówno cenowo, jak i jakościowo. Jeśli zatem geodeta chce kupić taniego i prostego w obsłudze wirnikowca do niewielkich nalołów, to czy wybór jest tylko jeden? Cóż, pewne jest to, że jeśli kupi maszynę DJI, to nie przepłaci, a i na jakość sprzętu nie powinien narzekać. Jeśli jednak mamy ambicję rozwijać nasz biznes i realizować większe i bardziej skomplikowane zlecenia, z pewnością warto uważnie przejrzeć tabele na następnych stronach, prześledzić internetowe dyskusje i recenzje, porozmawiać z użytkownikami czy wreszcie umówić się z dystrybutorami na pokaz sprzętu. Kto jak kto, ale geodeci doskonale wiedzą, że istotne różnice w sprzęcie często nie są widoczne na pierwszy rzut oka!







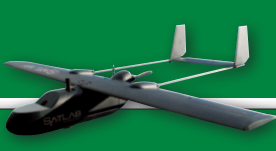
Jerzy Królikowski

DRONY – PŁATOWNCE				
PRODUCENT	ATMOS UAV	ATMOS UAV	AUTEL	AUTEL
NAZWA	Marlyn (MSC)	Marlyn (RGB)	Dragonfish Lite	Dragonfish Standard
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2020	2021	2021
PLATFORMA				
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	160 x 82 x 70	160 x 82 x 70	965 x 1600 x 350	1290 x 2300 x 460
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	plecak 80 x 75 x 43	plecak 80 x 75 x 43	brak danych	brak danych
waga całkowita [kg]	5,7 z bateriami	5,7 z bateriami	4,5 z bateriami	7,5 z bateriami
maksymalny udźwig [kg]	1,0	1,0	5,5 (głowica: 1,0)	9 (głowica: 1,5)
maksymalna prędkość [km/h]	95	95	108	108
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	start i lądowanie: 45, lot: 55	start i lądowanie: 45, lot: 55	brak danych	brak danych
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 elektryczne	4 elektryczne	4 elektryczne
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	55	55	75	120
metoda startu	VTOL	VTOL	VTOL	VTOL
POZYCJONOWANIE				
typ odbiornika GNSS	GPS (L1, L2, L5), GLONASS (L1, L2, L3)	GPS (L1, L2, L5), GLONASS (L1, L2, L3)	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo
obsługa korekt	tak	tak	RTK	RTK
IMU	tak	tak	tak	tak
SENSORY				
cyfrowa kamera	MicaSense RedEdge-MX/Altum	Sony UMC-R10C/Sony RX1RII	Z2, T3, T3H, L20T, M1	Z2, T3, T3H, L20T, M1
matryca [Mpx]	1,2/3,2	20,1/42,4	8-12 (zależy od głowicy)	8-12 (zależy od głowicy)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	brak danych	brak danych
dodatkowe informacje	możliwość zamontowania FLIR Duo Pro R	możliwość wymiany obiektywów w zależności od długości ogniskowej, możliwość zamontowania FLIR Duo Pro R	Z2: 4K 20x zoom optyczny; T3: 4K 20x zoom optyczny, rozdż. kam. termowiz. 640 x 512 px; T3H: termowizja 1280 x 1024 px; L20T: 4K 20x zoom optyczny, obiektyw szerokokątny 12 Mpx, termowizja 640 x 512 px, dalmierz laserowy	Z2: 4K 20x zoom optyczny; T3: 4K 20x zoom optyczny, rozdż. kam. termowiz. 640 x 512 px; T3H: termowizja 1280 x 1024 px; L20T: 4K 20x zoom optyczny, obiektyw szerokokątny 12 Mpx, termowizja 640 x 512 px, dalmierz laserowy
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	MX: 8 dla 120 m, Altum: 5,2 dla 120 m	RX1RII: 1,5 dla 120 m, 2 dla 155 m	brak danych	brak danych
przykładowa produktywność w naloie [pow. dla określonej rozdzielczości]	około 200 ha dla 8 cm (MX) i 5,2 cm (Altum)	140 ha dla 1 cm, 250 ha dla 1,5 cm	brak danych	brak danych
skaner laserowy	brak	brak		
prędkość skanowania [pkt/s]			brak danych	brak danych
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]			brak danych	brak danych
zasięg [m]			brak danych	brak danych
dodatkowe informacje			brak danych	brak danych
inne sensory	-	-		
STEROWANIE				
pulpit kontrolny	aparatura RC + komputer/tablet z Windows 10	aparatura RC + komputer/tablet z Windows 10	9,7” Ground Control Station AUTEL VOYAGER	9,7” Ground Control Station AUTEL VOYAGER
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	brak danych	brak danych
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI				
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	902-928 MHz, 2,5-2,4835 GHz, 5,725-5,755 GHz	902-928 MHz, 2,5-2,4835 GHz, 5,725-5,755 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	20	20	FCC: 10, CE/MIC: 5, SRRC: 5	FCC: 10, CE/MIC: 5, SRRC: 5
OPROGRAMOWANIE				
do planowania nalołów (funkcje)	ATMOS MarLynk - naloły powierzchniowe, naloły liniowe, naloły z uwzględnieniem krzywizny terenu	ATMOS MarLynk - naloły powierzchniowe, naloły liniowe, naloły z uwzględnieniem krzywizny terenu	brak danych	brak danych
do przetwarzania danych	Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, 3Dsurvey	Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, 3Dsurvey	brak danych	brak danych
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	Modem MarLynkm, kontroler, dwa zestawy baterii, podwójna ładowarka, plecak, walizka do akcesoriów, zestaw zapasowch części, narzędzia, oprogramowanie, instrukcja użytkownika PL	Modem MarLynkm, kontroler, dwa zestawy baterii, podwójna ładowarka, plecak, walizka do akcesoriów, zestaw zapasowch części, narzędzia, oprogramowanie, instrukcja użytkownika PL	brak danych	brak danych
DODATKOWE INFORMACJE	możliwość zamontowania transpondera, modułu Beacon oraz kamery FPV	możliwość zamontowania transpondera, modułu Beacon oraz kamery FPV	brak danych	brak danych
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	NaviGate	NaviGate	Dilectro	Dilectro

DRONY - PŁATOWCE

PRODUCENT	Autel	BZB UAS	BZB UAS		Delair	Delair	Delair	Delair
NAZWA	Dragonfish Pro	Koliber Fixed Wing	Koliber VTOL		DT26E LiDAR	DT26E Tactical/Surveillance	UX11	UX11AG
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2020	2021		2020	2020	2018	2018
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	1650 x 3040 x 460	1960 x 1073 x 183	2200 x 1073 x 183		1600 dł. x 3300 rozp.	1600 dł. x 3300 rozp.	750 x 350 x 1100	750 x 350 x 1100
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	waliza 1180 x 720 x 260	waliza 1180 x 500 x 500		waliza 1150 x 650 x 680	waliza 1150 x 650 x 680	plecak 790 x 430 x 350	plecak 790 x 430 x 351
waga całkowita [kg]	14,5 z bateriami	5,5	6,5		17	16	1,5	1,6
maksymalny udźwieg [kg]	17 (głowica: 2,5)	1,0	0,7		5,0	5,0	0	brak danych
maksymalna prędkość [km/h]	108	28	28		57	57	54	54
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	brak danych	60	60		35	39	45	45
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	2 elektryczne	5 elektrycznych		1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	180	120	90		110	170	59	52
metoda startu	VTOL	z ręki	VTOL		z wyrzutni	z wyrzutni	z ręki	z ręki
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	opcja: GPS (L1, L2, L5), GLONASS (L1, L2, L3), BeiDou (B1, B2, B3) + Galileo (E1, E5, E6)	opcja: GPS (L1, L2, L5) + GLONASS (L1, L2, L3) + BeiDou (B1, B2, B3) + Galileo (E1, E5, E6)		dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)	dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)	GPS + GLONASS + SBAS (L1, L2)	GPS + GLONASS + SBAS (L1, L2)
obsługa korekt	RTK	opcja: PPK, PPP-RTK (SECORX-S)	opcja: PPK, PPP-RTK (SECORX-S)		PPK	nie	PPK	PPK
IMU	tak	zintegrowana z autopilotem	zintegrowana z autopilotem		Applanix APX15 o dokładności 0,025˚	nie	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Z2, T3, T3H, L20T, L50T, M1	Sony a6000/ Micasense RedEdge MX	Sony a6000/ Micasense RedEdge MX		zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB)	InPixal ASIO 155 Gimbal – sensor EO lub IR do wizji dziennej i nocnej	zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB)	Micasense RedEdge MX
matryca [Mpx]	8-50 (zależy od głowicy)	42,4	42,4		21,4 (RGB)	EO: HD 1280 x 720, IR: 640 x 480 (25 Hz)	21,4	5 x 1,22
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	brak danych	nie	nie		nie	pełen zakres	nie	nie
dodatkowe informacje	Z2: 4K 20x zoom optyczny; T3: 4K 20x zoom optyczny, rozdż. kam. termowiz. 640 x 512 px; T3H: termowizja 1280 x 1024 px; L20T: 4K 20x zoom optyczny, obiektyw szerokokątny 12 Mpx, termowizja 640 x 512 px, dalmierz laserowy; L50T: 4K 50x zoom optyczny, obiektyw szerokokątny 50 Mpx, termowizja 1280 x 1024 px, dalmierz laserowy	możliwość integracji innych czujników/sensorów wskazanych przez zamawiającego	możliwość integracji innych czujników/sensorów wskazanych przez zamawiającego		podgląd i możliwość korekcji parametrów zdjęcia w trakcie lotu	EO: zoom optyczny x30 i FOV 2,2-62,9°, IR: zoom cyfrowy i FOV 17,7°, długość fali 8-14 µm; śledzenie wideo	podgląd i korekcja parametrów zdjęcia w trakcie lotu	podgląd i korekcja parametrów zdjęcia w trakcie lotu
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	brak danych	RXIRII: 1,5 dla 120 m, 2 dla 155 m	RXIRII: 1,5 dla 120 m, 2 dla 155 m		brak danych	brak danych	1 dla 75 m, 2 dla 150 m, 7 dla 500 m	5 dla 75 m, 8 dla 122 m, 34 dla 500 m
przykładowa produktywność w naloce [pow. dla określonej rozdzielczości]	brak danych	300 ha dla 2,5 cm	200 ha dla 2,5 cm		11 km kw. dla 1,6 cm	brak danych	1,0 km kw. dla 1 cm, 2,1 km kw. dla 1,7 cm, 8,4 km kw. dla 7 cm	90 ha dla 5 cm, 150 ha dla 8 cm, 600 ha dla 34 cm
skaner laserowy		brak	brak		Riegl miniVUX-1DL	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	brak danych	nie dotyczy	nie dotyczy		100 000	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]	brak danych				50 dla 80 m			
zasięg [m]	brak danych				200 przy odbiciu 60%			
dodatkowe informacje	brak danych				liczba rejestrowanych odbić: 5			
inne sensory	brak danych	Micasense Rededge-mx, altum	Micasense Rededge-mx, altum		-	-	-	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	9,7” Ground Control Station AUTEL VOYAGER	aparatura RC + tablet/laptop	aparatura RC + tablet/laptop		odporny tablet + kontroler	odporny tablet + kontroler	tablet (Android)	tablet (Android)
możliwości autopilota	brak danych	start, lądowanie, lot, naloł powierzchniowy i liniowy, utrzymanie stałej wysokości	start, lądowanie, lot, naloł powierzchniowy i liniowy		start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	902-928 MHz, 2,5-2,4835 GHz, 5,725-5,755 GHz	868 Mhz, opcja: GSM	868 Mhz, opcja: GSM		pasmo C (opcja: L i S), 3G/4G	pasmo C (opcja: L i S), 3G/4G	2,4 GHz, 3G/4G	2,4 GHz, 3G/4G
możliwość przesyłania obrazów	tak	nie	nie		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	FCC: 10, CE/MIC: 5, SRRC: 5	20	20		55	50	5 dla FCC, 3 dla CE, nieograniczony dla 3G/4G	5 dla FCC, 3 dla CE, nieograniczony dla 3G/4G
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	brak danych	BZBPlanner (IOS)/Mission Planner	BZBPlanner (IOS)/Mission Planner		Flight Dech Pro – symulacja lotów, zoptymalizowane planowanie misji liniowych, podczas lotu możliwość podglądu na żywo telemetrii, obrazu z kamery, kontrolowanie lotu	Flight Dech Pro – symulacja lotów, zoptymalizowane planowanie misji liniowych, podczas lotu możliwość podglądu na żywo telemetrii, obrazu z kamery, kontrolowanie lotu	Delair Flight Deck – intuicyjne planowanie nalołów, naloły wieloblokowe, naloł z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, checklista	Delair Flight Deck – intuicyjne planowanie nalołów, naloły wieloblokowe, naloł z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, checklista
do przetwarzania danych	brak danych	Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, Sure	Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, Sure		Global Mapper, AutoCAD, Terrasolid, PLSCADD i inne	brak danych	Delair After Flight (zarządzanie danymi po naloacie, obl. PPK); opcja: Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape i in.	Delair After Flight (zarządzanie danymi po naloacie, obl. PPK); opcja: Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape i in.
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	brak danych	skrzynia transportowa, aparatura sterująca, bateria, części zamienne, przeszkolenie 2 osób z obsługi	skrzynia transportowa, aparatura sterująca, bateria, części zamienne, przeszkolenie 2 osób z obsługi		waliza transportowa, tablet, kamera cyfrowa, skaner, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	waliza transportowa, tablet, kamera cyfrowa, antena, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie	lekka torba transportowa, zintegrowana kamera, 3 baterie z ładowarką, programy Delair Flight Deck i After Flight, akcesoria i części zamienne	lekka torba transportowa, zintegrowana kamera, 2 baterie z ładowarką, programy Delair Flight Deck i After Flight, akcesoria i części zamienne
DODATKOWE INFORMACJE	brak danych	możliwość zamontowania transpondera, modułu Beacon oraz kamery FPV	możliwość zamontowania transpondera, modułu Beacon oraz kamery FPV		wydajny UAV o ogromnym zasięgu wyposażony w wysokiej klasy skaner laserowy; dokładność chmury punktów 5 cm poziomo/10 cm pionowo	taktyczny, odporny UAV pozwalający uzyskać obraz wysokiej jakości; automatyczne śledzenie do 4 obiektów jednocześniepoprzez wskazanie ich na ekranie, cicha praca (< 80 dB)	delikatne lądowanie BTOL z wykorzystaniem czujnika odległości, start z ręki bez kontaktu ze śmigłem, zaawansowany komputer pokładowy otwarty na rozwój technologiczny	delikatne lądowanie BTOL z wykorzystaniem czujnika odległości, start z ręki bez kontaktu ze śmigłem, zaawansowany komputer pokładowy otwarty na rozwój technologiczny
CENA [zł netto]	brak danych	od 26 999	od 38 999		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	Dilectro	BZB UAS	BZB UAS		Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja




