

**MOŻLIWOŚCI TECHNOLOGICZNE I PRAWNE REALIZACJI
PRZEWOZÓW CARGO Z WYKORZYSTANIEM
BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH
TECHNOLOGICAL AND LEGAL POSSIBILITIES OF CARGO
TRANSPORT WITH THE USE OF UNMANNED AERIAL
VEHICLES**

Tomasz BALCERZAK

STRESZCZENIE: Wartość rynku logistyki i transportu towarów przy pomocy dronów szacuje się na 11,20 mld USD w 2022 r. i przewiduje się, że do 2027 r. osiągnie 29,06 mld USD, przy CAGR na poziomie 21,01% w okresie prognozy. Metodologia badawcza wykorzystana do oszacowania i prognozy wielkości rynku logistyki i transportu dronów, na której oparto te informacje polegała na pozyskiwaniu danych o przychodach kluczowych graczy rynkowych z takich źródeł jak strony internetowe firm, dokumenty korporacyjne, raporty roczne, prezentacje inwestorskie oraz płatne bazy danych.

Oczekuje się, że rosnące zapotrzebowanie na coraz szybsze dostawy w branży logistycznej będzie napędzać rozwój rynku logistyki i transportu towarów przez drony. Siły zbrojne wykorzystują również drony do zaopatrywania żołnierzy w sprzęt, części zamienne, żywność i amunicję na polu bitwy.

W artykule w zamienny sposób używa się nazw bezzałogowe statki powietrzne, UAV-Unmanned Aerial Vehicle oraz „drony” dla oznaczenia tej samej technologii maszyn latających.¹ Jest to spowodowane tym, że nie ma jednolitego, międzynarodowego standardu w tym zakresie i w różnych krajach używa się formalnie czy też bardziej popularne są w powszechnym użyciu różne nazwy.²

SUMMARY: The value of the drone logistics and freight transport market is estimated at \$ 11.20 billion in 2022 and is projected to reach \$ 29.06 billion by 2027, with a CAGR of 21.01% over the forecast period. The research methodology used to estimate and forecast the size of the drone logistics and transport market, on which this information was based, consisted in obtaining data on the revenues of key market players from sources such as company websites, corporate documents, annual reports, investor presentations and paid databases.

It is expected that the growing demand for ever faster deliveries in the logistics industry will drive the development of the logistics market and the transport of goods by drones. The armed forces also use drones to supply soldiers with equipment, spare parts, food and ammunition on the battlefield.

¹ Bezzałogowy statek powietrzny (ang. unmanned aerial vehicle, UAV), bezzałogowy system powietrzny (ang. unmanned aerial system), dron – statek powietrzny, który nie wymaga do lotu załogi obecnej na pokładzie oraz nie ma możliwości zabierania pasażerów, pilotowany zdalnie lub wykonujący lot autonomicznie.

² W obowiązującym jeszcze prawie polskim, w szczególności w tzw. rozporządzeniu w sprawie wyłączenia zastosowania niektórych przepisów Prawa lotniczego, stosuje się pojęcie operatora na oznaczenie osoby zdalnie pilotującej bezzałogowy statek powietrzny (lub model latający). Od 1 lipca 2020 r. osobę tę, tj. odpowiedzialną za pilotowanie drona określamy mianem pilota. Przepis art. 3 pkt 31 rozporządzenia bazowego 2018/1139 definiuje pilota bezzałogowego statku powietrznego jako osobą fizyczną odpowiedzialną za bezpieczne wykonanie lotu przez bezzałogowy statek powietrzny poprzez ręczne sterowanie lotem albo - w przypadku, gdy bezzałogowy statek powietrzny lata automatycznie - poprzez monitorowanie jego kursu i utrzymywanie zdolności do interwencji i zmiany kursu w każdej chwili.

Od pilota bezzałogowego statku powietrznego odróżnić należy pojęcie operatora statku powietrznego (także bezzałogowego). Jest to każda osoba prawna lub fizyczna eksploatująca jeden lub większą liczbę statków powietrznych lub składająca ofertę eksploatacji jednego lub większej liczby statków powietrznych. Jest to zatem zarówno właściciel, najemca lub inny posiadacz statku powietrznego – praktycznie każdy, kto włada statkiem powietrznym pod różnym tytułem prawnym.

The article uses the terms unmanned aerial vehicles, UAV-Unmanned Aerial Vehicle and "drones" interchangeably to denote the same technology of flying machines. This is due to the fact that there is no uniform, international standard in this respect and different names are used formally or more commonly in different countries.

