

Jak ułatwić pozyskiwanie do zasobu poprawnych danych pomiarowych z użyciem BSP?

Twarde lądowanie dronów w PODGiK



Tajemnicą poliszynela jest to, że wykorzystanie dronów do celów pomiarowych jest znacznie częstsze, niż wynikałoby z operatów. Głównym winowajcą jest prawo geodezyjne, które w kwestii nowych technik pomiarowych pozostawia szerokie pole interpretacyjne, a zwykle jakoś łatwiej przychodzi interpretacja zachowawcza.

Krystian Pyka, Ewelina Żak

Ale problem dronów w geodezji ma też inny budzący troskę aspekt, jakim jest jakość opracowań. Niepokoi zbyt powierzchowny sposób pozyskiwania fotogrametrycznego know-how. Jeśli idzie on jeszcze w parze z brakiem elementarnej wiedzy specjalistycznej – może prowadzić (i niestety czasami prowadzi) do wątpliwej jakości opracowań fotogrametrycznych.

Warto zatem ustosunkować się zarówno do kilku kwestii merytorycznych, jak i formalnych związanych z pomiarami fotogrametrycznymi. Być może ten głos zdopinguje zbyt spontanicznych użytkowników fotogrametrii do bardziej świadomego opracowania wyników. Z drugiej strony być może w ośrodkach dokumentacji przybędzie osób czytających przepisy w sposób bardziej otwarty na nową technikę.

W tekście będą przywoływane rozporządzenia: w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych (...) [1], w sprawie ewidencji gruntów i budynków [2] i w sprawie baz



Fot. Jerzy Krolkowski

danych dotyczących zobrazowań lotniczych (...) [3], określane dalej skrótami: *rozp. syt.-wys.*, *rozp. EGiB*, *rozp. foto-orto*. Zamiast potocznego słowa dron będzie używany akronim BSP, gdyż zgodnie z prawem lotniczym właściwy jest termin: bezałogowe statki powietrzne.

• Rodzaje pomiarów fotogrametrycznych z BSP

Zajmiemy się tylko pomiarami szczegółów terenowych stanowiących przedmiot pomiarów geodezyjnych zgodnie z *rozp. syt.-wys.* Naszą intencją jest wykazanie, że fotogrametria z BSP jest w stanie spełnić wymagania stawiane pomiarom dla wszystkich grup szczegółów terenowych, w tym I grupy, z oczywistym zastrzeżeniem, że chodzi o szczegóły naziemne.

Cechą fotogrametrii jest możliwość wykonywania pomiaru 3D na modelu stereoskopowym. W technice opartej na BSP ten sam szczegół jest widoczny zwykle na trzech, czterech i jeszcze większej liczbie zdjęć (wynika to z dużego pokrycia podłużnego i poprzecznego). Dzięki pomiarowi 2D na wielu zdjęciach można wyznaczyć współrzędne 3D na drodze przecięcia N promieni zbiegających się w mierzonym punkcie, czyli poprzez fotogrametryczne wcięcie w przód (rys. 1). Takie podejście, czyli wyznaczenie 3D z N zdjęć (nazywane dalej jako $3D^N$), jest szybsze i dokładniejsze od klasycznego pomiaru 3D na modelu stereo utworzonym z 2 zdjęć (przy założeniu, że na kolejnych zdjęciach szczegół terenowy jest jednoznaczny punktem). Jednak większość użytkowników fotogrametrii z BSP stosuje pomiary nie na zdjęciach, ale na ich ortogonalnych przetworzeniach połączonych w tzw. ortomozaikę (bez „krojenia” w sekcje kartograficzne, jak to ma miejsce w przypadku ortofotomapy).

Powód dominacji pomiaru 2D na ortomozajce jest prosty – wystarczy do tego dowolne narzędzie GIS, pomiary są szybkie i – jak się powszechnie sądzi – łatwe jak wektoryzacja rastra mapy zasadniczej. W większości przypadków pomiar na orto to wskazanie dobrze widocznego szczegółu terenowego, ale są miejsca, np. cienie, okolice skarp, rowów, miejsca częściowo przesłonięte przez drzewa, w których interpretacja szczegółu wymaga doświadczenia. Osoba znająca fotogrametrię wie, że jeśli na ortomozajce szczegół jest niewyraźny lub przesłonięty, to można użyć ortobrazu, który nie został wykorzystany do mozaikowania i sprawdzić, czy nie ma korzystniejszego widoku do pomiaru. Pomiar na ortobrazach w zasadzie zawsze warto się

posługiwać, bo mamy wtedy faktycznie pomiary wielokrotne, co daje zarówno kontrolę wskazania szczegółu, jak i kontrolę dokładności przetwarzania zdjęć na rzut ortogonalny. Zatem do prostego pomiaru 2D dobrze mieć choć minimum wiedzy i doświadczenia fotogrametrycznego.

