

ZAGADNIENIE MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA DRONÓW W BUDOWNICTWIE

Adam BARYŁKA

1. WPROWADZENIE

Dron to bezzałogowy statek latający (z ang. Unmanned Aerial Vehicle - UAV), którego pilot – operator (UAVO) steruje z ziemi lub jego lot został wcześniej zaprogramowany i przez co rejs jest autonomiczny. Drony mogą dokonywać lotów:

- w zasięgu wzroku (VLOS) i
- poza zasięgiem wzroku (BVLOS).

Zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej **loty modeli latających lub bezzałogowych statków powietrznych (BSP) w warunkach VLOS wykonuje się z zapewnieniem ciągłej i pełnej kontroli lotu**, w szczególności przez zdalne sterowanie przy użyciu fal radiowych.

Drony, z uwagi na ich możliwości, wyposażone w kamery w tym również kamery termowizyjne, umożliwiają fotografowanie (i filmowanie) różnych obiektów (w tym obiektów budowlanych), szczególnie:

- w miejscach trudno dostępnych czy
- z perspektywy, której uzyskanie w normalnych warunkach byłoby niemożliwe.

W tego powodu drony stają się bardzo atrakcyjnymi narzędziami monitorującymi, które mogą być wykorzystywane w różnych dziedzinach gospodarki narodowej, takich jak: przemysł, rolnictwo, budownictwo, transport, inżynieria, handel itp.

Dzięki możliwości przesłania obrazu wideo w czasie rzeczywistym stanowi idealne narzędzie do monitorowania np. imprez masowych, patrolowania granic, lasów, jezior, wydzierżawionych, dróg i autostrad, koordynacji i wsparcia akcji ratunkowych czy też dokumentowania strat po klęskach żywiołowych. Jak wynika z pracy L. Cwojdzińskiego i G. Brychczyńskiego (2014) [6] drony sprawdzają się także znakomicie w roli platform fotogrametrycznych do badania składu atmosfery, stanu upraw, rurociągow lub linii energetycznych. Ponieważ są w stanie wykonywać prace lotnicze w miejscach niedostępnych czy niebezpiecznych, stoją w niektórych przypadkach wyżej niż tradycyjne, załogowe statki powietrzne. Jak wynika z pracy T. Zielińskiego (2014) [12] ich niewątpliwą zaletą jest większa elastyczność użycia. Dzięki swoim niewielkim rozmiarom i właściwościom aerodynamicznym są dużo bardziej manewrowe niż powietrzne statki załogowe. W porównaniu z satelitami mogą być stosowane do obserwacji w dowolnym momencie dzięki możliwości przesłania danych w czasie rzeczywistym.

Uwzględniając powyższe informacje, od kilku lat dron jest wykorzystywany w celu potrzeb wspomagania działalności kontrolnej Centrum Rzeczoznawstwa Budowlanego [3, 4]. Pozytywne doświadczenia w zakresie wykorzystania dronów w budownictwie oraz stworzenie prawnych możliwości ich stosowania w Polsce, są przesłankami przedstawienia niniejszego referatu.



Fot. 1 – Dron z zainstalowaną kamerą (zdjęcie Internet)

2. MOŻLIWOŚĆ ZASTOSOWANIA DRONYW W PROCESIE BUDOWLANYM

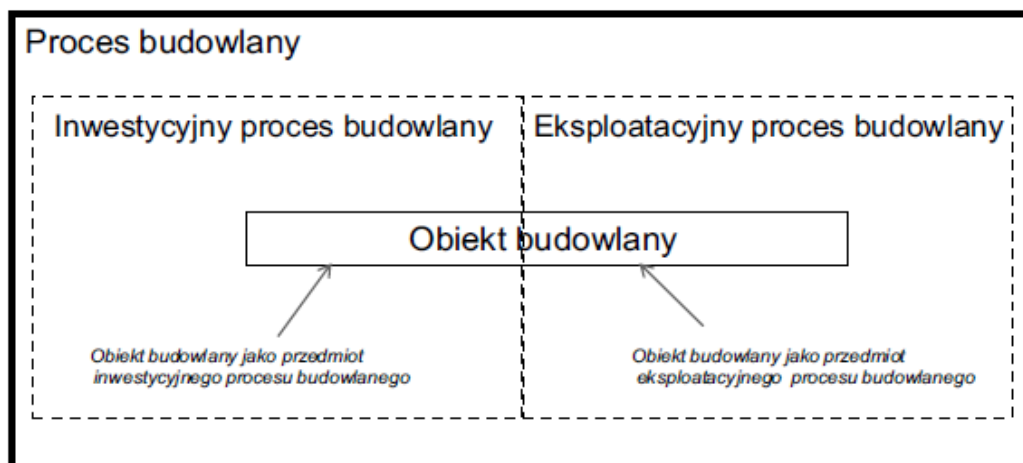
2.1. Pojęcie procesu budowlanego

Ustawa - *Prawo budowlane*, jak i inne ustawy z obszaru budownictwa nie definiują pojęcia „proces budowlany”, mimo to w języku prawniczym pod tym pojęciem rozumie się szereg powinności związanych z budową, eksploatacją (tzn. użytkowaniem i utrzymaniem) oraz rozbiórką obiektów budowlanych. W tak rozumianym procesie budowlanym można wyróżnić proces budowlany (rys. 1):

- inwestycyjny oraz
- eksploatacyjny.