SŁOWA KLUCZOWE: lotnicze przewozy cargo, bezpilotowe statki powietrzne, bezzałogowe statki powietrzne, bezpieczeństwo lotnicze.

KEYWORDS: air cargo transportation, unmanned aerial vehicles, UAV, aviation safety.

Możliwości technologiczne rozwoju dronów

W ciągu ostatniej dekady bezzałogowe statki powietrzne, popularnie zwane dronami ewoluowały od słabo rozwiniętych maszyn latających do bycia jednym z kluczowych elementów głównego nurtu sektora logistycznego. Drony, znane bardziej formalnie jako bezzałogowe statki powietrzne (UAV-Unmanned Aerial Vehicle), to autonomiczne lub półautonomiczne roboty, którymi można sterować zdalnie lub mogące poruszać się samodzielnie po wybranym torze lotu.

Chociaż drony były używane od dziesięcioleci do celów wojskowych, pierwsze komercyjne zezwolenia na loty dronów zostały wydane przez Stany Zjednoczone. Amerykańskie Władze Lotnicze FAA-Federal Aviation Administration w 2006 roku, po raz pierwszy w historii zezwalając wydały zgodę na loty dronami w celach biznesowych. Zaledwie kilka lat później, w 2010 roku, francuska początkująca firma – „startup” Parrot wyprodukowała maszynę latającą o nazwie „Parrot”. Był to pierwszy dron sterowany przez Wi-Fi i smartfony - ogromny krok w rozwoju dronów zarówno dla konsumentów, jak i dla firm. W 2013 roku Amazon pojawił się ze swoją koncepcją systemu dostaw opartego na dronach, aczkolwiek firma wciąż nie ujawniła szczegółów, kiedy faktycznie zacznie realizować dostawy komercyjne na dużą skalę za pośrednictwem dronów, realizując cały czas fazę testów. W 2016 roku inna firma DJI wypuściła swojego drona o nazwie Phantom 4. Był to pierwszy dron, który zawierał technologię uczenia maszynowego do inteligentnego śledzenia obiektów zamiast podążania za sygnałem GPS lub zaprogramowaną trasą. Te postępy technologiczne o oferowane produkty prowadzą nas do dzisiejszej sytuacji, w którym dziesiątki nowych początkujących firm „start-upów” producentów dronów pojawiają się na całym świecie, starając się wprowadzić dostawy dronów do codziennego życia.

W międzyczasie, ponieważ zrównoważone dostawy towarów na tzw. ostatnim odcinku, czy też ostatniej mili stały się w ostatnich latach tematem coraz większego zainteresowania logistyką, coraz więcej firm zaczęło szukać dronów jako opłacalnej i przyjaznej dla środowiska odpowiedzi. Okazuje się, że 50% całkowitego podziału kosztów przesyłki można przypisać dostawie ostatniej mili - co można radykalnie zmniejszyć dzięki zastosowaniu komercyjnych dronów. Dlatego jedna z kluczowych firm doradczych-McKinsey przewiduje, że dostawcze drony będą stanowić ok. 80% latających dronów w przyszłości, podczas gdy NASA szacuje, że w 2020 roku w powietrzu będzie znajdować się ok. 2,6 miliona komercyjnych dronów.

Chociaż z pewnością istnieje jeszcze wiele przeszkód technologicznych oraz regulacyjnych do pokonania na całym świecie, większość graczy w branży logistycznej uważa, że przy dużej liczbie korzyści, jakie ta technologia może przynieść, oprócz łatwości skalowalności, organy regulacyjne ostatecznie utworzą ścieżkę dla masowego komercyjnego wykorzystania dronów dostawczych.

Rok 2019 był przełomowy dla postępów regulacyjnych dotyczących dronów: firma Alphabet oraz Wing we współpracy z takimi partnerami jak FedEx, Walgreens po raz pierwszy uruchomiła swoje drony w Stanach Zjednoczonych, w stanie Wirginia,. Wing uruchomił również swoją pierwszą usługę lotniczą w Australii, która umożliwia klientom składanie szybkich zamówień na jedzenie, kawę i produkty apteczne dostępne bez recepty za pośrednictwem aplikacji mobilnej i dostarczanie ich bezpośrednio do ich domów dronem w ciągu kilku minut.

