NIEZBĘDNIK MIESIĘCZNIKA GEODETA

DRONY DLA GEODETY

25 PŁATOWCÓW **35** WIRNIKOWCÓW **52** APLIKACJE

PAŹDZIERNIK 2022

NOWOŚĆ

DJI ENTERPRISE GOLD PARTNER

DJI MAVIC 3
ENTERPRISE SERIES

tpi | DJI ENTERPRISE AUTORYZOWANY DYSTRYBUTOR

www.tpi.com.pl

Prenumerata tradycyjna GEODETY (geoforum.pl)

● **Roczna z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY – 531,36 zł**, w tym 8% VAT.
● **Pojedyncze wydanie – 44,28 zł**, w tym 8% VAT.
Prenumeratę można wykupić na dowolną liczbę miesięcy, poczynając od dowolnego wydania. W każdym przypadku prenumerata obejmuje koszty wysyłki. Egzemplarze archiwalne można zamawiać do wyczerpania nakładu.
Warunkiem realizacji zamówienia jest otrzymanie przez redakcję potwierdzenia z banku o dokonaniu wpłaty na konto:
04 1240 5989 1111 0000 4765 7759.
Najwygodniej złożyć zamówienie, korzystając z formularza w zakładce **Prenumerata** na portalu **Geoforum.pl**.
Realizujemy również zamówienia składane:
● mailowo na adres: prenumerata@geoforum.pl
● telefonicznie (7.00-15.00): (22) 646 87 44, (22) 849 41 63,
● listownie: Geodeta Sp. z o.o., ul. Narbutta 40/20, 02-541 Warszawa.
Po upływie okresu prenumeraty automatycznie wystawiamy i przesyłamy mailem kolejną fakturę na taki sam okres. O ewentualnej rezygnacji z przedłużenia prenumeraty prosimy informować redakcję telefonicznie lub mailowo, najlepiej przed upływem okresu prenumeraty. Dokonanie wpłaty na prenumeratę oznacza akceptację **Regulaminu prenumeraty GEODETY**.

GEODETA tradycyjny jest również do kupienia w sieciach kolporterów prasy: ● Garmond, ● Kolporter, ● Ruch.

Prenumeratorzy, którzy mają aktualną **prenumeratę tradycyjną lub cyfrową** wykupioną na co najmniej 12 miesięcy, mogą po zarejestrowaniu na portalu **Geoforum.pl** korzystać z **internetowego Archiwum GEODETY**. Więcej o dostępie do artykułów w zakładce Archiwum GEODETY.

Prenumerata GEODETY cyfrowego (egeodeta24.pl)

● **Roczna z dostępem do internetowego Archiwum GEODETY** – 318,64 zł, ● **Półroczna** – 173,56 zł, ● **Kwartalna** – 93,51 zł, ● **Pojedyncze wydanie** – 33,48 zł (wszystkie podane ceny zawierają 8% VAT).
GEODETĘ cyfrowego można zamawiać w serwisie internetowym egeodeta24.pl działającym 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu. Użytkownik zakłada w serwisie konto, na którym składa zamówienia, dokonuje płatności elektronicznych, odbiera zakupione wydania. Faktury przesyłamy na adres mailowy. Zamawiać można prenumeratę oraz/lub pojedyncze wydania (im dłuższy okres prenumeraty, tym niższa cena jednostkowa wydania). Zakupione wydania są dostępne zaraz po dokonaniu płatności elektronicznej.
Zamiast płatności elektronicznej można wybrać wystawienie faktury pro forma i opłacenie jej przelewem bankowym. Po otrzymaniu płatności na konto redakcja wystawia fakturę VAT i udostępnia opłacone wydania.
Każde udostępnione wydanie użytkownik może pobrać na własne potrzeby trzy razy (np. na trzy różne nośniki, jak komputer stacjonarny, laptop czy telefon komórkowy). Wydania są zabezpieczone i podpisane nazwiskiem użytkownika.
O kolejnych zmianach statusu zamówienia użytkownik jest na bieżąco informowany drogą mailową.

GEODETA cyfrowy jest również do kupienia w sieciach kolporterów prasy cyfrowej: ● Garmond, ● Kolporter, ● Ruch, ● e-kiosk.

PRAWO

Z certyfikatem swobodniej 4
Wyjaśniamy, na czym polega nowy system certyfikacji dronów w Unii Europejskiej, kiedy wejdzie w życie i jakie daje możliwości

WYWIAD

Latać bez załogi, ale z głową 6
O dobrych praktykach wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w geodezji mówią prof. Krystian Pyka i Paweł Wiącek z AGH oraz Mirosław Guzik z krakowskiej firmy Geoxy

TECHNOLOGIE

PPK czy RTK? 12
Sprawdzamy, która technika satelitarnego pozycjonowania dronów jest lepsza. Każda ma swoje unikatowe wady i zalety

Darmowe wsparcie dla fotogrametry 14
Wtyczka Flight Planner do aplikacji QGIS wspiera planowanie nalotów dronem. Możliwości tego bezpłatnego narzędzia przedstawia jego twórca

Dwaj mali giganci 18
Firma Czerski Trade Polska porównuje dwa wirnikowce marki DJI: Phantom 4 RTK oraz nowego Mavic 3E

ZESTAWIENIE

Latające statywy 20
Choć światowy rynek dronów ewidentnie okrzepł, to na półkach z tymi rozwiązaniami wciąż pojawia się sporo ciekawych nowości

Zestawienie płatowców 22

Zestawienie wirnikowców 30

Zestawienie oprogramowania do obróbki zdjęć z dronów 40

Fot. na okładce: Shutterstock

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.
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)

Wyjaśniamy, na czym polega system certyfikacji dronów w UE

Z certyfikatem swobodniej

Pierwsi producenci bezzałogowych maszyn latających zaczęli się już chwalić przeprowadzeniem unijnej certyfikacji swoich maszyn. Tylko czy ma to jakiekolwiek praktyczne znaczenie w geodezyjnych zastosowaniach UAV?

Pierwszy był chiński potentat dronowy, czyli DJI. Już w połowie sierpnia br. firma z dumą ogłosiła uzyskanie certyfikatu C1 dla swoich wirnikowców z serii Mavic 3. Zapowiedziała jednocześnie, że intensywnie pracuje, by proces certyfikacji przeszły również jej pozostałe maszyny. Kilka dni później szwajcarska firma senseFly pochwaliła się, że jej popularne m.in. w geodezji płatowce eBee X, eBee Geo oraz eBee Ag uzyskały certyfikat C2.

Niewątpliwie w najbliższych miesiącach podobnych wiadomości od tych oraz innych producentów bezzałogowców będzie pojawiać się coraz więcej. Osoby mniej obeznane z dronowymi przepisami mogą więc pomyśleć, że już wkrótce latanie bezzałogowcem bez tego typu certyfikatu będzie niedozwolone. To jednak nie do końca prawda. Wyjaśnijmy zatem, co stoi za tymi unijnymi regulacjami.

Złoty środek bezpieczeństwa

Wprowadzenie wspomnianych certyfikatów związane jest z unijną reformą prawa dronowego, która zaczęła obowiązywać 1 stycznia 2021 roku. Zakres przewidzianych w niej zmian bardzo dobrze opisał na Geoforum.pl Radosław Zych z Akademii UAV (bit.ly/drony-przepisy). W tym miejscu nie będziemy zatem wchodzić w szczegóły reformy, a jedynie przypomnimy jej kluczowe założenia.

Otóż unijni decydenci doszli do wniosku, że bezzałogowe technologie są już na tyle powszechnie wykorzystywane, że nie można ich krępować drastycznymi regulacjami. Ale z drugiej strony, ze względów bezpieczeństwa, nie do przyjęcia byłoby puszczenie wszystkich tych maszyn „na żywioł". Odpowiedzią na ten dylemat jest przede wszystkim wprowadzenie misji w kategorii otwartej (Open). By w niej latać, wystarczy przejść szybkie szkolenie on-line i przestrzegać kilku podstawowych reguł dotyczących np. odległości od osób postronnych i zabudowań oraz dopuszczalnego pułapu. W kategorii Open wydzielono trzy podkategorie. W dużym skrócie: A1 dopuszcza latanie lekkimi i wolnymi maszynami nad ludźmi, zaś w A3 cięższe maszyny mogą poruszać się z dala od osób postronnych i zabudowy. Rozwiązaniem pośrednim jest podkategoria A2, w której można poruszać się w pobliżu ludzi i budynków, ale wcześniej należy zdać dodatkowy egzamin.

Przygotowując te regulacje, uznano jednak, że dzielenie maszyn między te podkategorie tylko ze względu na wagę i prędkość maszyny byłoby błędem. Przecież na bezpieczeństwo drona dla otoczenia wpływa także jego niezawodność, wbudowane funkcje i wiele innych czynników. Uznano zatem, że należy wprowadzić konkretne klasy dronów oraz wdrożyć system ich certyfikacji.

W stosownym rozporządzeniu Komisji Europejskiej zdefiniowano 5 klas maszyn dla kategorii otwartej – C0, C1, C2, C3 i C4. By uzyskać jeden z tych certyfikatów, producent drona musi zgłosić się do odpowiedniej instytucji uprawnionej do przeprowadzenia procesu certyfikacji. Na przykład dla wspomnianego Mavica 3 była to niemiecka TÜV Rheinland. Samo uzyskanie certyfikatu to jednak za mało. By latać zgodnie z unijnymi regulacjami, potrzebne jest jeszcze umieszczenie na dronie stosownej etykiety. Gdy już dopełnimy tego obowiązku, możemy realizować loty na zasadach zgodnie z tabelą 1.

Tab. 1. Zasady lotów certyfikowanymi dronami

podkategoria	klasa	zasady lotów	masa drona	symbol	rejestracja operatora	kompetencje pilota
KATEGORIA OTWARTA						
A1	własna konstrukcja	dopuszcza się przelot nad osobami postronnymi, ale nie nad zgromadzeniami osób	< 250 g	brak	nie	znajomość obsługi drona
	C0		< 250 g	0	nie	znajomość instrukcji obsługi drona
	C1	dopuszczalny jedynie niezamierzony lot nad osobami postronnymi	< 900 g	1	tak	szkolenie i egzamin on-line
A2	C2	minimalna odległość pozioma od osób do 30 m lub 5 m w trybie niskiej prędkości (< 3 m/s)	< 4 kg	2	tak	szkolenie i egzamin on-line, samokształcenie praktyczne, dodatkowy egzamin teoretyczny
A3	C3	minimalna odległość od osób i zabudowy to 150 m	< 25 kg	3	tak	szkolenie i egzamin on-line
	C4		< 25 kg i brak automatycznego trybu lotu	4		
KATEGORIA SZCZEGÓLNA						
nd.	C5	wg scenariusza STS-01 (VLOS)	< 25 kg	5	tak	posiadanie uprawnień dla kategorii szczególnej
	C6	wg scenariusza STS-02 (BVLOS)		6	tak	

Na podstawie materiałów ULC i PAŻP

Tab. 2. Korzystanie z dronów bez unijnego certyfikatu w kategorii otwartej

Waga drona	31 grudnia 2020 r. – 31 grudnia 2023 r. (okres przejściowy)	od 1 stycznia 2024 r.
< 250 g	można latać w podkategorii A1, nie wymaga szkolenia	
< 500 g	można latać w podkategorii A1: poziom kompetencji pilota BSP jak dla podkategorii A1/A3	można latać w podkategorii A3, z kompetencjami pilota A1/A3
< 2 kg	można latać w odległości co najmniej 50 m od ludzi, z kompetencjami pilota podkategorii A2	
< 25 kg	można latać w podkategorii A3, z kompetencjami pilota co najmniej A1/A3	
> 25 kg	nie można latać w kategorii otwartej	

Na podstawie materiałów ULC i PAŻP

Nie wszystko od razu

Oczywiście trudno oczekiwać, że cała branża dronowa – tak producenci, jak i użytkownicy maszyn – przestawi się na nowe regulacje z dnia na dzień. Bruksela przewidziała zatem szereg przepisów przejściowych. Przede wszystkim posiadanie certyfikatu C0–C4 wymagane będzie jedynie dla dronów wprowadzonych na rynek po 1 stycznia 2024 roku. Jako ciekawostkę dodajmy, że pierwotnie miało to być rok wcześniej. Przeciągające się prace nad wymaganiami dla poszczególnych klas bezzałogowców wymusiły jednak odsunięcie tego terminu.

Na usta ciśnie się jednak pytanie, co z bardzo licznym gronem osób, które już teraz posiadają drona, ale bez unijnego certyfikatu. Odpowiedzią jest tabela 2, która w skrócie prezentuje przepisy przejściowe.

Warto odnotować, że eurocertyfikat mogą też uzyskać maszyny już użytkowane. Unijne przepisy przewidują tu dwie opcje. W pierwszej użytkownik odsyła drona do producenta, by ten dokonał w nim modyfikacji dostosowujących maszynę do nowych regulacji. W drugiej opcji, znacznie wygodniejszej, wystarczy aktualizacja firmware'u oraz umieszczenie na bezzałogowcu stosownej etykiety. Na takie rozwiązanie zdecydował się DJI w przypadku wspomnianych już wirnikowców serii Mavic 3. Dla tych modeli stosowna aktualizacja firmware'u ma zostać udostępniona do końca tego roku. Wprowadzi ona modyfikacje m.in. w zakresie emitowanego hałasu silnika, oświetlenia czy działania niektórych automatycznych trybów lotu.

Geodezja raczej w kategorii szczególnej

Oczywiście należy pamiętać, że choć latanie w kategorii otwartej oznacza dla pilota spore ułatwienia, to w przypadku zastosowań geodezyjnych wiąże się z istotnymi ograniczeniami. Jak bowiem widać z tabeli 1, trzeba zachować odpowiednią odległość od zabudowań oraz/lub osób postronnych. A „osoba postronna" to – zgodnie z dronowymi przepisami – nie tylko mieszkaniec budynku, ale również przechodzień czy kierowca przejeżdżającego samochodu. Przydatność kategorii otwartej (a więc również unijnych certyfikatów C0–C4) jest zatem w geodezji mocno ograniczona.

Jeśli więc planujemy zainwestować w technologie UAV, z pewnością warto zdobyć kompetencje do lotów w kategorii szczególnej (Specific). W tym przypadku pilotowi wolno więcej, ale też pojawiają się dodatkowe obostrzenia. Przede wszystkim pilot musi się albo trzymać tzw. scenariuszy standardowych (STS), czyli specjalistycznych wytycznych technicznych, albo uzyskać odpowiednią urzędową zgodę. W tym artykule skupmy się tylko na STS, bo zgodnie z unijnymi przepisami i tu pojawia się obowiązek certyfikacji dronów. Dla scenariusza STS-01 (operacje w zasięgu wzroku nad kontrolowanym obszarem naziemnym w środowisku zaludnionym) obowiązuje bowiem klasa C5, a dla STS-02 (operacje poza zasięgiem wzroku z udziałem obserwatorów przestrzeni powietrznej nad kontrolowanym obszarem naziemnym w środowisku słabo zaludnionym) – C6. Co jednak istotne, wytyczne te będzie można stosować dopiero od 1 stycznia 2024 r. Do tego czasu w Polsce należy stosować scenariusze krajowe (od NSTS-01 do NSTS-09), które eurocertyfikatów nie wymagają. Oświadczenia dotyczące scenariuszy krajowych ostatecznie tracą ważność 1 stycznia 2026 r.

Niebo unijne nade mną

W artykule przedstawiliśmy tylko ogólne zasady operowania certyfikowanymi dronami. Zarówno obecni, jak i przyszli piloci oraz operatorzy BSP powinni zatem w szczegółach zapoznać się z krajowymi i unijnymi regulacjami. Niewątpliwie od ich lektury może rozboleć głowa. Nim jednak przeklniemy brukselskich urzędników za nadmierne regulowanie różnych dziedzin naszego życia, warto mieć na uwadze, że akurat te przepisy oferują właścicielom dronów wymierne korzyści. Bodaj najważniejszą jest to, że gdy unijne regulacje dronowe zaczną już w pełni obowiązywać, reguły latania bezzałogowcami staną się takie same we wszystkich krajach Unii Europejskiej oraz w Norwegii, Islandii i Liechtensteinie. Przed firmami geodezyjnymi otwiera to zatem zupełnie nowe możliwości realizowania usług poza granicami naszego kraju. Już teraz warto więc pomyśleć, jak skutecznie wykorzystać tę szansę.

Jerzy Królikowski

Artykuł został opublikowny w GEODECIE 10/2022

GEOWYWIAD

Latać bez załogi, ale z głową

O dobrych praktykach wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w geodezji mówią prof. KRYSTIAN PYKA i PAWEŁ WIĄCEK z AGH oraz MIROSŁAW GUZIK z krakowskiej firmy Geoxy

JERZY KRÓLIKOWSKI: Artykuł o dobrych praktykach wykorzystania dronów w geodezji, który opublikowali panowie niedawno na łamach „Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji" (bit.ly/praktyki-bsp), wzbudził spore zainteresowanie czytelników Geoforum.pl. We wstępie piszą panowie, że jest on odpowiedzią na brak konkretnych przepisów w tym zakresie. Czy takie regulacje powinny powstać?

Prof. KRYSTIAN PYKA, Katedra Fotogrametrii, Teledetekcji Środowiska i Inżynierii Przestrzennej Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie: W obowiązującym od sierpnia 2020 r. rozporządzeniu o standardach na temat fotogrametrii nie ma ani słowa, choć i nas trzech, i wielu innych specjalistów z tej dziedziny postulowało, by znalazła się tam choćby symboliczna wzmianka. Mam jednak świadomość, jakie są dziś uwarunkowania – skoro inne techniki pomiarowe nie są uregulowane, to nie ma co liczyć, że fotogrametria niskiego pułapu będzie potraktowana w sposób szczególny. W obowiązujących przepisach dostrzegam jednak pewne niespójności. W załączniku nr 4 do rozporządzenia *ws. EGiB* z 2021 r. – chyba przez zapomnienie – w tabeli z atrybutami punktów granicznych pojawiło się pojęcie „geodezyjny pomiar fotogrametryczny". Sęk w tym, że w standardach z 2011 r. to pojęcie było zdefiniowane, a w nowych zniknęło.

PAWEŁ WIĄCEK, doktorant na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH: Podejście, jakie przyjęto w obowiązujących standardach, ma swoje plusy i minusy. Plusem jest oczywiście to, że nie musimy się zastanawiać, czy dana technika pomiarowa jest dopuszczalna, a obowiązek wykazania, że spełnia normy dokładnościowe, leży po stronie wykonawcy pracy. Tu jednak pojawiła się pewna luka. Wprawdzie technika fotogrametryczna umożliwia uzyskanie zakładanych dokładności, ale nie dzieje się to samo – bez żadnego ludzkiego wkładu i kontroli. Aby zatem wykonawca pracy oraz PODGiK, który ją kontroluje, mieli pewność, że opracowanie faktycznie spełnia określone wymagania, potrzebne są pewne zalecenia. Powinny one przedstawiać w miarę uniwersalne zasady, które pomogą i jednej, i drugiej stronie. Ale moim zdaniem wcale nie musi to mieć formy rozporządzenia. Tę właśnie lukę chcieliśmy wypełnić naszym artykułem.