Proces budowlany jest ciągiem powiązanych decyzji i ze względu na swoją specyfikę i charakter jest bardzo złożony. Jego struktura i zakres są podporządkowane przepisom prawa stanowionym przez państwo za pomocą aktów prawa (ustaw, rozporządzeń), a także wymogom lokalnych organów samorządowych, zawartych w przepisach prawa miejscowego w celu zabezpieczenia praw i interesów zarówno indywidualnych, jak i społecznych. Szczególną rolę w zakresie kształtowania procesu budowlanego mają przepisy ustawy - *Prawo budowlane* normujące:

- działania obejmujące **sprawy projektowania, budowy, utrzymania i rozbiórki** obiektów budowlanych oraz
- zasady działania organów administracji publicznej w tych dziedzinach.



Rys. 1 – Poglądowy schemat procesu budowlanego [7].

Drony mogą być wykorzystywane na wszystkich etapach procesu budowlanego (zarówno inwestycyjnego, jak i eksploatacyjnego), w zależności od potrzeb, praktycznie przez wszystkie podmioty uczestniczące w tym procesie, a także organy administracji publicznej właściwe w sprawach budownictwa (szczególnie organy nadzoru budowlanego) oraz właściwe w sprawach planowania i zagospodarowania przestrzennego (szczególnie organy gmin) [1- 4].

Nowe narzędzia w postaci dronów mogą znaleźć zastosowanie w budownictwie na etapach:

- **Przygotowania obiektów budowlanych do realizacji obejmującego, między innymi:**
 - rozpoznanie realnych warunków planowanej lokalizacji obiektu budowlanego (obejmującej inwentaryzację istniejącego zagospodarowania oraz zieleni na tym terenie) uzupełniających dokumentację geodezyjną;
 - opracowanie ortofotomozaiki do celów projektowych;
 - opracowanie mapy terenu pierwotnego;
 - sporządzenie projektu budowlanego;
- **Realizacji obiektów budowlanych obejmującej, między innymi:**
 - ciągłościową kontrolę budowy w zakresie stanu zaawansowania robót budowlanych;
 - kontrolę robót zanikających;
 - inwentaryzację placu budowy;
 - inwentaryzację stanu robót budowlanych w przypadku wystąpienia katastrofy budowlanej podczas realizacji obiektu budowlanego;

- dokumentowanie postępów budowy - możliwość ukazania przedmiotu inwestycji - budowli, obiektów inżynierskich z tej samej wysokości, w tym samym miejscu, z tego samego punktu w określonych odstępach (np. co tydzień, miesiąc);
- monitoring inwestycji drogowych i kolejowych;
- inwentaryzacja stanu nawierzchni dróg;
- wizualizacje 3D pasa drogowego i otoczenia;
- monitorowanie robót ziemnych (obliczenia kubaturowe);
- inwentaryzacja powypadkowa terenu inwestycji.

• **Eksploracja obiektów budowlanych obejmującej, między innymi:**

- zewnętrzne przeglądy techniczne obiektów;
- okresowe kontrole obiektów;
- inwentaryzacja obiektów budowlanych;
- zapis rozbiórki obiektów budowlanych wykonywanych z użyciem materiałów wybuchowych;
- inwentaryzacja stanu zniszczenia obiektów budowlanych po zaistnieniu
- katastrofy budowlanej w czasie ich eksploatacji.

Ponadto drony mogą być wykorzystywane, między innymi w przypadkach:

- wizualizacji terenów zainwestowanych (np. osiedla, zakładu przemysłowego, terenu rekreacyjnego, zespołu zabytkowego, itp.);
- monitoringu obiektów miejskich w przypadku imprez masowych;
- kontroli obiektów użytku publicznego;
- kontroli dróg i drogowych obiektów inżynierskich w sytuacji występowania problemów z bezpieczeństwem ruchu pojazdów samochodowych;
- monitorowania stanu powodzi na określonym terenie;
- kontrolowania nielegalnej działalności inwestycyjnej na określonym terenie, tzn. dokonujących się i dokonanych samowoli budowlanych (np. Urząd Morski w Słupsku planuje wykorzystanie drona do monitorowania stanu linii brzegowej Polski, plaży oraz nowych inwestycji budowlanych blisko brzegu w okolicach Jeby, Ustki oraz Rowy);
- monitorowanie i ochrona lasów oraz monitorowanie pożarów lasów;
- prezentacji wizualnej nieruchomości oferowanych do sprzedaży (w zakresie jej położenia, okolicznej roślinności, zabudowy i dróg dojazdowych);
- prezentacji wizualnej rozwiązań projektowych zgłaszanych do wyboru w trybie zamówień publicznych;
- monitorowania z powietrza różnych obiektów budowlanych, takich jak: linie wysokiego napięcia, rurociągi, turbiny wiatrowe, panele słoneczne, trakcje kolejowe.