W międzyczasie UPS stał się pierwszą w Stanach Zjednoczonych linią lotniczą wykorzystującą drony, zatwierdzoną przez Amerykańskie Władze Lotnicze-FAA. Zatwierdzenie nastąpiło po udanej współpracy UPS w zakresie dostaw dronów medycznych z firmą Matternet . Obecnie UPS planuje rozszerzyć swoje usługi dronów, aby wspierać kampusy szpitalne w całym kraju, a w przyszłości zacząć dostarczać produkty spoza branży opieki zdrowotnej.

Zarówno konsumenci, jak i firmy również szeroko oczekiwali wyprodukowania i wypuszczenia na rynek Amazon Prime Air, dronów elektrycznych, których celem jest dostarczanie 5-funtowych paczek w promieniu 15 mil do klientów w niecałe 30 minut. W pracach od 2013 r., kiedy po raz pierwszy ogłoszono projekt drona, firma zakomunikowała w czerwcu 2019 r., że nowy dron, który może wykonywać pionowe starty i lądowania, rozpocznie wysyłanie paczek do konsumentów „w ciągu kilku miesięcy”, chociaż ten rozwój jeszcze się nie skończył.

To, co jest intrygujące w dzisiejszym krajobrazie start-upów (producentów-firm początkujących) dronów, to różnorodność podejść, które firmy przyjmują, aby tworzyć rozwiązania dronowe: od operacji magazynowych po drony dostawcze na ostatniej mili po bezzałogowe samoloty transportowe. Te tendencje będą miały wpływ na przyszłe tendencje w branży logistycznej.

Kolejnym przykładem jest firma Dronamics. Jest to startup zajmujący się transportem lotniczym, który wprowadza na rynek bezzałogowe maszyny latające, których przykładem jest ich produkt model „Black Swan”. Samolot po usunięciu kokpitu, w których znajdowała się kabina załogi, może transportować do 350 kilogramów na odległość 2500 kilometrów (lub 1550 mil) za cenę nawet o 50% niższą niż w przypadku tradycyjnych samolotów. Imponujący projekt sprawił, że firma ta stała się pierwszym strategicznym partnerem Międzynarodowego Zrzeszenia Przewoźników Lotniczych w sektorze bezzałogowych statków powietrznych.

Inne firmy takie jak GEODIS i Delta Drone dążą do zrewolucjonizowania branży magazynowej za pomocą drona, który zastępuje potrzebę ludzkiej pracy w magazynach. Współpraca tej firmy z partnerami doprowadziła do stworzenia robota zasilanego bateryjnie w połączeniu z dronem quadrokopterem (4 wirniki) wyposażonym w cztery kamery o wysokiej rozdzielczości i sterowanym technologią geolokalizacyjną. W 2018 roku firmy wykonały 1000 godzin lotów testowych i stwierdziły, że rozwiązanie jest w stanie zarządzać zapasami magazynowymi ze współczynnikiem powodzenia bliskim 100%. Dzięki robotom zarówno na podłodze, jak i w powietrzu, magazyny mogą działać poza normalnymi godzinami pracy i zwiększać produktywność i bezpieczeństwo.

Inne firmy zastanawiają się, jak drony można wykorzystać do celów społecznych, takich jak zapewnienie dostępu do leków na odległych obszarach. Na tym skupił się wspólny projekt pilotażowy firm DHL, Wingcopter i GIZ w 2018 r., który testował przez okres sześciu miesięcy wykonalność dostaw przez drony

towarów medycznych do odległego obszaru Jeziora Wiktorii w Tanzanii. Całkowicie autonomiczny DHL Parcelcopter 4.0 z powodzeniem pokonywał 60 kilometrową drogę średnio w zaledwie 40 minut.

Inny przykład drona firmy UPS o nazwie Flight Forward od marca 2019 realizuje również usługę dostaw materiałów medycznych na jednym z kampusów w Północnej Karolinie. Transportując próbki medyczne, wykonał ponad 1500 dostaw. UPS ogłosił, że współpracuje również w tym zakresie z firmą CVS Pharmacy w celu opracowania różnorodnych sposobów użycia dronów, w tym modeli dla klientów indywidualnych.

Kolejny przypadek użycia dronów w transporcie to wykorzystywanie pionowych startów i lądowań do przewożenia ciężkich części i sprzętu na place budowy, do fabryk, a nawet na statki na morzu. Volans-i firma z siedzibą w San Francisco, przetestowała już drona, który może przenosić do 90 kilogramów ładunku przy prędkości 320 kilometrów na godzinę, wykorzystując baterie elektryczne do energooszczędnych pionowych startów i lądowań.