DRONY - PŁATOWCE

								
PRODUCENT	FlyTech UAV	FlyTech UAV	GeoPixel		GeoPixel	Intel	Quantum-Systems GmbH	Satlab Geosolutions
NAZWA	UAV Birdie	UAV Birdie VTOL	GeoPixel PRO		GeoPixel VTOL	Sirius PRO R2 INT	Trinity F90+ (VTOL)	SLA-1 (mark 3)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2017	2019	2019		2021	2017	2019	2018
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	560 x 140 x 1400	720 x 140 x 1660	1500 x 300 x 2000		1500 x 300 x 2200	1200 x 220 x 1630	1500 dł. x 2394 rozp.	1350 dł. x 1800 rozp.
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	skrzynia 630 x 597 x 315	skrzynia 630 x 597 x 315 + pokrowiec na zasobniki VTOL	1500 x 300 x 300		1500 x 300 x 300	brak danych	1002 x 830 x 270	brak danych
waga całkowita [kg]	2,5	3,9	4		5	2,7	5	2,7
maksymalny udźwig [kg]	0,6	0,6	1,0		1,0	0,7	0,7	brak danych
maksymalna prędkość [km/h]	90	61	72		72	100	72	50
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	54	36	40		40	65	43	50
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	5 elektrycznych	2 elektryczne		4 elektryczne	1 elektryczny	3 elektryczne	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	60	30	70 (bateria Li-po), 120 (Li-Ion)		50 (bateria Li-po), 100 (Li-Ion)	45	>90	60 (z wymienną baterią 8000 mAh)
metoda startu	z ręki	VTOL	z ręki		z ręki	z ręki	automatyczny start pionowy (VTOL)	automatycznie z ręki
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	jednoczęstotliwościowy lub wieloczęstotliw. fazowy GPS + GLONASS + Galileo	jednoczęstotliwościowy lub wieloczęstotliw. fazowy GPS + GLONASS + Galileo	PPK GPS + GLONASS (L1)		PPK GPS + GLONASS (L1)	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	u-blox ZED-F9P, dwuczęstotliwościowy GNSS (L1 /L2): NAVSTAR_GPS + GLONASS + Galileo + BeiDou	RTK z LTE/4G, 2 ant. GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo
obsługa korekt	DGNSS, PPK, RTK/RTN	DGNSS, PPK, RTK/RTN	tak		tak	RTK, RTN	PPK	DGNSS, NTRIP, RTK, PPP (przez modem 4G i UHF)
IMU	zintegrowana z autopilotem	zintegrowana z autopilotem	tak		tak	tak, z komposem	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Sony A6000/Sony RX1R II	Sony A6000/Sony RX1R II	Sony A6000/Sony NEX 5/Sony NEX 7		Sony A6000/Sony NEX 5/Sony NEX 7	Sony RX1RII	Sony RX1R II lub UMC-R10C, MicaSense RedEdge-MX lub Altum, MS RedEdge-MX+UMC-R10C, MS RedEdge-MX Blue 42 (Sony RX1RII); 20,1 (Sony UMC-R10C)	sensor Sony
matryca [Mpx]	24/42 (pełna klatka)	24/42 (pełna klatka)	24-42		24-42	42	42 (Sony RX1RII); 20,1 (Sony UMC-R10C)	20,1
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	nie		nie	nie	nie	brak danych
dodatkowe informacje	obiektyw Voigtlander 40 lub 21 mm/obiektyw Carl Zeiss 35 mm	obiektyw Voigtlander 40 lub 21 mm/ obiektyw Carl Zeiss 35 mm	-		-	mechaniczna stabilizacja obrazu	MicaSense RedEdge-MX: 5 kanałów + MicaSense Blue: 10 kanałów, podwójny payload: wysokorozdzielcze RGB oraz 5 kanałów w jednym nalocie, skanowanie laserowe ULS (LIVOX AVIA + Applanix IMU)	zintegrowana skalibrowana kamera 16 mm, moduł wi-fi do podglądu zdjęć na smartfonie, karta microSD
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	A6000: 1 dla 105 m, 3 dla 160 m; RX1RII: 2 dla 155 m, 1,5 dla 120 m	A6000: 1 dla 105 m, 3 dla 160 m; RX1RII: 2 dla 155 m, 1,5 dla 120 m	2,5 dla 120 m, 3,1 dla 150 m		2,5 dla 120 m, 3,1 dla 150 m	do 1,1	1,0 cm dla 80 m; 1,3 dla 100 m; 1,5 dla 120 m	brak danych
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	A6000: 1,8 km kw. dla 2 cm, 2,7 km kw. dla 3 cm, 4,5 km kw. dla 5 cm; RX1R II: 1,7 km kw. dla 1,3 cm, 2,4 km kw. dla 2 cm, 4,1 km kw. dla 3 cm	A6000: 0,9 km kw. dla 2 cm, 1,4 km kw. dla 3 cm; RX1R II: 1,2 km kw. dla 2 cm, 1,8 km kw. dla 3 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	do 700 ha przy 1,5 cm; do 600 ha przy 1,3 cm	brak danych
skaner laserowy			brak		brak	brak	QUBE 240 (AVIA LIVOX + APX-15)	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	720 000	nie dotyczy
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]							200 dla 80 m	
zasięg [m]							450	
dodatkowe informacje							3 echa sygnału; IMU APX-15	
inne sensory	Rededge-MX, Sequoia+, Flir Vue Pro, Flir Tau 2, inne	Rededge-MX, Sequoia+, Flir Vue Pro, Flir Tau 2, inne	opcja		opcja	Sony A6300, Micasense RedEdge-M	kamera termalna	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	stacja naziemna z wbudowanym tabletem: łączność radiowa i telemetryczna, aplikacja do planowania nalogu	stacja naziemna z wbudowanym tabletem: łączność radiowa i telemetryczna, aplikacja do planowania nalogu	tablet, laptop		tablet, laptop	komputer PC	laptop + kontroler	tablet 10 cali z Windows PC z radiotransmiterem, osłoną przeciwsłoneczną, statywem i kontrolerem
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot, naloł powierzchniowy i liniowy	start, lądowanie, lot, naloł powierzchniowy i liniowy	start, autolądowanie, lot autonomiczny, krążenie/ oczekiwanie, Return to home, FailSafe		start, autolądowanie, lot autonomiczny, krążenie/ oczekiwanie, Return to home, FailSafe	start, lądowanie, lot	w pełni autonomiczny: start, lot po zadanej trasie, lądowanie, z możliwością przejęcia kontroli w trakcie misji i powrotu na nią, opcja RTH	w pełni autonomiczny: start, lot po zadanej trasie, lądowanie (z dokładnością RTK)
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	433 MHz, 2,4 GHz oraz 4G LTE	433 MHz, 2,4 GHz oraz 4G LTE	868 MHz, 2,4 GHz		868 MHz, 2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	433 MHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	tak		tak	nie	nie	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	nieograniczony w zasięgu 4G LTE	nieograniczony w zasięgu 4G LTE	3		3	4	7,5	brak danych
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalogów (funkcje)	Mission Manager Lite – planowanie misji liniowych i obszarowych, wsparcie lotów nad pochyltymi terenami, checklista, informacje o warunkach pogodowych, integracja z aplikacją DroneRadar	Mission Manager Lite – planowanie misji liniowych i obszarowych, wsparcie lotów nad pochyltymi terenami, checklista, informacje o warunkach pogodowych, integracja z aplikacją DroneRadar	Mission Planner, QgroundControl		Mission Planner, QgroundControl	MaVinci Desktop – intuicyjne planowanie nalogów, moduły nalogów powierzchniowych, spiralnych, liniowych, City Mapping, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalogu na misje	QBase 3D – obszar nalogu w kształcie poligonów, korytarzy, import misji SHP lub KML, uwzględnianie siły i kierunku wiatru; podawanie czasu i wielkości obszaru, łączenie kilku obszarów, nalogi krzyżowe, zachowanie dystansu do terenu, optymalizacja kolejności szeregów	Planner – planowanie nalogów, dobór trasy, wysokości i prędkości, wyznaczanie miejsca lądowania, określanie prędkości i wysokości zniżania, automatyczne obliczanie wielkości piksela oraz optymalnej trasy
do przetwarzania danych	Agisoft Metashape, 3Dsurvey, SimActive	Agisoft Metashape, 3Dsurvey, SimActive	Pix4D, Agisoft Metashape		Pix4D, Agisoft Metashape	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i itd.	QBase 3D (geotagowanie zdjęć; Post Processing Kinematic – PPK), Agisoft Metashape, Pix4D itd.	Pix4D, AgiSoft Photoscan, Satlab PPK Go, ContextCapture itd.
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	pulpit sterujący wraz z aplikacją, szelki dla operatora, 3 inteligentne akumulatory Li-Ion, ładowarki, skrzynia transportowa	jak w systemie UAV BIRDIE, dodatkowo: 2 zasobniki VTOL (demontowalne)	oprogramowanie, kable, tablet, aparatura RC, 4 akumulatory, ładowarka, futerał lub skrzynia, szkolenie dla 2 osób, zapasowe śmigła, tester akumulatorów, instrukcja		oprogramowanie, kable, tablet, aparatura RC, 4 akumulatory, ładowarka, futerał lub skrzynia, szkolenie dla 2 osób, zapasowe śmigła, tester akumulatorów, instrukcja	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki, stacja referencyjna GNSS	QBase 3D, korekcja PPK, iBase – naziemna stacja referencyjna GNSS, 1 bateria + ładowarka, światła antykalizyjne, kontroler RC, system ADS-B in, walizka transportowa, gwarancja, wsparcie techniczne	waliza transportowa kompaktowych rozmiarów oprogramowanie, kable, tablet, statyw, części zamienne, oprogramowanie do planowania misji
DODATKOWE INFORMACJE	precyzyjne lądowanie (wsteczny ciąg silnika), transponder ADS-B, łączność GSM, możliwość stworzenia dedykowanej konfiguracji, opcja update’u do VTOL	automatyczny pionowy start i lądowanie, możliwość elastycznego wyboru sposobu startu i lądowania poprzez zasobniki VTOL	instalacja innych kamer, bezpłatny przegląd, wsparcie e-mail/telefon, montaż PPK Emlid Reach M2		instalacja innych kamer, bezpłatny przegląd, wsparcie e-mail/telefon, montaż PPK Emlid Reach M2	wbudowana w stację nadawczą stacja referencyjna GNSS, możliwość współpracy z sieciami stacji referencyjnych	niezmiennie wydajny, precyzyjny, wysokiej jakości płatowiec VTOL; powyżej 90 min. lotu, zasięg do 100 km, krótki czas przygotowania do lotu, BVLOS ready, transponder ADS-B IN oraz ADSB-OUT (opcja)	pełny UAV RTK z podwójną anteną GNSS, elektroniczny kompas, czujniki temperatury i wysokości, całkowicie z trwałego kompozytu, bezserwisowa wymiana części zamiennych
CENA [zł netto]	od 59 900	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	od 72 500	brak danych
DYSTRYBUTOR	Leica Geosystems, NaviGate	Leica Geosystems, NaviGate	GeoPixel		GeoPixel	TPI	ProGea SKY	Satlab Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Cubic Orb, Geobud Serwis, Akgeo