Do interesujących projektów wykorzystania dronów można zaliczyć:

- Monitorowanie sieci kanalizacyjnej w Barcelonie w zakresie pomiarów jakości powietrza oraz wody w rozbudowanej sieci kanałów pod miastem, której łączna długość – fot. 8. (<http://www.swiatdronow.pl/drony-do-inspekcji-kanalizacji-za-2-lata-w-barcelonie>);
- Szybkie określenie zakresu i intensywności zanieczyszczenia terenu materiałami radioaktywnymi;
- Analizy gazów wydobywających się z kominów budynków pod kątem spalania w domowych piecach niebezpiecznych dla środowiska substancji.

Drony w budownictwie mogą być wykorzystane, w szczególności, do wspomagania okresowych kontroli obiektów budowlanych, do których może być utrudniony dostęp w związku z:

- dużą wysokością obiektu (np. budynki wysokościowe, wieże, maszty,
- kominów, elektrownie wiatrowe, linie wysokiego napięcia, itp.),
- koniecznością kontroli stanu technicznego części zewnętrznych
- obiektów budowlanych (np. powierzchni zewnętrznych przegród
- budowlanych oraz dachów), między innymi takich jak: budynki wysokie i wysokościowe;
- koniecznością kontroli stanu technicznego urządzeń, w tym antenowych

- konstrukcji wsporczych i instalacji radiokomunikacyjnych zainstalowanych na obiektach budowlanych;
- dużej powierzchni dachów obiektów wielkopowierzchniowych oraz systemów odprowadzania wody z tych dachów;
- konieczności budowy specjalnych rusztowań umożliwiających dostęp do obiektu, np. mosty, wiadukty, estakady, itp.,
- rozległości obiektu budowlanego (obiekty liniowe, takie jak: wały
- przeciwprądowe, drogi, itp.).
- Jak wynika z pracy Marii Szruby (2017) [12] skala możliwości związanych z użyciem drona sprawia, że może on stanowić niezwykle pomocne narzędzie szczególnie w branży budowlanej:
- Wśród jego potencjalnych zastosowań w tym sektorze można wymienić np. audyt inwestycji. Przy użyciu bezzałogowego systemu powietrznego można uzyskać widok z góry elementów trudno dostępnych, takich jak np. dach, bez konieczności montowania rusztowań czy wykorzystania drabin.
- W tym wypadku użycie drona wpłynie na wzrost bezpieczeństwa na budowie oraz oszczędność czasu i pieniędzy.
- W ekspertyzach budowlanych drony mogą znaleźć zastosowanie do przeprowadzania badań obszarów niebezpiecznych, groźnych zawałeniami. Niezwykle przydatne będzie ich zastosowanie do monitorowania procesu budowy. Umożliwi podgląd na żywo działań podejmowanych na budowie, w tym na bieżąco śledzić pracę maszyn, przyczyni się do optymalizacji pracy i podnoszenia bezpieczeństwa.
- Dzięki zastosowaniu dronów łatwiejsze stanie się również zarządzanie inwestycjami czy prace konserwacyjne, zwłaszcza obiektów o dużej wysokości, takich jak mosty, wieże, dachy budynków. Ułatwi znacznie również monitorowanie i nadzór nad obiektami, np. mostami czy sieciami trakcyjnymi.

3. KORZYŚCI ZWIĄZANE ZE STOSOWANIEM DRONÓW W BUDOWNICTWIE

Tradycyjnie dokonywane kontrole części zewnętrznych obiektów budowlanych, takich jak: dachy, systemy odwodnienia oraz zewnętrzne powierzchnie przegrody budowlanych - szczególnie w przypadku obiektów wielkopowierzchniowych i obiektów wysokich są:

- **niebezpieczne** w związku z koniecznością wykonywania większych prac na otwartej przestrzeni oraz wysokości czyli w trudno dostępnych i bardzo często niebezpiecznych dla człowieka miejscach np. dachy budynków, kominy i mosty;
- **kosztowne** w związku z koniecznością budowy rusztowań lub wyroczniczek i konieczności dostarczenia ostatecznego dostępu do kontrolowanego obiektu budowlanego;
- **czasochłonne** w związku z koniecznością poprzedzenia tych prac dokonaniem nawet kilkutygodniowych ustaleń, zdobywania odpowiednich pozwoleń na ich realizację, powiadomienia właściwych organów o fakcie ich przeprowadzania, a także odpowiedniego zabezpieczenia budynku i terenu wokół niego poprzez utworzenie strefy ochronnej;

- **niebezpieczne dla użytkowników obiektu budowlanego.**

Zastosowanie dronów, z uwagi na ich wysoką mobilność, pozwala na:

