

Bezzałogowe statki powietrzne w kontroli obiektów budowlanych



mgr inż.
TOMASZ NOWOBILSKI
Politechnika Wrocławska,
Wydział Budownictwa Lądowego i Wodnego,
Katedra Budownictwa Ogólnego
ORCID: 0000-0002-0599-7108

Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) coraz częściej znajdują zastosowanie w branży budowlanej. Wynika to m.in. z możliwości, jakie daje ta technologia oraz korzyści z jej zastosowania. Artykuł przedstawia najważniejsze uwarunkowania prawidłowej eksploatacji BSP, wraz z obowiązującymi regulacjami prawnymi.

Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) coraz częściej znajdują zastosowanie w branży budowlanej. Wynika to m.in. z możliwości, jakie daje ta technologia oraz korzyści z jej zastosowania. Artykuł przedstawia najważniejsze uwarunkowania prawidłowej eksploatacji BSP, wraz z obowiązującymi regulacjami prawnymi.

Obowiązek utrzymania obiektu budowlanego we właściwym stanie technicznym spoczywa na jego zarządcy lub właścicielu. Obowiązujące przepisy prawne [1] nakazują, aby każdy obiekt budowlany poddawany był okre-

sowym lub doraźnym kontrolom stanu technicznego. Ze względu na charakter niektórych obiektów dotarcie do wszystkich istotnych miejsc konstrukcyjnych jest często utrudnione lub niemożliwe. Taka sytuacja może wystąpić m.in. w przypadku obiektów wysokich (np. kominów) lub zlokalizowanych nad wodą (np. mostów). Rozwiązaniem tego problemu może być wykorzystanie w trakcie kontroli bezzałogowego statku powietrznego (BSP – ang. UAV), potocznie nazywanego dronem.

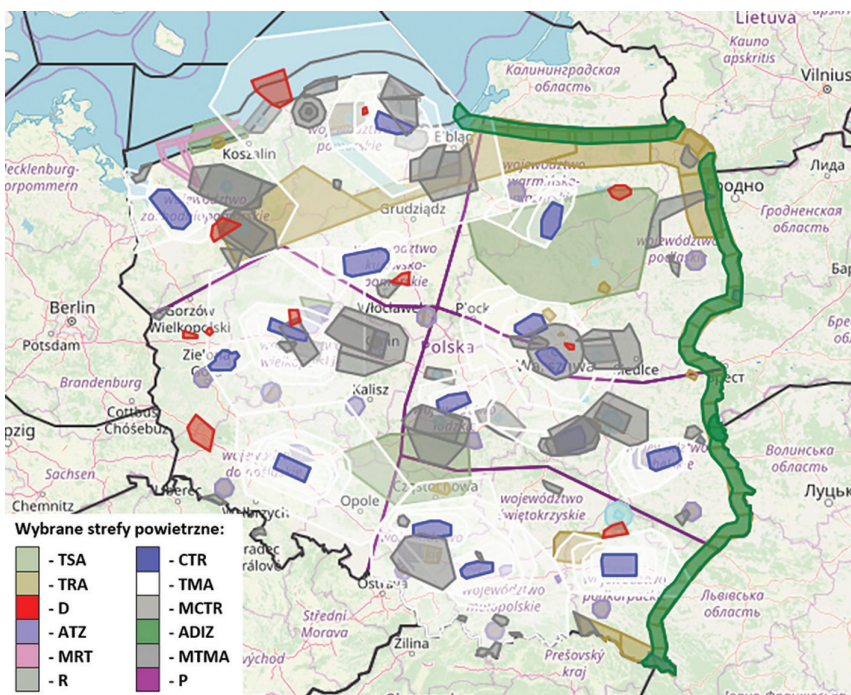
Celem artykułu jest analiza możliwości zastosowania BSP do kontroli wybranych obiektów budowlanych.

W wyniku przeprowadzonych badań własnych w artykule przedstawiono najważniejsze korzyści i ograniczenia wynikające z zastosowania dronów do kontroli stanu technicznego obiektów budowlanych oraz wskazanie typów obiektów, dla których wykorzystanie BSP w trakcie prowadzonych kontroli może przyczynić się do podniesienia ich jakości.