Stworzenie ortomozajki z BSP jest poprzedzone opracowaniem gęstej chmury punktów. Jest to automatycznie wygenerowany zbiór punktów 3D leżących na terenie, budynkach, drzewach itd. Chmura oglądana w pomniejszeniu wygląda atrakcyjnie. Jej punkty można „dotykać”, a przez to pozyskiwać ich współrzędne. Jednakże chmurę tworzą przypadkowe punkty, które nigdy nie są tożsame ze szczegółami terenowymi, więc położenie tych szczegółów należy sobie wyobrazić. Z tego powodu trudno rekomendować wykorzystanie gęstej chmury do pomiaru szczegółów terenowych I grupy.

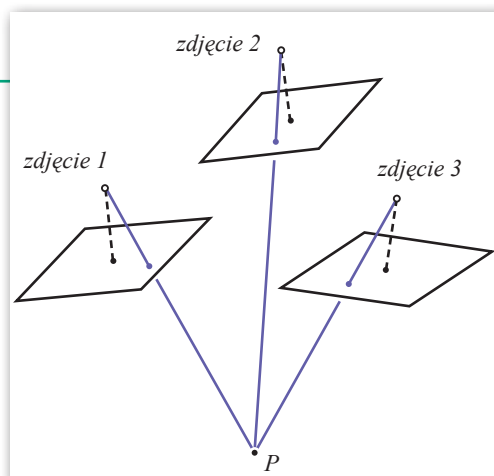
Wspomniany wcześniej pomiar 3D na N zdjęciach jest zawsze dokładniejszy, gdyż krótszy jest w tym przypadku łańcuch przyczyn kształtujących dokładność. Obejmuje on błędy elementów orientacji zdjęć uzyskiwanych z aerotriangulacji („stanowiska” do wcięcia muszą być znane) oraz błędy identyfikacji i pomiaru punktów na zdjęciach. Pomiar 2D na orto jest zawsze mniej dokładny nie tylko dlatego, że odbywa się na materiale gorszym jakościowo od zdjęć, ale również dlatego, że dokładność orto zależy jeszcze od jakości gęstej chmury punktów.

Reasumując, jako podstawową metodę pomiaru fotogrametrycznego szczegółów I grupy należy wskazać pomiar $3D^N$. Od tej zasady można odstępować na rzecz pomiaru 2D na orto w przypadku naziemnych elementów sieci uzbrojenia terenu leżących na jezdniach i chodnikach. Bez zastrzeżeń można rekomendować pomiar 2D na ortomozajce dla szczegółów terenowych II i III grupy.

• Wymagania dla pomiaru z BSP szczegółów I grupy

Jeszcze kilka lat temu dokładności uzyskiwane z BSP z trudem spełniały wymagania *rozp. syt.-wys.* [4-6]. Jednak czas działa na korzyść, obecnie uzyskuje się znacznie lepsze rezultaty [7-9]. Czy jest recepta na to, aby pomiar z BSP spełniał wymagania dla szczegółów I grupy? Jest, i zawiera ona następujące zalecenia:

- zlokalizować równomiernie fotopunkty, dbając o to, aby zewnętrzne fotopunkty otaczały obszar opracowania,
- wykonać dobrze naświetlone zdjęcia z pokryciem co najmniej 60/60%,



Rys. 1. Idea fotogrametrycznego pomiaru $3D^N$ (gdy $N = 3$)

- stosować rejestrację środków rzutów techniką RTK/PPK, szczególnie dla terenów płaskich,