- Szybkie pozyskanie materiału fotograficznego i filmowego wysokiej jakości;
- Relatywnie niski koszt w stosunku do kosztu najmu samolotu lub śmigłowca;
- Możliwość rejestracji zdjęć i filmów w miejscach niebezpiecznych i trudno dostępnych;
- Możliwość lotu na małej wysokości, poniżej podstawy chmur;
- Skrócenie czasu przeprowadzania kontroli oraz eliminowanie konieczności uzyskiwania stosownych uprawnień, długotrwałego przygotowywania czy wstrzymywania ruchu drogowego wokół obiektów;
- Dokumentowanie (na podstawie filmu i zdjęć) stanu technicznego elementów obiektu budowlanego narażonych na oddziaływanie czynników atmosferycznych (np. w przypadku dachu obiektu jego najbardziej narażonych na zniszczenie elementów, m.in.: dachówek, iściec

poszczególnych części pokrycia, pości z wystającymi fragmentami, obrybek przy kominach, nieogoiaryw czy uszczelniec dekarских). Na podstawie wykonanych zdjęć i filmów można uzyskać duże zbliżenia, umożliwiające dokumentowanie szczegółów stanu technicznego obiektu;

- Zlokalizowanie nawet drobnych uszkodzeń rynien i rur spustowych, które mogą przyczyniać się do nieprawidłowego funkcjonowania całego systemu odprowadzania wody;

- Sprawdzenie, czy w niewłaściwych miejscach obiektu budowlanego nie nagromadzi się zanieczyszczenia ograniczające przepustowość oraz czy nie doszło do usterek na łączeniach poszczególnych elementów systemu, które mogą spowodować ich przeciekanie;

- Monitorowanie wielkoobszarowych gospodarstw rolnych;

- Monitorowanie zmian pokrycia terenu;

- Lokalizację drenaży;

- Monitorowanie dzikich wysypisk śmieci, dzikich wyrobisk, itp.;

- Kontrole i monitoring konstrukcji wspornych i sieci wysokiego napięcia z użyciem kamer termowizyjnych.

Poniżej podano kilka przykładów sytuacji, kiedy użycie drona jest najlepszym i zarazem najtańszym rozwiązaniem. Można do nich zaliczyć:

- możliwość obserwacji terenu oraz jego rejestrowanie przez długi okres, z dużej odległości;

- inwentaryzację dużych powierzchni wewnątrz i zewnątrz takich jak hale, magazyny, silosy;

- sprawdzanie stanu technicznego miejsc trudno dostępnych, dachy, kominy, otwarte przestrzenie;

- kontrola oraz monitoring terenów zielonych;

- uzyskanie niezbędnych informacji o stanie technicznym obiektów budowlanych w związku z opracowywaniem ekspertyz budowlanych.

Przykłady innych zastosowań dronów:

- Zastosowania dla celów wojskowych;

- Pomoc w ustaleniu skądowania przedmiotów skradzionych (sprzęt rolniczy, samochody osobowe, samochody ciężarowe, sprzęt budowlany itp.);

- Wykonywanie dokumentacji fotograficznej i wideo zniszczonych pól rolnych, w przypadku konieczności wyjaśnienia kwestii spornych z firmami ubezpieczeniowymi;

- Monitoring pracowników na parkingach, działających na szkodę pracodawcy (firmy przewozowe, paliwowe) i wiele innych;

- Użycie wysokiej jakości kamer i aparatów fotograficznych zamontowanych na dronie jest najlepszym a nie jednokrotnie jedynym sposobem aby zdobyć materiały dowodowe - w miejscach, w których dostęp jest utrudniony i wymaga użycia specjalistycznego sprzętu (drugi, podnośniki, sprzęt alpinistyczny) lub całkowicie niemożliwy;

- Jako materiały dokumentujące stan nieruchomości (obiektów lub ich części) oferowanych do sprzedaży;

- Zastosowanie zdjęć i filmów wykorzystywanych w celach reklamowych.

Wykorzystanie dronów do pomiarów termowizyjnych.

Drony z zainstalowanymi kamerami termowizyjnymi umożliwiają wykonanie pomiarów termowizyjnych:

- w ramach kontroli farm fotowoltaicznych, zainstalowanych kolektorów sionecznych;

- dla oceny jakości wykonanych prac termomodernizacyjnych w budynku,

- wykrycia występowania:

- miejscowych nieszczelności (wynikających z niedokładności wykonania lub rozszczelnienia obiektu (spowodowanego wiekiem obiektu) lub

- zawilgoceć

w miejscach, do których dostęp jest bardzo utrudniony lub niemożliwy ze względu na duże wysokości i niedostępność do poszczególnych elementów obiektu budowlanego.

Pomiary termowizyjne umożliwiają uzyskanie dokładnych informacji o temperaturze w poszczególnych miejscach badanego obiektu, takich jak np.: na styku okna z murem, oraz o rozkładzie

temperatury na określonej powierzchni. Widoczne na obrazach w podczerwieni ewentualne ryńice temperatur mogŃ zobrazowaŃ tzw. mostki termiczne, czyli miejsca o zwiŃkszym przenikaniu ciepia z wnŃtra obiektu budowlanego, miejscowŃ nieuszczelnoŃ lub zawilgocenie. WiŃciwie wykorzystywane kamery termowizyjne pozwalajŃ na szybkiŃ i pewniŃ kontrolŃ iloŃci traconego ciepia w budynku na skutek nieuszczelnoŃci i usterek. Metoda ta nie tylko jest najdokladniejsza, ale i bardzo ekonomiczna. Regularnie prowadzone kontrole pozwalajŃ na oszczŃdnoŃci znacznych Ńrodkow oraz odpowiednio wczesnŃ likwidacjk wystŃpujŃcych usterek.