Obszary zastosowania BSP i warunki prawidłowej eksploatacji

Obecnie bezzałogowe statki powietrzne są wykorzystywane nie tylko na potrzeby amatorskiego lub profesjonalnego wykonywania pamiątkowych ujęć z powietrza, ale również znajdują dużo bardziej specjalistyczne zastosowania. Wśród nich możemy wyróżnić m.in.: kontrole zanieczyszczeń powietrza (prowadzone m.in. przez straż miejską), kontrole obszarów nadgranicznych, poszukiwania osób zaginionych i inne [2], [3].

Nieustanny rozwój technologii bezzałogowych statków powietrznych sprawia, że również w branży budowlanej obserwuje się wzrost zainteresowania i wykorzystania dronów. W budownictwie BSP znajdują swoje zastosowanie na każdym etapie „życia” obiektu budowlanego [4]. Na przykład podczas prac projektowych i wykonawczych materiał uzyskany przy pomocy BSP, po odpowiednim przetworzeniu, może być wykorzystany do opracowywania ortofotomap terenu budowy oraz numerycznych modeli terenu [5]. Ponadto materiał zdjęciowy oraz filmowy zgromadzony w trakcie realizacji inwestycji może stanowić nieocenione źródło wiedzy już po oddaniu obiektu do użytkowania. Innym zastosowaniem dronów mogą być badania



Rys. 1. Wybrane strefy powietrzne, aktywne w dniu 1 czerwca 2019 r. w planie wykorzystania przestrzeni powietrznej (ang. AUP) – źródło: [15]

termowizyjne istniejących obiektów budowlanych [6] oraz bieżące kontrole stanu technicznego obiektów [7], [8]. Należy również dodać, że ujęcia z powietrza są bardzo chętnie wykorzystywane przez deweloperów do zaprezentowania postępów w realizacji swoich inwestycji z nietypowej perspektywy.

Rosnące zainteresowanie wykorzystaniem BSP na potrzeby budowlane sprawia, że bardzo ważne staje się szczegółowe zapoznanie z obowiązującymi przepisami prawnymi, które regulują kwestie formalne użytkowania dronów. Ponadto poprawne operowanie dronem wymaga od operatora znajomości jego konstrukcji, umiejętności prawidłowej obsługi oraz znajomości zasad użytkowania. Obowiązujące obecnie regulacje prawne [9], [10] wymagają, aby każdy operator bezzałogowego statku powietrznego wykorzystywanego w celach innych niż rekreacyjne i sportowe posiadał aktualne: świadectwo kwalifikacji personelu lotniczego wraz z odpowiednim rodzajem uprawnień, ubezpieczenie od odpowiedzialności cywilnej (OC) oraz badania lotniczo-lekarskie. Pewne odstępstwa od powyższej reguły wprowadziła na początku 2019 roku nowelizacja ustawy [9], która dopuszcza nieposiadanie aktualnych badań lotniczo-lekarskich w przypadku operatorów statków powietrznych, które spełniają dodatkowe wymagania wagowe. Wspomiane przepisy wymagają również, aby każdy bezzałogowy statek powietrzny będący w użyciu był odpowiednio oznakowany oraz posiadał na wyposażeniu system Failsafe, umożliwiającą np. automatyczny powrót drona do miejsca startu w sytuacji utraty zasięgu pomiędzy operatorem i urządzeniem [9].

Operator BSP w trakcie wykonywania czynności lotniczych jest zobligowany do zapewnienia prawidłowego i bezpiecznego przebiegu operacji (lotu), a także do przestrzegania zasad obowiązujących w przestrzeni powietrznej, w skład której wchodzi kilkanaście różnych stref powietrznych [11] – rys. 1. Bardzo często wykonanie lotu w danej strefie powietrznej lub nad grupą obiektów określonych w przepisach [12], [13], [14] wiąże się z koniecznością uprzedniego uzyskania odpowiedniego zezwolenia.