DRONY - PŁATOWCE

								
PRODUCENT	Satlab Geosolutions	SenseFly	SenseFly		SenseFly	SenseFly	SenseFly	SenseFly
NAZWA	SLA-2	eBee AG	eBee GEO		eBee SQ	eBee X	eBee X RTK/PPK	eBee X RTK/PPK BVLOS
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2019	2021	2021		2016	2018	2018	2020
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	1500 dł. x 2400 rozp.	1100 x 100 x 1100	1100 x 100 x 1100		1100 x 100 x 1100	1100 x 100 x 1100	1100 x 100 x 1100	1100 x 100 x 1100
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	waliza 750 x 480 x 330	waliza 750 x 480 x 330		waliza 560 x 570 x 280	waliza 750 x 480 x 330	waliza 750 x 480 x 330	waliza 750 x 480 x 330
waga całkowita [kg]	3,5	1,4	1,4		1,4	1,4	1,4	1,4
maksymalny udźwieg [kg]	7,5	0,7	0,7		0,7	0,7	0,7	0,7
maksymalna prędkość [km/h]	90	110	110		110	110	110	110
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	60	46	46		45	46	46	46
liczba i rodzaj silników	3 elektryczne	1 elektryczny	1 elektryczny		1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	70 (z baterii i 1 kg obciążenia)	90	90		55	90	90	90
metoda startu	VTOL	z ręki	z ręki		z ręki	z ręki	z ręki	z ręki
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GNSS PPK GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS		GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS
obsługa korekt	PPK	RTK, RTN	RTK, RTN		nie	opcja (RTK, RTN, PPK)	RTK, RTN, PPK	RTK, RTN, PPK
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Sony RX1RM2 pełna klatka	Duet-M (Sequoia+ + S.O.D.A)	S.O.D.A		Sequoia+	Aeria X, S.O.D.A 3D	Aeria X, S.O.D.A 3D	Aeria X, S.O.D.A 3D
matryca [Mpx]	42,2	RGB: 20; wielospektralna: 4 x 1,2	20		RGB: 16; wielospektralna: 4 x 1,2	24	24	24
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	brak danych	nie	nie		nie	tak, S.O.D.A 3D	tak, S.O.D.A 3D	tak, S.O.D.A 3D
dotatkowe informacje	obiektyw Zeiss 35 mm, F. 2.0, 64 GB pamięci z rozbudowq do 128 GB	kamera Duet-M 2 w 1 (RGB + multispektralna), czujnik oświetlenia	migawka globalna, matryca 1 cal		czujnik oświetlenia	migawka globalna, matryca APS-C	migawka globalna, matryca APS-C	migawka globalna, matryca APS-C
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	brak danych	2,1 dla 120 m	2,9 dla 120 m		2,1 dla 120 m	2,5 dla 122 m	2,5 dla 122 m	2,5 dla 122 m
przykładowa produktywność w nalicie [pow. dla określonej rozdzielczości]	3,6 km kw. dla 3 cm, 10 km kw. dla 7 cm	2,5 km kw. dla 2,5 cm	2,5 km kw. dla 2,5 cm		2 km kw. dla 2,1 cm	2,5 km kw. dla 2,5 cm	2,5 km kw. dla 2,5 cm	2,5 km kw. dla 2,5 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	-	czujnik światła, czujnik zbliżania się ziemi	czujnik światła, czujnik zbliżania się ziemi		czujnik światła, czujnik zbliżania się ziemi	kamera multispektralna Parrot Sequoia+, termalna Duet-T, multispektralna RedEdge-MX, kamera do zdjęć ukośnych S.O.D.A 3D, czujnik zbliżania się do ziemi, czujnik światła	kamera multispektralna Parrot Sequoia+, termalna Duet-T, multispektralna RedEdge-MX, kamera do zdjęć ukośnych S.O.D.A 3D, czujnik zbliżania się do ziemi, czujnik światła	kamera multispektralna Parrot Sequoia+, termalna Duet-T, multispektralna RedEdge-MX, kamera do zdjęć ukośnych S.O.D.A 3D, czujnik zbliżania się do ziemi, czujnik światła
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	tablet 10 cali z Windows PC z radiotransmiterem, osłonę przeciwsłoneczną, statywem i kontrolerem	komputer PC	komputer PC		komputer PC	komputer PC	komputer PC	komputer PC
możliwości autopilota	w pełni autonomiczny: start, lot po zadanej trasie, lądowanie (z dokładnością RTK)	start, lądowanie, lot, return to home, FailSafe, nalot liniowy, nalot powierzchniowy, sterowanie sensorami	start, lądowanie, lot, return to home, FailSafe, nalot liniowy, nalot powierzchniowy, sterowanie sensorami		start, lądowanie, lot, return to home, FailSafe, nalot liniowy, nalot powierzchniowy, sterowanie sensorami	start, lądowanie, lot, return to home, FailSafe, nalot liniowy, nalot powierzchniowy, sterowanie sensorami	start, lądowanie, lot, return to home, FailSafe, nalot liniowy, nalot powierzchniowy, sterowanie sensorami	start, lądowanie, lot, return to home, FailSafe, nalot liniowy, nalot powierzchniowy, sterowanie sensorami
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	900 MHz	2,4 GHz	2,4 GHz		2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	nie		nie	nie	nie	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	do 10	8	8		8	8	8	8
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	Planner – planowanie nalołów, dobór trasy, wysokości i prędkości, wyznaczenie miejsca lądowania, określanie prędkości i wysokości zniżania, automatyczne obliczanie wielkości piksela oraz optymalnej trasy	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych i liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalołu na misje, użycie własnych NMT, jednocześnie sterowanie wieloma platformami	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych i liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalołu na misje, użycie własnych NMT, jednocześnie sterowanie wieloma platformami		senseFly eMotion AG – intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych, 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, wykorzystywanie własnych modeli terenu, sterowanie wieloma platformami w tym samym momencie z poziomu jednego komputera	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalołów, moduł nalołów powierzchniowych, moduł nalołów liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalołu na misje, wykorzystywanie własnych modeli terenu, sterowanie wieloma platformami w tym samym momencie z poziomu jednego komputera	senseFly eMotion 3 – intuicyjne plan. nalołów, moduł nalołów pow. i liniowych, loty z uwzgl. ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalołu na misje, użycie własnych NMT, jednocześnie ster. wieloma platformami
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft Photoscan, Satlab PPK Go, ContextCapture itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.		Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i itd.
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa kompaktowych rozmiarów oprogramowanie, kable, tablet, statyw, części zamienne, oprogramowanie do planowania misji	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki		waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, 2 baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, 2 baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, 2 baterie, ładowarki
DODATKOWE INFORMACJE	automatyczny pionowy start i lądowanie na przestrzeni tylko 4 x 4 m, obudowa z kompozytów wysokiej jakości (nie z pianki), praca w temperaturze od -10 do 45°C, bateria 22 000 mAh	system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK, możliwość rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni	system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK, możliwość rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni		system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK/PPK, możliwość rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni	system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK/PPK, możliwość rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni, możliwość współpracy z sieciami stacji referencyjnych	system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK/PPK, możliwość rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni, możliwość współpracy z sieciami stacji referencyjnych	system unikania przeszkód, wbudowany oraz zintegrowany moduł BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni, możliwość współpracy z sieciami stacji referencyjnych
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	Satlab Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Cubic Orb, Geobud Serwis, Akgeo	TPI	TPI		TPI	TPI	TPI	TPI