Zastosowanie drona do kontroli waiyw przeciwpowodziowych

OŃrodek Technicznej Kontroli Zapyr Instytutu Meteorologii i Gospodarki i Wodnej zakupi bezzaiogowy system pomiarowy z przeznaczeniem do kontroli waiyw przeciwpowodziowych (fot. 1), ktory:

- Skiaa sisk z wielowirnikowca ZAWISAK wyposaŃonego w: zestaw sensoryw, skaner laserowy Yellowscan, aparat cyfrowy i kamerk video.

- WyposaŃony zostai w system GNSS z moŃliwoŃciŃ uwzglŃdniania poprawek z sieci ASG-EUPOS oraz system kontroli i przekazu wizji w czasie rzeczywistym. Zestaw zostai praktycznie przetestowany (dane pozyskano skanerem oraz aparatem dla odcinka waiu przeciwpowodziowego), a wyniki przyb ocenione zostaiy pozytywnie przez Wydziai Geodezji i Kartografii Politechniki Warszawskiej.

- System w wyniku wygranego przetargu dostarczyia firma MSP. Ma on siuŃyŃ m.in. pozyskiwaniu danych z lotniczego skaningu laserowego w celu wygenerowania dokumentacji 3D waiyw przeciwpowodziowych, tworzeniu numerycznych modeli wysokoŃciowych i ortofotomapy.

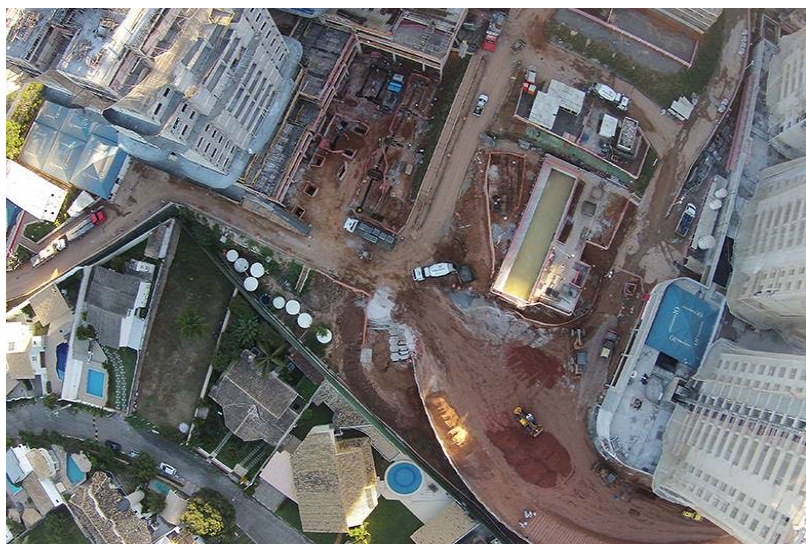


Fot. 2 – Dron „Zawisak” wykorzystywany przez OŃrodek Technicznej Kontroli Zapyr Instytutu Meteorologii i Gospodarki i Wodnej do kontroli waiyw przeciwpowodziowych [15].

4. PRZYKJADY ZASTOSOWANIA DRONYW W BUDOWNICTWIE

Dla ilustracji zastosowania dronyw w budownictwie przedstawiono nw. przykiady wykorzystujŃce Ńrydia Internetowe:

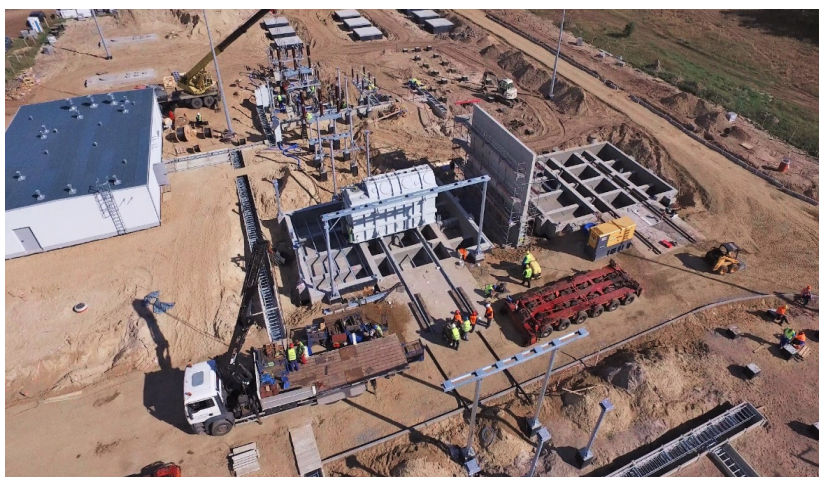
- Monitorowanie procesu budowy - Fot. 3-5;
- Monitorowanie linii wysokiego napiŃcia – Fot. 5;
- Monitorowanie sieci trakcyjnej – Fot 6;
- Monitorowanie linii kolejowej – Fot. 7;
- Projekt monitorowania sieci kanaiyw w Barcelonie – Fot. 8.