Mówiąc o pionowej logistyce, firmy Bell Helicopter i Yamato nawiązały współpracę, aby skupić się na pionowych startach i lądowaniach elektrycznych dronów w celu dostaw towarów na żądanie. W sierpniu 2019 roku partnerzy zakończyli pierwszy udany test swojego drona o nazwie Autonomous Pod Transport 70 w Fort Worth w Teksasie. Podczas testu dron ten wystartował pionowo i przez kilka minut przed lądowaniem leciał poziomo 50 metrów nad ziemią. Bell twierdzi, że samolot może podróżować z prędkością 160 kilometrów na godzinę i przewozić do 32 kilogramów. Firma planowała masową produkcję swojego drona w 2020 roku.

Regulacje dotyczące komercyjnych lotów bezzałogowych statków powietrznych

Choć rozwój dronów i ich zastosowań może być ekscytujący, nie będą one wiele znaczyły, dopóki rządy państw i stowarzyszenia lotnicze na całym świecie nie stworzą przepisów i regulacji dotyczących ich rzeczywistych zastosowań. Podczas gdy kilka projektów pilotażowych w odległych lub słabo zaludnionych obszarach zostało zatwierdzonych do celów testowych, komercyjne drony dostawcze dla konsumentów w obszarach miejskich nadal wymagają maszyn obsługiwanych przez ludzi, ponieważ bezzałogowe drony najprawdopodobniej będą musiały przejść intensywne testy bezpieczeństwa, zanim będą mogły działać w pełni autonomicznie w gęsto zaludnionych obszarach.

Do niedawna postęp w dziedzinie legislacji w tym zakresie był bardzo powolny. Dopiero w 2019 roku podjęto pewne zachęcające kroki, takie jak zatwierdzenie przez wcześniej wymieniony nadzór Amerykańskich Władz Lotniczych- FAA UPS jako pierwszej dronowej ogólnokrajowej linii lotniczej. Firma Alphabet otrzymała również certyfikat przewoźnika lotniczego od FAA, który zezwala na autonomiczne loty w celu świadczenia usług dla ludności. W czerwcu 2019 roku Amazon Prime Air otrzymał również roczną zgodę na badania i testy swoich dronów, ale nie realizację komercyjnych dostaw towarów przez drony.

W czerwcu 2019 roku Agencja Bezpieczeństwa Lotniczego Unii Europejskiej (EASA)³ opublikowała wspólne zasady użytkowania dronów w regionie, aby

³ 11 czerwca 2019 zostały opublikowane dwa rozporządzenia unijne dotyczące dronów, które ostatecznie ujedynoliją prawo na terenie Unii Europejskiej. Mowa o ROZPORZĄDZENIU DELEGOWANYM KOMISJI (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych

stworzyć uniwersalne wytyczne dotyczące tego, co jest dozwolone, a czego nie wolno operatorom dronów. Ten krok jest pierwszym, który stworzył obszerne przepisy dla całego regionu, stanowiąc ważny przykład wytycznych dotyczących dronów, które mogą być stosowane również w innych regionach.⁴

Otoczenie regulacyjne odgrywa kluczową rolę w realizacji lotów przez drony. Obecnie wydaje się, że istnieje niewielka wspólna międzynarodowa płaszczyzna w opracowywaniu skutecznych zasad ponad granicami, nie mówiąc już o kontynentach. Przepisy różnią się znacznie w zależności od kraju. W najbliższych latach mogą nastąpić poważne zmiany legislacyjne, zwłaszcza w USA i Europie.

Na razie większość bezzałogowych statków powietrznych działa poza kontrolowaną lub ograniczoną przestrzenią powietrzną, a to minimalizuje zakłócenia z innymi użytkownikami przestrzeni powietrznej. Ale jeśli operacje dronów mają stać się powszechne w logistyce i innych gałęziach przemysłu, integracja będzie niezbędna. Drony będą działać we wszystkich typach przestrzeni powietrznej i będą dzielić się tym z samolotami, śmigłowcami i innymi systemami latającymi. Przestrzeń powietrzna jest już przepełniona w wielu regionach, zwłaszcza wokół dużych miast, a operacje kontroli ruchu lotniczego zwykle działają na granicy maksymalnej. Bezzałogowe statki powietrzne wymykające się spod kontroli to ogromne zagrożenie, które może doprowadzić do zderzenia się w powietrzu UAV z samolotem z kilkuset pasażerami na pokładzie i w konsekwencji do katastrofy.