MIROSŁAW GUZIK, dyrektor ds. fotogrametrii i lidar w firmie Geoxy z Krakowa: Jeszcze kilka lat temu uzyskanie pozytywnej weryfikacji operatu, w którym zastosowano pomiary fotogrametryczne z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (BSP), było bardzo trudne. W firmie Geoxy robiliśmy to wprawdzie od dawna, ale taki operat przygotowywaliśmy zgodnie z zasadami fotogrametrii wielkoformatowej, był on zatem bardzo obszerny i szczegółowo opisywał przebieg oraz wyniki prac. No i oczywiście podpisywał go geodeta z uprawnieniami w zakresie 7 [fotogrametria i teledetekcja – red.]. Zatem wówczas przepisy, które otwierałyby możliwości wykorzystania BSP dla szerszego grona wykonawców, bardzo by się przydały. Ale po wejściu w życie nowych standardów takiej potrzeby już nie widzę. Teraz wszystko opiera się na odpowiedzialności kierownika pracy – to on dobiera technikę pomiarową i ponosi odpowiedzialność za jej stosowanie. Natomiast myślę, że nasz artykuł będzie dla wielu geodetów pomocny. Szczególnie dla tych, którzy nie mieli do czynienia z fotogrametrią wielkoformatową.

KP: Czyli twoim zdaniem sytuacja w PODGiK-ach już się poprawiła?

MG: Zdecydowanie. Od wejścia w życie nowych standardów wykorzystanie tej techniki nie jest już w zasadzie kwestionowane. Nie bez znaczenia jest też to, że z przepisów ws. BDOT500 i GESUT zniknęła hierarchia źródeł danych, która zupełnie bezzasadnie plasowała pomiar fotogrametryczny nawet poniżej digitalizacji. To był dodatkowy problem, bo często PODGiK-i pytały nas, dlaczego sięgnęliśmy akurat po tę technikę, a nie którąś z „lepszych".

Gdy porównałem panów artykuł z tym, co można znaleźć w opisach sprzętu i oprogramowania, nasunęły mi się trzy refleksje. Po pierwsze, pisząc o dokładności, dystrybutorzy i producenci skupiają się głównie na ortomozaice oraz chmurze punktów 3D, tymczasem panowie kładą nacisk na pomiar bezpośrednio na zdjęciach – stereoskopowy i monoskopowy.

KP: Ja i Mirosław Guzik wywodzimy się fotogrametrii wysokiego pułapu, a więc stricte pomiarowej, a tam ten typ pomiaru jest rzeczą oczywistą. Mierzymy zatem na zdjęciach, a nie na czymś, co jest względem nich wtórne. Chmura punktów jest bowiem pochodną zdjęć, a ortomozaika to jeszcze następny etap obróbki. Wprawdzie ortomozaika wydaje się podobna do zdjęcia, ale jest jakościowo słabsza – nie jest tak ostra, ma gorszą radiometrię, powstają na niej różne artefakty. Kolejną zaletą jest szybkość pomiaru, bo nie musimy angażować sporych mocy obliczeniowych komputera do generowania chmury czy mozaiki. Poza tym na ortomozaice dany szczegół widzimy tylko raz, a na zdjęciach wiele razy, co przekłada się na wyższą dokładność.

Obecnie zdecydowanej większości „droniarzy" pomiar stereo- czy monoskopowy w ogóle nie przychodzi do głowy. Po części dlatego, że wiele dostępnych programów od razu sugeruje generowanie ortomozaiki i chmury punktów. Zdecydowanie warto reklamować takie pomiary, bo są prostsze, szybsze i dokładniejsze. Technikę tę rekomendujemy w pomiarach szczegółów terenowych dla EGiB czy BDOT500. Natomiast określanie np. objętości składowisk zdecydowanie łatwiej wykonywać na chmurze.

PW: W naszym artykule nie wykluczamy oczywiście pracy na ortomozaice czy chmurze punktów, ale musimy mieć świadomość, co możemy na nich mierzyć. Ortomozaika ulega pewnym zniekształceniom i zawiera błędy, które są tym większe, im gorzej w danym miejscu wygląda model przestrzenny. Sztandarowym przykładem są naroża budynku, które w zdecydowanej większości przypadków są niemożliwe do pomiaru, bo są przesłaniane przez fragmenty konstrukcji, a do tego mozaika ulega tu dużym deformacjom. Tymczasem przy technice mono- i stereoskopowej naroże widzimy na wielu zdjęciach, na obrazie niezniekształconym.

MG: Właśnie z tych powodów, o których mówicie, my wykonujemy pomiary stereo. Dla nas to coś oczywistego. Skoro nasi klienci wymagają od nas przede wszystkim wysokiej dokładności, nie możemy bazować na ortomozaice, która jest obarczona dodatkowymi błędami. W Geoxy wykorzystujemy rozwijane pod kątem fotogrametrii wielkoformatowej oprogramowanie Inpho, gdzie pomiar ten był zawsze dostępny. W programach projektowanych z myślą o dronach początkowo była to funkcja mało popularna, ale to już się zmieniło. Zresztą w ostatnim czasie rozwój tych aplikacji w ogóle znacznie przyspieszył. Jeszcze kilka lat temu trudno było znaleźć w nich choćby tak przydatną funkcję, jak możliwość wykorzystania zewnętrznego NMT do generowania ortofotomapy, by uniknąć artefaktów wokół budynków.

Druga kwestia to fotopunkty. Producenci i dystrybutorzy mówią niekiedy, że wykorzystując drona z odbiornikiem RTK/PPK, w zasadzie można się bez nich obejść. Panowie to jednak odradzają.

PW: Będąc precyzyjnym, w artykule wyróżniamy dwa rodzaje punktów: fotopunkty i punkty kontrolne. Wykorzystując odbiornik PPK/RTK, dopuszczamy zrezygnowanie z tej pierwszej grupy, odpowiedzialnej za wyrównanie zdjęć, ale już nie z tych drugich. Bez punktów kontrolnych nie mamy bowiem żadnej kontroli nad dokładnością, jaką uzyskujemy. Może zdarzyć się np. tak, że dokładność 10% środków rzu-

tów będzie zaburzona, a odbiornik nam tego nie zaraportuje. Drastycznie wpłynie to wówczas na jakość całego wynikowego opracowania.

KP: Nawet mimo użycia odbiornika RTK/PPK w opracowaniach potrafią pojawiać się niewielkie, ale jednak błędy systematyczne. Dlatego warto korzystać z fotopunktów. Czy jeden wystarczy? Tego nie zagwarantuję, 2–3 byłyby bezpieczniejszym rozwiązaniem. Fotogrametria bywa na tyle zdradliwa, że wszystko potrafi się ładnie wewnętrznie ułożyć, ale mimo to znajdzie się w nieco innym miejscu na ziemi. Zatem punkty kontrolne – zawsze, a fotopunkty – choćby śladowa liczba.

MG: Tak właśnie robimy. Skoro – jak już mówiłem – klienci oczekują od nas wysokiej dokładności, to warto te fotopunkty pomierzyć, choćby później nie zostały wykorzystane albo posłużyły jako punkty kontrolne. Jeśli jedziemy daleko na obszar nalotów i mamy do pomierzenia kilka kilometrów kwadratowych, nie możemy pozwolić sobie na to, że dopiero po powrocie do biura wyjdzie na jaw niska dokładność wynikowego opracowania spowodowana brakiem fotopunktów.

KP: Pewne jest to, że odbiornik PPK/RTK pozwala znacznie zredukować liczbę fotopunktów, a to dla fotogrametrii z niskiego pułapu duża zaleta.

I wreszcie trzecia kwestia. W artykule zwracają panowie uwagę na wyznaczanie parametrów kalibracji kamery, o czym raczej rzadko się mówi. Dlaczego to takie istotne?

PW: Mówiąc precyzyjnie, chodziło nam o samokalibrację, czyli wyznaczanie parametrów kalibracji w trakcie wyrównania zdjęć, za co odpowiada program do obróbki zdjęć. Zwracamy uwagę, że musimy skontrolować, czy ten model, który uzyskaliśmy, jest poprawny, czy nie doszło do poważnych zniekształceń – to możemy zauważyć na wykresie odchyłek po kalibracji. Może on nam bardzo dużo powiedzieć.

KP: Bywa tak, że samokalibracja niepotrzebnie koryguje błędy, które są efektem np. nieprawidłowego pomiaru fotopunktów, a to powoduje z kolei „zaszumienie" wynikowego opracowania. Dlatego trzeba kontrolować jej wyniki. Co nie zmienia tego, że samokalibracja jest konieczna, bo kamera jest bardzo czuła na zewnętrzne warunki. Czynniki takie jak wilgoć, temperatura czy wstrząsy wpływają na parametry orientacji wewnętrznej. Ale wykonanie zwykłej kalibracji też nie zaszkodzi – pozwala nawet przyspieszyć przetwarzanie danych. Z takiego założenia wychodzi choćby firma DJI, w której dronach każda kamera ma swoją prekalibrację wczytywaną do oprogramowania przed wykonaniem samokalibracji.

Jakie błędy najczęściej popełniają geodeci, wykorzystując w pomiarach zdjęcia z dronów?

MG: W przypadku naszej firmy błędy mają bardziej charakter rynkowy niż techniczny. Są po prostu spowodowane tym, że klienci oczekują od nas szybkości działania i niekiedy musimy wykonywać zdjęcia w niesprzyjających warunkach pogodowych. W efekcie dopiero po powrocie do biura okazuje się np., że mamy niewystarczające pokrycie zdjęć, wiatr był za silny, zamglenie za duże, a część środków rzutów się nie zapisała. Wtedy trzeba wrócić w teren, co przy większych opracowaniach bywa sporym problemem. Dlatego ostatnio zwracamy bardzo dużą uwagę na pogodę. Widzę zresztą, że z problemem tym mierzy się wielu naszych kolegów z konkurencji, szczególnie tych zajmujących się kopalniami odkrywkowymi. Inwentaryzacja tych obiektów często może odbywać się jedynie w wąskich oknach czasowych, a bywa, że akurat wtedy pogoda jest niesprzyjająca. Wówczas hałdę trzeba pomierzyć metodami klasycznymi. Przy zakupie drona często się o tym w ogóle nie myśli.

Natomiast jeśli chodzi o błędy techniczne, to myślę, że wielu geodetów zbytnio ufa dostawcom sprzętu i oprogramowania, którzy zachęcają: „kupisz drona, wykonasz nalot i po chwili masz wszystko gotowe". W rezultacie wiele osób czuje się takim zakupem rozczarowanych. Dlatego wcześniej warto samemu wykonać lot testowy i opracować dane.

KP: Ponadto geodeci za bardzo ufają domyślnym ustawieniom oprogramowania. A fotogrametria bywa bardzo

NaviGate
DJI ENTERPRISE GOLD PARTNER
SHARE Autoryzowany Dystrybutor

REWOLUCJA W FOTOGRAMETRII!
Matrice 300 RTK i kamery SHARE

- Uzyskaj dokładność centymetrową bez punktów GCP
- Wykonuj szybciej i dokładniej modele 3D
- Lataj z prędkością nawet 15 m/s
- Wykonuj jednocześnie zdjęcia pionowe i ukośne (5 kamer)

Umów się na prezentację w terenie lub videoprezentację!

Zadzwoń: 12 200-22-28 w. 104
Napisz: drony@navigate.pl

NaviGate

NaviGate Sp. z o.o.
e-mail: drony@navigate.pl
www.navigate.pl
www.szkolenia.navigate.pl

Siedziba Główna w Krakowie
ul. Wadowicka 8a,
30-415 Kraków
tel: 12 200-22-28
wew. 104,105 lub 106

Oddział Warszawa
ul. Gościnna 7,
05-082 Blizne Łaszczyńskiego
k. Warszawy
tel. 22 270-15-54

subtelna – wizualnie opracowanie wydaje się poprawne, choć w rzeczywistości może zawierać poważne błędy. Oprogramowanie Inpho, z którego korzysta firma Geoxy, wymaga zdecydowanie wyższej świadomości fotogrametrycznej niż Metashape czy Pix4D. Tego typu aplikacje często nie sugerują regulowania ustawień, które wpływają na wynikową jakość opracowania, jak choćby dokładność fotopunktów.

PW: Częsty problem to także utożsamianie błędów na fotopunktach z dokładnością wynikowego opracowania. Tymczasem wartości te potrafią się znacząco różnić. Bywa ponadto, że geodeci utożsamiają błąd średni z dokładnością całego opracowania, nie zwracając uwagi na rozrzut błędów, ich wartości minimalne i maksymalne. Może się wówczas okazać, że jedna strona naszego opracowania jest bardzo dobra, ale druga, na której bardziej nam zależy – już niekoniecznie. Kolejną kwestią jest definiowanie parametrów wyrównania. Fotogrametria jest na tyle czuła, że powinny być one dopasowane do lokalnych warunków, np. wysokiej roślinności, gęstej zabudowy czy niskich deniwelacji. To wszystko ma później wpływ na dokładność.

W podsumowaniu swojego artykułu podkreślają panowie, że stanowi on „szereg ogólnych zaleceń". Gdzie geodeci powinni szukać bardziej szczegółowych wytycznych?

KP: Nie ma jednego uniwersalnego źródła. Jest to bowiem technika nowa, która bardzo szybko się zmienia. Dobrym przykładem jest wprowadzenie dronów z odbiornikiem PPK/RTK, co znacznie uprościło prace. Nie miałbym jednak nic przeciwko temu, gdyby wytyczne w tym zakresie ukazały się na stronie GUGiK i były systematycznie aktualizowane. A takie rekomendacje opublikowano dla fotogrametrii wielkoformatowej, choć nie wynikają one przecież z żadnych przepisów. Poza tym warto wspomnieć, że Polskie Towarzystwo Fotogrametrii i Teledetekcji właśnie ogłosiło termin tegorocznego sympozjum (26– 28 września), na którym być może nawet cały dzień zostanie poświęcony BSP.

PW: To nie jest tak, że w naszym artykule napisaliśmy coś zupełnie nowego. Liczne publikacje na ten temat pojawiają się bowiem już od 2015 r., a my postanowiliśmy przedstawić płynące z nich kluczowe wnioski, tak aby geodeta nie musiał samodzielnie przeglądać tych źródeł. Ponadto w przypadku dronów wciąż zastosowanie mają wszelkie publikacje z zakresu fotogrametrii wysokiego pułapu, z podręcznikiem prof. Zdzisława Kurczyńskiego na czele.

MG: Oprócz wiedzy ważna jest także praktyka. Dlatego przed zakupem drona radzę poświęcić kilka dni na samodzielne zapoznanie się z tą techniką, porównać ją z wynikami pomiarów tachimetrycznych czy GNSS, a także sprawdzić, czy spełnia nasze oczekiwania.

Czy przeciętny absolwent geodezji i kartografii, np. na AGH, ma wnioski z panów artykułu „w małym palcu"?

KP: Z moich obserwacji wynika, że studenci są obecnie bardzo otwarci na zgłębianie tej wiedzy. Drony jako jedna z metod pomiaru geodezyjnego są u nas prezentowane na studiach inżynierskich, początkowo w ramach fakultetu, teraz w ramach przedmiotu obowiązkowego. Mamy też specjalność fotogrametryczną, na której zagadnienie to jest pogłębiane. Na AGH prowadzimy także studia podyplomowe „Zastosowania bezzałogowych statków latających w rozwiązywaniu zagadnień inżynierskich", które zainicjował prof. Paweł Ćwiąkała.

Kilka lat temu niektóre PODGiK-i miały wątpliwości, czy od geodetów wykorzystujących zdjęcia z drona nie wymagać uprawnień w zakresie 7. Dziś przyjęło się już, że nie są one potrzebne. Ale czy nie widzą panowie konieczności, by technikę tę jednak jakoś „wpiąć" w system uprawnień zawodowych?

KP: Ja i Mirosław Guzik wyrośliśmy z fotogrametrii i posiadamy w tym zakresie uprawnienia, dlatego uważamy, że warto byłoby ich wymagać. Byłoby wówczas mniej hurraoptymizmu, a więcej refleksji nad uzyskiwanymi rezultatami. Ale mleko się rozlało. Skoro w nowych standardach zrównano wszystkie metody pomiarów geodezyjnych, to na taki wymóg jest już za późno. Poza tym znacznie ograniczyłoby to rozwój tej techniki. Szkoda jednak, że GUGiK traktuje fotogrametrię nieco po macoszemu. To się zaczęło, gdy do rozporządzenia *ws. EGiB* znienacka wprowadzono możliwość ustalania granic nieruchomości na ortofotomapie, bez wychodzenia w teren. Stało się to pochopnie, bez właściwego przygotowania, w efekcie część środowiska była temu przeciwna, twierdząc, że nie jest to technika tak dokładna, jak się o niej mówi. „Siódemka" straciła już swoje znaczenie i dziś jest wymagana niemal wyłącznie przy dużych zleceniach, do realizacji których wystarczy maksymalnie kilkadziesiąt osób w skali kraju.

MG: Mam podobne refleksje dotyczące marginalizacji fotogrametrii. Choć z drugiej strony wyraźnie widać też, że to właśnie dane fotogrametryczne są najczęściej pobieranymi zasobami z bazy GUGiK.

PW: Wymaganie „siódemki" faktycznie mogłoby się przełożyć na podniesienie poziomu wiedzy geodetów w tym zakresie. Ale rzeczywistość jest taka, że w ciągu ostatnich 7 lat uprawnienia te zdobyło tylko 6 osób. Taki wymóg w praktyce zablokowałby więc całą nową gałąź. Ale być może zagadnienia te powinny znaleźć się w pytaniach egzaminacyjnych z zakresu pomiarów sytuacyjno-wysokościowych.

KP: To ciekawy pomysł. Skoro godzimy się na to, że fotogrametria staje się po prostu jedną z wielu technik pomiaru geodezyjnego, to dlaczego nie pojawia się w pytaniach egzaminacyjnych np. dla zakresu 1?

MG: Ja wolałbym jednak zostawić te zagadnienia w „siódemce". No chyba że zakres ten miałby być likwidowany.

Patrząc na wysokie tempo rozwoju technologii związanych z BSP, nie mają panowie obaw, że ten artykuł szybko się zdezaktualizuje?

KP: To oczywiste, nic nie jest dane raz na zawsze. Myślę, że z biegiem czasu coraz popularniejsze stawać się będzie skanowanie laserowe z niskiego pułapu, a tu obowiązują nieco inne reguły gry. Większe znaczenie mają choćby wskazania inercyjnego systemu nawigacji. Spore zmiany widać także w zakresie wydajności BSP oraz systemów bezpieczeństwa. Dlatego zapewne za 2 lata trzeba będzie pomyśleć o aktualizacji tej publikacji.

PW: Nasz artykuł może zdezaktualizować się w tym zakresie, że operator nie będzie już musiał zwracać uwagi na kwestie, o których piszemy. Wszystko będzie się bowiem działo automatycznie, na zasadzie czarnej skrzynki.