DRONY - PŁATOWCE

								
PRODUCENT	South	WingtraOne	WingtraONE		WingtraONE	WingtraONE	WingtraONE	WingtraONE
NAZWA	SkyCruiser MF250	MicaSense Altum	QX1 – 20 mm		Rededge MX	RX1	WingtraONE GEN II	WingtraONE GEN II (ukośne)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2020	2018		2019	2018	2021	2021
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	1480 dł. x 2500 rozp.	680 x 120 x 1250	680 x 120 x 1250		680 x 120 x 1250	680 x 120 x 1250	680 x 120 x 1250	680 x 120 x 1250
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	waliza 1412 x 740 x 260	waliza 1411 x 740 x 260		waliza 1412 x 740 x 260	waliza 1410 x 740 x 260	waliza 1370 x 670 x 230	waliza 1370 x 670 x 230
waga całkowita [kg]	11	3,7	3,7		3,7	3,7	3,7	3,7
maksymalny udźwig [kg]	2,0	0,8	0,8		0,8	0,8	0,8	0,8
maksymalna prędkość [km/h]	75	57	57		57	57	57	57
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	50	43, podmuchy do 63	43, podmuchy do 61		43, podmuchy do 62	43, podmuchy do 64	43, podmuchy do 65	43, podmuchy do 65
liczba i rodzaj silników	5 elektrycznych	2 elektryczne	2 elektryczne		2 elektryczne	2 elektryczne	2 elektryczne	2 elektryczne
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	150	55	55		55	55	55	55
metoda startu	VTOL	z ziemi	z ziemi		z ziemi	z ziemi	z ziemi	z ziemi
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	RTK/PPK	GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)	GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)		GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)	GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)	GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)	GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)
obsługa korekt	tak	PPK	PPK		PPK	PPK	PPK	PPK
IMU	nie	tak	tak		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	DLSR/double-lens/5-lens/360° full perspective	MicaSense Altum	Sony QX1		Micasense RedEdge MX	Sony RX1	Sony A6100	Sony A6100
matryca [Mpx]	42,18/36,15/24/bd.	wielospekt.: 5 x 3,2, termowizja: 0,02	19,8		5 x 1,22	42,4	24,2	24,2
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	nie		nie	nie	nie	15
dodatkowe informacje	-	kanały spektralne Micasense RedEdge: niebieski, zielony, czerwony, red edge, bliska podczerwień, kanał termalny	dwa obiektywy – 20 mm i 15 mm		kanały spektralne Micasense RedEdge: niebieski, zielony, czerwony, red edge, bliska podczerwień	-	-	-
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	5 dla 387 m, 10 dla 775 m/ 3,5 dla 251 m, 5 dla 358 m/3,5 dla 178 m, 5 dla 255 m	multispektralna: 3,4 dla 50 m, termowizyjna: 54 na 800 m	1,5 dla 71 m, 3,0 dla 141 m, 6,0 dla 282 m		6,7 dla 98 m	0,7 dla 57 m, 1,5 dla 120 m, 3,0 dla 240 m, 8,0 dla 640 m	1,2 dla 61 m 2,4 dla 120 m	1,6 dla 61 m, 3,9 dla 120 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	24 km. kw dla 5 cm; 46 km. kw dla 10 cm/ 7 km. kw dla 3,5 cm; 11 km. kw dla 5 cm/ 12 km. kw dla 3,5 cm; 18 km. kw dla 5 cm	130 ha dla 5,1 cm	160 ha dla 1,5 cm, 310 ha dla 3,0 cm, 610 ha dla 6,0 cm		160 ha dla 98 m	99 ha dla 0,7 cm, 210 ha dla 1,5 cm, 400 ha dla 3,0 cm	240 ha dla 2,4 cm	180 ha dla 3,9 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	autopilot, prędkościomierz, akcelerometr, barometr, magnetometr, żyroskop	-	-		-	-	-	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	dowolny PC	aparatura RC + tablet	aparatura RC + tablet		aparatura RC + tablet	aparatura RC + tablet	Samsung Galaxy Tab Active 3	Samsung Galaxy Tab Active 3
możliwości pilota	brak danych	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot		start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	brak danych	868 Mhz, 2,4 GHz	868 Mhz, 2,4 GHz		868 Mhz, 2,4 GHz	868 Mhz, 2,4 GHz	868 Mhz, 2,4 GHz	868 Mhz, 2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	brak danych	nie	nie		nie	nie	nie	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	20	8	8		8	8	8	8
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	VTOL UAV – automatyczny start, lot, zbieranie danych i lądowanie, automatyczny powrót przy słabej baterii, anomalii prędkości lotu bądź nietypowego ustawienia	WingtraPilot – planowanie nalołów, naloł z uwzględnieniem NMT, checklista	WingtraPilot – planowanie nalołów, naloł z uwzględnieniem NMT, checklista		WingtraPilot – planowanie nalołów, naloł z uwzględnieniem NMT, checklista	WingtraPilot – planowanie nalołów, naloł z uwzględnieniem NMT, checklista	WingtraPilot – planowanie nalołów, naloł z uwzględnieniem NMT, checklista	WingtraPilot – planowanie nalołów, naloł z uwzględnieniem NMT, checklista
do przetwarzania danych	South SkyPhoto	Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape	Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape		Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape	Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape	Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape	Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	brak danych	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowania do postprocesingu Wingtra	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowania do postprocesingu Wingtra		torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowania do postprocesingu Wingtra	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowania do postprocesingu Wingtra	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowania do postprocesingu Wingtra	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowania do postprocesingu Wingtra
DODATKOWE INFORMACJE	-	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do staru/lądowania 2 x 2 m, możliwość kontynuacji misji po przerwaniu, kierunek lotu nieuwarunkowany kierunkiem wiatru, wymienne kamery	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do staru/lądowania 2 x 2 m, możliwość kontynuacji misji po przerwaniu, kierunek lotu nieuwarunkowany kierunkiem wiatru, wymienne kamery		start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do staru/lądowania 2 x 2 m, możliwość kontynuacji misji po przerwaniu, kierunek lotu nieuwarunkowany kierunkiem wiatru, wymienne kamery	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do staru/lądowania 2 x 2 m, możliwość kontynuacji misji po przerwaniu, kierunek lotu nieuwarunkowany kierunkiem wiatru, wymienne kamery	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do staru/lądowania 2 x 2 m, możliwość kontynuacji misji po przerwaniu, kierunek lotu nieuwarunkowany kierunkiem wiatru, wymienne kamery	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do staru/lądowania 2 x 2 m, możliwość kontynuacji misji po przerwaniu, kierunek lotu nieuwarunkowany kierunkiem wiatru, wymienne kamery
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR	Geomatix	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja		Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja

DRONY - WIRNIKOWCE










PRODUCENT	Autel	DJI		DJI	DJI	DJI	DJI
NAZWA	Evo II Pro RTK	Inspire 2		Inspire 2 (Innpro)	Inspire 2 (TPI)	Matrice 200 V2 (Dilectro)	Matrice 200 V2 (Innpro)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2016		2016	2016	2019	2019
PLATFORMA							
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	397 (przekątna)	620 (przekątna)		620 (przekątna)	620 (przekątna)	883 x 886 x 398	883 x 886 x 398
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	605 (przekątna)		605 (przekątna)	605 (przekątna)	722 x 247 x 242	722 x 247 x 242
waga całkowita [kg]	1,237	3,4		3,4	3,4	4,69 + 2 akumulatory TB55	4,69 + 2 akumulatory TB55
maksymalny udźwig [kg]	brak danych	0,85		0,85	0,85	1,45	1,45
maksymalna prędkość [km/h]	72	94		94	94	81	81
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	brak danych	36		36	36	43,2	43,2
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 x DJI 3512		4 x DJI 3512	4 x DJI 3512	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	36	23 z kamerą Zenmuse X7		23z kamerą Zenmuse X7	23 z kamerą Zenmuse X7	24 przy wadze startowej 6,14 kg	24 przy wadze startowej 6,14 kg
POZYCJONOWANIE							
typ odbiornika GNSS	brak danych	GPS + GLONASS		GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS
obsługa korekt	brak danych	nie		nie	nie	nie	nie
IMU	tak	nie		nie	nie	nie	nie
SENSORY							
cyfrowa kamera	1" CMOS	m.in. Zenmuse X5S, X7		m.in. Zenmuse X5S, X7	m.in. Zenmuse X5S, X7	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum
matryca [Mpx]	20	20, 20,8 lub 24		20, 20,8 lub 24	20, 20,8 lub 24	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	brak danych	-90 do 30		-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30
dodatkowe informacje	brak danych	-		-	-	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	brak danych	1 dla 45 m		1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m
przykładowa produktywność w nalicie [pow. dla rozdź.]	brak danych	30 ha dla 120 m		30 ha dla 120 m	30 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m
skaner laserowy	brak	brak		brak	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]							
zasięg [m]							
dodatkowe informacje							
inne sensory	omnidirectional sensing system	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu		barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne
STEROWANIE							
pulpit kontrolny	Autel Smart Contraller	tablet, laptop lub smartfon		tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon
możliwości autopilota	brak danych	tak		tak	tak	tak	tak
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI							
częstotliwość	2,4-2,4835 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	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz
możliwość przesyłania obrazów	brak danych	tak		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	5	3,5		3,5	3,5	5	5
OPROGRAMOWANIE							
do planowania nalołów (funkcje)	brak danych	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)		DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, UGCS, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)
do przetwarzania danych	brak danych	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra		Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Bentley ContextCapture, Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	brak danych	kontroler, 4 śmigła, 2 akumulatory TB50, ładowarka, hub do ładowania 4 akum., kabel zasilający, kabel USB (2 porty A), microSD 16 GB, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mocowanie śmigieł, mata do kalibracji sensorów, 4 naklejki termoizolacyjne do akumulatora		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	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	kontroler, 2 nogi podwozia, 2 bat. TB55, 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, 2 nogi podwozia, 2 bat. TB55, 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
DODATKOWE INFORMACJE	brak danych	wysoka stabilność lotu, możliwość podłączenia kamery na górze, 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 terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, możliwość podłączenia kamery na górze, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	od 12 190		od 12 190	od 12 190	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Dilectro	Dilectro		Innpro (Czerski Trade Polska, Leica Geosystems)	TPI	Dilectro	Innpro (Czerski Trade Polska)







