

Wykorzystanie dronów w logistyce w Polsce – szanse i ograniczenia

Angelika Remiszewska

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: angelika.remiszewska28@interia.pl

Marcin Czubaszek

Politechnika Białostocka, Wydział Inżynierii Zarządzania

e-mail: marcin.czubaszek@onet.pl

Streszczenie

Celem artykułu jest omówienie możliwości wykorzystania dronów w logistyce w Polsce oraz wskazanie potencjalnych kierunków i możliwości rozwoju tej technologii. Autorzy dokonali analizy na podstawie artykułów naukowych, dziennikarskich, własnych obserwacji oraz porównań z innymi krajami wykorzystującymi drony w procesach logistycznych. Zwrócono szczególną uwagę na takie aspekty, jak: implementacja autonomicznych pojazdów latających na rynku usług kurierskich, inwentaryzacja magazynowa i obszar ochrony zdrowia. W pracy przeanalizowano także aspekt prawny oraz społeczny tych działań.

Słowa kluczowe

drony, autonomiczne pojazdy latające, logistyka, transport

Wstęp

Zarówno w Polsce, jak i na świecie drony z obszaru strictly militarnego [Merkisz i Nykaza, 2016, s. 291] stały się powszechnym elementem otoczenia człowieka. Wraz z upowszechnieniem się tej technologii w wielu obszarach zaczęto rozważać możliwość użytkowania ich w zastępstwie obecnych metod. Szczególne nadzieje związane z wykorzystaniem autonomicznych pojazdów latających zaczęto wiązać w sektorze logistycznym, w którym ważne jest poszukiwanie usprawnień oraz udoskonaleń procesów, celem przyspieszenia usług, zwiększenia bezpieczeństwa oraz

ograniczenia kosztów [<https://www.amazon.com/>, 10.05.2021]. Niemniej jednak, pomimo początkowych dużych nadziei, zidentyfikowano szereg problemów i trudności dotyczące bezpośredniej implementacji takich rozwiązań.

W tej sytuacji należy rozważyć, na ile inwestowanie w rozwój dronów sektora logistycznego mogłoby być korzystne w polskich warunkach zarówno pod względami geograficznymi, jak i prawno-społecznymi oraz ekonomicznymi. Właściwe działanie mogłoby uczynić z krajowych przedsiębiorstw oraz Polski lidera na tym dość jeszcze mało eksploatowanym rynku [<https://www.ulc.gov.pl/pl/>, 25.05.2021]. Równocześnie, przesadny optymizm przy tak wczesnej fazie rozwoju technologii, może generować znaczne straty i w dalszej perspektywie hamować rozwój tej dziedziny.

Należy zatem przeprowadzić analizę obecnej sytuacji oraz wskazać argumenty dotyczące różnych sfer funkcjonowania dronów, nie tylko aspektu ekonomicznego i możliwości oderwanego od rzeczywistości wzrostu wydajności, ale także uwarunkowania prawne, opinię społeczną oraz inne, rozmaite czynniki wpływające na realne użytkowanie tego rozwiązania w branży szeroko pojętej logistyki. Dodatkowo na podstawie dostępnych danych spróbować przedstawić możliwe dalsze kierunki rozwoju. Trzeba przy tym jednak pamiętać, że są to jedynie przypuszczenia, a wraz z coraz nowszymi rozwiązaniami technicznymi niektóre problemy mogą samoistnie wygasać oraz tworzyć się inne, których nie sposób obecnie przewidzieć lub jednoznacznie określić.

1. Definicja i klasyfikacja dronów we współczesnej technice

Na przestrzeni ostatnich stu lat, wraz z rozwojem lotnictwa starano się upowszechnić ideę bezzałogowych latających jednostek. Po upowszechnieniu się ich w wojskowości, w której pierwsze próby wdrożeń można datować na początek XX wieku [Merkisz i Nykaza, 2016, s. 291], rozpoczęto wprowadzanie ich na rynek cywilny, co przyniosło wiele sukcesów [Drass i Wilk, 2016, s. 59]. Drony zaczęto stosować do przedsięwzięć biznesowych, zaczynając od prowadzenia akcji reklamowych, aż po lotnictwo wojskowe [Zaklika, 2015].

Ze względu na mnogość zastosowań, konieczne było wprowadzenie szeregu definicji oraz rozróżnienie rodzajów dronów. Zgodnie z art. 3 pkt 1 rozporządzenia 2019/945 dronem jest bezzałogowy statek powietrzny, który oznacza dowolny statek powietrzny eksploatowany lub przeznaczony do eksploatacji bez pilota na pokładzie, który może działać samodzielnie lub być pilotowany zdalnie. Konstrukcja tego urządzenia pozwala także na transport lotniczych środków bojowych jak i ładunków

użytecznych, do swojego lotu wykorzystuje siły aerodynamiczne, które zapewniają pojazdowi nośność [Cwojdziański, 2013, s. 30]

W tabeli 1 przedstawiono klasyfikację dronów ze względu na ich wykorzystanie.