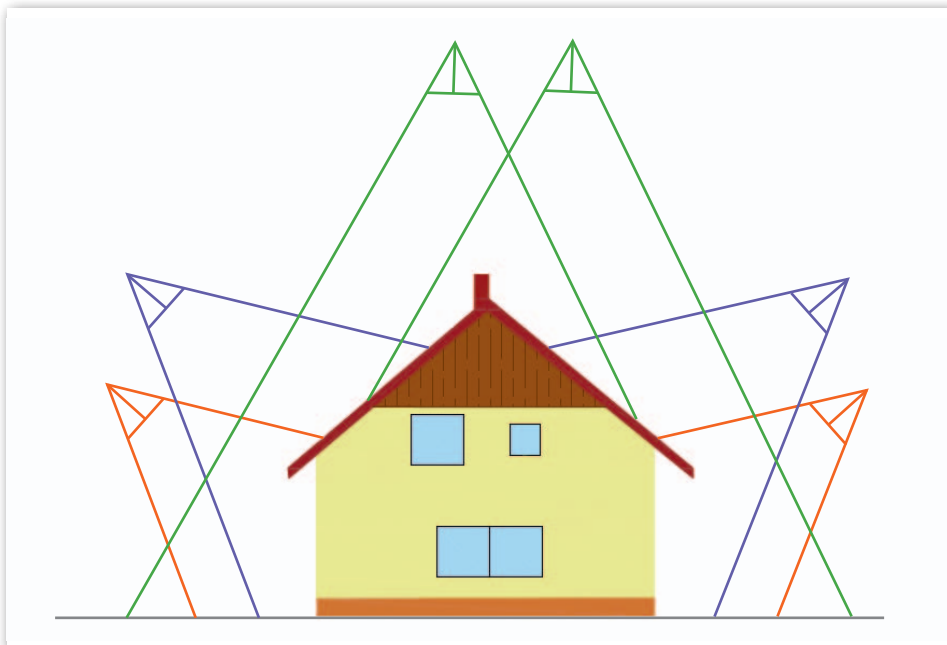
- przeprowadzić zrównoważone wyrównanie aerotriangulacji, ocenić krytycznie wyniki samokalibracji kamery, usunąć obserwacje odstające, powtórzyć wyrównanie,

- zweryfikować wyniki na punktach kontrolnych leżących z dala od fotopunktów,

- mierzyć szczegóły terenowe metodą $3D^N$ i kontrolować obserwacje na podstawie dokładności N -krotnego wcięcia w przód (lub przez pomiar 3D na dwóch modelach); w przypadku szczegółów leżących na powierzchni terenu pomiar można wykonywać na ortobrazach (co najmniej dwóch).

Jeśli wymienione warunki są doglądane przez osobę posiadającą minimum wiedzy fotogrametrycznej, to podany przepis pozwala zachować „zasadę trzech pikseli”, która brzmi: błąd średni położenia pomierzonego szczegółu jest mniejszy niż trzykrotna wielkość piksela zdjęć. Aby zatem błąd średni położenia był mniejszy niż 10 cm, to średni piksel terenowy zdjęć nie powinien być większy od 3 cm (poprawniej: terenowa odległość próbkowania).

Za pomocą BSP wykonuje się najczęściej zdjęcia pionowe, podobnie jak w klasycznej fotogrametrii. W takim przypadku rzadko kiedy widoczne są na zdjęciach wszystkie punkty załamania konturu budynku. Można oczywiście pomierzyć widoczne narożniki, a pozostałe uzupełnić pomiarem bezpośrednim. Ale jest inne rozwiązanie, które poprawia stopień kompletności pomiaru fotogrametrycznego. Wystarczy poza zdjęciami pionowymi wykonać zdjęcia ukośne. Taka strategia ma też dodatkową zaletę, może stanowić uzupełnienie niekompletnego pomiaru bezpośredniego, z czym mamy do czynienia, gdy geodeta nie wchodzi na posesję, aby uniknąć posądzenia o wdarcie się na ogrodzony teren. W dalszej części artykułu jest przed-



Rys. 2. Schematyczny zasięg wykonanych zdjęć ukośnych i pionowych



Rys. 3. Jednoznaczność pomiaru mono naroża na zdjęciach ukośnych (górne obrazy) i zdjęciu pionowym (dolny obraz)

stawiony przykład pomiaru budynku ze zdjęć pionowych i ukośnych opisaną metodą 3D^N wraz z analizą dokładności.