Fot. 3 – Monitorowanie procesu budowy
(Źródło: <http://www.equipmentworld.com/drones>).



Fot. 4 – Monitorowanie terenu budowy
(Źródło: <http://www.dronexvision.pl/uslugi-oferta/fotografowanie-filmowanie-z-powietrza/zdjecia-filmy-z-drona/architektura-budownictwo-zdjecia-nieruchomosci>).



Fot. 5 – Monitorowanie terenu budowy
(Źródło: <http://dronelogic.pl>).



Fot. 6 – Monitorowanie linii wysokiego napięcia
(urydio: www.swiatdronow.pl/zastosowania-dronow/monitoring/page/2).



Fot. 7 – Monitorowanie sieci trakcyjnej (urydio: http://www.inzynierbudownictwa.pl/technika,narzedzia_i_maszyny,artykul,zastosowanie_termowizji_z_wykorzystaniem_dronow_w_budownictwie).



Fot. 8 – Monitorowanie linii kolejowej
(urydio: <http://www.swiatdronow.pl/zastosowania-dronow/monitoring>).



Fot. 9 – Projekt monitorowania sieci kanaiyw w Barcelonie
(urydio: <http://www.greentechbarcelona.com/es/proyectos-destacados/proyecto/43>).



Fot. 10 – Kontrola turbiny wiatrowej
(urydio: <http://skyinn.pl/obszary-zastosowan/>).



Fot. 11 – Kontrola stanu technicznego komina w zakładzie przemysłowym
(urydio: <http://udrzapodniku.cz/hlavni-menu/artikuly/artikul/article/bezpilotni-letadla-pri-sprave-budov-a-prumyslovych-arealu/>).

5. ZAGADNIENIE UPRAWNIENIEC DO STEROWANIA DRONEM

Bezpieczne wykorzystanie dronów jest podstawowym warunkiem ich funkcjonowania w przestrzeni powietrznej. Z tego powodu wykonywanie lotów komercyjnych związanych z monitoringiem, pomiarami, fotografowaniem, wideofilmowaniem z powietrza – w Polsce - może być prowadzone tylko przez wykwalifikowanego operatora UAVO, który:

- uzyskał państwowe świadectwo kwalifikacji (licencję UAVO wydaną przez Urząd Lotnictwa Cywilnego upoważniającą do wykonywania lotów komercyjnych) oraz
- posiada ubezpieczenie OC dla operatorów bezzałogowych statków powietrznych.

Koszt zakupu drona oraz ww. ograniczenia dotyczące ich stosowania sprawiają, że na rynku są firmy wynajmujące drony do wykonania określonych zadań (np. można skierować zapytanie na adres biuro@media-one.pl podając informacje dotyczące: miejsca gdzie miałyby odbyć się loty, wielkości obiektu stanowiącego przedmiot kontroli i terminu wykonania lotu).



Fot.12 – Monitorowanie budowy obwodnicy miasta Ostrydy – droga krajowa 16 i S7 (Generalny wykonawca firma Budimex) – Autor: SkySnap (*urydio: drony w budownictwie.pl*).

6. DZIAŁALNOŚĆ EDUKACYJNA W ZAKRESIE BEZPIECZNEGO STOSOWANIA DRONÓW

Ogromne zainteresowanie stosowaniem dronów w gospodarce sprawia, że organizowane są liczne szkolenia poświęcone uwarunkowaniom techniczno-prawnym stosowania dronów w Polsce. Warto wspomnieć o zorganizowanych w 2016 r. dwóch bardzo ważnych ww. szkoleniach:

1) 25.01.2016 r. w Ministerstwie Infrastruktury i Budownictwa odbyła się konferencja nt. **"Bezpieczne wykorzystywanie dronów w cywilnej przestrzeni powietrznej i przeciwdziałanie zagrożeniom z nimi związanym"**.

W trakcie konferencji **poruszono przede wszystkim zagadnienia dotyczące:**

- **istniejących zagrożeń** związanych z nieodpowiedzialnym wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych w cywilnej przestrzeni powietrznej, a także
- **potencjalnych sposobów przeciwdziałania tym zagrożeniom** (przedstawiono propozycje systemów zwiększających bezpieczeństwo wykorzystania dronów w przestrzeni powietrznej opracowane przez firmy dysponujące określonymi rozwiązaniami technologicznymi, umożliwiającymi m.in. nadzór nad operacjami z użyciem dronów).