Tab. 1. Klasyfikacja dronów ze względu na zakres i cel wykorzystywania

Typ	Zakres i cel wykorzystywania
Prosumenckie BSO	Cele konsumenckie Cele komercyjne, jednakże w niewielkim stopniu ze względu na niską cenę jak i niewysoką jakość
Mini BSP	Szerokie zastosowanie na rynku komercyjnym ze względu na niskie koszty i zmniejszające się restrykcje regulacyjne
Małe BSP	Stosowane przez administrację publiczną i jej służby na przykład do patrolowania brzegu morskiego
BSP MALE	Używane przez organy bezpieczeństwa wewnętrznego w celu zapewnienia bezpieczeństwa granic morskich i lądowych
BSP HALE	Przeznaczone głównie do zapewnienia dostępu do Internetu, w miejscach, w których nie występuje odpowiednia infrastruktura naziemna

Źródło: opracowanie własne na podstawie [Darowska i Kutwa, 2019, s. 34 i 36].

2. Kwestie prawne związane z dronami

Polskie prawo dotyczące dronów uznawane jest za stosunkowo surowe, przy czym spotyka się to raczej z pozytywnym odbiorem zarówno pasjonatów, jak i profesjonalnych użytkowników oraz osoby związane z bezpieczeństwem lotów i obroną narodową. Obecnie przepisy ujednolicono i obejmują całą Unię Europejską [<https://www.ulc.gov.pl/pl/>, 25.05.2021]. Przyczyną wystąpienia znacznych obostrzeń, na przykład konieczności posiadania odpowiednich licencji na korzystanie z dronów w określonych warunkach obejmujących znaczny obszar sytuacyjny czy zgłaszania lotu do Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej [Staniszewski i Sobczak, 2021] jest fakt, że drony są pojazdami latającymi o znacznych zdolnościach, a przy tym dostęp do nich jest łatwy, podobnie jak ich pilotaż. W przeszłości, zanim pojawiły się klasyczne drony wirnikowe, sektor niewielkich, bezzałogowych statków powietrznych zdominowany był przez modelarzy amatorów, co nie wymagało szczególnych regulacji ze względu na dość zamkniętą specyfikę środowiska oraz dbanie o wysoki poziom lotów, unikanie sytuacji niebezpiecznych oraz większe zdolności potrzebne do pilotażu jednostek wzorowanych głównie na istniejących śmigłowcach lub samolotach turbinowych. Takie modele niezwykle rzadko posiadały zdolność do przenoszenia ładunków wraz z możliwością ich zdalnego upuszczania lub urządzeń pozwalających na rejestrowanie obrazu.

W odróżnieniu od wymienionych przykładów drony wymagają bardzo podstawowych umiejętności pilotażu dzięki ich wielowirnikowej budowie oraz często przenoszą różne urządzenia. To sprawiło, że poza wieloma możliwościami, zwrócono też szybko uwagę na potencjalne zagrożenia. Już sam fakt powszechnej dostępności w stosunkowo niewielkich cenach stwarzał ryzyko częstszych wypadków związanych z brakiem stosownego przeszkolenia, użytkowaniem ich w niewłaściwy sposób lub przez osoby, które w ogóle nie powinny być dopuszczane do sprzętu.

Kamery oznaczały silne zagrożenie w kontekście prywatności i chociaż podlegały tym samym regulacjom co standardowe urządzenia rejestrujące obraz to w praktyce prawie niemożliwa była kontrola nad kwestią nagrywania.

Zwrócono także uwagę na potencjalne zagrożenia terrorystyczne i wykorzystanie dronów w celach przestępczych. Małe jednostki doskonale nadawałyby się do transportu substancji zakazanych lub dokonywania zamachów przy niewielkich możliwościach dotyczących prewencji bezpośredniej [<https://www.dw.com> na podstawie wypowiedzi Komisji Europejskiej, 2019]. Zaproponowane rozwiązania w rodzaju przechwytywania dronów przy użyciu miotaczy sieci, szkolonego ptactwa, fal radiowych lub laserów okazywały się trudne do implementacji na większą skalę lub mało skuteczne na dłuższą metę [<https://www.robinradar.com>, 25.05.2021].