Studium przypadków

W artykule poddano analizie możliwość wykorzystania bezzałogowego statku powietrznego jako narzędzia wspomagającego kontrolę obiektów budowlanych, takich jak: obiekty mostowe, kominy, budynki kubaturowe, a także doświadczenia własne autora, jakie wynikają z zastosowania tej technologii. We wszystkich przypadkach w trakcie kontroli obiektu wykorzystano bezzałogowy statek powietrzny firmy DJI model Phantom 4 PRO V2.0 przedstawiony na fot. 1. W dronie tym zastosowano kamerę charakteryzującą się rozdzielczością 20 Mpix w przypad-

ku zdjęć oraz rozdzielczością 4K w przypadku nagrań wideo. Wybrane przykłady wykorzystania BSP zostały przedstawione w dalszej części artykułu.

Budynek jednorodzinny

Jednym z obiektów poddanych kontroli był budynek jednorodzinny. Zastosowanie platformy latającej umożliwiło szybkie opracowanie dokładnej dokumentacji fotograficznej oraz filmowej dachu obiektu, który został uszkodzony wskutek silnego wiatru. W wyniku przeprowadzonej kontroli zidentyfikowano ubytki oraz uszkodzenia w pokryciu dachowym – fot. 2. Zgromadzony materiał zdjęciowy pozwolił na dokonanie oceny zaistniałych zniszczeń bez fizycznego wejścia osób na dach budynku.

Obiekt przemysłowy

Inspekcje dachów mogą dotyczyć również obiektów przemysłowych, np. ulokowanych na terenie oczyszczalni ścieków – fot. 3. Warto pamiętać, że teren taki jak oczyszczalnia ścieków zaliczany jest do obszarów szczególnie chronionych [14], nad którymi loty BSP mogą odbywać „jedynie za zgodą lub na potrzeby zarządzającego danym terenem, obiektem, obszarem lub urządzeniem” [9].

Obiekt mostowy

Kolejnym rodzajem obiektu budowlanego, do filmowania którego wykorzystano BSP, był obiekt mostowy. W tym przypadku celem zastosowania drona w trakcie kontroli było opracowanie dokumentacji zdjęciowej z niewielkiej odległości kluczowych elementów konstrukcji mostu, do których dostęp był znacznie ograniczony. Przykładem takich elementów były łóżyiska ulokowane na podporach znajdujących się w rzece (fot. 4.) oraz przęsła obiektu (fot. 5.). Dokumentacja zdjęciowa tych samych elementów, wykonana zwykłym aparatem fotograficznym z brzegu rzeki, nie obejmowałaby w pełni wszystkich elementów, m.in. ze względu na efekt wzajemnego przysłaniania się poszczególnych elementów oraz kąt wykonania zdjęcia. W konsekwencji mogłoby to doprowadzić do niezamierzonego pominięcia kluczowych dla bezpieczeństwa obiektu uszkodzeń.

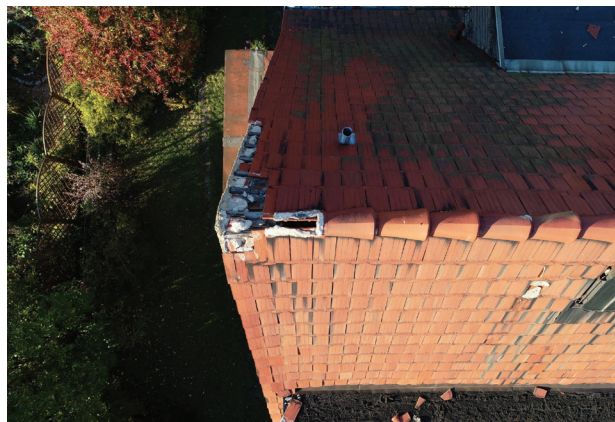
Korzyści i ograniczenia

W wyniku przeprowadzonej analizy przedstawionych w artykule przykładów wykorzystania BSP w trakcie kontroli obiektów budowlanych, doświadczeń własnych autora i innych badaczy w tym zakresie [3], [4], [5], [7] możliwe stało się wskazanie najważniejszych korzyści i ograniczeń wynikających z zastosowania tej technologii – tab. 1.