W sierpniu 2013 roku pilot Alitalii zgłosił, że zauważył drona znajdujący się zaledwie 200 stóp od swojego samolotu podczas końcowego podejścia do lądowania na międzynarodowym lotnisku JFK w Nowym Jorku, co wywołało dochodzenie władz Stanów Zjednoczonych: FBI i FAA.

Poza ekstremalnymi zdarzeniami i najgorszymi scenariuszami nadal dużym wyzwaniem będzie uregulowanie dodatkowego ruchu dronów i zintegrowanie go z istniejącym ruchem m.in. samolotów i śmigłowców.

Podczas gdy pociągi, łodzie i w mniejszym stopniu samochody poruszają się po ograniczonych drogach, bezzałogowe statki powietrzne mogą poruszać się

systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich oraz ROZPORZĄDZENIU WYKONAWCZYM KOMISJI (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.

⁴ 7 września 2016 zaczęły w Polsce obowiązywać nowe przepisy dotyczące bezzałogowych statków powietrznych określonych w rozporządzeniu Ministra Infrastruktury i Budownictwa z dnia 8 sierpnia 2016 r. zmieniającego rozporządzenie w sprawie wyłączenia zastosowania niektórych przepisów ustawy – Prawo lotnicze do niektórych rodzajów statków powietrznych oraz określenia warunków i wymagań dotyczących używania tych statków.

Wprowadzono podział dronów ze względu na maksymalną masę startową, determinującą prawo do latania, w strefach wydzielonych CTR i ATZ. Wprowadzono kategorie wagowe dronów: poniżej 0,6kg, powyżej 0,6 kg i mniej niż 25kg, powyżej 25kg i mniej niż 150kg.

Rozporządzenie wprowadziło również dwie nowe strefy w obszarach kontrolowanych lotnisk (CTR) i strefach ruchu lotniskowego (ATZ). Są nimi strefy tzw. buforowe 1km i 6km od granicy lotniska. Polska Agencja Żeglugi Powietrznej zdefiniowała te strefy dla lotnisk kontrolowanych. Zgodnie z przepisami, bezzałogowe statki powietrzne o wadze poniżej 0,6kg w CTR i ATZ w odległości większej niż 1km od granicy lotnisk, mogą bez informowania nikogo wykonywać loty do wysokości 30 m AGL, lub do wysokości najwyższej przeszkody takiej jak drzewa lub obiekty budowlane znajdujące się w promieniu do 100 m od operatora. Poniżej 1km od granicy lotnisk, loty są zabronione bez wyraźnej zgody zarządzającego.

Bezzałogowce o wadze mniejszej niż 25 kg w odległości większej niż 6 km od granicy lotniska i w zasięgu CTR lub ATZ mogą bez informowania nikogo latać do wysokości nie większej niż 100 m AGL.

wszędzie, we wszystkich kierunkach. A ponieważ są w powietrzu, awaria ważnego systemu (np. silnika lub systemu nawigacyjnego) może spowodować, że UAV spadnie w dowolnym czasie i miejscu. Jednak prawdopodobieństwo zderzenia się systemu bezzałogowego z np. pieszymi jest mało prawdopodobne, nawet przy dzisiejszych wczesnych projektach UAV. W 2012 r. amerykański wojskowy rekord bezpieczeństwa dronów za poprzednie 12 miesięcy był lepszy niż w przypadku załogowych myśliwców i bombowców. Niemniej jednak należy zapewnić skuteczne środki bezpieczeństwa i procedury operacyjne na wypadek awarii silnika lub utraty nawigacji, aby zagwarantować wcześniej zdefiniowane bezpieczeństwo, które będzie satysfakcjonujące dla organów regulacyjnych.⁵

Oprócz materialnych i technicznie możliwych do kontrolowania wyzwań związanych z zatłoczeniem przestrzeni powietrznej i nieodłącznymi zagrożeniami, istnieje inny, mniej zdefiniowany obszar zainteresowania w domenie publicznej. Organy regulacyjne muszą zająć się negatywnym postrzeganiem UAV przez opinię publiczną - istnieje ogólny poziom strachu, a ludzie wydają się myśleć, że UAV mogą stanowić zagrożenie.