Trudno jednoznacznie określić, jak polskie prawo regulowałoby obszerne systemy dronów w pełni autonomicznych poruszających się po nieregularnych trasach w przypadku dronów kurierskich. Pod tym względem zapewne o wiele mniejsze obostrzenia dotknęłyby jednostek wewnętrznych, działających na terytorium zakładu, w magazynach lub do transportu między nimi. Jednak duża liczba dronów poruszających się po otwartej przestrzeni wymagałaby zupełnie nowych, odrębnych przepisów, które równocześnie pozwalałyby na sprawne funkcjonowanie systemu i odpowiednio chroniły oraz regulowały ich działania. Zapewne w mocy utrzymano by większość stref zakazu lotów, w tym w okolicach lotnisk, baz wojskowych czy obiektów strategicznych [Staniszewski i Sobczak, 2021] lub otwarto dla niektórych jednostek w przypadku transportu medycznego do szpitali.

Jednym z podstawowych aspektów, występującym w przypadku właściwie każdego urządzenia, które porusza się bez lub przy minimalnym nadzorze czynnika ludzkiego, jest kwestia odpowiedzialności za wypadki, uszkodzenia mienia czy katastrofy spowodowane przez drony. Analogiczne problemy dotyczą także samochodów autonomicznych. Oczywiście, dotyczy to także jednostek przeznaczonych do działalności wewnętrznej, jednak w ich przypadku łatwiejsza jest implementacja odpowiednich zabezpieczeń, a ewentualne zagrożenie można zminimalizować poprzez ograniczenie kontaktów dron-człowiek. Ponadto pracownicy powinni być gotowi do

współpracy oraz znać stosowne procedury w przypadku na przykład niekontrolowanego lotu dronu. W przypadku przestrzeni publicznej oczywiście nie da się tego oczekiwać. Dodatkowo w przypadku magazynu osoba nadzorująca z reguły posiadałaby pełen, natychmiastowy i bezpośredni ogląd sytuacji, natomiast w przypadku setek dronów kurierskich działających równocześnie występowałyby prawdopodobnie pewne opóźnienia. W przypadku jakiegokolwiek pojazdu latającego nawet kilkusekundowa utrata kontroli stanowi ogromne ryzyko poważnej katastrofy.

3. Społeczne postrzeganie dronów

Pomimo coraz powszechniejszego funkcjonowania dronów w społeczeństwie, ich obecność nadal wzbudza zdziwienie oraz wywołuje pewne emocje. Z reguły przyczyną ich jest fakt, że są to często prywatne, amatorskie urządzenia wyposażone w kamery [<https://megadron.pl/>, 20.05.2021; Ferenc i Koreleska, 2015 s. 494], umożliwiające ingerujące w prywatność nagrywanie oraz obserwację przestrzeni. Niemniej jednak, wraz z wprowadzeniem odpowiednich praw, można było zauważyć spadek takich działań oraz pewną komercjalizację rynku. Poza kwestiami prywatności zwraca się także uwagę na hałas oraz zagrożenie związane z wypadkami dronów, które mogłyby wiązać się z upadkiem ciężkiego aparatu na mienie lub człowieka. Zdaniem wielu osób są to „zabawki dla dużych dzieci” [Ferenc i Koreleska, 2015 s. 494].

Z drugiej strony drony znalazły zastosowanie w szeregu działań mających na celu dbanie o społeczeństwo, w tym kwestie podnoszenia bezpieczeństwa poprzez monitorowanie przestrzeni publicznej, czy ratownictwie, gdzie wykorzystywane są do nadzorowania akcji lub poszukiwania poszkodowanych, a także przenoszenia sprzętu medycznego w tym defibrylatorów [Tucker, 2017]. Zaletami dronów w tym aspekcie są ich niewielka waga i gabaryty, możliwość transportu i użycia na miejscu zdarzenia, możliwość dokonania zwisu na niskich wysokościach oraz niewielką siłę ciągu, co przekłada się na mniejszy wpływ na otoczenie (szczególnie ważne przy operacjach morskich lub w niestabilnych warunkach). Takie działania są, co jest dość oczywiste, odbierane pozytywnie [Ferenc i Koreleska, 2015 s. 494; <https://cordis.europa.eu/>, 14.05.2021].

4. Zastosowanie dronów do inwentaryzacji magazynowej

Ze względu na znaczne możliwości dronów związane z szybkim przemieszczaniem się, ich mobilność oraz możliwość pracy bez nadzoru człowieka, zaczęto roz-

ważać zasadność zastosowania dronów autonomicznych do przeprowadzania inwentaryzacji magazynowych [<https://instytutintl.pl/>, 12.05.2021]. Rozpoczęto również próby implementacji tego rozwiązania, jednak dotychczasowe działania charakteryzują się raczej niewielką skalą i nie stanowią normy. Szczególnymi problemami w przypadku wielkopowierzchniowych składów oraz magazynów stanowią [Ślaski i Waśniewski, 2016, s. 208]:

- obsługa,
- szybka lokalizacja towaru,
- efektywna inwentaryzacja.