MG: W tej chwili treść artykułu jest na tyle uniwersalna, że pozostanie on aktualny dłużej, niż się może wydawać. Natomiast spodziewam się, że próba stworzenia uniwersalnych przepisów dotyczących zasad korzystania z BSP dla całej Unii Europejskiej – jaka ma miejsce obecnie – może paradoksalnie nieco ograniczyć zakres naszej aktywności oraz w pewnym sensie pomysłowość producentów. Mam nieodparte wrażenie, że w tym zakresie kiedyś było lepiej niż teraz, a unifikacja przepisów niekoniecznie jest dla nas korzystna.

Rozmawiał Jerzy Królikowski

Artykuł został opublikowany w GEODECIE 3/2022

GEOSPRZĘT

Sprawdzamy, która technika satelitarnego pozycjonowania dronów jest lepsza

PPK czy RTK?

Wyznaczanie pozycji fotogrametrycznych bezzałogowców z centymetrową dokładnością realizowane jest na dwa sposoby. Mogą one wydawać się podobne, ale w praktyce występuje między nimi kilka istotnych różnic.

Wejście na rynek dronów wyposażonych w precyzyjne odbiorniki GNSS było przełomem w popularyzacji tego sprzętu w geodezji. Jak przecież wiadomo, prace geodezyjne wymagają odpowiedniego poziomu dokładności. Aby go jednak osiągnąć z wykorzystaniem zdjęć z dronów, konieczne jest pomierzenie w terenie odpowiedniej liczby fotopunktów oraz punktów kontrolnych. To zaś istotnie spowalnia i podraża realizację zlecenia, a w skrajnych przypadkach (np. w terenie trudno dostępnym) może okazać się niebezpieczne lub wręcz niemożliwie.

Problem dotyczy jednak głównie dronów wyposażonych w zwykły odbiornik GPS/GNSS o metrowej dokładności. Jeśli jesteśmy w stanie wyznaczać środki rzutów zdjęć z błędem centymetrowym, możemy znacznie ograniczyć liczbę punktów kontrolnych i fotopunktów (a według niektórych ekspertów z tych drugich można nawet zrezygnować). Oznacza to istotne zwiększenie wydajności pomiarów oraz obniżenie kosztów, a więc realne korzyści względem klasycznych technik pomiarowych. Nie bez znaczenia jest także dużo prostsza i odporna na błędy procedura obróbki zdjęć.

Wybierając drona z odbiornikiem o centymetrowej dokładności, spotkamy się z dwiema technikami pomiaru satelitarnego – RTK oraz PPK. Tej pierwszej (*Real Time Kinematic*) geodetom przedstawiać nie trzeba. Z bezpośrednim połączeniem ze strumieniem korekt (czy to przez radio, czy przez sieć komórkową) pozwala ona mierzyć współrzędne z dokładnością centymetrową w czasie rzeczywistym. Z kolei PPK (*Post-Processing Kinematic*) zapewnia tę samą dokładność, ale dopiero po postprocessingu. Zgrywamy zatem obserwacje z drona i przetwarzamy je razem z obserwacjami ze stacji bazowej bądź referencyjnej – na własnym komputerze lub w chmurze obliczeniowej.

Nie ma RTK bez komunikacji

Wielu geodetom może wydawać się, że przewaga RTK jest oczywista. Ale i technika PPK nie jest pozbawiona zalet, podkreślają zgodnie eksperci. – Uwzględniając obecne możliwości dronów oraz dość powszechny dostęp do internetu i poprawek, można pokusić się o stwierdzenie, że technika RTK jest lepsza, a na pewno wygodniejsza i szybsza, bo nie wymaga ani stosowania dodatkowego oprogramowania, ani czasu na przeliczenia – wyjaśnia Tomasz Wołek z firmy TPI będącej dystrybutorem dronów marek DJI, SenseFly czy Intel. W jego ocenie PPK należy traktować raczej jako swego rodzaju zabezpieczenie. Większość maszyn z odbiornikiem RTK w czasie lotu rejestruje bowiem również obserwacje, które, w razie gdyby technika RTK zawiodła, można wykorzystać do przeliczenia współrzędnych zdjęć z wykorzystaniem PPK.

Oczywiście, na rynku są też i takie drony, które pracują wyłącznie w trybie PPK. Ponadto w sprzedaży znajdziemy moduły umożliwiające łatwe rozbudowanie drona o precyzyjny odbiornik GNSS. Przykładem jest adapter PPK o nazwie Teokit przeznaczony choćby dla popularnych wirnikowców DJI Phantom 4.

Na większy komfort nalotów z wykorzystaniem korekt RTK zwraca uwagę również Maciej Wywiał z firmy NaviGate (będącej dystrybutorem maszyn DJI czy Atmos). Zastrzega jednak, że w kontekście dronów technika ta nie jest pozbawiona ograniczeń. – Należy pamiętać, że aby rozwiązanie RTK działało poprawnie, potrzebujemy stabilnego połączenia z internetem. Ponadto w większości sprzętów dostępnych na rynku poprawki docierają do drona drogą radiową. Trzeba mieć świadomość, że gdy tracimy połączenie dron – aparatura RC, tracimy również precyzyjne pozycjonowanie. Oczywiście, nic nie stoi na przeszkodzie, aby po wykonanym nalocie dla zdjęć, które nie mają fixa, przeliczyć współrzędne dokładnie w taki sam sposób, jak ma to miejsce w przypadku PPK. Swoim klientom polecam uzbrojenie się w internet od dwóch niezależnych dostawców, aby zminimalizować ryzyko braku poprawek spowodowanego brakiem łącza – wyjaśnia przedstawiciel NaviGate. Zwraca tu zatem uwagę na aspekt często pomijany przy wyborze drona – bezprzewodową komunikację. Porównując dostępne na rynku maszyny, należy wnikliwie przetestować jakość oferowanego połączenia.

Na dwoje babka wróżyła

W ocenie Macieja Wywiała RTK na pewno jest lepszym rozwiązaniem dla wielowirnikowców. – Natomiast nie wyobrażam sobie płatowca bez PPK. Chyba że połączenie radiowe dron – aparatura RC zostanie zastąpione połączeniem internetowym. No, ale gdy do wykonania jest robota „w głębokich Bieszczadach", gdzie są problemy ze stabilnym połączeniem internetowym, to niezależnie od rodzaju drona skorzystałbym jednak z PPK – podkreśla Maciej Wywiał.

Również zdaniem Wojciecha Stolarskiego z firmy Geotronics Dystrybucja (dystrybutora bezzałogowców Delair, Wingtra czy Yuneec) RTK jest opcją wygodniejszą, szczególnie dla geodetów. – Są oni bowiem oswojeni ze sposobem pracy z tą techniką, jej konfiguracją czy związanymi z nią potencjalnymi problemami – wyjaśnia. Zauważa równocześnie, że PPK jest w geodezji techniką wciąż demonizowaną. Dzieje się tak głównie ze względu na złe wspomnienia z początków technologii satelitarnych, gdy postprocessing obserwacji GNSS wiązał się ze skomplikowanymi obliczeniami. – Prawda jest natomiast taka, że aktualnie większość producentów, dla których technika PPK jest pierwszym wyborem, dostarcza narzędzia wykonujące obliczenia na zasadzie tzw. jednego kliknięcia. Dlaczego więc ta niezawodna metoda, która zapewnia większe zaufanie do pomiaru, ma być traktowana jako opcja rezerwowa? – pyta retorycznie.

– Wyższość RTK widzę w momentach, gdy pracujemy dronem na małej przestrzeni i chcemy mieć większą pewność pozycjonowania maszyny w celu uniknięcia kolizji z otaczającymi obiektami – kontynuuje Stolarski. – Oczywiście przy założeniu, że RTK jest również wykorzystywane do kontroli lotu, a nie tylko do pozycjonowania zdjęć. Choć z drugiej strony, większość najbardziej popularnych dronów posiada czujniki antykolizyjne, które mogą lepiej spisywać się w takich sytuacjach – zaznacza. Drugim przypadkiem, gdy RTK ma przewagę, są prace, w których ważne jest możliwie szybkie rozpoczęcie przetwarzania zdjęć. – W każdej innej sytuacji PPK daje większe korzyści oraz pewność, że otrzymamy precyzyjne dane dla całego obszaru naszego nalotu. Szczególnie gdy mamy do czynienia z gorszym zasięgiem czy nalotami na dużych obszarach lub w terenie ze znaczną liczbą przeszkód ograniczających łączność między dronem i operatorem – podkreśla przedstawiciel firmy Geotronics.

PPK wymaga nieco zachodu

Maciej Wywiał i Tomasz Wołek zgodnie zwracają uwagę, że pewnym problemem przy technice PPK może okazać się odległość miejsca nalotu od stacji referencyjnej. Zbyt duża będzie bowiem wyraźnie obniżać dokładność pomiaru. – Jeśli nalot wykonywany jest stosunkowo blisko, czyli do 15 km od stacji referencyjnej ASG-EUPOS (bądź innej sieci), można skorzystać z pobrania surowych obserwacji w pliku RINEX (np. usługi POZGEO-D w przypadku ASG-EUPOS). Jeżeli jednak odległość od stacji jest większa, zalecałbym ustawienie własnego odbiornika GNSS na statywie, pomiar współrzędnych, a następnie rozpoczęcie zbierania surowych danych w interwale 1-sekundowym – wyjaśnia przedstawiciel NaviGate. To wszystko przekłada się oczywiście na wydłużenie prac terenowych. Ale na tym nie koniec komplikacji. – Jeżeli korzystamy z własnej stacji bazowej, a specyfika nalotu wymusza na nas ciągłą zmianę lokalizacji startu i lądowania, jak to ma miejsce podczas opracowań fotogrametrycznych dla obiektów liniowych (np. dróg czy kolei), to musimy oddelegować osobę, która przypilnuje bazy, albo powtarzać procedurę zakładania stanowiska. Przy standardowej pracy z RTK ten problem nie występuje – zaznacza Maciej Wywiał.

Z drugiej strony na branżowych forach zwraca się uwagę, że w pewnych sytuacjach PPK paradoksalnie pozwala na oszczędności czasowe. Przed startem drona nie musimy bowiem konfigurować i nawiązywać połączenia ze strumieniem korekt. Oczywiście w większości przypadków zajmuje to tylko chwilę, ale w niekorzystnych okolicznościach – jak doskonale wiedzą użytkownicy zwykłych odbiorników RTK – bywa to uciążliwe.

Obliczenia to łatwizna

Dla mniej doświadczonych osób problematyczną kwestią przy korzystaniu z techniki PPK może okazać się wybór oprogramowania do postprocessingu. Nasi rozmówcy uspokajają jednak, że nie ma się czym przejmować. – Najlepiej wykorzystywać rozwiązania oferowane przez producentów danego sprzętu – wyjaśnia Tomasz Wołek z TPI. – W przypadku DJI będzie to DJI Cloud PPK, rozwiązanie umożliwiające postprocessing nawet w terenie. Jeżeli mówimy o płatowcach SenseFly, tutaj posłuży nam aplikacja eMotion, czyli ta sama, która przeznaczona jest do planowania i nadzorowania misji – dodaje.

– My bazujemy głównie na programach zapewnianych przez producentów dronów, w których ilość pracy potrzebna do otrzymania wyrównanych wyników jest minimalna i ogranicza się do wskazania lotu oraz importu obserwacji ze stacji bazowej albo sieci stacji referencyjnych – wyjaśnia z kolei Wojciech Stolarski. – Potem jedno kliknięcie i cała praca dzieje się sama. Dane wejściowe są tak ustrukturyzowane, że nie wymagają żadnego większego przygotowania. Jako przykłady można tutaj podać programy WingtraHub czy Delair After Flight dostarczane odpowiednio z maszyną WingtraOne oraz Delair UX11.

Wykorzystanie oprogramowania oferowanego wraz z dronem rekomenduje także Maciej Wywiał z NaviGate. Zauważa jednocześnie, że niektórzy użytkownicy bezzałogowców sięgają po rozwiązania firm trzecich, np. aplikację REDtoolbox w połączeniu z darmowym oprogramowaniem RTKlib.

Powyższe krótkie porównanie RTK i PPK prowadzi zatem do wniosku dość banalnego i często pojawiającego się w analizach różnorodnych rozwiązań pomiarowych. Każda metoda, technika czy technologia ma swoje wady i zalety, a sprawą doświadczonego geodety jest umiejętne dopasowanie wykorzystywanych narzędzi do wymagań konkretnego projektu.

Jerzy Królikowski

Artykuł został opublikowny w GEODECIE 5/2022

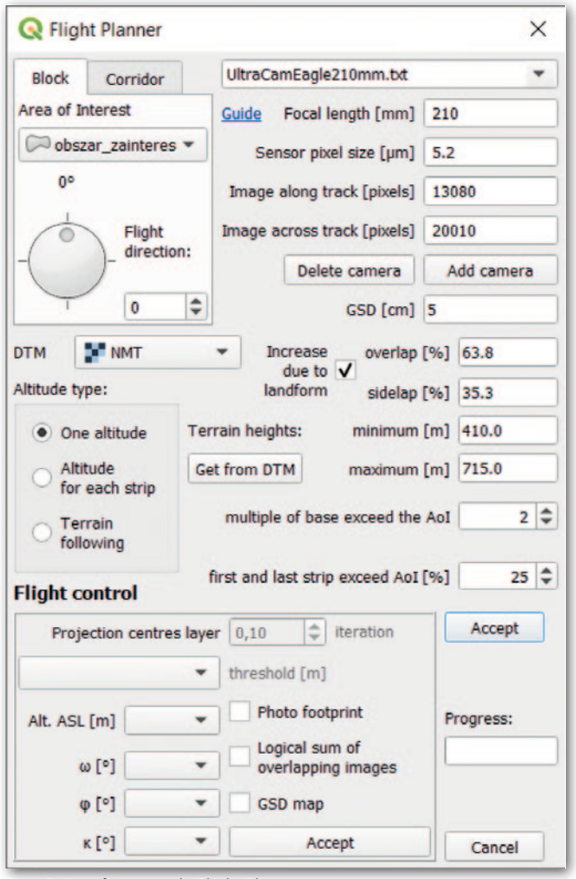
Jak powstawała wtyczka Flight Planner do aplikacji QGIS

Darmowe wsparcie dla fotogrametry

Aplikacje do projektowania nalotów dostępne na rynku zwykle są płatne i często przystosowane do współpracy tylko z bezzałogowymi statkami latającymi. Stąd zrodził się pomysł na pracę dyplomową, która miała wzbogacić ubogą listę bezpłatnych produktów do planowania nalotów.

W dobie szybkiego rozwoju fotogrametrii powstaje coraz więcej narzędzi służących nie tylko do analizy czy przetwarzania danych, ale również wspierających proces ich pozyskania. Etap planowania nalotu fotogrametrycznego jest fundamentem całego procesu technologicznego, w wyniku którego powstają takie produkty, jak ortofotomapy czy modele wysokościowe i miasta 3D.

Z zagadnieniem tym zmierzyłem się w pracy magisterskiej pt. „Opracowanie wtyczki do QuantumGIS do planowania nalotów fotogrametrycznych" napisanej na Wydziale Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH. Wybrałem formę wtyczki do QGIS-a (rys. 1) nie tylko po to, aby przy okazji upowszechniać ideę oprogramowania open-source. QGIS posiada liczną i aktywną społeczność oraz wiele narzędzi, które zapewnią pomoc w dostarczeniu danych do wtyczki, a także w dalszej obróbce otrzymanych wyników.



Rys. 1. Interfejs wtyczki Flight Planner

Analizy i pisanie

Przygotowania do pisania pracy zacząłem od przeglądu literatury oraz dostępnych na rynku produktów do planowania nalotów. Wśród analizowanych programów znalazły się m.in.: TopoFlight Mission Planner, Leica Mission Pro, IGIplan, Optech FMS Planner czy SnapPLAN. Chciałem w ten sposób uniknąć wymyślania pewnych rzeczy na nowo, wychwycić sprawdzone rozwiązania i ciekawe funkcje, które mógłbym zaimplementować w moim narzędziu. Myślę, że postawiony cel udało mi się osiągnąć.

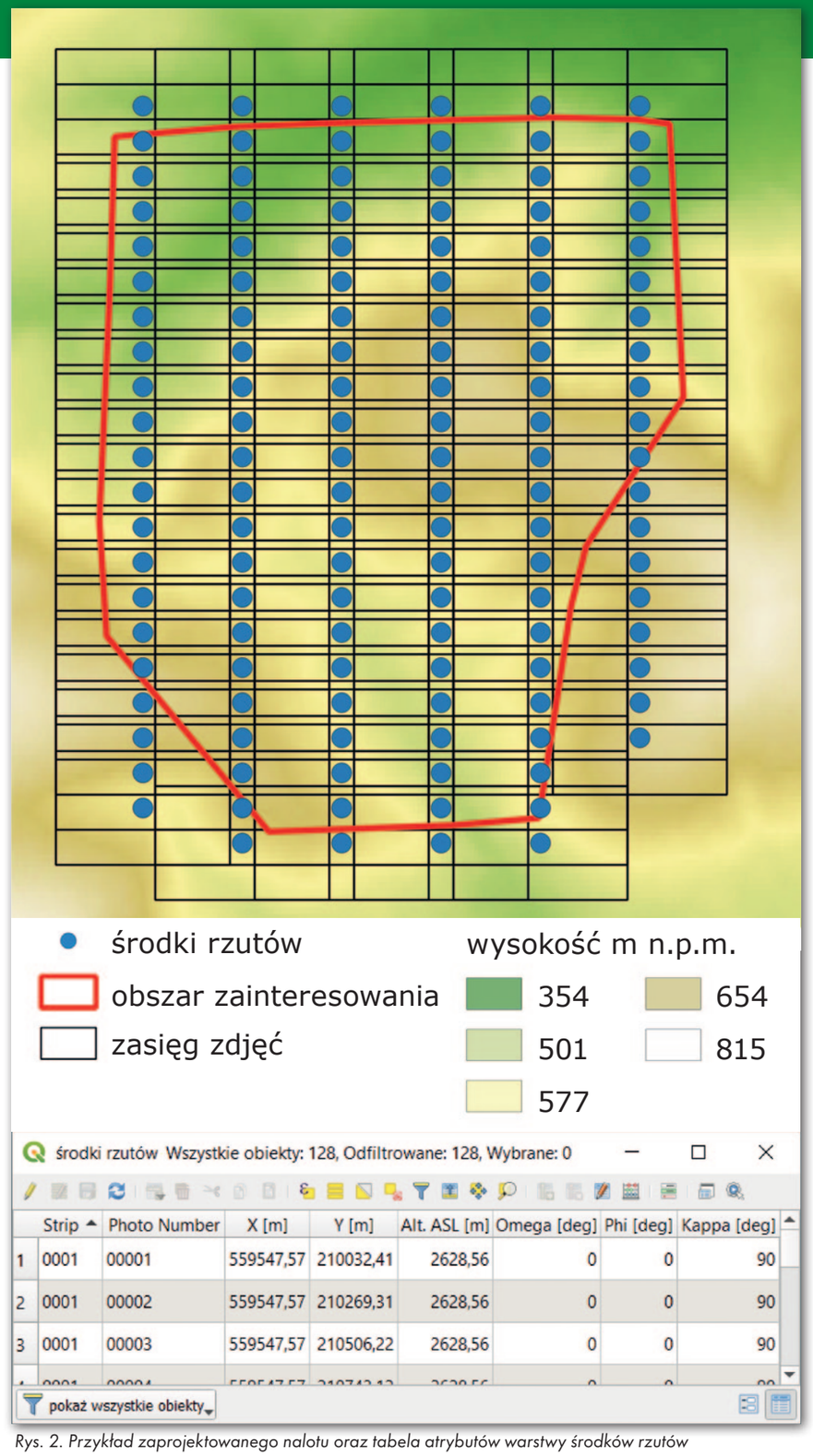
Wtyczkę napisałem w języku Python posiadającym olbrzymią i zaangażowaną społeczność, która stworzyła wiele bibliotek znacząco poszerzających jego zastosowanie. Specjalnej biblioteki doczekał się również QGIS – Python został domyślnym językiem implementacji skryptów i wtyczek w tej open-source'owej aplikacji. Kod napisałem samodzielnie; na pewno pomogły mi podstawy języka poznane w ramach zajęć na studiach oraz doświadczenie zdobyte podczas pisania projektu inżynierskiego. Jedynie na początku, chcąc zaoszczędzić sobie trudu przy tworzeniu podstawowych plików inicjujących, skorzystałem z wtyczki Plugin Builder, która buduje je automatycznie. Następnie przeszedłem już do implementacji teorii, ujmując każdą jej część w funkcję. Ich działanie zaprezentuję teraz krok po kroku – w kolejności, w jakiej zostały przeze mnie napisane i jaką uważam za odpowiednią, by łatwiej zrozumieć działanie wtyczki.