Duża część tego strachu jest prawdopodobnie związana z kwestiami prywatności: kamery i inne czujniki (potencjalnie niewidoczne) podłączone do systemu latającego mogą być używane do ciągłego monitorowania każdego wykonywanego kroku.

Z technologicznego punktu widzenia możliwe są różne scenariusze użycia się dronów, ale wiele z nich nie jest jeszcze zaakceptowanych przez opinię publiczną. Zmiana społeczna zachodzi w znacznie wolniejszym tempie niż ten postęp technologiczny, a ostatnim obszarem, w którym należy zareagować i dostosować się, jest dziedzina polityczna. Zgodnie z tym modelem możemy oczekiwać, że bariery regulacyjne dla UAV będą obowiązywać jeszcze przez jakiś okres.

Potrzeba będzie jeszcze trochę czasu aż szerokie rządowe regulacje, które w rzeczywistości są niezwykle potrzebne, wejdą w życie, aby móc swobodnie operować dronami. Istnieje wiele sposobów, w jakie drony mogą potencjalnie spowodować szkody lub zostać niewłaściwie użyte. Intensywny ruch dronów na obszarach miejskich może powodować wypadki i szkodzić osobom postronnym; ludzie mogą czuć się niekomfortowo, gdy drony będą przelatywać na nimi oraz w ich sąsiedztwie. W pobliżu lotnisk drony mogą spowodować uszkodzenia samolotów lub zakłócać oraz uruchamiać systemy awaryjne. Systemy zdalnej łączności i sterowania dają z kolei możliwość porwania lecącego UAV przez osoby trzecie, jeśli nie będą odpowiednio zabezpieczone na etapie projektowania.

Jednak im więcej będzie producentów współpracujących z władzami lotniczymi, a także badań i testów produkowanych przez nich dronów, tym łatwiej będzie stworzyć wytyczne, które z powodzeniem będą regulować tę branżę oraz

⁵ Od 1 lipca 2020 r. zacznie być stosowane w państwach Unii Europejskiej rozporządzenie wykonawcze komisji 2019/947 w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych, zwane potocznie rozporządzeniem wykonawczym.

Wśród szeregu postanowień nowej regulacji szczególne emocje budzą przepisy odnoszące się zarówno do obowiązku rejestracji operatorów bezzałogowych statków powietrznych, jak i te, które dotyczą obowiązku odbycia przez pilotów dronów szkoleń, zdania egzaminów, ważności dotychczasowych uprawnień oraz posiadania ubezpieczenia.

Obowiązek rejestracji określonych rodzajowo bezzałogowych statków powietrznych oraz pewnych kategorii operatorów) wprowadziło rozporządzenie bazowe 2018/1139 w załączniku IX punkcie 4 (określanym też jako rozdział 4 załącznika IX).

zbudować zupełnie nowy sektor mogący się rozwijać oraz wpływać na rozwój branży logistycznej.

Klasyfikacja i rodzaje bezzałogowych statków powietrznych

Wybór dostępnych UAV znacznie się rozszerzył w ciągu ostatnich kilku lat i trudno jest śledzić całą ich gamę. Rynek oferuje różnorodne systemy i nie ma uniwersalnej klasyfikacji. Na przykład wojsko amerykańskie używa systemu poziomów z określonymi wymaganiami UAV (np. muszą oferować określony poziom zasięgu lub wytrzymałości).

W zakresie typów konstrukcji generalnie systemy są zazwyczaj klasyfikowane według pomiarów lub specyfikacji, które mogą odnosić się nie tylko do zasięgu i wytrzymałości, ale także do rozmiaru, maksymalnej masy startowej, pułapu, rodzaju usług i ceny. Inne główne różnice to np. typ budowy i zastosowany silnik.

Główne typy silników używanych obecnie w niewojskowych UAV to silniki elektryczne i silniki spalinowe. Silnik elektryczny jest przyjazny dla środowiska i działa bez większego hałasu. Są to ważne zalety, zwłaszcza na obszarach gęsto zaludnionych. Ładowanie baterii jest stosunkowo niedrogi, natomiast waga baterii jest wadą, a zasięg UAV może być ograniczony pojemnością baterii.

UAV napędzany porównywalnym silnikiem spalinowym prawdopodobnie będzie miał większy zasięg ze względu na zalety paliw kopalnych oraz zasięg ten można po prostu zwiększyć, dodając zbiorniki paliwa. Obecnie opracowywane są systemy hybrydowe, starając się połączyć to, co najlepsze z obu technologii - silnik spalinowy służy do lotów na dłuższych dystansach, a silnik elektryczny do startów i lądowań w miejscach wymagających cichej pracy.