Jedną z propozycji rozwiązań jest stworzenie Zintegrowanego Systemu Obsługi Magazynów, w którego skład wchodziłyby drony [Ślaski i Waśniewski, 2016, s. 208].

Zastosowanie autonomicznych pojazdów latających w znacznym stopniu usprawnia prace inwentaryzacyjne, przy oszczędności czasu na poziomie 80%, eliminując błędy ludzkie oraz wymagając minimalnego nadzoru [<https://www.logistics-manager.pl>, 16.05.2021]. Może prowadzić to do znacznej redukcji kosztów [Kaykci, 2018, s. 786] oraz pozwolić na lepsze wykorzystanie personelu, który w normalnych warunkach musiałby brać w nich udział.

Podstawą sprawnego i skutecznego wykorzystania dronów byłoby umieszczenie na wszystkich jednostkach ładunkowych tagów RFID, które mogą być automatycznie odczytane przez system połączony z kamerą przenoszą przez aparat latający [Ślaski i Waśniewski, 2016, s. 208-209]. Oznacza to konieczność umieszczenia stosownych symboli na opakowaniach. Przeprowadzone w tym zakresie działania firmy Neurospace ujawniają potrzebę właściwego zabezpieczenia oznaczeń, by zapobiec ich „podwiewaniu” przez prądy powietrzne wytworzone przez przelatującego drona. Jednak w dalszej perspektywie, wraz z upowszechnieniem się automatycznej inwentaryzacji, na skutek procesów unifikacyjnych możliwe jest rozwiązanie tego problemu przez na przykład umieszczanie oznaczeń przylegających bezpośrednio do opakowania lub tworzenie opakowań specjalnie przeznaczonych do takich procesów posiadających naniesione oznaczenia.

Dodatkową zaletą zastosowania takich maszyn jest zmniejszenie liczby wypadków wynikających ze śliskiej powierzchni lub pracy na wysokościach [<https://www.logistics-manager.pl>, 16.05.2021]. Ponadto dron nie wymaga zapewnienia przerw poza koniecznością ładowania i wykazuje taką samą skuteczność bez względu na czas pracy [<https://geodis.com/>, 16.05.2021]. Niemniej jednak zaletą jest także poufność oraz bezpieczeństwo danych, ponieważ w tym przypadku nie ma potrzeby pracy ludzi spoza firmy [<https://www.logistics-manager.pl>, 16.05.2021].

W dalszej perspektywie prawdopodobnie możliwe będzie ograniczenie konieczności oświetlania magazynów podczas prac inwentaryzacyjnych, jednak do tego konieczne będzie zastosowanie innych, niewizyjnych sposobów identyfikacji towarów. Wykorzystanie dronów wymaga wprowadzenia szeregu zmian, w tym budowy odpowiedniej infrastruktury ze stacją ładującą [Duvall, Green, Langstaff i Miele, 2019]. Ponadto, dron wymaga zasilania, co generuje większe zapotrzebowanie na energię elektryczną. Co więcej, w przypadku awarii mogą nastąpić poważne uszkodzenia zarówno maszyny, jaki i towarów, zwłaszcza w sytuacji ograniczenia kontroli ludzkiej nad dronem do minimum. Dodatkowo, kosztownym elementem jest także serwis aparatu latającego zarówno w przypadku jego awarii, jak i zwyczajnych przeglądów.

5. Wykorzystanie dronów w dostawach kurierskich

Przeprowadzono dotąd wiele badań i doświadczeń, aby odkryć, w jaki sposób można wykorzystać te urządzenia do dostarczania przesyłek. Firma Amazon jako pierwsza przedstawiła plany zastosowania dronów w takim celu. Punkt przełomowy nastąpił, gdy przedsiębiorstwo Amazon ogłosiło Prime Air - przyszły system dostaw ich firmy, który zapowiadał wykorzystanie tych urządzeń do dostarczania przesyłek o masie do około 2,5 kilogramów, w promieniu 16 kilometrów w czasie 30 minut bądź krócej [<http://amazon.com>, 10.05.2021]. Jednakże firma DHL jako pierwsza wprowadziła takie rozwiązanie do oferty swoich usług kurierskich. W tym projekcie założono transport leków i innych potrzebnych towarów na wyspę Juist na Morzu Północnym, aczkolwiek nadal to tylko testy [Wanat, 2014].