• Co z pomiarem granic działek ewidencyjnych?

Trudno nie odnieść się do fotogrametrycznego pomiaru granic działek ewidencyjnych. Z oczywistych względów „zasada trzech pikseli” dotyczyć może tylko widocznych na zdjęciach znaków granicznych. Ale co w przypadku, gdy brak jest znaków czy śladów granicznych? Na zdjęciach wykonanych z pikselem <3 cm detale terenowe widać nie gorzej niż podczas wizyty w terenie. Rozp. EGiB dopuszcza ustalenie granicy na podstawie zdjęć (na modelu stereo lub na orto). Taka możliwość jest kontestowana przez sporą część środowiska geodezyjnego oraz właścicieli działek, zwłaszcza starszych wiekiem. Źródłem negacji jest głównie mentalność ukształtowana przez fizyczny kontakt ze szczegółem terenowym. Biorąc pod uwagę rozpoznawą w Polsce, a nieznaną w innych krajach „alergię na fotogrametrię”, można prognozować, że ewentualna akceptacja wirtualnego ustalenia granic nastąpi w dość długiej perspektywie czasowej, może nawet w wymiarze zmiany pokoleniowej.

• Przykład fotogrametrycznego pomiaru budynku

Pomiarowi [9] zostały poddane dwa budynki tworzące zabudowę bliźniaczą (dalej określane jako budynek). Zdjęcia zrobiono przy użyciu BSP typu wirnikowic, który był sterowany manualnie. Wykonano zarówno zdjęcia pionowe (57), jak i ukośne (132), łącznie 189 (rys. 2). Ich duża liczba otwierała drogę

do selekcji mniej licznych zbiorów przy warunku, że pomiar obejmie wszystkie narożniki. Średni piksel terenowy dla zdjęć pionowych wykonanych z wysokości 30 m względem podstawy budynku wyniósł ok. 1 cm, dla ukośnych był jeszcze mniejszy.

Założono osnowę pomiarową techniką RTK i pomierzono kontur budynku z wykorzystaniem tachimetru bezlustrowego i domiarów liniowych. Geodezyjnie pomierzono też szczegóły zlokalizowane w otoczeniu budynku (np. studzienki kanalizacyjne na drodze) oraz kilka punktów charakterystycznych na obiekcie (takich jak np. naroża otworów okiennych, krańce kalenic), które wykorzystano później jako alternatywne fotopunkty.

Korzystając z programu Agisoft MetaShape, wykonano aerotriangulację w kilkunastu wariantach różniących się liczbą zdjęć oraz liczbą i rodzajem fotopunktów. Najmniejsza liczba zdjęć, która umożliwia poprawne przeprowadzenie procesu aerotriangulacji, była równa 38. W tym przypadku nie można było jednak skorzystać z fotopunktów położonych wokół budynku, w ich zastępstwie wykorzystano fotopunkty położone na budynku. Następnie przystąpiono do pomiaru poprzez wskazywanie narożników na wszystkich zdjęciach, na których były odfotografowane. W tym miejscu zauważyć można ogromną zaletę zdjęć ukośnych – zdecydowanie łatwiejsze było precyzyjne wskazanie punktów definiujących kontur budynku niż w przypadku zdjęć pionowych (rys. 3). Współrzędne narożników pomierzone metodą 3D^N porównano ze współzrędnymi otrzymanymi z pomiaru bezpośredniego w terenie, traktując je jako referencyjne. Na podstawie różnic współrzędnych X i Y z pomiaru foto i terenowego obliczono błędy wypadkowe XY dla każdego punktu oraz błąd średniokwadratowy (RMSE) jako syntetyczny wskaźnik dokładności poszczególnych wariantów pomiaru fotogrametrycznego. Wyniki uzyskane dla czterech – spośród wielu wykonanych – wariantów wyrównania przedstawiono w tabeli.