DRONY - WIRNIKOWCE

PRODUCENT	DJI	DJI	DJI		DJI	DJI	DJI	DJI
NAZWA	Matrice 200 V2 (NaviGate)	Matrice 200 V2 (TPI)	Matrice 210 V2 (Dilectro)		Matrice 210 V2 (Innpro)	Matrice 210 V2 (NaviGate)	Matrice 210 V2 (TPI)	Matrice 210 RTK V2 (Dilectro)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2019	2019	2019		2019	2019	2019	2019
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	883 x 886 x 398	883 x 886 x 398	883 x 886 x 398		883 x 886 x 398	883 x 886 x 398	883 x 886 x 398	883 x 886 x 427
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	722 x 247 x 242	722 x 247 x 242	722 x 282 x 242		722 x 282 x 242	722 x 282 x 242	722 x 282 x 242	772 x 282 x 242
waga całkowita [kg]	4,69 + 2 akumulatory TB55	4,69 + 2 akumulatory TB55	4,8 + 2 akumulatory TB55		4,8 + 2 akumulatory TB55	4,8 + 2 akumulatory TB55	4,8 + 2 akumulatory TB55	4,91 + 2 akumulatory TB55
maksymalny udźwig [kg]	1,45	1,45	1,34		1,34	1,34	1,34	1,23
maksymalna prędkość [km/h]	81	81	81		81	81	81	81
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	43,2	43,2	43,2		43,2	43,2	43,2	43,2
liczba i rodzaj silników	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515		4 x DJI 3515	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	24 przy wadze startowej 6,14 kg	24 przy wadze startowej 6,14 kg	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg		34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS		GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo
obsługa korekt	nie	nie	nie		nie	nie	nie	tak
IMU	tak	nie	nie		nie	tak	nie	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum		m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum
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)		20 lub 20,8 (w zależności od modelu)	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)	20 lub 20,8 (w zależności od modelu)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30		-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30
dodatkowe informacje	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze		obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m		1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdż.]	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m		40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m
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 skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]								
zasięg [m]								
dodatkowe informacje								
inne sensory	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne, czujniki zanieczyszczeń powietrza Sniffer4D	-		-	-	-	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon		tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon
możliwości autopilota	możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	misje 2D, misje 3D (modelowanie budynków), latanie po punktach, misje korytarzowe (drogi), inteligentne inspekcje obiektów	tak		tak	możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	misje 2D, misje 3D (modelowanie budynków), latanie po punktach, misje korytarzowe (drogi), inteligentne inspekcje obiektów	taK
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
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	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	5	5	5		5	5	5	5
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, UGCS, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)		DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, UGCS, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Bentley ContextCapture, Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra		Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Bentley ContextCapture, Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler, 2 nogi podwozia, 2 baterie TB55, ładowarka, hub do ładowania 4 baterii 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, 2 nogi podwozia, 2 baterie TB55, ładowarka, hub do ładowania 4 baterii 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 krystalsky, hub do ładowania baterii WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 baterii TB50/ TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mata do kalibracji, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbała		kontroler cendence, 2 nogi podwozia, monitor krystalsky, hub do ładowania baterii WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 baterii TB50/ TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mata do kalibracji, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbała	kontroler cendence, 2 nogi podwozia, monitor krystalsky, hub do ładowania baterii WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 baterii TB50/ TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mata do kalibracji, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbała	kontroler cendence, 2 nogi podwozia, monitor krystalsky, hub do ładowania baterii WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 baterii TB50/ TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mata do kalibracji, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbała	kontroler, 2 nogi podwozia, monitor krystalsky, hub do ładowania baterii WB37, 2 bat. WB37, 2 baterie TB55, ładowarka do ładowania 4 bat. TB50/ TB55, 4 śmigła, kabel zasilający, kabel USB, karta microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbała, mocowanie śmigieł, mata do kalibracji sensorów, 4 naklejki termoizolacyjne
DODATKOWE INFORMACJE	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	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 teren., śledzenie 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 teren., śledzenie wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, możliwość podłączenia kame- ry na górze, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód tereno- wych, śledzenie wybranego obiektu
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	NaviGate	TPI	Dilectro		Innpro (Czerski Trade Polska, Leica Geosystems)	NaviGate	TPI	Dilectro








DRONY - WIRNIKOWCE

								
PRODUCENT	DJI	DJI	DJI		DJI	DJI	DJI	DJI
NAZWA	Matrice 210 RTK V2 (Innpro)	Matrice 210 RTK V2 (NaviGate)	Matrice 210 RTK V2 (TPI)		Matrice 300 RTK (Dilectro)	Matrice 300 RTK (Innpro)	Matrice 300 RTK (NaviGate)	Matrice 300 RTK (TPI)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2019	2019	2019		2020	2020	2020	2020
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	883 x 886 x 427	883 x 886 x 427	883 x 886 x 427		810 x 670 x 430	810 x 670 x 430	810 x 670 x 430	810 x 670 x 430
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	772 x 282 x 242	772 x 282 x 242	772 x 282 x 242		430 x 420 x 430	430 x 420 x 430	430 x 420 x 430	430 x 420 x 430
waga całkowita [kg]	4,91 + 2 akumulatory TB55	4,91 + 2 akumulatory TB55	4,91 + 2 akumulatory TB55		6,3 z dwiema bateriami TB60	6,3 z dwiema bateriami TB60	6,3 z dwiema bateriami TB60	6,3 z dwiema bateriami TB60
maksymalny udźwąg [kg]	1,23	1,23	1,23		2,7	2,7	2,7	2,7
maksymalna prędkość [km/h]	81	81	81		83	83	83	83
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	43,2	43,2	43,2		54	54	54	54
liczba i rodzaj silników	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515	4 x DJI 3515		4 x DJI 6009	4 x DJI 6009	4 x DJI 6009	4 x DJI 6009
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg	34 bez ładunku; 24 przy wadze 6,14 kg		31 z pełnym obciążeniem; 43 z kamerą H20T, 55 bez ładunku	31 z pełnym obciążeniem; 43 z kamerą H20T, 55 bez ładunku	31 z pełnym obciążeniem; 43 z kamerą H20T, 55 bez ładunku	31 z pełnym obciążeniem; 43 z kamerą H20T, 55 bez ładunku
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo		GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo
obsługa korekt	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum	m.in. Zenmuse X7, X5S, XT, XT2, Z30, FLIR, MicaSense RedEdge-M, RedEdge-MX, Altum		m.in. Zenmuse H20, H20T, XT S, XT2, Z30, MicaSense RedEdge MX, MX-blue, Altum	m.in. Zenmuse H20, H20T, XT S, XT2, Z30, MicaSense RedEdge MX, MX-blue, Altum	m.in. Zenmuse P1, L1, H20, H20T, XT S, XT2, Z30, MicaSense RedEdge MX, MX-blue, Altum	m.in. Zenmuse P1, H20, H20T, XT S, XT2, Z30, MicaSense RedEdge MX, MX-blue, Altum
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)		12 (szeroki kąt), 20 (zoom), 0,33 (termowizja) przy H20T	12 (szeroki kąt), 20 (zoom), 0,33 (termowizja) przy H20T	12 (szeroki kąt), 20 (zoom), 0,33 (termowizja) przy H20T; 20 przy L1; 45 przy P1	12 (szeroki kąt), 20 (zoom), 0,33 (termowizja) przy H20T
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30		-120 do 30	-120 do 30	-120 do 30	-120 do 30
dodatkowe informacje	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze	obsługa kamer termowizyjnych i multispektralnych, możliwość podłączenia kamery na górze		obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych, możliwość podłączenia 3 kamer jednocześnie (2 na dole, 1 na górze), system czujników 360°	obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych, możliwość podłączenia 3 kamer jednocześnie (2 na dole, 1 na górze), system czujników 360°	obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych, możliwość podłączenia 3 kamer jednocześnie (2 na dole, 1 na górze), system czujników 360°	obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych, możliwość podłączenia 3 kamer jednocześnie (2 na dole, 1 na górze), system czujników 360°
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	1 dla 45 m	1 dla 45 m	1 dla 45 m				w zależności od sensora; dla P1 i obiektywu 35 mm: 1,25 dla 100 m	0,75 dla 100 m przy kamerze Zenmuse P1
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdź.]	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m		40 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m	120 ha dla 120 m	40 ha dla 120 m
skaner laserowy	brak	brak	brak		YellowScan	YellowScan	DJI Zenmuse L1/CHC AlphaAir 450	Zenmuse L1/GVI V70, S50N, S220N/YellowScan
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		zależnie od modelu	zależnie od modelu	zależnie od modelu	L1: 240 000
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]								L1: do 250
zasięg [m]								L1: 150
dodatkowe informacje								L1: możliwość skanowania obiektów pionowych, 3 odbicia, podgląd na żywo
inne sensory	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z przodu, z góry i z dołu, opcja: dookólna dioda LED, kamera FPV, kamery termowizyjne i multispektralne, czujniki zanieczyszczeń powietrza Sniffer4D		barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu, czujniki 360°	barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu, czujniki 360°	barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu, czujniki 360°	barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujniki zanieczyszczeń powietrza Sniffer4D, czujnik dymu, czujniki 360°
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon		dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise
możliwości autopilota	tak	możliwość automat. zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	misje 2D, misje 3D, latanie po punktach, misje korytarzowe, inteligentne inspekcje obiektów		tak	tak	możliwość automat. zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	misje 2D, misje 3D, latanie po punktach, misje korytarzowe, inteligentne inspekcje obiektów
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
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	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	5	5	5		15	15	CE: 8, FCC: 15 km	15
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)	DJI GS Pro, DJI Pilot, UGCS, Pix4Dcapture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D)		DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D); zaawansowane opcje śledzenia	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D); zaawansowane opcje śledzenia	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D - Smart Oblige, zaawansowane opcje śledzenia	DJI Pilot, UGCS – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D); zaawansowane opcje śledzenia
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra	Bentley ContextCapture, Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra		Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra	Bentley ContextCapture, Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Infinity, DJI Terra
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler, 2 nogi podwozia, monitor kryształsky, hub do ład. bat. WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 bat. TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasil., kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbalu, mata do kalibracji, 4 naklejki termoizolacyjne, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbalu	kontroler, 2 nogi podwozia, monitor kryształsky, hub do ład. bat. WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 bat. TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasil., kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbalu, mata do kalibracji, 4 naklejki termoizolacyjne, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbalu	kontroler, 2 nogi podwozia, monitor kryształsky, hub do ład. bat. WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 bat. TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasil., kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbalu, mata do kalibracji, 4 naklejki termoizolacyjne, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbalu		kontroler, 2 nogi podwozia, monitor kryształsky, hub do ład. bat. WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 bat. TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasil., kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbalu, mata do kalibracji, 4 naklejki termoizolacyjne, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbalu	kontroler, 2 nogi podwozia, monitor kryształsky, hub do ład. bat. WB37, 2 bat. WB37, 2 bat. TB55, ładowarka do 4 bat. TB50/TB55, 4 śmigła, kabel zasil., kabel USB, microSD, walizka, 3 amortyzatory gimbalu, mata do kalibracji, 4 naklejki termoizolacyjne, mocowanie GPS, górne i dolne mocowanie gimbalu	DJI Smart Controller, ładowarka USB, kabel USB, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł do drona, nogi podwozia, zapasowe osłony drążków, zapasowe gumki drgań, kabel USB-A, mata kalibracyjna, walizka transportowa, szelki do aparatury, zestaw zapasowych zatyczek, śrub i narzędzi	kontroler DJI Smart Controller Enterprise, 2 nogi podwozia, akumulator WB37, okablowanie, 2 akumulatory TB60, stacja do ładowania BS60, walizka
DODATKOWE INFORMACJE	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, możliwość podłączenia kamery na górze, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, 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, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), zaawansowane tryby śledzenia, możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotów	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), zaawansowane tryby śledzenia, możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotów	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), zaawansowane tryby śledzenia, możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotów	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), zaawansowane tryby śledzenia, możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotów
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems)	NaviGate	TPI		Dilectro	Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems)	NaviGate	TPI