Wykorzystanie dronów do tego typu działań ma wiele zalet, do których zaliczyć można [Drass i Wilk, 2016, s. 62; Gulc, 2017]:

- zapewnienie maksimum elastyczności klientowi,
- odciążenie ruchu drogowego szczególnie w dużych miastach,
- zmniejszenie emisji spalin.

Do zalet tego rozwiązania zaliczyć można także: krótki czas dostawy, niski koszt transportu jak i utrzymania w porównaniu do innych środków transport oraz niski koszt siły roboczej [Cichosz, 2020, s. 423-424].

Niemniej jednak zastosowanie dronów do transportu ma także swoje wady oraz ograniczenia, wśród których należy wskazać przede wszystkim niewystarczające klasyczne sposoby sterowania dronami oraz prawdopodobieństwo spowodowania kolizji przez roboty [Camacho, Robaina, Tasca, Cuberos, Tansel i Tosunoglu, 2015, s. 1-6].

Ponadto, limit wagowy przesyłek, pojemność baterii, zasięg lotu oraz nieodporność na warunki pogodowe także wpływają na niekorzyść tego urządzenia [Cichosz, 2020, s. 424].

Uwarunkowania dronów sprawiają, że ich wykorzystanie jest najbardziej efektywne ekologicznie w miejscach zlokalizowanych blisko punktów wysyłek oraz małą liczbą odbiorców. Jednakże, ze względu na małą ładowność tego urządzenia, jak i zasięg, dostawy samochodem są bardziej ekonomiczne, jeśli chodzi o doręczanie przesyłek na dużą odległość i większą liczbę klientów [Goodchild i Toy, 2018, s. 58-67]. Niemniej jednak wraz z rozwojem rynku zakupów online nowoczesne rozwiązania transportowe, takie jak drony, będą stosowane coraz powszechniej [Szpilko i in., 2021].

6. Możliwości wykorzystania dronów w ochronie zdrowia

Wraz z rozwojem, upowszechnieniem się dostępu oraz spadkiem cen dronów i systemów z nimi związanych coraz częściej zaczęto zwracać uwagę na możliwość wykorzystania dronów w ochronie zdrowia. Początkowo skupiano się na możliwościach niewielkich aparatów latających w kontekście akcji ratowniczych, zarówno do celów rozpoznania i identyfikacji poszkodowanych lub zagrożeń dla zespołów sanitarnych oraz jako nośników środków służących do ewentualnej samopomocy w przypadku przytomnych rannych i kontuzjowanych [Półka, Ptak i Kuziora, 2017, s. 749; See Yee Hii, Courtney i Royall, 2019, s. 2].

Niemniej jednak, z uwagi na możliwość przenoszenia niewielkich ładunków dronami rozpoczęto rozważanie nad implementacją analogicznych działań w kontekście transportu leków i preparatów medycznych, także w ramach transportu wewnętrznego [Tucker, 2017]. Dotyczyć miałyby to w szczególności konkretnych jednostek, na które występuje relatywnie niskie zapotrzebowanie do położonych daleko odbiorców. Przykładowo pozwoliłoby to zamówienie pacjentowi mieszkającemu z dala od większych punktów sprzedażowych trudniej dostępnych leków oraz otrzymanie ich bez konieczności odbywania długiej podróży, która mogłaby być ryzykowna dla zdrowia lub niekomfortowa [Tucker, 2017]. Podobnie rzecz ma się w kontekście osób objętych różnymi rodzajami izolacji lub kwarantanny. Zdarzenia związane z pandemią Covid-19 jednoznacznie wskazują, że należy powszechnie korzystać z możliwości zdalnego, bezkontaktowego przesyłania leków potrzebującym jednostkom, co możliwe byłoby w niektórych przypadkach przy użyciu dronów. Taki transport byłby znacznie tańszy niż przy użyciu samochodu kurierskiego lub medycznego w przypadku substancji wymagającej większej troski. Ponadto drony

z łatwością dostać mogą się w miejsca niedostępne dla innych maszyn [Tucker, 2017; Ferenc i Koreleska, 2015 s. 494].

Jednym z ciekawych przykładów zastosowania dronów jest użycie ich do transportu jednostek krwi do transfuzji w Ruandzie. Wykorzystane tam jednostki są niewielkie i w znaczny sposób usprawniają proces przesyłu między innymi dzięki sprawnemu połączeniu autonomizacji z ludzkim nadzorem, co pozwala w kryzysowych sytuacjach zmieniać wielkość i częstotliwość dostaw. Pojawiają się również plany zastosowania tego systemu w Kanadzie [Yakushiji, Yakushiji, Murata, Hiroi, Takeda i Fujita, 2020, s. 1] i Stanach Zjednoczonych [Tucker, 2017]. Ponadto zwrócono uwagę na wysokie bezpieczeństwo osób zaangażowanych w transport także podczas ewentualnych wypadków [Yakushiji, Yakushiji, Murata, Hiroi, Takeda i Fujita, 2020, s. 7].