Prognozowane funkcje logistyczne bezzałogowych statków powietrznych

Przyszłości, zwłaszcza na tzw. rynkach wschodzących. Firma ubezpieczeniowa Swiss Re prognozuje, że globalna populacja miast „wzrośnie o około 1,4 miliarda do 5 miliardów w latach 2011–2030, przy czym 90% wzrostu nastąpi właśnie na rynkach wschodzących”. Negatywne konsekwencje tego trendu obejmują zatłoczone drogi, zanieczyszczenia oraz zmniejszoną wydajność spowodowaną opóźnieniami w przepływie osób i towarów. Urbanistom często trudno jest nadążyć za tempem urbanizacji i wzrostem liczby ludności. W wielu przypadkach projekty infrastrukturalne mogą przynieść jedynie tymczasową ulgę.

Częścią problemu są dostawy na pierwszej i ostatniej mili w miastach, a popyt na nie prawdopodobnie wzrośnie wraz ze wzrostem wolumenu handlu elektronicznego (internetowego) itp. Chiny odnotowały imponującą roczną stopę wzrostu wynoszącą 120% w latach 2003-2011 na swoim rynku „e-tailing” (transakcje handlu elektronicznego skierowane do konsumentów, z wyłączeniem usług finansowych, poszukiwania pracy i podróży. Bezzałogowe statki powietrzne mogą przynieść ulgę centrom miast, odciągając ruch od dróg i unosząc się w powietrzu. Jak dotąd masa ładunków jest ograniczona, nie mniej jednak sieć UAV mogłaby mimo wszystko obsługiwać sieci logistyczne pierwszej i ostatniej mili.

UAV mogą odgrywać istotną rolę w intralogistyce. Weźmy pod uwagę przemysł motoryzacyjny z jego ogromnymi zakładami produkcyjnymi, procesami „just in time” i zadziwiającymi kosztami nieczynnych linii produkcyjnych: UAV mogą wspierać transport śródmiejski, a także awaryjne dostawy między

dostawcami, które są obecnie zwykle wykonywane przez śmigłowce lub samoloty. Obszary wydobywania górnictwa na dużą skalę mogą również skorzystać na ekspresowej dostawie na miejsce elementów, które są kluczowe dla utrzymania operacji (np. dostawa narzędzi, części maszyn i smarów).

UAV są łatwe do rozmieszczenia i mogą poruszać się po wstępnie zdefiniowanych torach lotu, więc nie ma wymogu, aby specjalnie przeszkolony personel je uruchamiać i latać. O ile operacje systemowe są ograniczone tylko do prywatnych pomieszczeń, organizacja musi radzić sobie z minimalnymi granicami regulacyjnymi i obawami dotyczącymi prywatności (kwestie, które mogą być tak szkodliwe, że uniemożliwiają inne przypadki użycia). Najbardziej znaczącym ograniczeniem dla intralogistyki jest prawdopodobnie kwestia ładunku. Mniejsze, niedrogi UAV są nadal rozczarowująco drogie, a duże bezałogowe śmigłowce niemal konkurują ze swoimi załogowymi odpowiednikami pod względem kosztów, obsługi technicznej i wymagań infrastrukturalnych, eliminując ich główne zalety.

Inną możliwą do wyobrażenia aplikacją intralogistyczną jest użycie UAV w środowisku magazynowym w celu uzyskania bardziej elastycznego i dostępnego magazynu wysokiego składowania.

Na przykład jeden z projektów badawczych Fraunhofer IML bada zastosowanie platformy UAV do lotów wewnątrz i na zewnątrz hali magazynowej. Konceptcja ta opiera się na internecie rzeczy, skupiając się na samoorganizacji maszyn i interakcji między systemami. Czujniki pozwalają systemowi na niezależną obserwację i analizę otaczającego środowiska, dzięki czemu UAV może poruszać się po magazynie, znajdować obiekty logistyczne i przeprowadzać inwentaryzację. Gromadzone informacje są również przesyłane do systemów stron trzecich za pośrednictwem inteligentnych interfejsów i usług. Umożliwia to bezpośrednio przekazywanie wybranych informacji kontekstowych

Podsumowanie

Oczywiste jest, że przed UAV czekają poważne wyzwania, w szczególności otoczenie regulacyjne, obawy dotyczące prywatności i integracja z istniejącymi sieciami. Pokonanie tych wyzwań prawdopodobnie zajmie dużo czasu i wysiłku, a w rzeczywistości wiele gałęzi branży logistycznej może nigdy w ogóle nie rozwinąć regularnego stosowania UAV.