Przeprowadzona analiza pozwoliła na identyfikację kluczowych dla prawidłowego przebiegu operacji czynników, na które należy zwrócić szczególną uwagę, wykorzystując BSP. Przykładowymi czynnikami są:



Fot. 1. Wykorzystany w badaniach bezzałogowy statek powietrzny – DJI Phantom 4 PRO V2.0 [archiwum autora]



Fot. 2. Zidentyfikowane ubytki w pokryciu dachowym budynku jednorodzinnego



Fot. 3. Widok na dach obiektu WKF na terenie oczyszczalni ścieków

Kształt obiektu – ograniczenia i zagrożenia wynikające z kształtu obiektu, np. wystające elementy.

Przeszkody terenowe – przeszkody w postaci: drzew, linii napowietrznych, sąsiednich obiektów itp., które mogą powodować niebezpieczeństwo uderzenia przez BSP.

Zakłócenia – niektóre obiekty (np. nadajniki telekomunikacyjne) mogą powodować zakłócenia na linii operator – dron, które w skrajnym przypadku mogą doprowadzić do sytuacji niebezpiecznej.

Warunki atmosferyczne – m.in.: prędkość wiatru, opady atmosferyczne oraz promieniowanie słoneczne, które może negatywnie wpływać na działanie aparatury pokłado-



Fot. 4. Widok na łożyska analizowanego obiektu mostowego, ulokowane na podporach znajdujących się w rzece



Fot. 5. Widok na fragment prześła analizowanego obiektu mostowego

fol. Archiwum autora

wej BSP (w szczególności na system nawigacji satelitarnej).

Ograniczenia lokalne – m.in. wynikające z przepisów oraz stref powietrznych, powodujące ograniczenia w wykonywaniu operacji lotniczych.

Osoby postronne – niebezpieczeństwa wynikające z nieprzewidywalnego zachowania osób trzecich.

Zwierzęta – niebezpieczeństwo „zaatakowania” drona, np. ze strony ptaków.

Podsumowanie

Przeprowadzona w artykule analiza wykazała, że bezzałogowy statek powietrzny wyposażony w odpowiednią kamerę może stanowić bardzo dobre narzędzie wspomagające kontrole obiektów budowlanych. Uzyskany przy jego pomocy materiał charakteryzuje się wysoką szczegółowością, która umożliwia ocenę stanu technicznego konstrukcji i identyfikację ewentualnych uszkodzeń. Dodatkowo wykorzystanie BSP w wielu przypadkach eliminuje konieczność dotarcia do miejsc trudno dostępnych (np. na wysokości lub nad wodą) osób wykonujących inspekcje, co przyczynia się do ograniczenia ryzyka wystąpienia zagrożeń. Należy jednak pamiętać, że obsługa BSP może zostać powierzona jedynie osobie posiadającej odpowiednie kwalifikacje i umiejętności.

Tab. 1 Zalety i ograniczenia wynikające z zastosowania bezzałogowego statku powietrznego na potrzeby kontroli obiektu budowlanego

Zalety	Ograniczenia
Szybkie zgromadzenie szczegółowego materiału zdjęciowego oraz filmowego analizowanego obiektu,	Konieczność posiadania przez operatora: aktualnego świadectwa kwalifikacji, ubezpieczenia OC oraz badań lotniczo-lekarskich,
Możliwość dotarcia do części obiektu usytuowanych w miejscach niedostępnych z ziemi (m.in. na wysokości lub nad wodą),	Wpływ warunków atmosferycznych na prawidłowy przebieg operacji,
Ograniczenie ryzyka operacji osób wykonujących inspekcję – m.in. eliminacja pracy na wysokości,	Konieczność dostosowania się do ograniczeń przestrzeni powietrznej,
Niższe koszty opracowania dokumentacji zdjęciowej w porównaniu do kosztów wynajmu osób z uprawnieniami alpinistycznymi lub tądzi.	Konieczność uzyskania zgody na wykonanie operacji lotniczej – w niektórych przypadkach.