Dwa rodzaje nalotów

Wtyczka pozwala na zaprojektowanie nalotu zarówno o charakterze blokowym, jak i korytarzowym. W obu przypadkach użytkownik musi podać niezbędne parametry kamery (długość ogniskowej, wymiary matrycy oraz rozmiar detektora matrycy), które można zapisać (oraz usunąć), aby nie wprowadzać ich za każdym razem. Konieczne jest również podanie rozmiaru pożądanego GSD (piksela terenowego) oraz pokrycia poprzecznego i podłużnego wyrażonego w procentach. Po zaznaczeniu opcji „Increase due to landform" oba pokrycia zostaną automatycznie zwiększone ze względu na deniwelację terenu, w myśl reguły wyrażonej w nieobowiązującej już, ale wartej zauważenia, instrukcji technicznej K-2.7 z 1999 r.

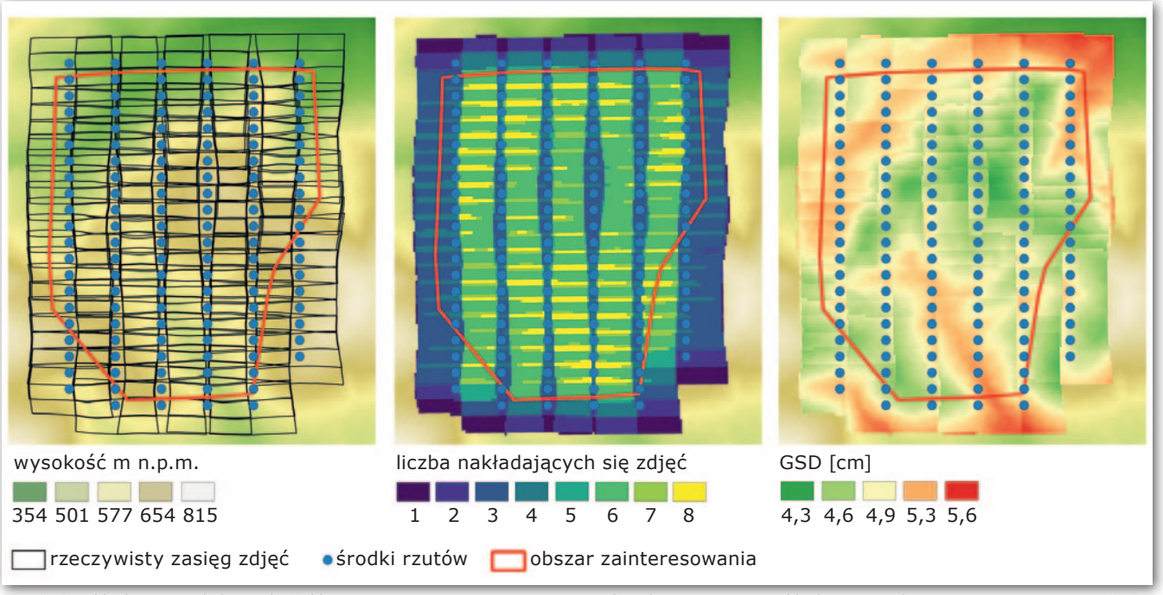
Użytkownik może także podać dwa parametry określające zapas bezpieczeństwa, z jakim obszar zainteresowania zostanie pokryty zdjęciami na jego skrajach. Pierwszy parametr definiujący zapas to wyrażona procentowo część długości zdjęcia, która będzie wystawać poza obszar zainteresowania w pierwszym i ostatnim szeregu nalotu (domyślna wartość to 25%). Drugim parametrem jest liczba określająca wielokrotność bazy podłużnej (liczonej od granicy obszaru zainteresowania), w zasięgu której na początku i końcu każdego z szeregów zostaną wykonane dodatkowe zdjęcia (domyślnie 2 bazy).

W przypadku projektowania nalotu blokowego należy wskazać warstwę poligonową w formacie *shapefile* przedstawiającą obszar zainteresowania oraz azymut, zgodnie z którym będą przebiegać



	Strip	Photo Number	X [m]	Y [m]	Alt. ASL [m]	Omega [deg]	Phi [deg]	Kappa [deg]
1	0001	00001	559547,57	210032,41	2628,56	0	0	90
2	0001	00002	559547,57	210269,31	2628,56	0	0	90
3	0001	00003	559547,57	210506,22	2628,56	0	0	90

Rys. 2. Przykład zaprojektowanego nalotu oraz tabela atrybutów warstwy środków rzutów



Rys. 3. Przykładowe wyniki kontroli. Od lewej: rzeczywisty terenowy zasięg zdjęć, logiczna suma nakładania się zdjęć, mapa rzeczywistego GSD

szeregi nalotu. Nalot korytarzowy wymaga natomiast warstwy liniowej w formacie *shapefile* przedstawiającej główne osie przedmiotu nalotu. Pragnę tutaj podkreślić, że wskazanie samego fotografowanego przedmiotu, który ma bardzo zawiły kształt (np. rzeki), skończy się stworzeniem chaotycznego, pozbawionego sensu projektu – dlatego kluczowe jest przedstawienie na warstwie tylko i wyłącznie głównych osi tego obiektu. Dodatkowo użytkownik powinien podać wartość bufora, którą można interpretować jako szerokość korytarza wytyczonego przez główne osie. Bufor służy do pośredniego manipulowania liczbą szeregów, które zostaną zaprojektowane dla każdej osi nalotu.

Określenie wysokości

Podanie powyższych informacji decyduje o położeniu sytuacyjnym projektowanych środków rzutów zdjęć. Aby obliczyć ich wysokości, wybieramy jeden z trzech dostępnych trybów – różnią się one sposobem ustalania średniej wysokości terenu, do której zostanie dodana odległość przedmiotowa wynikająca z parametrów kamery i pożądanego GSD.

W pierwszym trybie wspólna średnia wysokość dla całego projektu liczona jest na podstawie maksymalnej i minimalnej wysokości terenu w obrębie obszaru zainteresowania. Jeśli użytkownik zna te wartości, może wpisać je własnoręcznie. Może też wskazać rastrową warstwę przedstawiającą NMT, pochodzącą np. z projektu SRTM, i kliknąć przycisk „Get from DTM", a wtyczka automatycznie znajdzie obie wartości i wypełni odpowiednie pola interfejsu.

W drugim trybie każdy z szeregów ma osobną wysokość – tutaj NMT jest już obligatoryjny. Średnia wysokość terenu obliczana jest na podstawie minimalnej i maksymalnej wysokości danego szeregu według formuły: wysokość maksymalna pomniejszona o trzecią część różnicy wysokości maksymalnej i minimalnej. Taki wzór – zaproponowany przez prof. Zdzisława Kurczyńskiego z Politechniki Warszawskiej – pozwala uzyskać nieco wyższą średnią płaszczyznę odniesienia niż zwykła średnia arytmetyczna, co umożliwia zachowanie lepszego pokrycia między szeregami.

Ostatni, trzeci sposób to tryb przypominający śledzenie terenu (*terrain following*) bazujący na indywidualnie obliczanej średniej arytmetycznej wysokości terenu dla każdego ze zdjęć. Również tutaj wymagany jest rastrowy NMT. Metoda ta pozwala najlepiej zachować planowane pokrycia podłużne i poprzeczne oraz uzyskać najbliższy pożądanego rozmiar GSD. Należy przy tym pamiętać, że ze względu na nieustanne zmiany wysokości projektowanych środków rzutów, które „podążają" za wysokością terenu, korzystanie z tej metody będzie stanowić największe wyzwanie dla pilota lub bezzałogowego statku latającego.

Po ustawieniu wszystkich powyższych parametrów i kliknięciu „Accept" otrzymujemy projekt nalotu (rys. 2), który składa się z dwóch warstw *shapefile*. Pierwsza z nich przedstawia położenie środków rzutów z tabelą atrybutów zawierającą elementy orientacji zewnętrznej, numer każdego zdjęcia i numer szeregu. Druga zaś obrazuje ogólny, przybliżony terenowy zasięg zdjęć przy założeniu jednolitej średniej wysokości terenu na całym obszarze.

Do kontroli

Na tym etapie pierwotnie planowałem zakończyć pisanie pracy, gdyż postawiony cel mogłem uznać za spełniony. Jednak wspólnie z promotorem doszliśmy do wniosku, że dobrze byłoby wyposażyć stworzoną wtyczkę w narzędzia umożliwiające wykonanie pewnej podstawowej kontroli poprawności zaprojektowanego nalotu. Kontrola ta ma pomóc w wykryciu np. luk między zdjęciami, które mogą powstać, gdy teren znacznie się wznosi, a założone w projekcie pokrycie jest niewystarczające, lub gdy rzeczywiste GSD (które mocno zależy od deniwelacji terenu i kąta wykonania zdjęcia) odbiega od pożądanego bardziej, niż byśmy sobie tego życzyli. W ten sposób użytkownik może zmniejszyć ryzyko konieczności powtarzania nalotu, a tym samym ponoszenia dodatkowych kosztów i opóźnień w realizacji projektu.

Do wtyczki dodałem więc niewielki segment, który umożliwia poznanie trzech parametrów: rzeczywistego terenowego zasięgu zdjęć, logicznej sumy nakładania się zdjęć na siebie oraz rzeczywistego terenowego GSD (rys. 3). Aby przeprowadzić kontrolę, użytkownik musi podać rastrową warstwę NMT, parametry kamery, którą mają zostać wykonane zdjęcia, oraz zaprojektowaną wcześniej warstwę przedstawiającą środki rzutów zdjęć i wskazać pola odpowiednich EOZ z jej tabeli atrybutów. Następnie może zaznaczyć, czy chce uzyskać wektorową warstwę przedstawiającą rzeczywisty terenowy zasięg zdjęć (tzw. *footprint*), który obliczany jest metodą iteracyjną. Obliczenia zostaną zakończone po osiągnięciu wpisywanego progu – różnicy odległości między wierzchołkami uzyskanymi z obecnego i poprzedniego kroku iteracji.

Drugą warstwą wynikową możliwą do uzyskania jest raster obrazujący logiczną sumę nakładania się zdjęć, która zgrubnie pomoże ustalić np., czy cały obszar zainteresowania jest pokryty minimum dwoma zdjęciami. Otrzymana warstwa ma rozdzielczość taką samą jak NMT, dlatego bardziej precyzyjne wyniki (choć trudniejsze w wizualnej ocenie pod względem liczby pokrywających się zdjęć) daje wspomniana wcześniej wektorowa warstwa *footprint*.

Dzięki trzeciej opcji kontroli użytkownik dostanie rastrową warstwę przedstawiającą rzeczywiste GSD. Podobnie jak wcześniej, wynik będzie miał rozdzielczość geometryczną taką samą jak podany NMT.

Warto w tym miejscu wspomnieć, że segment kontroli nie jest ograniczony tylko do warstwy środków rzutów z projektu nalotu. Jeżeli użytkownik wykonał już nalot, może samodzielnie przygotować taką warstwę środków rzutów (np. poprzez stworzenie warstwy punktowej importem danych w formacie CSV) i w ten sposób sprawdzić wyniki nalotu *a posteriori*. Ważne, aby wysokości środków rzutów były podawane w metrach nad poziomem morza.

Jakub Gruca – autor artykułu i wtyczki Flight Planner

Wtyczka z potencjałem

W efekcie kilkumiesięcznych wysiłków powstało narzędzie, które spełnia podstawowy cel ujęty w temacie pracy dyplomowej, z niewielkim dodatkiem pozwalającym na wykonanie kontroli geometrycznej. Wtyczka jest dostępna w oficjalnym repozytorium pod nazwą Flight Planner, a jej najnowsza wersja działa z QGIS 3.16 lub nowszym. W ciągu ponad roku od publikacji została pobrana prawie 4 tys. razy, co znacznie przewyższyło moje oczekiwania. Mój promotor dr inż. Anotni Rzonca postanowił włączyć ją do zajęć dydaktycznych dotyczących projektowania nalotu jako element uzupełniający, który pozwala studentom porównać wyniki ręcznie zaplanowanego przez nich nalotu.

Projektując narzędzie, przede wszystkim skupiłem się na poprawnej implementacji teorii, chociaż starałem się również, by było ono przyjazne dla użytkownika (stąd np. możliwość zapisu parametrów własnej kamery) i oferowało liczne funkcje (np. wyboru projektowania wysokości nalotu).

Mimo to zdaję sobie sprawę, że z perspektywy wielu fotogrametrów parających się tematem na co dzień, Flight Planner nadal może okazać się mało atrakcyjnym wyborem. Pewne funkcje zaimplementowane zostały w nietypowy sposób – np. zapas bezpieczeństwa pokrycia obszaru zdjęciami opiera się na wielokrotności bazy zamiast na często spotykanej w innych programach liczbie zapasowych zdjęć wyrażonej wprost. Wynika to z większego nacisku położonego na zasady projektowania nalotu poznane na studiach. Jestem też świadom, że możliwości manipulacji pewnymi parametrami nadal pozostają uboższe w porównaniu z produktami komercyjnymi, a wygoda korzystania z interfejsu może być mniejsza.

Sporą wadą jest z pewnością brak możliwości uzyskania wyników w formacie gotowym do bezpośredniego wykorzystania (np. przez BSL), a także bezpośredniego ustalenia wysokości przelotu nad poziomem terenu czy brak linii pokazującej trasę przelotu. Nie wykluczam, że w przyszłości przynajmniej niektóre z tych mankamentów zostaną wyeliminowane.

Mimo to uważam, że wtyczka stanowi zauważalny wkład w ideę rozwoju oprogramowania typu open-source. Myślę, że stworzone narzędzie ma duży potencjał do dalszego rozwoju. Dodanie nowych funkcji pozwalających np. projektować naloty dla zdjęć ukośnych, technologii lidar czy wykonywać kontrolę nalotu lidarowego na pewno zwiększy jej atrakcyjność. To tylko kilka pomysłów, które można zaimplementować w kodzie narzędzia udostępnionego na licencji GNU GPL. Dzięki temu każdy ma do niego swobodny dostęp, a ponadto może go dowolnie modyfikować i rozwijać.

Jakub Gruca

Praca magisterska, na podstawie której powstał niniejszy artykuł, zajęła II miejsce w Konkursie Prac Dyplomowych obronionych na kierunku geodezja i kartografia organizowanym przez SGP i GGK w edycji 2019/2020, a także otrzymała wyróżnienie w XXII Edycji Konkursu „Diamenty AGH" w kategorii prac aplikacyjnych.

Artykuł został opublikowny w GEODECIE 12/2021

Firma Czerski Trade Polska porównuje dwa drony DJI: Phantom 4 RTK oraz Mavic 3E

Dwaj mali giganci

Najnowsze modele linii Enterprise marki DJI – Mavic 3E i 3T – to pokrewne rozwiązania, ale wyposażone w różne kamery. Mavic 3E dzięki aparatowi z mechaniczną migawką jest doskonałym wyborem do zastosowań fotogrametrycznych. Czy zatem okaże się godnym następcą popularnego drona DJI Phantom 4 RTK?

Nasze porównanie dwóch modeli DJI wzbogacone jest doświadczeniem, które zdobyliśmy przez ostatnie lata, dostarczając sprzęt, szkoląc i wspierając naszych klientów. Już na wstępie chcemy zaznaczyć, że w chwili przygotowywania tego artykułu DJI nie udostępnił jeszcze modułów RTK do Mavica 3E i nasze testy bazują na zwykłym odbiorniku GNSS.

Obecne tendencje w rozwoju UAV są takie, że wszystkie nowe modele posiadają konstrukcję umożliwiającą złożenie ramion i wygodne przewożenie. Tak jest i w tym przypadku. Choć P4 RTK jest dość kompaktowy, to jego następca mieści się do skrzynki zdecydowanie mniejszej – około 42 x 33 x 18 cm. Co więcej, do środka wpakujemy również akcesoria: ładowarkę, nawet do 7 baterii dla statku powietrznego oraz aparaturę sterującą – DJI RC Pro Enterprise z zasięgiem do 15 km (1,5–3 km w warunkach dużych zakłóceń) i wyświetlaczem o jasności 1000 nitów. Nowy, zdecydowanie szybszy kontroler ma wiele atutów. Użytkownicy P4 RTK szybko zauważą, że aplikacja pomiarowa to DJI Pilot 2, a nie sprawdzony DJI GS RTK. Pilot 2 charakteryzuje się wieloma nowymi rozwiązaniami, w tym trybem Oblique, ale brakuje mu niektórych funkcji. Pamiętajmy jednak, że Pilot ciągle się rozwija i zapewne kolejne aktualizacje wkrótce zatrą te różnice.

DJI Mavic 3 Enterprise i DJI Phantom 4 RTK

Parametry misji testowych

Model	AGL	Piksel terenowy	Pokrycie [%]	Liczba zdjęć	Prędkość maks.	Prędkość proj.	Czas
Phantom 4 RTK	73 m	2 cm	70 x 80	688	5,8 m/s	5,8 m/s	26 min 55 s
Mavic 3E	74 m	1,99 cm	70 x 80	637	15 m/s	10 m/s	16 min 43 s

Większa wydajność

Co do samego drona, to konstrukcja Phantoma była dobra, dopracowana i sprawdzona, choć dość „plastikowa". Mimo lekkich materiałów, Mavic nie wywołuje już takiego wrażenia. Budową przypomina większość komercyjnych rozwiązań, jest mocny i stabilny.