Pierwszy z prezentowanych wariantów został zrealizowany zgodnie z dobrymi praktykami fotogrametrycznymi. Drugi i trzeci, w których do wyrównania bloku zdjęć wykorzystano po 3 fotopunkty, mogą być zastosowane w praktyce tylko wówczas, gdy wyniki aerotriangulacji będą sprawdzane na punktach kontrolnych (w opisywanym eksperymencie rolę punktów kontrolnych odgrywały narożniki budynku). Korzystanie tylko z fotopunktów na jednej ścianie budynku, jak to miało miejsce w wariantcie czwartym,

Wyniki uzyskane dla 4 wybranych wariantów wyrównania

Nr wariantu	Liczba zdjęć	dX [cm]		dY [cm]		dXY [cm]		RMSE [cm]
		zakres	średnia	zakres	średnia	max	średnia	
1	189	Wyrównanie oparte na 9 fotopunktach, dobrze rozmieszczonych						
		-5,5 ÷ 5,1	0,0	-3,9 ÷ 4,5	0,1	5,6	2,1	2,7
2		Wyrównanie oparte na 3 fotopunktach o korzystnym rozmieszczeniu						
		-5,7 ÷ 4,5	-0,5	-4,0 ÷ 3,3	-0,8	6,3	2,3	2,8
3		Wyrównanie oparte na 3 fotopunktach zlokalizowanych na kalenicach						
		7,2 ÷ 3,2	-1,3	-1,9 ÷ 5,0	1,0	7,5	2,7	3,1
4	38	Wyrównanie oparte na 5 fotopunktach położonych na ścianie budynku						
		-6,7 ÷ 5,6	1,1	-2,9 ÷ 5,6	0,8	7,9	3,1	3,6

może być stosowane jedynie przy odpowiedniej liczbie punktów kontrolnych. Pomiedzy kolejnymi wariantami 1-4 wiadać tylko nieznaczny spadek dokładności. Świadczy to o bardzo dobrej orientacji wzajemnej zdjęć, opartej na automatycznie pomierzonych punktach wiązających. Do tego efektu przyczyniła się kompilacja zdjęć pionowych i ukośnych.

Dla wszystkich przedstawionych przykładów uzyskano RMSE na poziomie 3 cm, przy maksymalnych różnicach współrzędnych dX i dY sięgających 7 cm. Otrzymane wyniki spełniają z dużą rezerwą kryteria stawiane w *rozp. syst.-wys.* pomiarom szczegółów I grupy. Warto podkreślić jest to, że wyniki potwierdzają „zasadę trzech pikseli” odnoszącą się do relacji piksel – dokładność.

Na rysunku 4 przedstawiono szkic konturu budynku wraz z informacją, na ilu zdjęciach dany punkt został pomierzony. To bardzo ważna cecha metody 3D^N, gdyż daje możliwość sprawdzenia precyzji pomiaru (w przeprowadzonym eksperymencie błąd nieprzecięcia N promieni oscylował na poziomie RMSE, czasami go nieznacznie przekraczając, co jest wytłumaczalne, gdyż najslabiej mierzona współrzędną w fotogrametrii jest wysokość). Komentując eksperyment, warto dodać, że osiągnięto bardzo dobre dokładności kosztem dużej liczby zdjęć o bardzo małym pikselu. Efektywność metody można poprawić, zwiększając piksel do 2-3 cm oraz wykonując lot nad większym obszarem, o ile rozkład przestrzen-

ny budynków zachowuje regularne uporządkowanie.

• Aspekty formalne

W *rozp. syst.-wys.* znajduje się definicja „geodezyjnego pomiaru fotogrametrycznego” (§ 2 pkt 8) oraz „geodezyjnego pomiaru kartometrycznego” (§ 2 pkt 9). Wynika z nich, że pomiar fotogrametryczny ma charakter 3D, a pomiar 2D na ortofotomapie jest pomiarem kartometrycznym. O ile zagadnienie pomiaru fotogrametrycznego jest kontynuowane w dalszej części *rozp. syst.-wys.*, to opis pomiaru kartometrycznego na orto kończy się na definicji.