Należy jednak zwrócić uwagę na różnice w specyfice wymienionych krajów w porównaniu z Polską, gdzie występuje stosunkowo duże zagęszczenie ludności (123,13 p/km² w Polsce przy 3,8 p/km² w Kanadzie [<http://population.city/>, 25.05.2021]) oraz większa dostępność punktów aptecznych czy krwiodawczych, występujących właściwie w każdym mieście wojewódzkim [<https://krew.info/>, 25.05.2021]. Zastosowanie dronów w charakterze dostawców leków miałyby również sens, gdy odbiorca znajdowałby się w oddalonym od miast miejscu. Równocześnie należy rozważyć, czy w ogóle możliwy do zastosowania jest model fly-to-door [Tucker, 2017] i czy konieczne może byłoby posiadanie stosownej infrastruktury, analogicznej do wspierającej drony kurierskie. Do tego dochodzi ryzyko wypadków związanych z dronami, kradzieży lub celowych uszkodzeń sprzętu, biorąc pod uwagę ataki na sanitariuszy [<https://tvn24.pl/>, 14.05.2021].

7. Szanse i ograniczenia zastosowania dronów w logistyce w Polsce

W przypadku prawnego aspektu wykorzystania dronów, konieczne byłoby stworzenie nowego obszaru, który pozwoliłby na dokładną regulację zasad dotyczących autonomicznych pojazdów latających, co unormowałoby ich wykorzystanie, obniżyło zagrożenie związane z ewentualnymi wypadkami i awariami, odpowiedzialność za szkody powstałe na ich skutek, a także straty związane z uszkodzeniami lub utratą towaru. Ponadto, trzeba wprowadzić regulacje dotyczące odbioru, potwierdzenia go oraz weryfikacji adresu i odbiorcy.

Natomiast w kwestii społecznego postrzegania dronów można założyć, że prawdopodobnie wraz z rozwojem rynku kurierskiego dronów ich społeczne postrzeganie, po okresie pewnej nieufności, będzie coraz lepsze, aż do poziomu pełnej akceptacji i uznania ich za naturalną część otaczającego świata, analogicznie do innych

technologii. Jednak wystąpi to jedynie pod warunkiem, że usługi dostaw dronem staną się powszechne oraz standardowe i nie nastąpią poważne komplikacje, na przykład wypadki.

Rynek polski ma duże szanse na zastosowanie tych urządzeń do inwentaryzacji magazynów, co już poniekąd stało się rzeczywistością. Osiągnięcia firmy Neurospace dowodzą, że te urządzenia doskonale sprawdzają się w pracy w magazynie. Zapewniają bezpieczeństwo, minimalizują zarówno czas jak i koszty związane z działalnością w miejscach składowania towarów. Przyszłość tego zastosowania jest bardzo obiecująca, jednakże wymaga dodatkowych badań i oznaczeń, aby wszystkie procesy przebiegały bez zakłóceń oraz w warunkach, które nie zagrażałyby życiu ani zdrowiu innych osób.

Wykorzystanie dronów w kontekście dostaw kurierskich jest wizją bardzo przyszłościową, aczkolwiek istnieje wiele ograniczeń, które uniemożliwiają całkowite zastąpienie czynnika ludzkiego. W przypadku wprowadzenia tego rozwiązania najważniejsze jest spełnienie zasad bezpieczeństwa, ulepszenie jakości wyposażenia sprzętu, jak i stworzenie platform niezniszczalnych, które będą posiadały duży zapas bezpieczeństwa oraz będą odporne na wpływ czynników atmosferycznych [Milhous, 2015, s. 1-4]. Wymaga się również prac nad oznakowaniem towarów [Woźniak i Kukielka, 2011, s. 433], udoskonaleniem oprogramowania sterującego, które zapewniłyby bezkolizyjność dronów oraz konieczne jest ich ocudzynianie [Feltynowski, 2019, s. 47].

W kwestii wykorzystania dronów w ochronie zdrowia można zauważyć, że prawdopodobnie wraz z rozwojem dronowego rynku kurierskiego, również leki będą transportowane w ten sposób, na dość zbliżonych zasadach do standardowych produktów i towarów. Nawet drobne komplikacje związane z koniecznością przechowywania wyrobów medycznych zostaną zapewne szybko rozwiązane poprzez stosowanie odpowiednich pojazdów lub opakowań.