W przypadku obu porównywanych platform warto pamiętać o zachowaniu równej powierzchni startu i lądowania. P4 ma tendencję do przechylania się na płozach, a Mavic 3E do wpadania w zagłębienia. Czas lotu zależy mocno od warunków, jednak producent informuje, że w M3E został on znacznie wydłużony (+50% względem P4 RTK) i wynosi 45 minut. W testach (nie na misji fotogrametrycznej) udało nam się zbliżyć do 40 minut, ale przy dość zmiennym wietrze. W czasie misji fotogrametrycznej dron samodzielnie podejmuje decyzję o powrocie. Czas lotu jest więc krótszy, bo system zostawia niewielki zapas (10–15% baterii).

Ponadto dzięki szybszemu wyzwalaniu migawki (co 0,7 s) Mavic 3E może wykonywać naloty nawet z prędkością 15 m/s. Oczywiście warto pamiętać, że taka prędkość wymaga dobrego światła, by zdjęcia nie były rozmazane.

Lot testowy

Na potrzeby tego artykułu wykonaliśmy misję testową P4 RTK i M3E – naloty realizowało dwóch operatorów jednocześnie. Przyjęty obszar opracowania wgraliśmy do urządzeń w formacie KML i na jego podstawie zaprojektowaliśmy misje. Tabela przedstawia przyjęte parametry. Jak widać, mimo fizycznie większej matrycy w Mavic 3E (4/3″) rozdzielczość terenowa nie zmieniła się. Liczba wykonywanych zdjęć różni się natomiast z uwagi na przyjęte marginesy. Jednak czas lotu M3E jest znacznie krótszy. To za sprawą szybkości kamery. Mavic 3E może wykonywać zdjęcia w dużo krótszym interwale, przez co w czasie misji leci dużo szybciej.

W naszym teście, jesienną porą, przy dużym zachmurzeniu i średnich warunkach oświetleniowych, wykonaliśmy przelot M3E z prędkością 10 m/s i zdjęcia były ostre i wyraźne. DJI P4 RTK ogranicza prędkość lotu do możliwości zapisu zdjęcia – stąd limit 5,8 m/s. To właśnie tu powinniśmy spodziewać się bardzo dużego zysku produktywności. Czas realnej pracy na jednej baterii wzrósł o jakieś 40%, a dodatkowo dzięki większej prędkości zyskujemy kolejne 40%.

Zdjęcia z misji testowej – P4 RTK (góra) i Mavic 3E (dół)

Zdjęcia

Niestety, nie możemy powiedzieć, że test pokazuje wszystko – a to za sprawą pochmurnej pogody. Przetworniki kolorów w Mavic 3E przekładają się na zdecydowanie bardziej nasycone i żywsze zdjęcia. To wprawdzie nie ma wpływu na geometrię, ale rzutuje na odbiór końcowych produktów – ortofotomapy, modele i chmury punktów po prostu wyglądają pięknie.

Wracając do geometrii – zdjęcia wykonywaliśmy bez korekty dystorsji. W Phantomie widzimy wyraźnie większe zniekształcenia idące w stronę „rybiego oka". Mavic 3E nie daje takiego wrażania, choć nadal widać lekkie zakrzywienia.

Czytelność szczegółów jest na porównywalnym poziomie, choć po przeanalizowaniu zdjęć w Photoshopie widać, że zdjęcia M3E mają więcej różnic tonalnych w najciemniejszych miejscach. Naloty były wykonywane na parametrach automatycznych i kwestia doświetlenia może być też zależna od światłomierza urządzeń. Dodatkowo w P4 RTK jest bardziej widoczny efekt kompresji JPG, a to może przeszkadzać w procesach obliczeniowych.

Jakość produktów

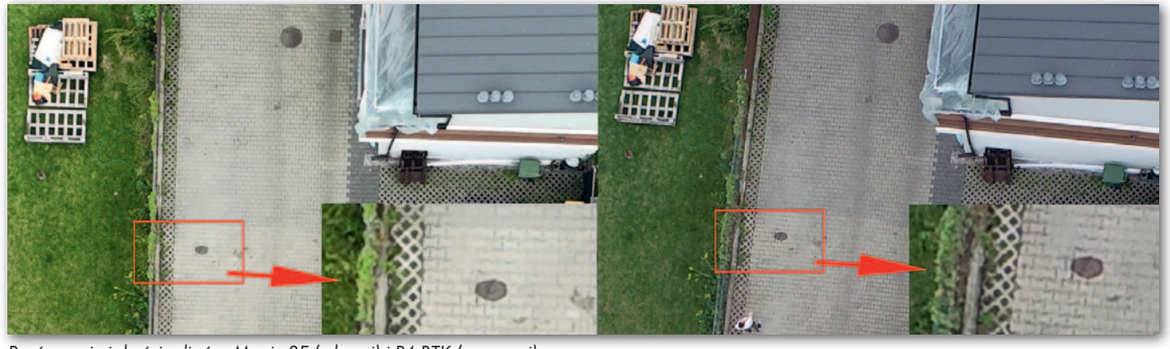
Z uwagi na niedostarczony jeszcze moduł RTK trudno mówić o realnym porównaniu pełnej wydajności. W naszym teście obliczeniowym dane zostały szybciej przetworzone z P4 RTK, ponieważ użyty program Stonex Cube 3D wykorzystuje środki rzutu jako punkt wyjścia do obliczeń. W obydwóch przypadkach 100% zdjęć zostało wyrównane. Po wpasowaniu na punkty osnowy założone pod kątem M3E bez RTK uzyskano zbliżone dokładności. Błąd położenia poziomy wyniósł około 12 mm, a pionowy – około 16 mm. Dodajmy, że pomiar osnowy odbywał się odbiornikiem GNSS Stonex S900A.

Same produkty nie różnią się specjalnie liczbą punktów (jeżeli chodzi o chmury) czy czytelnością, jednak odbiór danych z M3E jest przyjemniejszy – kolorystyka bardziej nasycona i miła dla oka. Ma to niebagatelne znaczenie przy sprzedaży prac na potrzeby dokumentacji zabytków, obiektów kubaturowych itp. Warto jeszcze dodać, że M3E jest wyposażony w nowy system bezpieczeństwa DJI APAS 5.0 bez martwych pól, co ma umożliwiać bezpieczny lot we wszystkich kierunkach.

Mocna alternatywa

Wiadomo, że Mavic Enterprise nie będzie się równał z Matricem 300, ale z testów wynika, że jest świetną alternatywą dla DJI Phantom 4. Jakość optyki, matryca i przetworniki obrazu są zdecydowanie lepsze. Szybkość pracy, kompaktowy rozmiar i nowoczesne rozwiązania znane z wyższych modeli DJI są teraz dostępne również w mniejszych bezzałogowcach. Czy warto pozbywać się jednak P4 RTK? Chyba nie, ale wszystkim myślącym o zakupie pierwszego czy kolejnego statku polecamy już M3E. Na koniec jeszcze miła niespodzianka – nowy M3E z modułem RTK jest tańszy od Phantoma 4 RTK!

Tomasz Czerski,
Mateusz Chmielewski
Czerski Trade Polska Sp. z o.o.



Porównanie jakości zdjęć – Mavic 3E (z lewej) i P4 RTK (z prawej)

Najnowsze trendy na rynku dronów do celów geodezyjnych

Latające statywy

Po latach bardzo dynamicznego rozwoju światowy rynek bezzałogowców ewidentnie okrzepł. Ale nawet mimo to na półkach z rozwiązaniami dronowymi wciąż pojawia się sporo ciekawych nowości.

Jerzy Królikowski

Tytułowe przyrównanie dronów do statywów to nie nasz pomysł, ale ustępującego prezydenta FIG Rudolfa Staigera. Mimo sporego uproszczenia trzeba przyznać, że całkiem trafne. Przecież to nie bezzałogowiec wykonuje pomiar. On tylko przenosi kamerę, która zresztą w realizacji pomiarów też bezpośrednio nie uczestniczy.

Tę prostą prawdę potwierdza wiele świeżych premier sprzętowych. I nie mamy tu na myśli samych dronów, ale przeznaczone dla nich sensory – kamery oraz skanery laserowe. O ile początkowo bezzałogowce integrowane były głównie ze zwykłymi konsumenckimi kamerami cyfrowymi lub lustrzankami, o tyle teraz nie brakuje instrumentów przeznaczonych specjalnie dla nich, i to nierzadko z opcją integracji z różnymi typami maszyn na zasadzie *plug&play*.

Jeśli chodzi o kamery, ciekawą nowością w naszym tegorocznym zestawieniu jest chociażby instrument Share, który pozwala wykonywać aż pięć zdjęć jednocześnie – pionowe oraz ukośne w czterech kierunkach. Znacznie zwiększa to wydajność pozyskiwania danych na potrzeby modelowania 3D. Na rynku widać także sporo premier w zakresie kamer wielospektralnych, przydatnych np. w rolnictwie czy badaniach środowiska.

Ale chyba najwięcej dzieje się na półkach ze skanerami laserowymi dla dronów. Może w naszych tegorocznych zestawieniach nie jest to jeszcze dobrze widoczne, bo prezentujemy jedynie rynek polski, ale na świecie oferta dronowych lidarów rośnie w imponującym tempie. Świetnie ilustrują to wiadomości publikowane na Geoforum.pl, gdzie staramy się na bieżąco opisywać wszelkie premiery. Dodajmy, że szczegółową specyfikację wielu z tego typu lidarów można znaleźć w naszym bezpłatnym niezbędniku SKANOWANIE LASEROWE 2022, który ukazał się w czerwcu i również jest dostępny na Geoforum.pl. W ciągu raptem roku liczba prezentowanych tam lotniczych skanerów dostępnych na polskim rynku (oczywiście głównie dronowych) wzrosła aż o 18!

Jakie jeszcze zmiany widać na rynku dronów? Niekwestionowany lider, czyli chiński DJI, wciąż trzyma się mocno. Najświeższa premiera, wirnikowiec Mavic 3 Enterprise, tylko potwierdza jego dominującą pozycję. Maszyna oferuje m.in. lepszą kamerę, szybszy lot, większy zasięg i dodatkowy tryb wykonywania zdjęć, co ponad dwukrotnie zwiększa wydajność pojedynczego nalotu.

Ale nasze zestawienie pokazuje, że konkurencja wcale nie zasypia gruszek w popiele, bo w ciągu ostatniego roku zaprezentowała aż 14 nowości. Jest zatem w czym wybierać.

Tylko czy w ogóle warto spoglądać na ofertę producentów innych niż DJI? Owszem! Kwestię tę szerzej wyjaśniliśmy w ubiegłorocznym wydaniu DRONÓW DLA GEODETY. W tym miejscu warto natomiast wspomnieć, że zaledwie kilka dni po wydaniu tamtego niezbędnika firma DroneAnalyst opublikowała bardzo ciekawe wyniki badań dotyczących światowego rynku komercyjnych dronów. Wynika z nich m.in., że pozycja DJI wyraźnie słabnie. W ciągu roku jej udział w światowej sprzedaży spadł z 69% do 54%. Choćby te liczby powinny nas przekonać, by przy wyborze drona nie patrzeć tylko na tę jedną markę.

Niestety, ze smutkiem należy też odnotować, że na tym bardzo wymagającym rynku zaciętej konkurencji nie wytrzymało wiele polskich firm. Bywały zestawienia, w których prezentowaliśmy nawet pięciu rodzimych producentów: MSP, Flytech, Novelty, Trigger Composites i Geopixel. W tegorocznych tabelach nie znajdziemy już żadnej z tych firm. Są za to dwie nowe – BZB UAS oraz Farada. Obie zajęły względnie bezpieczną od wpływów DJI niszę płatowców.

Jak zwykle przypominamy także, że nic nam po fantastycznym dronie ze świetnym sensorem, jeśli nie dysponujemy dobrym oprogramowaniem do obróbki zdjęć. W tym roku w zestawieniu tego typu produktów jest tylko jedna premiera, ale nowości powinniśmy szukać przede wszystkim na liście funkcji w znanych nam już dobrze aplikacjach. A trendy w ich rozwoju są wyraźne. To przede wszystkim systematyczne podnoszenie wydajności, szlifowanie algorytmów obróbki zdjęć, a także udostępnianie ich funkcji w chmurze obliczeniowej.

Wiele wskazuje jednak na to, że najciekawsze dopiero przed nami. Dynamiczny rozwój algorytmów sztucznej inteligencji prędzej czy później wzbogaci te programy o zupełnie nowe narzędzia umożliwiające chociażby automatyczne rozpoznawanie obiektów, wykonywanie pracochłonnych analiz czy generowanie raportów. Niewątpliwie będzie to bardzo silny bodziec do dalszego dynamicznego rozwoju rynku dronowego. ■

GEODETA
w wersji papierowej
lub cyfrowej

papier 531,36 zł

cyfra 318,64 zł

prenumeruj i czytaj,
jak wolisz

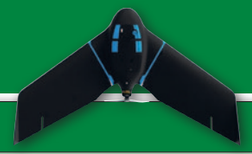
cena brutto prenumeraty na rok 2023

DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	AUTEL	AUTEL	AUTEL		BZB UAS	BZB UAS	BZB UAS	Delair
NAZWA	**Dragonfish Lite**	**Dragonfish Pro**	**Dragonfish Standard**		**ekoSKY 2.1**	**Koliber Fixed Wing**	**Koliber VTOL**	**DT26E LiDAR**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2021	2021		2022	2020	2021	2020
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	965 x 1600 x 350	1650 x 3040 x 460	1290 x 2300 x 460		3000 x 1300 x 300	1960 x 1073 x 183	2100 x 1073 x 183	1600 dł. x 3300 rozp.
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	waliza 1180 x 720 x 260	waliza 1180 x 500 x 500	waliza 1150 x 650 x 680
waga całkowita [kg]	4,5	14,5	7,5		14	5,5	6,5	17
maksymalny udźwig [kg]	5,5 (głowica: 1,0)	17 (głowica: 2,5)	9 (głowica: 1,5)		2,0	1,0	0,7	5,0
maksymalna prędkość [km/h]	108	108	108		108	100,8	100,8	57
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	brak danych	brak danych	brak danych		54	45	45	35
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 elektryczne	4 elektryczne		5 elektrycznych	2 elektryczne	4 elektryczne	1 elektryczny
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	75	180	120		120	120	90	110
metoda startu	VTOL	VTOL	VTOL		VTOL	z ręki	VTOL	z wyrzutni
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	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)	opcja: GPS (L1, L2, L5) + GLONASS (L1, L2, L3) + BeiDou (B1, B2, B3) + Galileo (E1, E5, E6)	dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)
obsługa korekt	RTK	RTK	RTK		opcja: PPK, PPP-RTK (SECORX-S)	opcja: PPK, PPP-RTK (SECORX-S)	opcja: PPK, PPP-RTK (SECORX-S)	PPK
IMU	tak	tak	tak		zintegrowana z autopilotem	zintegrowana z autopilotem	zintegrowana z autopilotem	Applanix APX15 o dokładności 0,025˝
SENSORY								
cyfrowa kamera	Z2, T3, T3H, L20T, M1	Z2, T3, T3H, L20T, L50T, M1	Z2, T3, T3H, L20T, M1		Sony a6000/Micasense Altum PT	Sony a6000/ Micasense Altum PT	Sony a6000/ Micasense Altum PT	zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB)
matryca [Mpx]	8-12 (zależy od głowicy)	8-50 (zależy od głowicy)	8-12 (zależy od głowicy)		42,4	42,4	42,4	21,4 (RGB)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	brak danych	brak danych	brak danych		nie	nie	nie	nie
dodatkowe informacje	Z2: 4K 20x zoom optyczny; T3: 4K 20x zoom optyczny, rozdz. 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, rozdz. 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	Z2: 4K 20x zoom optyczny; T3: 4K 20x zoom optyczny, rozdz. 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		możliwość integracji innych czujników/sensorów wskazanych przez zamawiającego	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
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	brak danych	brak danych	brak danych		RXIRII: 1,5 dla 120 m, 2 dla 155 m	RXIRII: 1,5 dla 120 m, 2 dla 155 m	RXIRII: 1,5 dla 120 m, 2 dla 155 m	brak danych
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	brak danych	brak danych	brak danych		400 ha dla 2,5 cm	300 ha dla 2,5 cm	200 ha dla 2,5 cm	11 km kw. dla 1,6 cm
skaner laserowy	brak	brak	brak		brak	brak	brak	Riegl miniVUX-1DL
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	100 000
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]								50 dla 80 m
zasięg [m]								200 przy odbiciu 60%
dodatkowe informacje								liczba rejestrowanych odbić: 5
inne sensory	brak danych	brak danych	brak danych		-	-	-	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	9,7″ Ground Control Station AUTEL VOYAGER	9,7″ Ground Control Station AUTEL VOYAGER	9,7″ Ground Control Station AUTEL VOYAGER		aparatura RC + tablet/laptop	aparatura RC + tablet/laptop	aparatura RC + tablet/laptop	odporny tablet + kontroler
możliwości autopilota	brak danych	brak danych	brak danych		start, lądowanie, lot, nalot powierzchniowy i liniowy, utrzymanie stałej wysokości	start, lądowanie, lot, nalot powierzchniowy i liniowy, utrzymanie stałej wysokości	start, lądowanie, lot, nalot powierzchniowy i liniowy, utrzymanie stałej wysokości	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	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	902-928 MHz, 2,5-2,4835 GHz, 5,725-5,755 GHz		869 Mhz, opcja: GSM	868 Mhz, opcja: GSM	868 Mhz, opcja: GSM	pasmo C (opcja: L i S), 3G/4G
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		opcja	opcja	opcja	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	FCC: 10, CE/MIC: 5, SRRC: 5	FCC: 10, CE/MIC: 5, SRRC: 5	FCC: 10, CE/MIC: 5, SRRC: 5		20	20	20	55
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	brak danych	brak danych	brak danych		BZBPlanner (IOS)/Mission Planner	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
do przetwarzania danych	brak danych	brak danych	brak danych		Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, Sure	Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, Sure	Pix4Dmapper, Agisoft Metashape, Sure	Global Mapper, AutoCAD, Terrasolid, PLSCADD i inne
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	brak danych	brak danych	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	skrzynia transportowa, aparatura sterująca, bateria, części zamienne, przeszkolenie 2 osób z obsługi	waliza transportowa, tablet, kamera cyfrowa, skaner, oprogramowanie, kable i ładowarki, baterie
DODATKOWE INFORMACJE	brak danych	brak danych	brak danych		możliwość zamontowania transpondera, modułu Beacon oraz kamery FPV	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
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych		od 69 999	od 26 999	od 38 999	brak danych
DYSTRYBUTOR	Dilectro	Dilectro	Dilectro		BZB UAS	BZB UAS	BZB UAS	Geotronics Dystrybucja

DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	Delair	Delair	Delair		Farada Group	Farada Group	GPS GLOBAL SOLUTIONS	Quantum-Systems GmbH
NAZWA	**DT26E Tactical/Surveillance**	**UX11**	**UX11AG**		**G1**	**G2**	**Eagle Eye**	**Trinity F90+ (VTOL)**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2018	2018		2021	2022	2022	2019
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	1600 dł. x 3300 rozp.	750 x 350 x 1100	750 x 350 x 1100		1800 x 320 x 2990	2750 x 900 x 4370	1800 dł. x 3000 rozp.	1500 dł. x 2394 rozp.
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	waliza 1150 x 650 x 680	plecak 790 x 430 x 350	plecak 790 x 430 x 351		skrzynia 140 x 50 x 70	brak danych	brak danych	1002 x 830 x 270
waga całkowita [kg]	16	1,5	1,6		12	33	6,0	5,0
maksymalny udźwig [kg]	5,0	0	brak danych		3,0	12	2,0	0,7
maksymalna prędkość [km/h]	57	54	54		90	120	108	72
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	39	45	45		30, porywy do 43	30, porywy do 43	61,7	43
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny		5 elektrycznych	1 spalinowy i 4 elektryczne	5 elektrycznych	3 elektryczne
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	170	59	52		90	360-420	typowo 360 (maks. 600 bez obciążenia)	>90
metoda startu	z wyrzutni	z ręki	z ręki		VTOL	VTOL	VTOL	VTOL
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	dwuczęstotliwościowy GNSS (L1, L2)	GPS + GLONASS + SBAS (L1, L2)	GPS + GLONASS + SBAS (L1, L2)		2 x GPS + GLONASS (opcjonalnie RTK)	2 x GPS + GLONASS (opcjonalnie RTK)	GNSS PPK: GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	u-blox ZED-F9P, dwuczęstotliwościowy GNSS (L1/L2): GPS + GLONASS + Galileo + BeiDou
obsługa korekt	nie	PPK	PPK		tak	tak	PPK	PPK
IMU	nie	tak	tak		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	InPixal ASIO 155 Gimbal – sensor EO lub IR do wizji dziennej i nocnej	zintegrowana kamera przemysłowa Delair (RGB)	Micasense RedEdge MX		sensor optyczny na bazie kamery RGB o rozdzielczości 1920 x 1080 px z 10-krotnym optycznym zoomem	sensor optyczny na bazie kamery RGB o rozdzielczości 1920 x 1080 px z 10-krotnym optycznym zoomem	pełnoklatkowa lub obserwacyjna	Sony RX1R II lub UMC-R10C, MicaSense RedEdge-MX/-P lub Altum-P, RedEdge-MX+UMC-R10C, MS RedEdge-MX Blue; Oblique D2-M
matryca [Mpx]	EO: HD 1280 x 720 px, IR: 640 x 480 px (25 Hz)	21,4	5 x 1,22		brak danych	brak danych	42,4	42 (Sony RX1RII); 20,1 (Sony UMC-R10C), 130 (Oblique D2M)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	pełen zakres	nie	nie		brak danych	brak danych	60-150°	dla Oblique D2M
dodatkowe informacje	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		2-osiowa stabilizacja (gimbal); funkcja automatycznego śledzenia obiektów; funkcja automatycznego śledzenia wskazanych współrzędnych, transmisja obrazu 4 Mbit/s		gimbal/kamera IR do 800 m/laserowy dalmierz do 1500 m/śledzenie obiektów/rozpoznanie ludzi i pojazdów do 2500 m/360x zoom optyczny+cyfrowy	MicaSense RedEdge-P: 5 kanałów + PAN; MicaSense Blue: 10 kanałów, podwójny payload: wysokorozdzielcze RGB oraz 5 kanałów w jednym nalocie
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	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		brak danych	brak danych	brak danych	1,0 cm dla 80 m, 1,3 dla 100 m, 1,5 dla 120 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	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		brak danych	brak danych	3800 ha (promień nalotu 320 km)	do 700 ha przy 1,5 cm; do 600 ha przy 1,3 cm na 1 baterii
skaner laserowy	brak	brak	brak		opcja	opcja	opcja	Qube 240 (Livox Avia + APX-15)
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		zależnie od sensora	zależnie od sensora	zależnie od sensora	720 000
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	-	-	-		-	sensor termowizyjny o rozdzielczości 640 x 480 pikseli	-	Sensory Micasense RedEdge-MX dual/ RedEdge-PT/Altum-PT/kamera termalna
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	odporny tablet + kontroler	tablet (Android)	tablet (Android)		komputer lub aparatura RC	komputer lub aparatura RC	dowolny PC lub Ground Control System (2 ekrany 18,5", 128 GB dysk, klawiatura, nadajnik, joystick, porty 3 x USB, RS-232, HDMI, RJ, VGA, 4 godz. pracy)	laptop WIN + kontroler
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot		tak	tak	w pełni autonomiczny: start, lot po zadanej trasie, lądowanie (z dokładnością RTK)	w pełni autonomiczny: start, lot po zadanej trasie, lądowanie, z możliwością przejęcia kontroli w trakcie misji i powrotu na nią, opcja RTH
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	pasmo C (opcja: L i S), 3G/4G	2,4 GHz, 3G/4G	2,4 GHz, 3G/4G		3G/4G	3G/4G	kanał L/S	2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	tak	tak	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	50	5 dla FCC, 3 dla CE, nieograniczony dla 3G/4G	5 dla FCC, 3 dla CE, nieograniczony dla 3G/4G		nieograniczony	nieograniczony	do 100	7,5
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	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 nalotów, naloty wieloblokowe, nalot z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, checklista	Delair Flight Deck – intuicyjne planowanie nalotów, naloty wieloblokowe, nalot z uwzględnieniem NMT, kontrola parametrów pozyskiwanych zdjęć, checklista		Mission planner – wskazywanie danych telemetrycznych (wysokość, prędkość, pozycja, widok z kamery FPV i głowicy optoelektronicznej), możliwość korzystania z wszystkich funkcji autopilota w czasie rzeczywistym (uwzględniając czas komunikacji z platformą), obserwacja innych użytkowników przestrzeni powietrznej wyposażonych w ADS-B		Planner – planowanie nalotów, dobór trasy, wysokości i prędkości, wyznaczanie miejsca lądowania, określanie prędkości i wysokości zniżania, automatyczne obliczanie wielkości piksela oraz optymalnej trasy	QBase 3D – definiowanie obszaru nalotu, import misji SHP/KML, uwzględnianie wiatru; łączenie obszarów, naloty krzyżowe, zachowanie dystansu do terenu, optymalizacja szeregów, import NMT i NMPT
do przetwarzania danych	brak danych	Delair After Flight (zarządzanie danymi po nalocie, obl. PPK); opcja: Delair-Stack, Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape i in.			brak danych	brak danych	dowolne oprogramowanie, m.in. Stonex Cube FLY	QBase 3D (geotagowanie zdjęć; PPK), Agisoft Metashape, Pix4D itd.
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	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		zestaw logistyczny: skrzynia transportowa, dodatkowy pakiet baterii, ładowarka	zestaw logistyczny: skrzynia transportowa, dodatkowy pakiet baterii, ładowarka	twarda walizka transportowa, baterie, narzędzia, akcesoria, kamera, gimbal, radio do transmisji wideo, danych i kontroli	QBase 3D, korekcja PPK, iBase – stacja ref. modem, bateria, ładowarka, światła antykolizyjne, kontroler RC, ADS-B in, walizka, gwarancja, wsparcie tech.
DODATKOWE INFORMACJE	taktyczny, odporny UAV pozwalający uzyskać obraz wysokiej jakości; automatyczne śledzenie do 4 obiektów jednocześnie poprzez 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		możliwość skonfigurowania urządzenia pod indywidualne potrzeby	możliwość skonfigurowania urządzenia pod indywidualne potrzeby	automat. start pionowy, zaawansowana kamera Surveillance z 360x zoomem, sztuczną inteligencją w rozpoznawaniu ludzi i pojazdów, nalot rozpoznawczy na długie odległości (do 100 km) 6 godz. lotu	wydajny, precyzyjny płatowiec VTOL; powyżej 90 min. lotu, zasięg do 100 km, krótki czas przygotowania do lotu, BVLOS ready, transponder ADS-B In oraz ADS-B Out (opcja); pakiet rozszerzenia gwarancji
CENA [zł netto]	brak danych	brak danych	brak danych		indywidualna wycena	indywidualna wycena	od 121 000	od 75 900
DYSTRYBUTOR	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja		Farada Group	Farada Group	GPS GLOBAL SOLUTIONS/GEOBUD Serwis/Satlab PL	ProGea SKY, TPI



DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	SenseFly	SenseFly	SenseFly		SenseFly	SenseFly	South	Wingtra
NAZWA	**eBee AG**	**eBee GEO**	**eBee X**		**eBee X RTK/PPK**	**eBee X RTK/PPK BVLOS**	**SkyCruiser MF250**	**WingtraOne GENII A6100**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2021	2018		2018	2020	2020	2021
PLATFORMA								
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	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	1480 dł. x 2500 rozp.	680 x 120 x 1250
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	waliza 750 x 480 x 330	waliza 750 x 480 x 330	waliza 750 x 480 x 330		waliza 750 x 480 x 330	waliza 750 x 480 x 330	brak danych	waliza 1370 x 670 x 230
waga całkowita [kg]	1,4	1,4	1,4		1,4	1,4	11	3,7
maksymalny udźwig [kg]	0,7	0,7	0,7		0,7	0,7	2,0	0,8
maksymalna prędkość [km/h]	110	110	110		110	110	75	57
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	46	46	46		46	46	50	43, podmuchy do 65
liczba i rodzaj silników	1 elektryczny	1 elektryczny	1 elektryczny		1 elektryczny	1 elektryczny	5 elektrycznych	2 elektryczne
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	90	90	90		90	90	150	55
metoda startu	z ręki	z ręki	z ręki		z ręki	z ręki	VTOL	z ziemi
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS		dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	dwuczęstotliwościowy GPS + GLONASS	RTK/PPK	GPS + GLONASS (L1, L2), Galileo (L1) i BeiDou (L1)
obsługa korekt	RTK, RTN	RTK, RTN	opcja (RTK, RTN, PPK)		RTK, RTN, PPK	RTK, RTN, PPK	tak	PPK
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	nie	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	Duet-M (Sequoia+ oraz S.O.D.A)	S.O.D.A	Aeria X, S.O.D.A 3D		Aeria X, S.O.D.A 3D	Aeria X, S.O.D.A 3D	DLSR/double-lens/5-lens/360° full perspective	Sony A6100
matryca [Mpx]	RGB: 20; wielospektralna: 4 x 1,2	20	24		24	24	42,18/36,15/24/bd.	24,2
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	nie	nie	tak, dla S.O.D.A 3D		tak, dla S.O.D.A 3D	tak, dla S.O.D.A 3D	nie	nie
dodatkowe informacje	kamera Duet-M 2 w 1 (RGB + multispektralna), czujnik oświetlenia	migawka globalna, matryca 1 cal	migawka globalna, matryca APS-C		migawka globalna, matryca APS-C	migawka globalna, matryca APS-C	-	-
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	2,1 dla 120 m	2,9 dla 120 m	2,5 dla 122 m		2,5 dla 122 m	2,5 dla 122 m	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	1,2 dla 61 m, 2,4 dla 120 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	2,5 km kw. dla 2,5 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	2,5 km kw. dla 2,5 cm	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	240 ha dla 2,4 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	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	autopilot, prędkościomierz, akcelerometr, barometr, magnetometr, żyroskop	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	komputer PC	komputer PC	komputer PC		komputer PC	komputer PC	dowolny PC	Samsung Galaxy Tab Active 3
możliwości autopilota	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		brak danych	start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz		2,4 GHz	2,4 GHz	brak danych	868 Mhz, 2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	nie		nie	nie	brak danych	nie
zasięg w terenie otwartym [km]	8	8	8		8	8	20	8
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalotów, moduł nalotów powierzchniowych i liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalotu na misje, użycie własnych NMT, jednoczesne sterowanie wieloma platformami	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalotów, moduł nalotów powierzchniowych i liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalotu na misje, użycie własnych NMT, jednoczesne sterowanie wieloma platformami	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalotów, moduł nalotów powierzchniowych, moduł nalotów liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalotu na misje, wykorzystywanie własnych modeli terenu, sterowanie wieloma platformami w tym samym momencie z poziomu jednego komputera		senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalotów, moduł nalotów powierzchniowych, moduł nalotów liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, automatyczne dzielenie obszaru nalotu na misje, wykorzystywanie własnych modeli terenu, sterowanie wieloma platformami w tym samym momencie z poziomu jednego komputera	senseFly eMotion 3 – intuicyjne planowanie nalotów, moduł nalotów powierzchniowych i liniowych, loty z uwzględnieniem ukształtowania terenu, dzielenie obszaru nalotu na misje, użycie własnych NMT, jednoczesne sterowanie wieloma platformami	VTOL UAV – automatyczny start, lot, zbieranie danych i lądowanie, automatyczny powrót przy słabej baterii, anomalii prędkości lotu bądź nietypowego ustawienia	WingtraPilot – planowanie nalotów, nalot z uwzględnieniem NMT, checklista
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.		Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.	Pix4D, Agisoft Metashape, Bentley ContextCapture itd.	South SkyPhoto	Wingtra Hub (obliczenia PPK), przetwarzanie zdjęć: Pix4D, Trimble Business Center AP, Inpho UAS Master, Agisoft Metashape
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	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	brak danych	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowanie do postprocesingu Wingtra
DODATKOWE INFORMACJE	system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK i BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni	system unikania przeszkód, możliwość rozbudowy do wersji RTK i BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni	system unikania przeszkód, możł. rozbudowy do wersji RTK/PPK, możł. rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni, możł. współpracy z sieciami stacji referencyjnych		system unikania przeszkód, możł. rozbudowy do wersji RTK/PPK, możł. rozbudowy do wersji BVLOS, steep landing – lądowanie w ograniczonej przestrzeni, możł. 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	-	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do startu/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	TPI	TPI	TPI		TPI	TPI	Geomatix	Geotronics Dystrybucja

DRONY – PŁATOWCE

PRODUCENT	Wingtra	Wingtra	Wingtra		Wingtra
NAZWA	**WingtraOne GENII A6100 (ukośne)**	**WingtraOne GENII MicaSense RedEdge-MX**	**WingtraOne GENII MicaSense RedEdge-P**		**WingtraOne GENII RX1**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2021	2021		2021
PLATFORMA					
wymiary platformy [dł. x wys. x rozp. w mm]	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]	waliza 1370 x 670 x 230	waliza 1412 x 740 x 260	waliza 1412 x 740 x 260		waliza 1412 x 740 x 260
waga całkowita [kg]	3,7	3,7	3,7		3,7
maksymalny udźwig [kg]	0,8	0,8	0,8		0,8
maksymalna prędkość [km/h]	57	57	57		57
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	43, podmuchy do 65	43, podmuchy do 63	43, podmuchy do 63		43, podmuchy do 62
liczba i rodzaj silników	2 elektryczne	2 elektryczne	2 elektryczne		2 elektryczne
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	55	55	55		55
metoda startu	z ziemi	z ziemi	z ziemi		z ziemi
POZYCJONOWANIE					
typ odbiornika GNSS	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	PPK	PPK	PPK		PPK
IMU	tak	tak	tak		tak
SENSORY					
cyfrowa kamera	Sony A6100	Micasense RedEdge MX	MicaSense RedEdge-P		Sony RX1
matryca [Mpx]	24,2	wielospektr.: 5 x 1,22	wielospektr.: 5 x 1,58, PAN: 5,1		42
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	15	nie	nie		nie
dodatkowe informacje	-	kanały spektralne Micasense RedEdge: niebieski, zielony, czerwony, red edge, bliska podczerwień	kanały spektralne Micasense RedEdge: niebieski, zielony, czerwony, red edge, bliska podczerwień, kanał panchromatyczny		pełna klatka, migawka mechaniczna
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	1,6 dla 61 m, 3,9 dla 120 m	min. 6,7 cm	min. 2,0 cm		0,7 dla 55 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla określonej rozdzielczości]	180 ha dla 3,9 cm	170 ha dla 120 m	160 ha dla 120 m		210 ha dla 120 m
skaner laserowy	brak	brak	brak		brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy
gęstość skanow. [pkt/m kw. dla okr. pułapu]					
zasięg [m]					
dodatkowe informacje					
inne sensory	-	-	-		-
STEROWANIE					
pulpit kontrolny	Samsung Galaxy Tab Active 3	Samsung Galaxy Tab Active 1	Samsung Galaxy Tab Active 3		Samsung Galaxy Tab Active 3
możliwości autopilota	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot	start, lądowanie, lot		start, lądowanie, lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI					
częstotliwość	868 Mhz, 2,4 GHz	868 Mhz, 2,4 GHz	868 Mhz, 2,4 GHz		868 Mhz, 2,4 GHz
możliwość przesyłania obrazów	nie	nie	nie		nie
zasięg w terenie otwartym [km]	8	8	8		8
OPROGRAMOWANIE					
do planowania nalotów (funkcje)	WingtraPilot – planowanie nalotów, nalot z uwzględnieniem NMT, checklista	WingtraPilot – planowanie nalotów, nalot z uwzględnieniem NMT, checklista	WingtraPilot – planowanie nalotów, nalot z uwzględnieniem NMT, checklista		WingtraPilot – planowanie nalotów, nalot z uwzględnieniem NMT, checklista
do przetwarzania danych	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)	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowanie do postprocesingu Wingtra	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowanie do postprocesingu Wingtra	torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowanie do postprocesingu Wingtra		torba transportowa, tablet, aparatura, 4 baterie, ładowarka, części zamienne, oprogramowanie do postprocesingu Wingtra
DODATKOWE INFORMACJE	start i lądowanie w pionie, wymagane miejsce do startu/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 startu/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 startu/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 startu/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
DYSTRYBUTOR	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja	Geotronics Dystrybucja		Geotronics Dystrybucja

SZUKASZ PRACY ALBO PRACOWNIKA?