W ww. konferencji wzięli udział przedstawiciele niemal wszystkich organów i instytucji administracji rządowej zainteresowanych tematyką bezzałogowych statków powietrznych oraz ich bezpiecznym wykorzystaniem. W spotkaniu uczestniczyli eksperci m.in. z Urzędu Lotnictwa Cywilnego, Polskiej Agencji Ęglugi Powietrznej, Agencji Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Dowództwa Operacyjnego Rodzajów Sił Zbrojnych, Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych, Rządowego Centrum Bezpieczeństwa, przedstawiciele Komendy Główniej Policji, Straży Granicznej, a także reprezentacja środowiska naukowego oraz firm z branży lotniczej. W konferencji wzięli również udział prezes Polskiej Agencji Ęglugi Powietrznej.

2) W dniu 11.03.2016 r. **Urząd Lotnictwa Cywilnego zorganizował Seminarium** poświęcone omówieniu zagadnień związanych z planowanymi zmianami w przepisach w obszarze lotnictwa bezzałogowego. Seminarium dedykowane było wszystkim osobom zainteresowanym problematyką wykonywania lotów UAV oraz szkoleniami, egzaminowaniem i licencjonowaniem operatorów bezzałogowych statków powietrznych. W seminarium odbywającym się w Warszawie wzięli udział kilkuset przedstawicieli firm lotniczych zajmujących się bezzałogowymi statkami powietrznymi, posiadaczy świadectw kwalifikacji operatora bezzałogowych statków powietrznych oraz osoby zainteresowane kwestiami przepisów w zakresie bezzałogowego lotnictwa. Podczas seminarium:

- Przedstawiono aktualne zasady wykonywania lotów na podstawie ustawy prawo lotnicze oraz rozporządzeń wykonawczych.
- Podkreślono, że ocena zasięgu wzroku zależy od wielu czynników – pogody, umiejętności operatora i używanego sprzętu.
- Podkreślono, że to na operatorze ciąży konieczność zapewnienia bezpieczeństwa – nie tylko w przestrzeni powietrznej, ale również bezpieczeństwa osób i mienia na ziemi.
- Zaprezentowano przykładowe filmy obrazujące kolizje samolotu żałogowego z ptakami, w celu zobrazowania jakiego może być efekt zderzenia takiego samolotu z dronem.
- Podkreślono, że nowoczesne bezzałogowe statki powietrzne mogą generować nowe zagrożenia (nawet tańsze urządzenia mogą latać wysoko i poza zasięgiem wzroku operatora).
- Przedstawiono sposoby uzyskiwania uprawnień do lotów w zasięgu wzroku (VLOS) i poza zasięgiem wzroku (BVLOS).
- Poinformowano o publikacji programów szkolenia i biuletynu na stronie internetowej ULC.

W Polsce rejestruje się dynamiczny rozwój lotnictwa bezzałogowego w celach komercyjnych. Działają tu kilkadziesiąt firm, posługujących się komercyjnie dronami, większo z nich świadczą usługi. Są to zwykle niewielkie przedsiębiorstwa, oferujące loty fotograficzne i fotogrametryczne w zasięgu wzroku operatora, jednostki badawcze i naukowe, zajmujące się projektowaniem i produkcją dronów oraz ich wyposażeniem.

Firmy usługowe najczęściej korzystają z maszyn o niewielkich rozmiarach i wadze od 3 do 15 kg. Najczęściej używane są wielowirnikowe stabilne platformy pionowego startu z udźwigniem, wystarczającym do przenoszenia profesjonalnego sprzętu.

7. PODSUMOWANIE

- Z przedstawionych informacji wynika, że drony w budownictwie mogą znaleźć szerokie zastosowanie we wszystkich etapach procesu budowlanego.
- Drony mogą być szczególnie przydatne jako narzędzia wspomagające dokonywanie kontroli obiektów budowlanych, w tym okresowych kontroli wymaganych przepisami ustawy – *Prawo budowlane*.
- Drony można traktować jako narzędzia wspomagające inżynierów bezpieczeństwa obiektów budowlanych.
- Drony mogą także przeprowadzać skanowanie laserowe, uzupełniając model BIM w informacje. W budownictwie mieszkaniowym innowacyjnym sposobem pomiarów kamerami termowizyjnymi są pomiary z wykorzystaniem dronów.
- Wyposażone w kamery termowizyjne umożliwiają identyfikację punktów utraty ciepła w budynkach. W geotechnice posłużą do badania struktury gruntu.
- Jedną z barier rozwoju nowych i powszechnych zastosowań bezzałogowych systemów powietrznych jest stosunek społeczeństwa do dronów. Kontrowersje wzbudza zwłaszcza wykorzystywanie ich do prowadzenia obserwacji. Niemniej edukacja w tym zakresie, ale także właściwe użytkowanie dronów mają szansę poprawić ich notowania. Szczególnie, że zastosowanie dronów w obszarze cywilnym, o czym wcześniej wspomniano, niesie ze sobą wiele korzyści.
- Użycie bezzałogowych statków latających w szybkim tempie poszerza swój zakres zastosowań. Z tego powodu środowiska akademickie dostrzegają wagę zastosowania dronów w różnych dziedzinach gospodarki. Jako pozytywny przykład można podać, że wychodząc naprzeciw najnowocześniejszym trendom, pracownicy AGH w Krakowie opracowali innowacyjny program