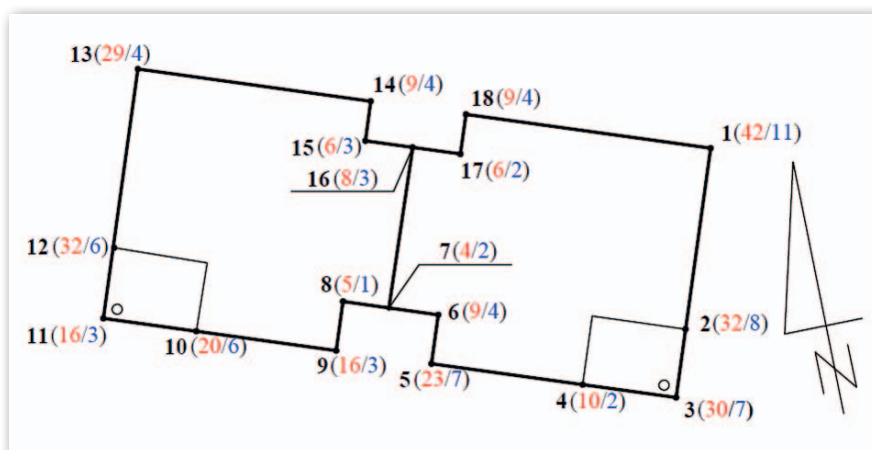
Zestawienie przepisów § 21 ust. 1 i § 43 ust. 1 *rozp. syst.-wys.* prowadzi do wniosku, że geodezyjny pomiar fotogrametryczny jest poprzedzony aerotriangulacją, która z kolei jest opisana w *rozp. foto-orto*. W tym dokumencie rozpatrywane są tylko zdjęcia wykonane „kamerami pomiarowymi”, podane są warunki, jakie te urządzenia muszą spełniać. Nie ma żadnych wątpliwości, że warunków tych nie spełniają kamery stosowane w BSP, które w fotogrametrii nazywa się kamerami niemetrycznymi. Różnic pomiędzy fotogrametrią „niską” a „wysoką” jest znacznie więcej. Inaczej rozwiązuje się problem kalibracji kamer, inaczej przebiega „wiązanie zdjęć” w aerotriangulacji, inne są zasady mozaikowania ortoo obrazów, inne oprogramowanie.

Z powyższego wynika, że zdjęcia wykorzystywane w BSP nie są zdjęciami fotogrametrycznymi w rozumieniu przepisów z zakresu geodezji i kartografii.

Zatem pomiar na takich zdjęciach nie jest „geodezyjnym pomiarem fotogrametrycznym”. W myśl § 15 *rozp. syst.-wys.* pomiary sytuacyjno-wysokościowe z BSP należy zakwalifikować jako „inną metodę”, która musi zapewnić „uzyskanie danych obserwacyjnych z wymaganą dokładnością, a jednocześnie wykonawca przedstawi w sprawozdaniu technicznym opis tych metod, technologii i technik wraz z matematyczną analizą dokładności danych obserwacyjnych”.

Powyższa interpretacja stanu prawnego prowadzi do konstatacji, że do opracowań z BSP nie powinny być wymagane uprawnienia zawodowe z zakresu 7. Brzmi to zaskakująco, wzmagając niepokój o jakość pomiarów, tym bardziej że z przepisów nie wynika, jakiej dokumentacji powinny wymagać ośrodki powiatowe, przyjmując pomiary fotogrametryczne. Kilka miesięcy temu Starostwo Powiatowe w Brzesku zwróciło się do GUGiK z pytaniem o uprawnienia oraz o skład dokumentacji dla pomiaru z BSP. Odpowiedź została udzielona w piśmie z 19 listopada 2019 r. (NG-OSG.700.26.2019). W sprawie uprawnień stwierdzono, że „czynności realizowane w ramach zgłoszonych prac geodezyjnych, polegające na »pozyskaniu oraz przetworzeniu zdjęć wykonanych z drona (BSP), utworzeniu przestrzennego modelu terenu« nie mieszczą się w pojęciu »geodezyjny pomiar sytuacyjny lub geodezyjny pomiar wysokościowy«, a zatem prace te wymagają uprawnień zawodowych z zakresu »fotogrametria i teledetekcja«. Przedstawiona interpretacja przepisów zakłada, że pomiar z BSP jest tożsamy z pomiarem fotogrametrycznym na zdjęciach pomiarowych wykonywanych z samolotów załogowych. Tymczasem specyfika BSP pozwala na kwalifikację pomiaru jako „inną metodę”, którą dopuszcza *rozp. syst.-wys.*

Rys. 4. Szkic konturu budynku. W nawiasie podano liczbę zdjęć, na których wykonano pomiar dla bloków złożonych ze 189 zdjęć (kolor czerwony) i 38 zdjęć (kolor niebieski)