Istnieją jednak konkretne zastosowania, w których UAV już dziś odnoszą sukcesy - aplikacje, które zwiększają szybkość dostaw i poziom obsługi klienta, obniżają koszty, a w niektórych przypadkach ratują życie.

Z dzisiejszej perspektywy, dwa najbardziej obiecujące zastosowania w branży logistycznej dotyczące potencjału biznesowego to:

- pilne przesyłki ekspresowe w zatłoczonych megamiastach - poprawiające szybkość dostawy, elastyczność sieci, a potencjalnie nawet zapis środowiskowy;
- dostawy na obszarach wiejskich, na obszarach pozbawionych odpowiedniej infrastruktury (np. w Afryce) - umożliwiając ludziom w odległych lokalizacjach podłączenie się do globalnych sieci handlowych.

Temat ten będzie nadal cieszył się dużym zainteresowaniem przez kilka następnych lat, zwłaszcza jeśli rozwój technologiczny i zmiany w przepisach przyspieszą rozpowszechnianie UAV.

Bibliografía

Agatz, Niels, Paul Bouman, and Marie Schmidt. (2016) "Optimization Approaches for the Traveling Salesman Problem with Drone", ERIM Report Series Research in Management, ERS-2015-011-LIS, Erasmus University Rotterdam;

Alfayad, Fadye. (2017) "Marketing consumer product goods in a shifting supply chain environment: same-day delivery and future drone delivery" *Journal of Accounting and Marketing* 6 (1): 1-8;

AMP Electric Vehicles UAV teams up with AMP. URL: http://ampelectricvehicles.com/wp-content/themes/amp_v1/images/horsefly_crop.jpg, dostę 30.07.2020;

Autonomik 4.0. The Inventory Research Project. URL: <http://www.autonomik40.de/InventAIRy.php> , dostę 30.07.2020;

Chang, Yong Sik, and Hyun Jung Lee. (2018) "Optimal delivery routing with wider drone-delivery areas along a shorter truck-route" *Expert Systems with Applications*, 104: 307-317;

Chen, Siyuan, Debra F. Laefer, and Eleni Mangina. (2016) "State of technology review of civilian UAVS" *Recent Patents on Engineering*. 10 (3): 160-174;

Dorling, Kevin, Jordan Heinrichs, Geoffrey G. Messier, and Sebastian Magierowski. (2017) "Vehicle Routing Problems for Drone Delivery" *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics: Systems*, 47 (1): 70-85;

Flightradar24 URL: <http://www.Flightradar24.com> , dostę 30.07.2020;

Indra Company Fixed-Wing UAV. URL: <http://www.indracompany.com/en/sectores/seguridad-y-defensa/nuestra-oferta/3583/unmanned-plataform> , dostę 30.07.2020;

Kwasniak, Andrew, and Anita Kerezman. (2017) "Drones in Transportation Engineering: A discussion of current drone rules, equipment, and applications" *Institute of Transportation Engineers Journal*, 87 (2): 40-45;

Schermer, Daniel, Mahdi Moeini, and Oliver Wendt (2018) Algorithms for Solving the Vehicle Routing Problem with Drones. in: Nguyen N., Hoang D., Hong TP., Pham H., Trawiński B. (eds): *Intelligent Information and Database Systems. ACIIDS 2018. Lecture Notes in Computer Science*, 10751. Springer, Cham.

Tavana, Madjid, Kaveh Khalili-Damghani, Francisco J. Santos-Arteaga, and Mohammad H. Zandi. (2017) "Drone shipping versus truck delivery in a cross-docking system with multiple fleets and products" *Expert Systems with Applications*. 72: 93-107;

The Evolution of Delivery Drones in Logistics - Transmetrics Blog, URL: <http://transmetrics.eu/blog/delivery-drones-logistics/> , dostę 30.07.2020;

Vergouw, Bas, Huub Nagel, Geert Bondt, and Bart Custers. (2016) Drone technology: types, payloads, applications, frequency spectrum issues and future developments. in: Custers B.H.M. (red): *The Future of Drone Use. Opportunities and Threats from Ethical and Legal Perspective*. Springer, 27: 21-45.