Innym obszarem, w którym można rozważyć użycie dronów jest transport transplantacyjny, który często oznacza konieczność transportu konkretnego organu między miastami. W takiej sytuacji pojazd zdalny może generować oszczędności, w porównaniu do samolotu najczęściej wykorzystywanego w takich sytuacjach. Ponadto, dron może zostać specjalnie do tego przygotowany i dostosowany. Niemniej jednak, wiąże się to z szeregiem innych wątpliwości. Po pierwsze jest on o wiele bardziej narażony na ewentualne przechwycenie lub zniszczenie niż normalny samolot, który uznaje się często także za bezpieczniejszy i mniej wypadkowy środek. Po drugie, istnieje konieczność wyposażenia szpitali w drony, co pozwoliłoby na efektywne działanie systemu, jednak wiąże się ze znacznymi wydatkami. Z drugiej strony jednak, o ile wykazano by wyższość tej metody nad koniecznością wykorzystywania

klasycznych samolotów, podejście to mogłoby być warte rozważenia i w dalszej perspektywie implementacji.

W tabeli 2 przedstawiono wyniki analizy SWOT odnośnie mocnych oraz słabych stron, a także szans i zagrożeń wynikających z zastosowania dronów w logistyce w Polsce, w odniesieniu do trzech analizowanych obszarów.

Tab. 2. Analiza SWOT zastosowania dronów w logistyce w Polsce w odniesieniu do trzech analizowanych obszarów

Mocne strony	Słabe strony
Zmniejszenie czasu potrzebnego do przeprowadzenia inwentaryzacji magazynowej Ograniczenie kosztów inwentaryzacji magazynowej Możliwość skutecznego wsparcia służb ratunkowych i porządkowych Możliwość przewożenia lekkich, jednostkowych ładunków przy małych kosztach Odciążenie ruchu drogowego szczególnie w dużych miastach Zmniejszenie emisji spalin Niski koszt siły roboczej Niski koszt transportu Poufność oraz bezpieczeństwo danych dostępnych w firmie Niskie koszty przesyłek Taka sama skuteczność działań bez względu na czas pracy Możliwość lepszego wykorzystania personelu Brak błędów Bezkontaktowy przesył towarów	Znaczne ograniczenia prawne Niewielka ładowność dronów Konieczność budowy oraz zmian infrastruktury wraz ze stacją ładującą w celu dostosowania jej do dronów Limit wagowy przesyłek Potrzeba właściwego zabezpieczenia oznaczeń Ograniczona pojemność baterii Ograniczony zasięg lotu Brak odporności na słabe warunki pogodowe Zwiększone zapotrzebowanie na energię elektryczną Konieczność udoskonalenia oprogramowania sterującego Potrzeba stworzenia platform niezniszczalnych Konieczność wyposażenia w nowy sprzęt dane jednostki
Szanse	Zagrożenia
Możliwość stania się przez Polskę liderem rynku i wyprzedzenie innych państw Unowocześnienie i zwiększenie skuteczności ratownictwa medycznego Przyspieszenie niektórych dostaw kurierskich Zautomatyzowanie i powszechne usprawnienie systemu inwentaryzacji, co zwiększyłoby konkurencyjność polskich magazynów	Ryzyko poniesienia wysokich nakładów inwestycyjnych przy stosunkowo niewielkich korzyściach Ewentualna, spektakularna porażka zastosowania dronów może zniechęcić do dalszych badań nad ich wykorzystaniem Redukcja etatów w niektórych sektorach logistyki Możliwość zwiększenia liczby wypadków (trudności w sterowaniu dronami)

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Drony to urządzenia bardzo innowacyjne, które dzięki ich użyteczności i funkcjonalności znajdują coraz powszechniej zastosowanie w wielu dziedzinach. Niemniej jednak, w rzeczywistości nie zawsze okazuje się być to najlepszym rozwiązaniem, ponieważ istnieje wiele przeszkód, które w znacznym stopniu ograniczają implementację tych rozwiązań. Sukces firmy Neurospace pokazuje, że zastosowanie tych urządzeń do inwentaryzacji magazynów jest korzystne oraz przede wszystkim bardzo wydajne. Biorąc pod uwagę, że polskie firmy posiadają solidne podstawy w tym obszarze prawdopodobnie dalsze inwestycje oraz ukierunkowanie dalszych badań na kwestie inwentaryzacyjne mogłyby przynieść znaczne korzyści oraz uczynić z Polski lidera tych technologii w kontekście kontynentalnym lub nawet globalnym.

Natomiast dostawy kurierskie przy użyciu dronów nie wykazują tak znacznych korzyści ze względu na występowanie wielu ograniczeń oraz problemów, które w najbliższym czasie uniemożliwiają zastąpienie nimi obecnych metod transportu kurierskiego. W dalszej perspektywie wraz z dalszym rozwojem technologicznym oraz większą akceptacją społeczną dronów istnieje możliwość implementacji na pewnym etapie, być może w ograniczonej formie [Ejdys, Gulc, 2021]. Również w kontekście krajowym obszar ten nie wydaje się być szczególnie atrakcyjny.