DRONY - WIRNIKOWCE

								
PRODUCENT	DJI	DJI	DJI		DJI	DJI	DJI	DJI
NAZWA	Matrice 600 Pro (NaviGate)	Mavic 2 Enterprise Advanced (Dilectro)	Phantom 4 Multispectral (Dilectro)		Phantom 4 Multispectral (Innpro)	Phantom 4 Multispectral (NaviGate)	Phantom 4 Pro V2.0 (Innpro)	Phantom 4 Pro V2.0 (NaviGate)
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2017	2021	2019		2019	2019	2016	2016
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	1668 x 1518 x 727	322 x 242 x 84	370 (przekątna)		370 (przekątna)	370 (przekątna)	370 (przekątna)	370 (przekątna)
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	437 x 402 x 553	214 x 91 x 84	350 (przekątna)		350 (przekątna)	350 (przekątna)	350 (przekątna)	350 (przekątna)
waga całkowita [kg]	9,5 z baterią TB47S lub 10 z TB48S	0,909	1,49		1,49	1,49	1,39	1,39
maksymalny udźwąg [kg]	6	0,2	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
maksymalna prędkość [km/h]	65	72	58		58	58	72	72
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	28,8	36	36		36	36	36	36
liczba i rodzaj silników	6 x DJI 6010	4 elektryczne	4 x DJI Motor		4 x DJI Motor	4 x DJI Motor	4 x DJI Motor	4 x DJI Motor
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	TB47S: 16, TB48S: 18 (z ładunkiem); TB47S: 35, TB48S: 40 (bez ładunku)	31 bez ładunku, 28 z modułem RTK, 24 z dodatkowym oświetleniem, 27 z włączonym głośnikiem, 29 z diodą sygnalizacyjną	30		30	30	brak danych	brak danych
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	potrójny GPS + GLONASS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo		GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS
obsługa korekt	tak	tak	tak		tak	tak	nie	nie
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	nie	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	m.in. Zenmuse X5, Phase One, FLIR, MicaSense RedEdge-MX, Altum, Z30, XT2	1/2" CMOS kamera RGB, uncooled VOx microbolometer, kamera termowizyjna	dedykowana podłączona kamera		dedykowana podłączona kamera	dedykowana kamera RGB + R, G, B, NIR, RE	dedykowana podłączona kamera	dedykowana kamera RGB
matryca [Mpx]	od 20 do 101 (w zależności od sensora)	kamera RGB: 48; kamera termowizyjna 640 x 512 px 30 Hz	2 lub 12 (RGB)		2 lub 12 (RGB)	2 (pojedyncze kanały) lub 12 (RGB)	20	20
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30		-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30
dodatkowe informacje	obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych	kamera światła widzialnego współpracuje z kamerą termowizyjną, co pozwala na podgląd obrazu na kontrolerze	brak danych		brak danych	brak danych	-	-
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	pojedyncze mm przy zastosowaniu kamery Phase One	brak danych	10,5 dla 100 m (pojedyncze kanały), 3,5 dla 100 m		10,5 dla 100 m (pojedyncze kanały), 3,5 dla 100 m	10,5 dla 100 m (pojedyncze kanały), 3,5 dla 100 m	1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m	1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdż.]	50 ha dla 120 m	brak danych	25 ha dla 120 m		25 ha dla 120 m	25 ha dla 120 m	25 ha dla 120 m	25 ha dla 120 m
skaner laserowy	NAVI-LiDAR	brak	brak		brak	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	600 000	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	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, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu		barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	tablet, laptop lub smartfon	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	tablet lub laptop		tablet lub laptop	tablet lub laptop	tablet, laptop lub smartfon	tablet, laptop lub smartfon
możliwości autopilota	automatyczne planowanie i wykonywanie misji	taK	tak		tak	automatyczne planowanie i wykonywanie misji	tak	automatyczne planowanie i wykonywanie misji
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,850 GHz	2,400 do 2,483 GHz		2,400 do 2,483 GHz	2,400 do 2,483 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	3,5	10	5		5	5	3,5	3,5
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalołów (funkcje)	DJI GS Pro – możliwość lotu po wyznaczonej trasie, ustalenie prędkości lotu, liczby zdjęć, pokrycia poprzecznego i podłużnego, obszaru wykonania nalołu, pułapu	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D); zaawansowane opcje śledzenia	Ground Station Pro		Ground Station Pro	Ground Station Pro	brak danych	DJI GS Pro – możliwość lotu po wyznaczonej trasie, ustalenie prędkości lotu, liczby zdjęć, pokrycia poprzecznego i podłużnego, obszaru wykonania nalołu, pułapu
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra		Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3DSurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	2 nogi, 2 płozы, 2 sprężyny podwozia, kontroler, 6 akumulatorów TB47S, ładowarka, kabel zasilający, kabel RC, kabel micro-USB, 6 blokad ramienia, taśmy dwustronne, naklejki na baterie, komplet śrub	Smart Controller, 1 bateria Mavic 2 Enterprise, ładowarka do baterii, zestaw kabli USB, walizka, zestaw dodatkowych śmigieł, oświetlenie sygnalizacyjne, głośnik, podwójny reflektor	kontroler, 2 akumulatory 5870 mAh, zapasowy komplet śmigieł, ładowarka, karta 32 GB, okablowanie		kontroler, 2 akumulatory 5870 mAh, zapasowy komplet śmigieł, ładowarka, karta 32 GB, okablowanie	kontroler, 2 akumulatory 5870 mAh, zapasowy komplet śmigieł, ładowarka, karta 32 GB, okablowanie	kontroler, 4 śmigła, bateria, ładowarka, kabel zasilający, blokada gimbała, kabel USB OTG, kabel micro-USB, karta microSD, walizka ochronna	kontroler, 4 śmigła, bateria, ładowarka, kabel zasilający, blokada gimbała, kabel USB OTG, kabel micro-USB, karta microSD, walizka ochronna
DODATKOWE INFORMACJE	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360, zoom cyfrowy 32x	tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowania stacji bazowej, wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych		tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowania stacji bazowej, wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych	tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowania stacji bazowej, wys. stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu	wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych, możliwość śledzenia wybranego obiektu
CENA [ZŁ NETTO]	od 19 900	28 000	28 500		21 137	21 137	5900	5900
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	NaviGate	Dilectro	Dilectro		Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems)	NaviGate	Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems)	NaviGate








DRONY - WIRNIKOWCE

							
PRODUCENT	DJI	DJI	DJI	DJI	GPS Global Solutions	Intel	Intel
NAZWA	Phantom 4 RTK (Dilectro)	Phantom 4 RTK (Innpro)	Phantom 4 RTK (NaviGate)	Phantom 4 RTK (TPI)	Eagle Eye	Falcon 8+ INS	Falcon 8+ SUR A7R
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2018	2018	2018	2018	2021	2017	2017
PLATFORMA							
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	370 (przekątna)	370 (przekątna)	370 (przekątna)	370 (przekątna)	830 x 855 x 290	770 x 125 x 820	770 x 125 x 820
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	350 (przekątna)	350 (przekątna)	350 (przekątna)	350 (przekątna)	830 x 40 x 290	waliza 1000 x 200 x 1200	waliza 1000 x 200 x 1200
waga całkowita [kg]	1,39	1,39	1,39	1,39	1,5 + bateria	2,3	2,3
maksymalny udźwig [kg]	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych	6,5	0,8	0,8
maksymalna prędkość [km/h]	58	58	58	58	55	60	60
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	36	36	36	36	45	55	55
liczba i rodzaj silników	4 x DJI Motor	4 x DJI Motor	4 x DJI Motor	4 x DJI Motor	4 elektryczne	8 elektrycznych	8 elektrycznych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	30	30	30	30	60 z kamerą i baterią	22	22
POZYCJONOWANIE							
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS
obsługa korekt	tak	tak	tak	tak	tak	nie	nie
IMU	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
SENSORY							
cyfrowa kamera	dedykowana podłączona kamera	dedykowana podłączona kamera	dedykowana kamera RGB	dedykowana podłączona kamera	5-obiektywowa	Inspection Payload TZ71 (RGB + IR)	Sony Alpha 7R
matryca [Mpx]	20	20	20	20	120	12	36
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30	-90 do 30	brak danych	-90 do 90	-90 do 90
dodatkowe informacje	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych	adaptacja do dowolnej kamery, montaż bez narzędzi	stabilizacja obrazu	stabilizacja obrazu
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m	1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m	1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m	1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m	0,8 dla 50 m	brak danych	0,9 dla 65 m
przykładowa produktywność w naloce [pow. dla rozdź.]	25 ha dla 120 m	25 ha dla 120 m	25 ha dla 120 m	25 ha dla 120 m	50 ha dla 120 m	brak danych	brak danych
skaner laserowy	brak	brak	brak	brak	opcja	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	brak danych	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]							
zasięg [m]							
dodatkowe informacje							
inne sensory	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	barometr, żyroskop	Sony A7R, Sony RX1R II	TZ71 (Flir Tau 2 + RGB), Sony RX1R II
STEROWANIE							
pulpit kontrolny	tablet (wbudowany) lub laptop	tablet (wbudowany) lub laptop	tablet (wbudowany) lub laptop	tablet (wbudowany) lub laptop	tablet, laptop lub smartfon	Mobile Ground Station, komputer PC	Mobile Ground Station, komputer PC
możliwości autopilota	tak	tak	możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	tak	start i lądowanie w wyznaczonym miejscu, automatyczny powrót w dowolnym momencie, automatyczne dopasowanie trasy lotu do ukształtowania terenu, całkowicie autonomiczna praca	start, lądowanie, lot, planowanie misji autonomicznych, planowanie misji do lotów 3D	start, lądowanie, lot, planowanie misji autonomicznych, planowanie misji do lotów 3D
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI							
częstotliwość	2,400 do 2,483 GHz	2,400 do 2,483 GHz	2,400 do 2,483 GHz	2,400 do 2,483 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]	5	5	5	5	30	2	2
OPROGRAMOWANIE							
do planowania nalołów (funkcje)	GS RTK APP - tryb wolnego lotu + 8 trybów autonomicznych (lot po punktach, naloł 2D, Double Grid, Multi Oriented, naloł z uwzględnieniem NMT, naloł skośny, naloł fasady budynku, naloł liniowy); możliwość wgrania obszaru w pliku KML	GS RTK APP - tryb wolnego lotu + 8 trybów autonomicznych (lot po punktach, naloł 2D, Double Grid, Multi Oriented, naloł z uwzględnieniem NMT, naloł skośny, naloł fasady budynku, naloł liniowy); możliwość wgrania obszaru w pliku KML	GS RTK APP - tryb wolnego lotu + 8 trybów autonomicznych (lot po punktach, naloł 2D, Double Grid, Multi Oriented, naloł z uwzględnieniem NMT, naloł skośny, naloł fasady budynku, naloł liniowy); możliwość importu obszaru w pliku KML	GS RTK APP - tryb wolnego lotu + 8 trybów autonomicznych (lot po punktach, naloł 2D, Double Grid, Multi Oriented, naloł z uwzględnieniem NMT, naloł skośny, naloł fasady budynku, naloł liniowy); możliwość wgrania obszaru w pliku KML	Mission Planner Ground Station Software	Intel Mission Control Software - loty powierzchniowe, loty liniowe, loty wokół POI, loty cylindryczne	Intel Mission Control Software - loty powierzchniowe, loty liniowe, loty wokół POI, loty cylindryczne
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Bentley ContextCapture, Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i inne	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i inne
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler z wbud. tabletem, 2 akumul. 5870 mAh, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł, 2 ładowarki (do akumulatorów do drona i kontrolera), modem GPRS, karta 32 GB, okablowanie	kontroler z wbud. tabletem, 2 akumul. 5870 mAh, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł, 2 ładowarki (do akumulatorów do drona i kontrolera), modem GPRS, karta 32 GB, okablowanie	kontroler z wbud. tabletem, 2 akumul. 5870 mAh, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł, 2 ładowarki (do akumulatorów do drona i kontrolera), modem GPRS, karta 32 GB, okablowanie	kontroler z wbud. tabletem, 2 akumul. 5870 mAh, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł, 2 ładowarki (do akumulatorów do drona i kontrolera), modem GPRS, karta 32 GB, okablowanie	twarda walizka transportowa, 4 śmigła, baterie, kable, kamera, mission controll software, kontroler	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki
DODATKOWE INFORMACJE	tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowanie stacji bazowej, wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych	tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowanie stacji bazowej, wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych	tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowanie stacji bazowej, wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych	tagowanie zdjęć z cm dokładnością, opcjonalnie możliwość zastosowanie stacji bazowej, wysoka stabilność lotu, inteligentny powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia z omijaniem przeszkód terenowych	szybki montaż bez narzędzi, czas lotu do 60 min, bateria 25 000 mAh, praca w temperaturze -20 do 45°C, 120 mln pixeli, 5-obiektywowa kamera, automatyczny powrót w dowolnym momencie lotu, automatyczne dopasowanie trasy lotu do ukształtowania terenu	zwielokrotnione układy sterujące (IMU, GPS/GNSS), wysoka stabilność przy silnym wietrze ze względu na kształt	zwielokrotnione układy sterujące (IMU, GPS/GNSS), wysoka stabilność przy silnym wietrze ze względu na kształt
CENA [ZŁ NETTO]	27 000	20 325	20 325	20 325	od 37 000	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Dilectro	Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems)	NaviGate	TPI	GPS GLOBAL SOLUTIONS	TPI	TPI

DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	Intel	Leica	Novelty RPAS		Parrot	Riegl	Riegl	Riegl
NAZWA	Falcon 8+ SUR RX1R II	Aibot	OGAR Mk2		Anafi Work	BathyCopter	RiCOPTER	RiCOPTER M
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	brak danych	2017		2018	2015	2014	2017
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	770 x 125 x 820	1668 x 1518 x 759	970 x 330 x 970		244 x 67 x 65	1920 x 470 x 1820	1920 x 470 x 1820	1920 x 470 x 1820
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	waliza 1000 x 200 x 1200	540 x 582 x 623	850 x 150 x 250		175 x 240 x 65	624 x 986 x 470	624 x 986 x 470	624 x 986 x 470
waga całkowita [kg]	2,3	9,1	4,6		0,32	25	25	30
maksymalny udźwig [kg]	0,8	6	1,5 (użyteczny, z baterią)		brak danych	6,5	6,5	15
maksymalna prędkość [km/h]	60	70	70		55	60	60	60
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	55	20	54		50	30	30	30
liczba i rodzaj silników	8 elektrycznych	6 elektrycznych	4 elektryczne BLDC		4 elektryczne	8 elektrycznych	8 elektrycznych	8 elektrycznych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	22	30	25 z modulem GeoScanner Standard		25	30	30	30
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS	GNSS	2 x GPS + GLONASS (opcja: dwuczęstotliwościowy RTK)		GPS + GLONASS	zintegrowany z IMU	zintegrowany z IMU	zintegrowany z IMU
obsługa korekt	nie	tak	RTK (przez RTCM3 i CMR)		nie	DGNSS, RTK, PPP	DGNSS, RTK, PPP	DGNSS, RTK, PPP
IMU	tak	tak	tak		nie	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Sony RX1R II	tak	moduł GeoScanner Standard z kamerą Sony A6000		dedykowana 4K HDR (opcja: termalna)	PhaseOne/2 x Sony Alpha 6000/Sony 7R III, 7R IV/termalna, multispektralne do 12 kanałów	PhaseOne/2 x Sony Alpha 6000/Sony 7R III, 7R IV/termalna, multispektralne do 12 kanałów	PhaseOne/2 x Sony Alpha 6000/Sony 7R III, 7R IV/termalna, multispektralne do 12 kanałów
matryca [Mpx]	42	24,2 lub 42,2	24		21	100/2 x 24/42/bd.	100/2 x 24/42/61/bd./bd.	100/2 x 24/42/61/bd./bd.
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 90	tak	0-90		0-90	0-160	0-160	0-160
dodatkowe informacje	stabilizacja obrazu	-	3-osiowa elektromechaniczna stabilizacja obrazu z wibroizolacją, georeferencja bezpośrednia, szybkozłącze		rozdzielczość 4K Cinema 4096 x 2160 px, 24 fps	absorpcja wstrząsów	absorpcja wstrząsów	absorpcja wstrząsów
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	0,8 dla 65 metrów	1 dla 70 m	0,5 dla 50 m		brak danych	zależnie od kamery	zależnie od kamery	zależnie od kamery
przykładowa produktywność w nalicie [pow. dla rozdż.]	brak danych	64 ha dla 70 m	2 km kw. dla 5 cm		brak danych	zależnie od kamery	zależnie od kamery	zależnie od kamery
skaner laserowy	brak	brak	GeoScanner VLP-16		brak	BDF-1	miniVUX-1UAV/miniVUX-2UAV/miniVUX-3UAV/miniVUX-1DL/VUX-1UAV/VUX-1LR/VUX-120	VQ-480II/VQ-580II/VQ-840-G/VUX-120/VUX-240
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	300 000		nie dotyczy	4000	100 000/200 000/300 000/100 000/500 000/750 000/1 500 000	1 250 000/1 250 000/200 000/1 500 000/1 500 000
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]			70 dla 40 m			zależna od planu nalogu i ustawień skanera	zależna od planu nalogu i ustawień skanera	zależna od planu nalogu i ustawień skanera
zasięg [m]			80			50	330/330/330/260/1050/1540/1430	2500/2850/250/1430/2150
dodatkowe informacje			I klasa bezpieczeństwa			klasa bezpieczeństwa 2M, terenowa dokładność pomiaru 1-3 cm	I klasa bezpieczeństwa, terenowa dokładność pomiaru 1-3 cm	klasa bezpieczeństwa 3R/3B/3B/1/1, terenowa dokładność pomiaru 1-3 cm
inne sensory	TZ71 (Flir Tau 2 + RGB), Sony A7R	-	kamery termalna, multispektralna, obserwacyjna, wideo		-	np. do pomiaru promieniowania lub pola magnetycznego, sensor multispektralny	np. do pomiaru promieniowania lub pola magnetycznego, sensor multispektralny	np. do pomiaru promieniowania lub pola magnetycznego, sensor multispektralny
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	Mobile Ground Station, komputer PC	tak	tablet lub laptop z opcj. manipulatorami umożliwiającymi automat. plan. i nadzór misji		tablet, laptop lub smartfon	remote control unit	remote control unit	remote control unit
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot, planowanie misji autonomicznych, planowanie misji do lotów 3D	tak	2 autopiloty z układem przełączającym; tryby: automatyczny, stabilizacja, automatyczny powrót, zawis, lądowanie, manualny		start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 lub 5 GHz i inne		2,4-5,8 GHz	brak danych	brak danych	brak danych
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	2	4	do 7 (bez przeszkód i zakłóceń)		5	1,5; Command and Control Link: 3	1,5; Command and Control Link: 3	1,5; Command and Control Link: 3
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalogów (funkcje)	Intel Mission Control Software - loty powierzchniowe, loty liniowe, loty wokół POI, loty cylindryczne	Leica QGC/Leica Infinity	Novelty RPAS Flight Manager - planowanie i nadzór misji fotograf., geofencing, transponder, rejestr. obrazu, footprint, automat. siatka fotograf., waypointy, sterow. manual., click&go		Pix4D capture	Flight Planning Software	Flight Planning Software	Flight Planning Software
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture i inne	Leica QGC/Leica Infinity	Pix4D, Agisoft PhotoScan, WeMapo (udostępnianie i analizowanie danych oraz tworzenie portfolio) i inne		X-PAD Fusion, Pix4D Mapper, Pix4Dcloud	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE, RiHYDRO	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE, RiHYDRO
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, baterie, ładowarki	gimbal, kamera, radio, GSM, odbiornik GNSS, skrzynia transportowa, hub do ładowania, dwa komplety baterii, oprogramowanie	autonomiczny system spadochronu (APDM), 2 pakiety zasilające, ładowarka, gwarancja ze wsparciem technicznym, zestaw walizek, naziemna stacja GCS2		stacja, 4 baterie, ładowarka, zapasowe śmigła, karta pamięci	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna
DODATKOWE INFORMACJE	zwielokrotnione układy sterujące (IMU, GPS/GNSS), wysoka stabilność przy silnym wietrze ze względu na kształt	-	kompozyt. konstrukcja, spadochron ratunkowy, wymiana głowic przez użytkownika, zasilanie głowic z głównej baterii, laserowy czujnik wys., dolna kamera opital flow, kamera przednia, implementacja algorytm.		stabilny, możliwość wykonywania zdjęć zenit-nadir, gotowy do startu do 28 s, 320 g, kamera 180°	live stream video, zdublowany system sterowania	live stream video, zdublowany system sterowania	live stream video, zdublowany system sterowania
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	od 99 000	od 58 000		5300	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	TPI	Leica Geosystems	Novelty RPAS oraz autoryzowani partnerzy		Geoline	Laser-3D.pl	Laser-3D.pl	Laser-3D.pl