Co miesiąc dziesiątki nowych ogłoszeń
→ Sprawdź **Geoforum.pl/praca**
Największa baza branżowych ofert pracy

DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	AUTEL	AUTEL	AUTEL	Codev Dynamics	Codev Dynamics	DJI	DJI
NAZWA	**Evo II Dual 640T RTK**	**Evo II Pro RTK**	**EVO II Pro RTK + PPK Survey Bundle**	**aMe CODEV**	**aMe CODEV 3**	**Matrice 30**	**Matrice 30T**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2021	2022	2021	2021	2022	2022
PLATFORMA							
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	620 (przekątna)	397 (przekątna)	424 x 354 x 110	500 x 450 x 300	600 x 600 x 300	470x 585 x 215	470 x 585 x 215
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	605 (przekątna)	brak danych	brak danych	brak danych	brak danych	365 x 215 x 195	365 x 215 x 195
waga całkowita [kg]	1,2	1,2	1	2,52	2,85	3,7	3,8 z dwiema bateriami TB30
maksymalny udźwig [kg]	brak danych	brak danych	brak danych	1,5	3,1	0,228	2,7
maksymalna prędkość [km/h]	72	72	72	43 (opcja: 60)	43 (opcja: 60)	82	82
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	61	61	45	54	54	54	54
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 elektryczne	4	4 elektryczne	4 elektryczne	4 elektryczne	4 x DJI 351
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	42	42	42	68 bez obciążenia, 33 z ład. 1,5 kg	80 bez obciążenia, 30 z ład. 3 kg	41	41
POZYCJONOWANIE							
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS + Galileo	GPS + GLONASS + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	podwójny GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	podwójny GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	GPS + Galileo + BeiDou + GLONASS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo
obsługa korekt	tak	PPK/RTK	PPK/RTK	PPP/PPK/RTK	PPP/PPK/RTK	tak	tak
IMU	tak	tak	tak	tak	tak	tak	tak
SENSORY							
cyfrowa kamera	RGB + IR	RGB z gimbalem	tak, z gimbalem, rozdzielczość 6K	O12 lub E90x	O12 lub E90x	RGB	zoom, szerokokątna, termowizyjna, FPV, dalmierz laserowy
matryca [Mpx]	48	20	20	CMOS APS-C 26MP	26	48	zoom: 48 (1/2" CMOS) lub 12 (szerokokątna: 1/2" CMOS)
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 0	-90 do 0	45	-30 do 90	-30 do 90	-120 do 30	-120 do 45
dodatkowe informacje	-	-	Active Track, Failsafe, Home Return, automatyczny start i lądowanie, system omijania przeszkód 360°	ładunek O12 posiada 5 wbudowanych kamer do wykonywania zdjęć pionowych i ukośnych jednocześnie; pole widzenia kamer 59 x 49°		IP55	światła pomocnicze, IP55, OcuSync 3
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	brak danych	brak danych	brak danych	3 cm dla 103 m	3 cm dla 103 m	w zależności od zoomu	3,56 dla 100 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdz.]	brak danych	50 ha dla 120 m	50 ha dla 120 m	100 ha dla 3 cm	100 ha dla 3 cm	brak danych	91 ha z 100 m
skaner laserowy	brak	brak	brak	Geosun GS100C+	Geosun GS100C+	brak	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	720 000	720 000	nie dotyczy	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]				nie dotyczy	nie dotyczy		
zasięg [m]				190	190		
dodatkowe informacje				triple echo, wbudowana kamera RGB 26 Mpx	triple echo, wbudowana kamera RGB 26 Mpx		
inne sensory	omnidirectional sensing system	czujniki przeszkód, czujniki lądowania, automatyczny powrót po utracie sygnału	czujniki przeszkód, czujniki lądowania, automatyczny powrót po utracie sygnału, śledzenie do 64 obiektów na raz	kamery termowizyjne, z zoomem, noktowizyjne Z10TIR, Z10TL, Z40K, gimbal Gremsy S1	kamery termowizyjne, z zoomem, noktowizyjne Z10TIR, Z10TL, Z40K, gimbal Gremsy S1	dalmierz, obiektyw szerokokątny	dalmierz
STEROWANIE							
pulpit kontrolny	Autel Smart Controller	Autel Smart Controller	kontroler pro z wbudowanym jasnym ekranem	AVIATOR	AVIATOR	Smart Controller	dedykowany kontroler DJI RC Plus Enterprise
możliwości autopilota	tak	autonomiczny: start, lądowanie, powrót po utracie łączności, lot po zaprogramowanej trasie, pomiar wg zaplanowanych ustawień	autonomiczny: start, lądowanie, powrót po utracie łączności, lot po zaprogramowanej trasie, pomiar wg zaplanowanych ustawień, system omijania przeszkód 360°, tracking 64 obiektów, 16x zoom optyczny	start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow	start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow	tak	możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI							
częstotliwość	2,4 GHz, 5,8 GHz	2,400–2,4835 i 5,725–5,825 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,4 GHz i 5,8 GHz, 4G/5G	2,4 GHz i 5,8 GHz, 4G/5G	2,4 GHz, 5,8 GHz	2,400–2,4835 i 5,725–5,825 GHz
możliwość przesyłania obrazów	brak danych	tak	tak	tak	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	9	9	13	10 (opcja: 30)	10 (opcja: 30)	15	CE: 8, FCC: 15
OPROGRAMOWANIE							
do planowania nalotów (funkcje)	Autel Explorer	Autel Explorer	AUTEL	FlyDynamics v2.0 (start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne structure scan, corridor scan, terrain follow, ROI)	FlyDynamics v2.0 (start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne structure scan, corridor scan, terrain follow, ROI)	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 Obliqe, zaawansowane opcje śledzenia)
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	m.in. Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube FLY	dowolne oprogramowanie m.in. Stonex Cube FLY	brak danych	brak danych	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler, 6 śmigieł, 2 akumulatory, ładowarka, kabel zasilający, kabel USB, walizka	kontroler, 6 śmigieł, 2 akumulatory, ładowarka, kabel zasilający, kabel USB, walizka	zapasowe śmigła, kontroler, ładowarka, baterie, ochrona gimbal, walizka	1 bateria, podwójna ładowarka, zestaw śmigieł, kabel ładujący, pilot aviator, walizka transportowa (opcjonalnie)	1 bateria, podwójna ładowarka, zestaw śmigieł, kabel ładujący, pilot aviator, walizka transportowa (opcjonalnie)	kontroler, łądowarka, walizka transportowa	DJI RC Plus Enterpriser, ładowarka USB, kabel USB, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł, nogi podwozia, zapasowe osłony drążków i gumki drgań, kabel USB-A, mata kalibracyjna, walizka, szelki, zapasowe zatyczki, śruby i narzędzia
DODATKOWE INFORMACJE	-	zaawansowana kamera 5,4K, możliwość podłączenia akcesoriów (np. lampy LED), wbudowany moduł RTK, oprogramowanie do automatycznego startu, powrotu i lądowania	zaawansowana kamera 5,4K, możliwość podłączenia akcesoriów jak lampy LED, wbudowany moduł RTK, oprogramowanie do automatycznego startu, powrótu i lądowania	wodoszczelność IP43	wodoszczelność IP43	-	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, zaawansowane tryby śledzenia, możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotami, IP55 dla drona i IP54 dla kontrolera
CENA [ZŁ NETTO]	Dilectro: 45 899	Dilectro: 17 499, GGS: 19 000 (z dost. i szkol.)		30 200 bez kamery	35 500 bez kamery	40 900	brak danych (Dilectro: 58 900)
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Dilectro, GPS GLOBAL SOLUTIONS/GEOBUD Serwis/Satlab Polska	Dilectro, GPS GLOBAL SOLUTIONS/GEOBUD Serwis/Satlab Polska	Dilectro, GPS GLOBAL SOLUTIONS/GEOBUD Serwis/Satlab Polska	AeroMind	AeroMind	Dilectro	Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate

DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	DJI	DJI	DJI		DJI	DJI	DJI	DJI
NAZWA	**Matrice 300 RTK**	**Matrice 300 RTK z AlphaAir 450**	**Matrice 300 RTK z Hovermap**		**Matrice 300 RTK z L1**	**Matrice 300 RTK z P1**	**Matrice 300 RTK ze skanerem Riegl**	**Matrice 300 RTK z kamerą SHARE (pięcioobiektywową)**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2020	2021	2021		2021	2020	2022	2022
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	810 x 670 x 430	810 x 670 x 430	810 x 670 x 430		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]	430 x 420 x 430	430 x 420 x 430	430 x 420 x 430		430 x 420 x 430	430 x 420 x 430	430 x 420 x 430	430 x 420 x 430
waga całkowita [kg]	6,3 z dwiema bateriami TB60	6,3 z dwiema bateriami TB60	6,3 z dwiema bateriami		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 udźwig [kg]	2,7	2,7	2,7		2,7	2,7	2,7	2,7
maksymalna prędkość [km/h]	83	83	83		83	83	83	83
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	54	54	54		54	54	54	54
liczba i rodzaj silników	4 x DJI 6009	4 x DJI 6009	4 elektryczne		4 x DJI 6009	4 x DJI 6009	4 x DJI 6009	4 x DJI 6009
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	31 z pełnym obciążeniem; 43 z H20T, 55 bez ładunku	40 z AlphaAir 450, 55 bez ładunku	35		41 z L1, 55 bez ładunku	41 z kamerą P1, 55 bez ładunku	31	37–43
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	RTK/PPK		tak	tak	tak	tak
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	tak	tak
SENSORY								
cyfrowa kamera	m.in. Zenmuse P1, H20, H20T, H20N, XT S, XT2, Z30, MicaSense RedEdge-P, MX-blue, Altum-PT, Share PSDK 102S/202S /303	producenta	Gopro		producenta (ta sama co w Phantom 4 RTK)	Zenmuse P1	Alpha 6000, Sony Alpha 7R III lub Sony A7R IV	SHARE 102S/SHARE 202S PRO/ SHARE 303S PRO
matryca [Mpx]	zależnie od kamery	26	20		20	pełnoklatkowa 45	w zależności od kamery	24,3/42,4/61
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	zależnie od kamery	-120 do 30	stałe wychylenie do koloryzacji		-120 do 30	-120 do 30	skaner: 360, ukośne: 30 oblique, nadir: 90	45 i 90
dodatkowe informacje	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°	kamera może służyć do kolorowania chmury punktów		obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych, możliwość podłączenia 3 kamer jednocześnie (2 na dole, 1 na górze), system czujników 360°	3 rodzaje obiektywów: 24 mm, 35 mm, 50 mm	obsługa kamer RGB, termalnych, multispektralnych, możliwość podłączenia 3 kamer jednocześnie (2 na dole, 1 na górze), system czujników 360°	pięcioobiektywowa kamera lotnicza
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	zależnie od kamery	w zależności od sensora; dla P1 i obiektywu 35 mm: 1,25 dla 100 m	brak danych		w zależności od sensora; dla P1 i obiektywu 35 mm: 1,25 dla 100 m	dla obiektywu 35 mm: 1,25 dla 100 m	w zależności od kamery	SHARE 102S: 1,57 dla 100 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdz.]	zależnie od kamery	brak danych	brak danych		w zależności od sensora; dla P1 i obiektywu 35 mm: 120 ha dla 120 m	95 ha z 100 m dla 24 mm i 67ha dla 100 m dla 35 mm	w zależności od kamery	brak danych
skaner laserowy	m.in.. Zenmuse L1, GreenValley V70/S50N/ S220N/S250N, YellowScan, Riegl, CHC	CHC AlphaAir 450 (Livox)	Emesent Hovermap		DJI Zenmuse L1 (Livox)	brak	RIEGL miniVUX-1UAV	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	zależnie od skanera	240 000	300 000		240 000 (tryb multiple: 480 000)	nie dotyczy	100 000–200 000	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]		zależna od parametrów lotu	skan 360 stopni		zależnie od parametrów lotu		zależnie od parametrów lotu	
zasięg [m]		450 m dla odbiciowości 80%; 190 m dla 10%	100		450 m dla odbiciowości 80%; 190 m dla 10%		330 m dla odbiciowości 80%; 120 m dla 10%	
dodatkowe informacje		ilość odbić: 3	skaner SLAM, loty autonom. z omijaniem przeszkód		ilość odbić: 3		ilość odbić: 5	
inne sensory	barometr, żyroskop, opcja: kam. termowiz. i multispektralna, czujniki jakości powietrza, czujniki 360°	barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu, czujniki 360°	wykorzystanie technologii SLAM		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	barometr, żyroskop, opcja: kamera termowizyjna, kamera multispektralna, czujnik dymu, czujniki 360°
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	aparatura RC z tabletem i dedykowaną aplikacją		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	misje 2D, misje 3D, latanie po punktach, misje korytarzowe, inteligentne inspekcje obiektów	możliwość automat. zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	start, lądowanie, wybór bezkolizyjnej trasy lotu, powrót RTH z omijaniem przeszkód		możliwość automat. zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta		
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400–2,4835 i 5,725–5,825 GHz	2,4 GHz, wi-fi		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]	15	CE: 8, FCC: 15	1,0		CE: 8, FCC: 15	CE: 8, FCC: 15	CE: 8, FCC: 15	CE: 8, FCC: 15
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	DJI Pilot, UGCS – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D); zaawansowane opcje śledzenia	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D – Smart Obliqe, zaawansowane opcje śledzenia)	DJI Pilot dla mapowania, Hovermap dla lotów autonomicznych oraz manualnych z bezpiecznym wykrywaniem przeszkód		DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D – Smart Obliqe, zaawansowane opcje śledzenia)	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D – Smart Obliqe, zaawansowane opcje śledzenia)	DJI GO – nie obsługuje planowania misji automatycznych; Pix4D Capture – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych (pod modele 3D – Smart Obliqe, zaawansowane opcje śledzenia)
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Emesent Processor		Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler DJI Smart Controller Enteprise, 2 nogi podwozia, akumulator WB37, okablowanie, 2 akumulatory TB60, stacja do ładowania BS60, walizka	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	skaner Hovermap, tablet, licencja na oprogramowanie Emesent, akcesoria do skanera		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	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	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	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
DODATKOWE INFORMACJE	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), możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotami	loty autonomiczne z inteligentnym omijaniem przeszkód, bezpieczny powrót do miejsca startu, możliwość podglądu chmury w czasie rzeczywistym, wskazywanie miejsca docelowego z poziomu chmury punktów		wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotami	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotami	wysoka stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, możliwość lotu z 3 kamerami (2 na dole, 1 u góry), możliwość przełączania sterowania dronem pomiędzy 2 pilotami	kamery nowej generacji wyposażone w 5 obiektywów, które w jednym momencie wykonują 5 zdjęć w 5 kierunkach; kamery ukośne w znacznym stopniu pozwalają przyśpieszyć prace w terenie
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych (Dilectro: od 47 500)	brak danych	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate, TPI	NaviGate	Geotronics Dystrybucja		Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate, TPI	Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate, TPI	NaviGate	NaviGate

DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	DJI	DJI	DJI		DJI	FLYBOTIX	GPS GLOBAL SOLUTIONS	Leica Geosystems
NAZWA	**Mavic 2 Enterprise Advanced**	**Mavic 3E/T RTK**	**Phantom 4 Multispectral**		**Phantom 4 RTK**	**ASIO PRO**	**Eagle ONE**	**BLK2FLY**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2021	2022	2018		2018	2021	2021	2021
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	322 x 242 x 84	340 x 270 x 90	370 (przekątna)		370 (przekątna)	średnia: 395, wysokość: 295	830 x 855 x 290	530 x 600 x 190
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	214 x 91 x 84	230 x 90 x 90	350 (przekątna)		350 (przekątna)	nie dotyczy	830 x 40 x 290	530 x 320 x 140
waga całkowita [kg]	0,9	0,915/0,920	1,49		1,39	1	1,5 + bateria	2,6
maksymalny udźwig [kg]	0,2	nie dotyczy	brak danych		brak danych	brak danych	6,5	nie dotyczy
maksymalna prędkość [km/h]	72	68	58		58	1,94	55	18
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	36	43	36		36	1,1	45	43
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 x DJI Motor	4 x DJI Motor		4 x DJI Motor	2x Maxon	4 elektryczne	4 elektryczne
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	31	45	30		30	24	60 z kamerą i baterią	13
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo		GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	brak	GPS + GLONASS + BeiDou + Galileo	tak
obsługa korekt	tak	tak	tak		tak	nie	tak	brak danych
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	tak	brak danych
SENSORY								
cyfrowa kamera	RBG + IR	3E: szerokokąt. + tele, 3T: szerokokąt. + tele + termowiz.	zintegrowana RGB/multispektralna		zintegrowana RGB	RGB + IR	5-obiektywowa	5 kamer
matryca [Mpx]	kamera RGB: 48; kamera termowiz. 640 x 512 px 30 Hz	3E: szer. 4/3" CMOS 20 Mpx, tele 1/2" CMOS 12 Mpx, 3T: szer. 1/2" CMOS 48 MPx, tele: 1/2" CMOS 12 Mpx	2 (pojedyncze kanały)/12 (RGB)		20	12	120	5 x 1,6
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 30	-90 do 35	-90 do 30		-90 do 30	-90 do 90	brak danych	brak danych
dodatkowe informacje	-	brak danych	brak danych		brak danych	-	adaptacja do dowolnej kamery, montaż bez narzędzi	brak danych
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	brak danych	2,7 dla 100 m	10,5 dla 100 m/3,5 dla 100 m		1 dla 40 m, 2,7 dla 100 m	brak danych	0,8 dla 50 m	brak danych
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdz.]	brak danych	2,25 km kw. dla 5 cm	25 ha dla 120 m		54 ha z 100 m	brak danych	50 ha dla 120 m	brak danych
skaner laserowy	brak	brak	brak		brak	brak	opcja	tak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	brak danych	420 000
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]								brak danych
zasięg [m]								25
dodatkowe informacje								produktywność 1350 m kw. w 12 min (0,5 pkt/cm kw.)
inne sensory	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 i z dołu		barometr, żyroskop, czujniki wykrywania przeszkód z każdej strony i z dołu	sensor odległości, system oswietlenia	barometr, żyroskop	algorytmy SLAM
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	dedykowany kontroler DJI Smart Controller Enterprise	dedykowany kontroler DJI RC Pro	tablet lub laptop		tablet (wbudowany) lub laptop	Smart Controller	tablet, laptop lub smartfon	BLK2FLY Live App dla iPad
możliwości autopilota	tak	możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	automatyczne planowanie i wykonywanie misji		możliwość automatycznego zaplanowania i wykonywania misji przy użyciu oprogramowania producenta	nie	start i lądowanie w wyznaczonym miejscu, automatyczny powrót w dowolnym momencie, automatyczne dopasowanie trasy lotu do ukształtowania terenu, całkowicie autonomiczna praca	pełny autonomiczny lot
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,4 GHz, 5,8 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,400 do 2,483 GHz		2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,4 GHz, 5,8 GHz	2,400-2,4835 i 5,725-5,825 GHz	2,4 lub 5,0 Ghz, WLAN, LTE
możliwość przesyłania obrazów	tak	tak	tak		tak	nie	tak	brak danych
zasięg w terenie otwartym [km]	10	CE: 8, FCC: 15	5		5	nie dotyczy	30	brak danych
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	DJI Pilot – lot po wyznaczonej trasie, wykonywanie zdjęć pionowych (pod ortofotomapy) i ukośnych (pod modele 3D); zaawansowane opcje śledzenia	DJI Pilot 2 – lot po wyznaczonej trasie, obiekty powierzchniowe i liniowe, wykonywanie zdjęć pionowych i ukośnych	GS Pro (automatyczne misje, start, lądowanie, failsafe)		GS RTK APP – tryb wolnego lotu + 8 trybów autonomicznch (lot po punktach, nalot 2D, Double Grid, Multi Oriented, nalot z uwzględnieniem NMT, nalot skośny, nalot fasady budynku, nalot liniowy); możliwość importu obszaru w pliku KML	ASIO Flight	Mission Planner Ground Station Software	BLK2FLY Live App dla iPad – planowanie nalotu, podgląd pozyskanych danych 2D i 3D, status drona, zarządzanie danymi
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid	Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid		Pix4D, Agisoft, 3Dsurvey, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra, Stonex Cube 3D, Leica Inifinity, Bentley ContextCapture, TerraSolid	ASIO Explore	Pix4D, Agisoft	Leica Cyclone REGISTER 360
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	Smart Controller, 1 bateria Mavic 2 Enterprise, ładowarka do baterii, zestaw kabli USB, walizka, zestaw dodatkowych śmigieł, oświetlenie sygnalizacyjne, głośnik, podwójny reflektor	DJI Smart Controller, ładowarka USB, kabel USB, zapasowy komplet śmigieł do drona, ładowarka, kabel zasilający, kabel USB-C, walizka transportowa, zestaw zapasowych zatyczek, śrub i narzędzi	kontroler 2 akumul. 5870 mAh, zapasowy komplet śmigieł, 2 ładowarki (do akumulatorów do drona i kontrolera), karta 32 GB, okablowanie		kontroler z wbudowanym tabletem, 2 akumulatory 5870 mAh, akumulator WB37 do kontrolera, zapasowy komplet śmigieł, 2 ładowarki (do akumulatorów do drona i kontrolera), modem GPRS, karta 32 GB, okablowanie	kontroler, 3 akumulatory, dwie karty microSD 64GB, 2 śmigła zapasowe, ładowarka, walizka transportowa	twarda walizka transportowa, 4 śmigła, baterie, kable, kamera, mission controll software, kontroler	brak danych
DODATKOWE INFORMACJE	-	wysoka mobilność oraz stabilność lotu, powrót do miejsca startu po zerwaniu połączenia, czujniki 360°, system transmisji OcuSync, bateria 5000 mAa	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	inspekcje zamkniętych i trudno dostępnych pomieszczeń	szybki montaż bez narzędzi, czas lotu do 60 min, bateria 25 000 mAh, praca w temp. -20 do 45°C, 120 mln px, 5-obiektywowa kamera, automat. powrót w dowolnym momencie lotu, automat. dopasowanie trasy lotu do ukształtowania terenu	-
CENA [ZŁ NETTO]	28 000	brak danych	brak danych (Dilectro: 28 500)		brak danych (Dilectro: 27 000)	120 000	od 37 000	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Dilectro	Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate, TPI	Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate, TPI		Dilectro, Innpro (Czerski Trade Polska, Geoline, Leica Geosystems), NaviGate, TPI	Dilectro	GPS GLOBAL SOLUTIONS/GEOBUD Serwis/ Satlab Polska	Leica Geosystems