studiów podyplomowych – Zastosowania bezzałogowych statków latających (BSL) w rozwijaniu zagadnień inżynierskich. Organizatorem studiów jest Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Hrodowiska, Katedra Geodezji Inżynierskiej i Budownictwa AGH. Celem ww. studiów jest przede wszystkim zbadanie zagadnień prawnych dotyczących użycia dronów w polskiej przestrzeni powietrznej, jak i nabycie umiejętności kompleksowej obsługi BSL wraz z pozyskiwaniem i opracowaniem uzyskanych danych. Z pewnością wiedza na ten temat pozwoli absolwentom na znajdowanie coraz to nowych obszarów zastosowań dla bezzałogowych statków powietrznych nie tylko w dziedzinie budownictwa.

Bibliografia

1. A. Baryka, *O możliwości wykorzystania dronów w budownictwie*. Referat na Międzynarodowej Konferencji Naukowo-Technicznej „Ekomilitaris 2017”, Zakopane 2017.
2. A. Baryka, *Zagadnienie możliwości wykorzystania dronów w budownictwie*, Inżynieria Bezpieczeństwa Obiektów Antropogenicznych, nr 1, 2017.
3. A. Baryka, *Okresowe kontrole obiektów budowlanych w procesie ich eksploatacji*. Wyd. 2, CRB, Warszawa, 2018.
4. A. Baryka, *Poradnik rzeczoznawcy budowlanego. Cz. 1, Problemy techniczno-prawne diagnostyki obiektów budowlanych*, CRB, Warszawa, 2018.
5. A. Baryka, J. Baryka, *Eksploatacja obiektów budowlanych. Poradnik dla właścicieli i zarządców nieruchomości*. CRB, Warszawa, 2016.
6. R. Czupka, *Wykorzystanie bezpilotowych statków latających (UAV) dla potrzeb bezpieczeństwa państwa*. „Kultura Bezpieczeństwa. Nauka – praktyka – refleksje” nr 15, 2014.
7. L. Cwojdzicki, G. Brychczyński, *Bezzałogowe statki i platformy latające. Terazniejszość i przyszłość*. 05.10.2018 (online). <http://dlapilota.pl/wiadomosci/grzegorz-brychczynski/bezbalogowe-statki-i-platformy-atajace-terazniejszosc-i-przyszlosc>.
8. S. Janczura, *Dron na budowie* (online). Dostępny w Internecie: <https://bimv.pl/dron-na-budowie/> (dostęp 22 grudnia 2016).
9. M. Piuć, *Dronem w niskiej emisji?* www.kronika.beskidzka.pl.
10. W. Roszak, *Drony przydatne w budownictwie*. Materiały Budowlane nr 02, 2016.
11. D. Skorupka, *Wykorzystanie bezzałogowych systemów latających w inżynierii przedsięwzięć budowlanych*. Nowe technologie w inżynierii przedsięwzięć budowlanych. http://sipb.sggw.pl/Dokumenty/PAN%2008%2012%202014_Skorupka.pdf.
12. M. Szruba, *Przyszłość dronów w budownictwie*. Nowoczesne Budownictwo Inżynierskie. Styczeń-luty, 2017.
13. Zielicki T.: *Funkcjonowanie bezzałogowych systemów powietrznych w sferze cywilnej*. Poznań 2014.
14. Czego czy nie widzę, zobaczy dron, <http://log4-bm.pl/czego-oczy-nie-widza--zobaczy-dron,35,211.htm>
15. *Nowy dron IMGW pomoże kontrolować wiaty przeciwpowodziowe*, <http://gisplay.pl/gis/5809-imgw-ma-nowego-bezbalogowca.html>.
16. Firma Drony Sp. z o.o. oferuje usługi w oparciu o wykorzystanie Bezzałogowych Statków Powietrznych. <http://www.centrum-drony.pl/uslugi>.
17. www.greentechbarcelona.com/es/proyectos-destacados/proyecto/43.
18. www.swiatdronow.pl/zastosowania-dronow/monitoring.
19. www.inzynierbudownictwa.pl/technika,narzedzia_i_maszyzny,artykul,zastosowanie_termow_izji_z_wykorzystaniem_dronow_w_budownictwie.
20. www.swiatdronow.pl/zastosowania-dronow/monitoring/page/2.
21. www.dronexvision.pl/uslugi-oferta/fotografowanie-filmowanie-z-powietrza/zdjecia-filmy-z-drona/architektura-budownictwo-zdjecia-nieruchomosci.
22. www.equipmentworld.com/drones.
23. www.swiatdronow.pl/drony-do-inspekcji-kanalizacji-za-2-lata-w-barcelonie.
24. <http://skyinn.pl/obszary-zastosowan>.
25. <http://udrbapodniku.cz/hlavni-menu/artykuly/artykul/article/bezpilotni-letadla-pri-sprave-budov-a-prumyslovych-arealu>.
26. <http://dronelogic.pl>