DRONY – WIRNIKOWCE

								
PRODUCENT	Riegl	Satlab Geosolutions	SKYDIO		SKYDIO	South	Yuneec	Yuneec
NAZWA	Riegl Kit 300 + DJI Matrice 300	SLL-3	S2		X2	Drone – Eco Pro	Typhoon H520E	Typhoon H520E RTK
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2019	2020		2021	2021	2021	2021
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	810 x 670 x 430	1620 x 1410 x 500	223 x 273 x 74		663 x 569 x 211	564 x 564 x 360	551 x 482 x 309	551 x 482 x 309
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	430 x 420 x 430	brak danych	223 x 273 x 43		302 x 140 x 91	brak danych	brak danych	brak danych
waga całkowita [kg]	9	12	0,775		1,325	5,15 (2,35 bez baterii)	1,86	1,86
maksymalny udźwig [kg]	2,7	5	brak danych		brak danych	1,4	0,5	0,5
maksymalna prędkość [km/h]	83	60	58		brak danych	43	72	72
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	54	60	40		brak danych	39-50 (6 w skali Beauforta)	brak danych	brak danych
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	6 elektrycznych	4 elektryczne		4 elektryczne	brak danych	6 elektrycznych	6 elektrycznych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	31	60 z kamerą Sony RX1RM2, 54 z 2 kamerami Sony RX1RM2, 46 ze skanerem laserowym	23		35	60	30	25
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	zintegrowany z IMU	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS		GPS	RTK: 100 Hz; opcja PPK: 5/10/20 Hz	brak danych	3 najlepsze z GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou
obsługa korekt	tak	PPK	brak danych		brak danych	RTK/PPK	brak danych	RTK/PPK
IMU	tak	tak	tak		tak	brak danych	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Sony Alpha 6000	Sony RX1RM2 lub 2 x Sony RX1RM2	Sony IMX577 1/2,3”		4K60P HDR kamera RGB z 16x zoomem cyfrowym, kamera termowizyjna z 8x zoomem cyfrowym FLIR Boson 320P	T53P	E90	E90
matryca [Mpx]	24	42,2	12,3		12,3	120	20	20
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	0-160	45 przy 2 kamerach Sony RX1RM2	-110 do 45		brak danych	brak danych	-30 do 90	-30 do 90
dodatkowe informacje	absorpcja wstrząsów	-	dookólne górne i dolne kamery (6x) z jakością 4K z obiektywami rybie oko zapewniające widok 360°		dookólne górne i dolne kamery (6x) z jakością 4K z obiektywami rybie oko zapewniające widok 360°	-	obiektyw 1-calowy, nagrywanie wideo 4K 60 FPS, 3-osiowy gimbal, możliwa wymiana na E50	obiektyw 1-calowy, nagrywanie wideo 4K 60 FPS, 3-osiowy gimbal, możliwa wymiana na E50
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	zależnie od kamery	brak danych	1,7 mm dla 4 m		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
przykładowa produktywność w nalicie [pow. dla rozdż.]	zależnie od kamery	3,6 km kw. dla 3 cm, 10 km kw. dla 7 cm	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
skaner laserowy	miniVUX-1UAV/miniVUX-2UAV/miniVUX-3UAV/miniVUX-1DL	Satlab SUL-1	brak		brak	brak	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	100 000/200 000/300 000/100 000	300 000	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]	zależna od planu nalogu i ustawień skanera	brak danych						
zasięg [m]	330/330/330/260	0,5-100 m						
dodatkowe informacje	I klasa bezpieczeństwa, terenowa dokładność pomiaru 1-3 cm	I klasa bezpieczeństwa, dokładność 55 mm z pułapu 60 m						
inne sensory	-	-	dookólne górne i dolne kamery (6x) z jakością 4K z obiektywami rybie oko zapewniające widok 360°		dookólne górne i dolne kamery (6x) z jakością 4K z obiektywami rybie oko zapewniające widok 360°	-	-	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	brak danych	14 kanałowy kontroler Futaba	tablet, smartfon		Skydio Enterprise Controller	Fly2Map Pilot	aparatura RC z wbudowanym ekranem	aparatura RC z wbudowanym ekranem
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	autonomiczny: start, lądowanie, powrót po utracie łączności, lot po zaprogramowanej trasie, pomiar wg zaplanowanych ustawień	brak danych		brak danych	tak	start, lądowanie, lot, inspekcje	start, lądowanie, lot, inspekcje
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	brak danych	900 Mhz	2,400-2,4835 i 5,725-5,850 GHz		5 GHz	2,4-2,483 GHz	2,4	2,4
możliwość przesyłania obrazów	tak	nie	tak		tak	brak danych	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	15	10	3,5		6	brak danych	3,5	3,5
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalogów (funkcje)	Flight Planning Software	Satlab Ground Control Station	brak danych		brak danych	Fly2Map Pilot	DataPilot – planowanie nalogu, podgląd zdjęć, ustawianie parametrów zdjęć, ustawienia gimbala	DataPilot – planowanie nalogu, podgląd zdjęć, ustawianie parametrów zdjęć, ustawienia gimbala
do przetwarzania danych	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE	Satlab PPK Go, kompatybilny z Pix4D, Agisoft, ContextCapture	brak danych		brak danych	Fly2Map Manager & Fly2Map Cloud	brak danych	brak danych
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	kamera, dwie kamery lub skaner laserowy, kontroler, oprogramowanie do planowania misji, uchwyty oraz gimbal (w zależności od opcji)	w wersji Starter: bateria, walizka, ładowarka i dodatkowe śmigła		brak danych	kamera, pilot z oprogramowaniem do planowania lotów	plecak transportowy, aparatura, 2 baterie, zapasowy komplet śmigieł, ładowarka	plecak transportowy, aparatura, 2 baterie, zapasowy komplet śmigieł, ładowarka
DODATKOWE INFORMACJE	live stream video, zdublowany system sterowania	automatyczny pionowy start i lądowanie tylko z powierzchni 4 x 4 m, obudowa z kompozytów, zasięg połączenia z kontrolerem do 10 km, praca w temperaturze od-10 st do 45°C, bateria 22 000 mAh	na podstawie analizy komputerowej AI unika przeszkód 360°, Skydio Beacon, pierwszy w swoim rodzaju kontroler z dokładnym śledzeniem GPS, opcja śledzenia osób lub pojazdów		na podstawie analizy komputerowe za pomocą NVIDIA TX2, AI unika przeszkody 360°, w wersjach X2E (enterprise) i X2D (wojskowa), zgodność z NDAA i ASDA, start poniżej 75 s, rama z magnezu i karbonu, 16x zoom optyczny, możliwość lotów nocnych	-	6 silników gwarantuje większą stabilność lotu przy mocnym wietrze, podczas awarii jednego silnika można bezpiecznie wylądować, czujniki odległościowe, podnoszone nogi	6 silników gwarantuje większą stabilność lotu przy mocnym wietrze, podczas awarii jednego silnika można bezpiecznie wylądować, czujniki odległościowe, podnoszone nogi
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Laser-3D.pl	Satlab Polska, GPS GLOBAL SOLUTIONS, Cubic Orb, Geobud Serwis, Akgeo	Dilectro		Dilectro	Geomatix	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja

Oprogramowanie do obróbki zdjęć z dronów

Nazwa	Producent	Platformy	Licencjonowanie (cena)	Wersja testowa
3DF Zephyr	DFlow	Windows	wieczysta (0-4000 euro)	dostępna
3Dsurvey	Modri planet	Windows	miesięczna (167 euro), wieczysta (3000)	14-dniowa
AgiSoft Metashape	AgiSoft	Windows, Linux, Mac OS	wieczysta (Standard: 179 dol., Prof.: 3499)	30-dniowa
APS	Menci	Windows	roczna (1200 euro)	dostępna
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	SimActive	Windows	miesięczna-roczna (250-2500 euro), stanowiskowa (5000), pływająca (5450)	demo
DatuSite	Datamate	Windows	roczna, stanowiskowa, sieciowa (bd.)	dostępna
DatuSurvey	Datamate	Windows	roczna, stanowiskowa, sieciowa (bd.)	dostępna
Drone2Map	Esri	Windows	roczna (1500 dol.)	15-dniowa
DroneDeploy	DroneDeploy	chmura	miesięczna (99-299 dol.)	30-dniowa
EnsoMOSAIC Fusion	MosaicMill	Windows	wieczysta	brak
EyeBase	Geodelta	Windows	wieczysta	brak
GeoApp.UAS	Geosystems GmbH	chmura	brak danych	7-dniowa
GeoCloud (AgiSoft/Photomod/3DSurvey)	GeoCloud Shop	chmura	pay-per-use (1,8-12/1-26/3-12 dol. za godz.)	brak
Geomatica	PCI Geomatica	Windows, Linux, chmura	stanowiskowa, pływająca, w chmurze: 15 dol./godz.	dostępna
Global Mapper + Moduł LIDAR	Blue Marble Geo	Windows	stanowiskowa (549 + 549 dol.)	demo
Infinity	Leica Geosystems	Windows	brak danych	brak
Imagine UAV	Geosystems GmbH	Windows (wtyczka dla ERDAS)	brak danych	brak
Inpho UAS Master	Trimble	Windows	wieczysta, miesięczna (brak danych)	brak danych
LiveMap	DroneDeploy	iOS	stanowiskowa (w cenie pakietu DroneDeploy)	30-dniowa
MAGNET Collage Web	Topcon	chmura	brak danych	demo
Maps Made Easy	Automotive Data Research	chmura	zależnie od powierzchni (8-670 dol.)	dostępna
MicMac	IGN	Windows, Mac, Ubuntu	darmowa i otwarta	nie dotyczy
OpenDroneMap	otwarty projekt ODM	Windows, chmura	darmowa i otwarta	nie dotyczy
Orbit UAS Mapping	Orbit GT	Windows, Mac OS	wieczysta	brak danych
PhotoCapture	Carlson Software	Windows, chmura	brak danych	dostępna
PhotoMesh	Skyline Software Systems	Windows, chmura	brak danych	dostępna
Photomod UAS	Racurs	Windows	wieczysta	brak
PhotoModeler UAS Standard/Premium	Eos Systems	Windows	miesięczna (49/149 dol.), roczna (415/1255 dol.), wieczysta (995/225 dol.)	brak
Pix R3 Air	Gexcel	Windows	wieczysta	demo
Pix4Dcloud/cloud Advanced	Pix4D	chmura	subskrypcja (142/217 euro za miesiąc)	demo
Pix4Dfields	Pix4D	Windows, chmura	miesięczna (126 euro), stanowiskowa (2500 euro)	15-dniowa
Pix4Dinspect	Pix4D	chmura	brak danych	brak danych
Pix4Dmapper	Pix4D	Windows	subskrypcja (217 euro/miesiąc), wieczysta (3990)	15-dniowa
Pix4Dmatic	Pix4D	Windows	subskrypcja (306 euro/miesiąc)	15-dniowa
Pix4DSurvey	Pix4D	Windows	subskrypcja (140 euro/miesiąc)	15-dniowa
PrecisionMapper	PrecisionHawk	chmura	miesięczna (0-450 dol.)	60 proj./rok
RealityCapture	Capturing Reality	Windows	miesięczna (249-750 euro), wieczysta (15 000 euro)	demo
ReCap Pro	Autodesk	Windows	miesięczna (265 zł), roczna (2110 zł)	30-dniowa
SkyPhoto	South	Windows	brak danych	brak danych
SkySnap Portal – Budowa	SkySnap	chmura	miesięczna (199/499/899 zł), roczna (2028/5088/9180 zł)	demo
SkySnap Portal – Inspekcje	SkySnap	chmura	miesięczna (169/424 zł), roczna (1716/4320 zł)	demo
StereoCAD	Menci	Windows	roczna (800 euro)	dostępna
Sure Pro	nFrames	Windows, Linux	wieczysta (bd.)	14-dniowa
TBC Aerial Photogrammetry Module	Trimble	Windows	wieczysta (bd.)	brak danych
Terra	DJI	Windows	roczna (bd.)	brak
Terrain Tools	Menci	Windows	roczna (400 euro)	dostępna
Terra Mapper	Terra Drone	Windows, chmura	wieczysta (3700 dol.), czasowa (500-1000 dol./miesiąc)	14-dniowa
UltraMap	Vexcel Imaging	Windows	część systemu UltraMap	brak danych
UnlimitedAerial UAV	Meixner Imaging	Windows	wieczysta (bd.)	demo
X-Phot o	GeoMax	Windows	moduł oprogramowania X-Pad Fusion	dostępna

dji ENTERPRISE



3Dsurvey

- NARZĘDZIA POMIAROWE**
pomiar odległości 2D i 3D
- PRZĘKROJE**
tworzenie przekrojów bezpośrednio z chmury punktów
- WARSTWICE**
automatyczne generowanie warstw
- RTK**
pełne wsparcie RTK, nie potrzeba GCP
- AUTOMATYCZNA KLASYFIKACJA**
automatyczna klasyfikacja chmury punktów
- VIDEO**
twórz filmy z przelotu nad modelem i spersonalizowane prezentacje
- 3D MESH**
w łatwy sposób stworzysz teksturowany model 3D
- GCP**
automatyczne wykrywanie punktów kontrolnych

ZESTAWY DJI P4 RTK + 3DSURVEY 39'900,- PLN*

*CENA ZAWIERA 23% VAT LICZBA SZTUK W PROMOCJI OGRANICZONA

CZERSKI
SINCE 1928

www.czerski.com

90 lat doświadczenia

WYBIERZ WERSJĘ PAPIEROWĄ LUB CYFROWĄ WYKUP PRENUMERATĘ GEODETY NA CAŁY ROK I CZYTAJ NAS CO MIESIĄC!