We wspomnianym piśmie Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii przedstawiona jest opinia w sprawie dokumentacji pomiaru z BSP. Stwierdza się, że dokumentacja powinna „zawierać w szczególności następujące informacje:

1) podstawową charakterystykę sprzętu użytego do wykonania zdjęć (zobrazowań lotniczych):

a) typ statku powietrznego,
b) parametry kalibracji aparatu (kamery), sposób jej wykonania lub informacja o braku kalibracji i wyznaczaniu elementów orientacji wewnętrznej na drodze samokalibracji,

c) typ matrycy, rozmiar w pikselach, wielkość detektora [um],

d) nominalną ogniskową obiektywu, sposób ogniskowania obiektywu;

2) parametry wykonanych zdjęć:

a) terenową odległość próbkowania (minimalną i maksymalną) zdjęcia,

b) nominalne pokrycie poprzeczne i podłużne zdjęć,

c) minimalną i maksymalną wysokość lotu,

d) warunki oświetlenia: pokrycie nieba chmurami lub inne zjawiska meteorologiczne mające wpływ na wykonanie zdjęcia,

e) datę oraz czas rozpoczęcia i zakończenia wykonania zdjęć;

3) opis sposobu sygnalizacji i pomiaru współrzędnych fotopunktów i fotopunktów kontrolnych wraz z błędami średnimi współrzędnych;

4) opis metody pomiaru współrzędnych punktów kontrolnych wraz z błędami średnimi współrzędnych lub informacja o wykorzystaniu danych zgromadzonych w państwowym zasobie geodezyjnym i kartograficznym;

5) w przypadku stosowania pozycjonowania satelitarnego do pomiaru środków rzutów – informację o sprzęcie i technice pomiarowej;

6) mapy poglądowe bloków zdjęć pokazujące na tle ortomosaiki:

a) obszar opracowania,

b) środki rzutów zdjęć,

c) fotopunkty, fotopunkty kontrolne, punkty kontrolne;

7) raport z wyrównania aerotriangulacji dokumentujący zachowanie odpowiednich dokładności;

8) wykazy współrzędnych niezbędne dla udokumentowania spełnienia warunków dotyczących dokładności aerotriangulacji i ortorektyfikacji”.

Podany skład dokumentacji, mimo że wydaje się nadmiernie rozbudowany, może pomóc ośrodkom w ocenie, czy zastosowana metoda jest poprawna w myśl § 15 *rozp. syt.-wys.* Ale nie jest to pomoc wystarczająca, gdyż dalej brak jest pod-

stawowych standardów technicznych wykonania pomiarów z BSP.

Komentarza wymaga sporna w istocie sprawa uprawnień. Od wejścia w życie *Prawa geodezyjnego i kartograficznego* uprawnienia w zakresie 7 (fotogrametria) zdobyło 175 osób, w tym tylko 5 w okresie kilku ostatnich lat (odwrotny do zamierzonego skutek ustawy „deregulacyjnej” z 2013 r.). Dokonana we wrześniu 2019 r. zmiana rozporządzenia o uprawnieniach [10] zlikwidowała wymóg uzyskania na studiach określonej liczby punktów ECTS, które wymiarują „wielkość” przedmiotu. To jest ułatwienie dla kandydatów. Ale pozostawiono bez zmian wymagania w zakresie rodzaju i liczby prac geodezyjnych, które dotyczą głównie prac wykonywanych z załogowych statków powietrznych kamerami pomiarowymi.

W kontraście do przepisów geodezyjnych stoją przepisy lotnicze, które dają BSP zielone światło. Urząd Lotnictwa Cywilnego do 29 stycznia 2020 r. wydał już 15 579 świadectw kwalifikacji UAVO, czyli „operatora bezzałogowego statku powietrznego używanego w celach innych niż rekreacyjne i sportowe” (tylko w styczniu br. 640 certyfikatów). Prawdopodobnie przodujemy pod tym względem w Europie. Statystyki nie mówią, jak duża część świadectw UAVO jest w rękach geodetów. Intuicja podpowiada, że co najmniej setki. Mamy zatem w Polsce bardzo osobliwą sytuację: pomiarem z BSP sprzyja rozwój technologiczny i przepisy lotnicze, ale dla geodezji są one problemem.