Literatura

- [1] Ustawa z dnia 7 lipca 1994 r. – Prawo budowlane (Dz.U. 1994 nr 89 poz. 414, z późn. zm.).
- [2] Noszczyk P., Zastosowania dronów w działaniach PSP, W Akcji, nr 6, 2018, s. 42-48.
- [3] Karaca Y., Cicek M., Tatli O., Sahin A., Pasli S., Beser M. F., Tured S., The potential use of unmanned aircraft systems (drones) in mountainsearch and rescue operations, The American Journal of Emergency Medicine, Vol. 36, Issue 4, 2018, s. 583-588, DOI: 10.1016/j.ajem.2017.09.025.
- [4] Baryła A., Zagadnienie możliwości wykorzystania dronów w budownictwie, Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych, nr 1, 2017, s. 24-35.
- [5] Drozd W., Koziol P., Zima K., CYFRYZACJA w budownictwie i architekturze, Wydawnictwo Naukowe PWN SA, Warszawa, 2019.
- [6] Noszczyk P., Nowak H., Zastosowanie dronów do termowizyjnych badań obiektów budowlanych, Materiały Budowlane, nr 11, 2017, s. 27-28, DOI: 10.15199/33.2017.11.11.
- [7] Kaleta D., Macheta D., Reizer E., Rajchel M., Możliwości stosowania dronów do inspekcji mostów, Archiwum Instytutu Inżynierii Lądowej, nr 24, 2017, s. 141-149, DOI: 10.21008/i.1897-4007.2017.24.10.
- [8] Nowobilski T., Sawicki M., Szóstak M., Drony w ocenie stanu rusztowań, Builder, nr 1 (270) 2020, s. 40-41, DOI: 10.5604/01.3001.0013.6481.
- [9] Obwieszczenie Ministra Infrastruktury z dnia 3 lipca 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu rozporządzenia Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie wyłączenia zastosowania niektórych przepisów ustawy – Prawo lotnicze do niektórych rodzajów statków powietrznych oraz określenia warunków i wymagań dotyczących używania tych statków (Dz.U. 2019 poz. 1497).
- [10] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 19 lipca 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo lotnicze (Dz.U. 2019 poz. 1580).
- [11] Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 27 grudnia 2018 r. w sprawie struktury polskiej przestrzeni powietrznej oraz szczegółowych warunków i sposobu korzystania z tej przestrzeni (Dz.U. 2019 poz. 619).
- [12] Obwieszczenie Marszałka Sejmu Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 4 kwietnia 2019 r. w sprawie ogłoszenia jednolitego tekstu ustawy – Prawo geodezyjne i kartograficzne (Dz.U. 2019 poz. 725).

- [13] Ustawa z dnia 29 listopada 2000 r. – Prawo atomowe (Dz.U. 2001 nr 3 poz. 18, z późn. zm.).
- [14] Ustawa z dnia 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia (Dz.U. 1997 nr 114 poz. 740, z późn. zm.).
- [15] <https://airspace.pansa.pl/map> [dostęp online: 1.06.2019].

DOI: 10.5604/01.3001.0013.7500

PRAWIDŁOWY SPOSÓB CYTOWANIA
Nowobilski Tomasz, 2020, Bezzałogowe statki powietrzne w kontroli obiektów budowlanych, „Builder” 02 (271). DOI: 10.5604/01.3001.0013.7500

Streszczenie: Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) coraz częściej znajdują zastosowanie w branży budowlanej. Wynika to m.in. z możliwości, jakie daje ta technologia (np. dotarcie do miejsc trudno dostępnych) oraz korzyści, jakie przynosi jej zastosowanie. W artykule przedstawiono najważniejsze uwarunkowania prawidłowej eksploatacji BSP wraz z obowiązującymi regulacjami prawnymi. W dalszej części artykułu przedstawiono wybrane przypadki wykorzystania BSP na potrzeby kontroli obiektów budowlanych oraz wskazano korzyści i ograniczenia wynikające z zastosowania tej technologii.

Słowa kluczowe: bezzałogowy statek powietrzny, BSP, dron, kontrola obiektu budowlanego

Abstract: APPLICATION OF UNMANNED AERIAL VEHICLES FOR THE CONTROL OF BUILDING OBJECTS

Unmanned aerial vehicles (UAV) are increasingly being used in the construction industry. This is due to, among others of the possibilities offered by this technology (e.g. reaching hard to reach places) and the benefits of its use. The article presents the most important conditions for the proper exploitation of UAV, along with applicable legal regulations. The remainder of the article presents selected cases of using BSP for the purposes of building control and indicates the benefits and limitations resulting from the use of this technology.

Keywords: unmanned aerial vehicle, UAV, drone, building control