DRONY – WIRNIKOWCE

PRODUCENT	PARROT	PARROT	Riegl		Riegl	Riegl	Riegl	South
NAZWA	**Anafi Ai**	**Anafi USA SE**	**BathyCopter**		**RiCOPTER**	**RiCOPTER M**	**Riegl Kit 300 + DJI Matrice 300**	**Drone – Eco Pro 2021**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2022	2020	2015		2014	2017	2020	2021
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	320 x 440 x 118	282 x 373 x 84	1920 x 470 x 1820		1920 x 470 x 1820	1920 x 470 x 1820	810 x 670 x 430	564 x 564 x 360
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	304 x 130 x 118	252 x 104 x 82	624 x 986 x 470		624 x 986 x 470	624 x 986 x 470	430 x 420 x 430	brak danych
waga całkowita [kg]	0,9	0,5	25		25	30	9	5,15 (2,35 bez baterii)
maksymalny udźwig [kg]	brak danych	brak danych	6,5		6,5	15	2,7	1,4
maksymalna prędkość [km/h]	57	52	60		60	60	83	43
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	50	52	30		30	30	54	39–50 (6 w skali Beauforta)
liczba i rodzaj silników	4 elektryczne	4 elektryczne	8 elektrycznych		8 elektrycznych	8 elektrycznych	4 elektryczne	brak danych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	32	32	30		30	30	31	60
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	GPS + GLONASS + Galileo	GPS + GLONASS + Galileo	zintegrowany z IMU		zintegrowany z IMU	zintegrowany z IMU	zintegrowany z IMU	RTK: 100 Hz; opcja PPK: 5/10/20 Hz
obsługa korekt	nie	nie	DGNSS, RTK, PPP		DGNSS, RTK, PPP	DGNSS, RTK, PPP	tak	RTK/PPK
IMU	tak	tak	tak		tak	tak	tak	brak danych
SENSORY								
cyfrowa kamera	RGB	RGB + IR	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	Sony Alpha 6000	T53P
matryca [Mpx]	48	21	100/2 x 24/42/bd.		100/2 x 24/42/61/bd./bd.	100/2 x 24/42/61/bd./bd.	24	120
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	-90 do 90	-90 do 90	0–160		0–160	0–160	0-160	brak danych
dodatkowe informacje	transmisja 3G/4G	IP54	absorpcja wstrząsów		absorpcja wstrząsów	absorpcja wstrząsów	absorpcja wstrząsów	-
przykładowa rozdzielczość obrazów [cm dla określonego pułapu]	0,46 dla 30 m	brak danych	zależnie od kamery		zależnie od kamery	zależnie od kamery	zależnie od kamery	brak danych
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdz.]	brak danych	brak danych	zależnie od kamery		zależnie od kamery	zależnie od kamery	zależnie od kamery	brak danych
skaner laserowy	brak	brak	BDF-1		miniVUX-1UAV/miniVUX-2UAV/miniVUX-3UAV/ miniVUX-1DL/miniVUX-1LR/VUX-1UAV22/ VUX-1LR22/VUX-120	VQ-480II/VQ-580II/VQ-840-G/VUX-120/ VUX-240	miniVUX-1UAV/miniVUX-2UAV/miniVUX-3UAV/ miniVUX-1DL/miniVUX-1LR	brak
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	4000		100 000/200 000/200 000/100 000/100 000/ 1 200 000/1 500 000/1 500 000	1 250 000/1 250 000/200 000/1 500 000/ 1 500 000	100 000/200 000/200 000/100 000/100 000	nie dotyczy
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]			zależna od planu nalotu i ustawień skanera		zależna od planu nalotu i ustawień skanera	zależna od planu nalotu i ustawień skanera	zależna od planu nalotu i ustawień skanera	
zasięg [m]			50		330/330/330/260/500/1 415/1 845/1 430	2500/2850/250/1430/2150	330/330/330/260/500	
dodatkowe informacje			klasa bezpieczeństwa 2M, terenowa dokładność pomiaru 1–3 cm		I klasa bezpieczeństwa, terenowa dokładność pomiaru 1–3 cm	klasa bezpieczeństwa 3R/3B/3B/1/3R, terenowa dokładność pomiaru 1–3 cm	I klasa bezpieczeństwa, terenowa dokładność pomiaru 1–3 cm	
inne sensory	system percepcji 3D	brak danych	np. do pomiaru promieniowania lub pola magntycznego, sensor multispektralny		np. do pomiaru promieniowania lub pola magntycznego, sensor multispektralny	np. do pomiaru promieniowania lub pola magntycznego, sensor multispektralny	-	-
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	tablet, smartfon	tablet, smartfon	remote control unit		remote control unit	remote control unit	brak danych	Fly2Map Pilot
możliwości autopilota	tak	tak	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar		start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	start, lądowanie, lot, autonomiczny pomiar	tak
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,4 GHz 5,8 GHz, 4G	2,4 GHz, 5,8 GHz	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	2,4–2,483 GHz
możliwość przesyłania obrazów	tak	nie	tak		tak	tak	tak	brak danych
zasięg w terenie otwartym [km]	4G: bez limitu	3,5	1,5; Command and Control Link: 3		1,5; Command and Control Link: 3	1,5; Command and Control Link: 3	15	brak danych
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	FreeFlight 7, Pix4Dcapture	FreeFlight 6, Pix4Dcapture	Flight Planning Software		Flight Planning Software	Flight Planning Software	Flight Planning Software	Fly2Map Pilot
do przetwarzania danych	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	Pix4D, Agisoft, Inpho UASMaster, Leica Inifinity, DJI Terra	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE, RiHYDRO		RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE, RiHYDRO	RiACQUIRE, RiPROCESS, RiWORLD, RiMTA, RiPRECISION UAV/RiUNITE	Fly2Map Manager & Fly2Map Cloud
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	kontroler, akumulator, śmigła zapasowe, ładowarka, walizka transportowa	kontroler, 3 akumulatory, śmigła zapasowe, ładowarka, walizka transportowa	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna		waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	waliza transportowa, oprogramowanie, kable, stacja naziemna	kamera, pilot z oprogramowaniem do planowania lotów
DODATKOWE INFORMACJE	automatyczne loty fotogrametryczne oraz inspekcyjne, automatyczna synchronizacja z chmurą Pix4D	-	live stream video, zdublowany system sterowania		live stream video, zdublowany system sterowania	live stream video, zdublowany system sterowania	live stream video, zdublowany system sterowania	-
CENA [ZŁ NETTO]	18 500	37 500	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Dilectro	Dilectro	Laser-3D.pl		Laser-3D.pl	Laser-3D.pl	Laser-3D.pl	Geomatix

DRONY – WIRNIKOWCE

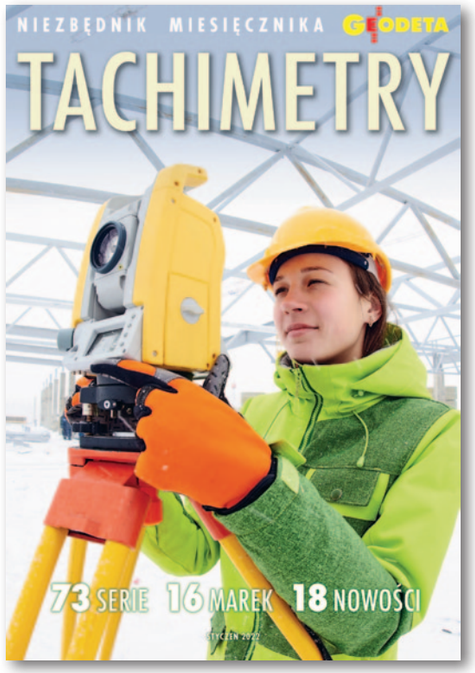
PRODUCENT	South	South	South		South	Yuneec	Yuneec	Yuneec
NAZWA	**Drone – Eco Pro 2022**	**Drone-eco**	**Firefly**		**Firefly Pro**	**Typhoon H520E**	**Typhoon H520E RTK**	**H850-RTK**
ROK WPROWADZENIA NA RYNEK	2022	2022	2022		2022	2021	2021	2022
PLATFORMA								
wymiary platformy gotowej do lotu [dł. x wys. x szer. w mm]	564 x 564 x 360	450 x 424,3 x 290	745 x 555 x 252		745 x 555 x 292	551 x 482 x 309	551 x 482 x 309	850 x 850 x 470
wymiary po złożeniu [dł. x wys. x szer. w mm]	brak danych	brak danych	273 x 224 x 107		273 x 224 x 147	brak danych	brak danych	440 x 365 x 470
waga całkowita [kg]	5,15 (2,35 bez baterii)	3,2 (1,7 bez baterii)	2,4 (bez ładunku)		2,45 (bez ładunku)	1,8	1,8	5,8
maksymalny udźwig [kg]	1,4	0,8	1		1	0,7	0,7	3
maksymalna prędkość [km/h]	43,2	43,2	54		54	48,6	48,6	72
maks. dopuszczalna prędkość wiatru [km/h]	6 w skali Beauforta	5 w skali Beauforta	36 (5 w skali Beauforta)		36 (5 w skali Beauforta)	50	50	brak danych
liczba i rodzaj silników	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	6 elektrycznych	6 elektrycznych	6 elektrycznych
maks. czas lotu z maks. obciążeniem [min]	60	40	39		39	30 bez obciążenia, 25 z kamerą E90x	30 bez obciążenia, 25 min z kamerą E90x	63 bez obciążenia, 37 ład. 3 kg
POZYCJONOWANIE								
typ odbiornika GNSS	RTK: 100 Hz; opcja PPK: 5/10/20 Hz	RTK: 100 Hz; opcja PPK: 5/10/20 Hz	brak danych		brak danych	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou	2 odbiorniki RTK (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou)
obsługa korekt	RTK/PPK	RTK/PPK	brak danych		D-RTK	RTK/PPK	RTK/PPK	RTK/PPK
IMU	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	tak	tak	tak, podwójna
SENSORY								
cyfrowa kamera	S24/S42/T53P/Q51	S24/S42/T53P/Q51	4K gimbal camera/thermal infrared camera/10X(1K) optical zoom camera/ 3-in-1 integrated camera		4K gimbal camera/thermal infrared camera/10X(1K) optical zoom camera/ 3-in-1 integrated camera	E90x	E90x	E90x/S42
matryca [Mpx]	24/42/120/210	24/42/120/210	12,4/brak danych/14/brak danych		12,4/brak danych/14/brak danych	20	20	20/42
wychylenie do zdjęć ukośnych [°]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	-30 do 90	-30 do 90	-30 do 90
dodatkowe informacje	-	-	-		-	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]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	3 cm dla 103 m	3 cm dla 103 m	E90x: 3cm dla 103 m
przykładowa produktywność w nalocie [pow. dla rozdz.]	206 ha dla 3cm/263 ha dla 3cm, 93 ha dla 3cm/80 ha dla 3cm	206 ha dla 3cm/263 ha dla 3cm, 93 ha dla 3cm/80 ha dla 3cm	brak danych		brak danych	40 ha dla 5 cm	40 ha dla 5 cm	120 ha dla 5 cm
skaner laserowy	brak	brak	brak		brak	brak	brak	Geosun GS100C+
prędkość skanowania [pkt/s]	nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy		nie dotyczy	nie dotyczy	nie dotyczy	720 000
gęstość skanowania [pkt/m kw. dla okr. pułapu]								brak danych
zasięg [m]								190
dodatkowe informacje								triple echo, wbudowana kamera RGB 26 Mpx
inne sensory	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	kamery multispektralne (Sequoia, RedEdge, LaQuinta), mobilne laboratorium badania jakości powietrza Atmon FL	kamery multispektralne (Sequoia, RedEdge, LaQuinta), mobilne laboratorium badania jakości powietrza Atmon FL	kamery multispektralne (Sequoia, RedEdge, Altum, LaQuinta), mobilne laboratorium badania jakości powietrza Atmon FL
STEROWANIE								
pulpit kontrolny	Fly2Map Pilot	Fly2Map Pilot	brak danych		brak danych	ST16E	ST16E	T-One
możliwości autopilota	tak	tak	brak danych		brak danych	start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow	start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow	start, lądowanie, failsafe RTH, loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow
SYSTEM ŁĄCZNOŚCI								
częstotliwość	2,4-2,483 GHz	2,4-2,483 GHz	2,4 GHz		2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz	2,4 GHz i 5,8 GHz
możliwość przesyłania obrazów	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	tak	tak	tak
zasięg w terenie otwartym [km]	5	5	brak danych		brak danych	3,5 (opcja: 6)	3,5 (opcja: 6)	7
OPROGRAMOWANIE								
do planowania nalotów (funkcje)	Fly2Map Pilot	Fly2Map Pilot	brak danych		brak danych	DataPilot, DataPilot Desktop (loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow, ROI)	DataPilot, DataPilot Desktop (loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow, ROI)	DataPilot, DataPilot Desktop (loty waypoint, loty fotogrametryczne, structure scan, corridor scan, terrain follow, ROI)
do przetwarzania danych	Fly2Map Manager & Fly2Map Cloud	Fly2Map Manager & Fly2Map Cloud	brak danych		brak danych	brak danych	brak danych	brak danych
SKŁAD ZESTAWU STANDARDOWEGO (oprócz platformy)	brak danych	brak danych	zapasowe śmigło, doczepiane podwozie, pilot zdalnego sterowania (RC), uchwyt na tablet, bateria, ładowarka baterii z kablem, przednia antena RTK, plecak		zapasowe śmigło, doczepiane podwozie, pilot zdalnego sterowania (RC), uchwyt na tablet, bateria, ładowarka baterii z kablem, przednia antena RTK, plecak	aparatura sterująca, 2 szt. akumulatorów (1 komplet), walizka transportowa, walizka ładująca, dodatkowe śmigła, zestaw naprawczy, szelki	aparatura sterująca, 2 szt. akumulatorów (1 komplet), walizka transportowa, walizka ładująca, dodatkowe śmigła, zestaw naprawczy, szelki	aparatura sterująca, 2 szt. akumulatorów (1 komplet), walizka transportowa, walizka ładująca, dodatkowe śmigła, zestaw naprawczy, szelki
DODATKOWE INFORMACJE	-	-	-		-	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	wodoszczelność IPx5
CENA [ZŁ NETTO]	brak danych	brak danych	brak danych		brak danych	AeroMind: 26 600 z E90x, Geotronics: bd.	AeroMind: 16 600 z E90x, Geotronics: bd.	38 500 z E90x
DYSTRYBUTOR (AUTORYZOWANY SPRZEDAWCA)	Geomatix	Geomatix	Geomatix		Geomatix	AeroMind, Geotronics Dystrybucja	AeroMind, Geotronics Dystrybucja	AeroMind

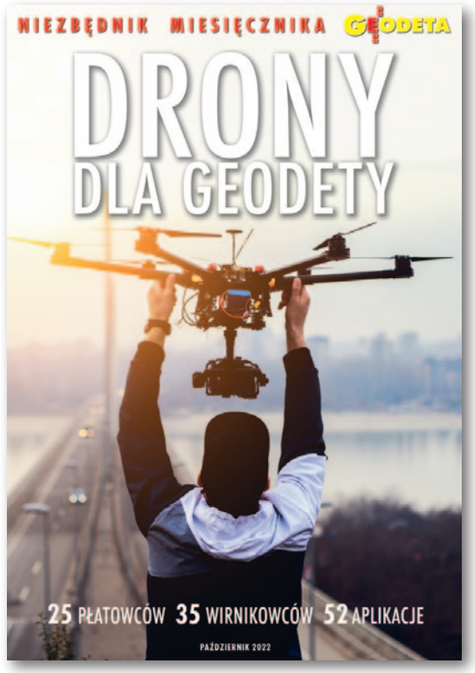
Oprogramowanie do obróbki zdjęć z dronów

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
Cube-Fly	Stonex	Windows	brak danych	brak
DatuSite	Datumate	Windows	roczna, stanowiskowa, sieciowa (bd.)	dostępna
DatuSurvey	Datumate	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
Imagine UAV	Geosystems GmbH	Windows (wtyczka dla ERDAS)	brak danych	brak
Infinity	Leica Geosystems	Windows	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
Terra Mapper	Terra Drone	Windows, chmura	wieczysta (3700 dol.), czasowa (500-1000 dol./miesiąc)	14-dniowa
Terrain Tools	Menci	Windows	roczna (400 euro)	dostępna
UltraMap	Vexcel Imaging	Windows	część systemu UltraMap	brak danych
UnlimitedAerial UAV	Meixner Imaging	Windows	wieczysta (bd.)	demo
X-Photo	GeoMax	Windows	moduł oprogramowania X-Pad Fusion	dostępna

NIEZBĘDNIKI

w formie aktywnego flipbooka lub pliku PDF





Dostępne bezpłatnie na Geoforum.pl

PRZEJRZYJ NOWĄ BAZĘ PRZETARGÓW

Aktualizowana codziennie baza zamówień publicznych

→ Sprawdź **Geoforum.pl/przetargi/ogloszenia**

Przetargi z zakresu geodezji, kartografii, GIS, fotogrametrii, GNSS