• Standardy i edukacja

Fotogrametria z BSP ma wiele atutów: jest wydajna (choć do wydajności fotogrametrii „wysokiej” jest jej daleko), pozwala zobaczyć miejsca dla geodety trudno dostępne, potrafi zapewnić dokładności podobne jak RTK. Jednak samo wykonanie zdjęć z małym pikselem i „wrzucenie” danych do oprogramowania nie gwarantuje opracowania o jakości wymaganej w geodezji. Wykonawca musi wiedzieć, które elementy technologii są krytyczne dla jakości, jak nadzorować kolejne procesy oraz kiedy powstrzymać „maszynę”, aby nie produkowała śmieci.

Przekazanie powiatowemu ośrodkowi dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej operatu zawierającego pomiary z BSP napotyka spore trudności, choć są też PODGiK-i całkiem przyjazne. Geodezji jest więc pilnie potrzebna legalizacja pomiaru z BSP. Powołany przez Głównego Geodetę Kraju zespół po blisko rocznej pracy rekomendował wpisanie do

rozp. syt.-wys. zasad pomiarów z BSP. Zespół został rozwiązany z końcem września 2019 r., jednak do dzisiaj projekt rozporządzenia nie został upubliczniony. Każdy kolejny miesiąc działania bez czytelnym reguł pogarsza sytuację. Warto zastanowić się nad rozwiązaniem doraźnym, jak choćby publikacja ramowych zasad pomiarów fotogrametrycznych z BSP oraz sposobu ich dokumentowania w formie zaleceń GUGiK. Jest bardzo prawdopodobne, że zarówno ośrodki, jak i wykonawcy potraktowałyby takie wytyczne jako standard de facto. Pożyteczna byłaby też organizacja szkoleń. Takie działania dałyby szansę ośrodkom i wykonawcom na spotkanie się w połowie drogi.

**Krystian Pyka,
Ewelina Żak**

Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska AGH w Krakowie

Autorzy dziękują Pawłowi Ćwiakale z WGGiŚ AGH za pomoc przy wykonaniu zdjęć z BSP

Literatura

- [1] Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z 9 listopada 2011 r. w sprawie standardów technicznych wykonywania geodezyjnych pomiarów sytuacyjnych i wysokościowych oraz opracowywania i przekazywania wyników tych pomiarów do państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego;
- [2] Rozporządzenie ministra rozwoju regionalnego i budownictwa z 29 marca 2001 r. w sprawie ewidencji gruntów i budynków;
- [3] Rozporządzenie ministra spraw wewnętrznych i administracji z 3 listopada 2011 r. w sprawie baz danych dotyczących zobrazowań lotniczych i satelitarnych oraz ortofotomapy i numerycznego modelu terenu;
- [4] Lewandowski P., Gołuch P., Józków G., Borsuk E., Dymarska N., Podhorodecki D., Siekanko B., Rohm W., Co pomierzy dron?, *GEODETA* 8/2015;
- [5] Kurczyński Z., Bakula K., Ocena możliwości współczesnej fotogrametrii w pracach z zakresu ewidencji gruntów i budynków, „Przegląd Geodezyjny” 7/2016;
- [6] Kędziński M., Fryśkowska A., Wierzbiński D., Nerc P., Chosen aspects of the production of the basic map using UAV imagery, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLII-B1-873-2016>;
- [7] Stöcker C., Nex F., Koeva M., Gerke M., UAV-Based Cadastral Mapping: an Assessment of the Impact of Flight Parameters and Ground Truth Measurements on the Absolute Accuracy of Derived Orthoimages, <https://doi.org/10.5194/isprs-archives-XLIII-2-W13-613-2019>;
- [8] Wiącek P., Pyka K., The test field for UAV accuracy assessments, <https://www.int-photogram-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLIII-1-W2/67/2019/isprs-archives-XLIII-1-W2-67-2019.pdf>;
- [9] Żak E., Analiza efektywności i dokładności fotogrametrycznego pomiaru budynków dla potrzeb EGIB z wykorzystaniem UAV, praca magisterska AGH WGGiŚ, 2019 r.;
- [10] Rozporządzenie ministra inwestycji i rozwoju z 20 września 2019 r. ws. uprawnień zawodowych w dziedzinie geodezji i kartografii.