W transporcie medycznym drony mogłyby pełnić w Polsce funkcje pomocnicze i w niektórych sytuacjach stanowić dobrą alternatywę dla obecnie stosowanych środków, jednak wymagałyby to dalszych badań celem opracowania właściwej, korzystnej i skutecznej strategii działań, prawdopodobnie w kontekście krajowym. Natomiast zwrócić należy szczególną uwagę na możliwość szerszego stosowania dronów w działaniach ratowniczych, poszukiwawczych oraz w monitoringu prewencyjnym.

Literatura

1. Amazon, <https://www.amazon.com/Amazon-Prime-Air/b?ie=UTF8&node=8037720011> [10.05.2021].
2. Camacho E., Robaina M., Tasca A., Cuberos P., Tansel I., Tosunoglu S. (2015), *Collision Avoidance Protocol for Package Delivering Quadcopters*, Florida Conference on Recent Advances in Robotics Florida International University, Miami, Florida.
3. Cichosz M. (2020), *Drony w logistyce ostatniej mili – innowacja wspierająca zrównoważoną logistykę*, Oficyna Wydawnicza SGH, Warszawa.

4. Cwojdzński L. (2013), *Klasyfikacja oraz zasady eksploatacji bezzalogowych platform latających*, Motoszybowce – kwartalnik lotnictwa powszechnego i bezzalogowego 3-4, s. 30-32.
5. Darowska M., Kutwa K. (2019), *Biała Księga Rynku Bezzalogowych Statków Powietrznych*, Ministerstwo Infrastruktury, Warszawa.
6. Drass D., Wilk T. (2016), *Możliwości wykorzystania bezpilotowych statków powietrznych (BSP) w środowisku cywilnym i wojskowym*, Zeszyty Naukowe Ruchu Studentckiego 2, s. 59-70.
7. Duvall T., Green A., Langstaff M., Miele K. (2019), *Air-Mobility Solutions: What They'll Need to Take off*, McKinsey <https://www.mckinsey.com/industries/travel-logistics-and-infrastructure/our-insights/air-mobility-solutions-what-theyll-need-to-take-off>.
8. Ejds J., Gulc A. (2020), *Trust in Courier Services and Its Antecedents as a Determinant of Perceived Service Quality and Future Intention to Use Courier Service*, Sustainability 12(21), pp.1-18.
9. Feltynowski M. (red.) (2019), *Wykorzystanie bezzalogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy, Józefów.
10. Ferenc A., Koreleska E. (2015), *Innowacje w logistycznej obsłudze pacjenta – zastosowanie dronów*, TTS Technika Transportu Szybnego 22(12), s. 492-496.
11. GEODIS, <https://geodis.com/cn/en/newsroom/press-releases/warehouse-inventoty-using-drones-geodis-and-delta-drone-have-entered-the-industrialization-production-phas-of-their-completely-automated-solution> [16.05.2021].
12. Goodchild A., Toy J. (2018), *Delivery by Drone: An Evaluation of Unmanned Aerial Vehicle Technology in Reducing CO2 Emissions in the Delivery Service Industry*, Transportation Research Part D 61, s. 58-67.
13. Gulc A. (2017), *Courier service quality from the clients' perspective*, Engineering Management in Production and Services 9(1), pp.39-45.
14. Hii M.S.Y., Courtney P., Royall P. G. (2019), *An Evaluation of the Delivery of Medicines Using Drones*, MDPI Drones 3, 52.
15. <http://population.city/> [25.05.2021].
16. <https://krew.info/zapasy/> [25.05.2021].
17. <https://tvn24.pl/pomorze/zachodniopomorskie-atak-na-ratownika-medycznego-praktycznie-co-tydzien-4672218> [14.05.2021].
18. <https://www.dw.com/pl/komisja-europejska-ostrzega-przed-dronami-mog%C4%85-by%C4%87-broni%C4%85-terroryst%C3%B3w/a-49879795>
19. Instytutu INTL, <https://instytutintl.pl/pl/aktualnosci/item/928-test-drona-raben> [12.05.2021].

20. Kardasz P., Daskocz A., Osiński Ł. (2015), *Drony w logistyce*, *Otwarta Innowacja* 4, http://openin.pl/index.php?option=com_content&view=article&id=87&Itemid=146
21. Kayikci Y. (2018), *Sustainability Impact of Digitalization in Logistics*, *Procedia Manufacturing* 21, s. 782-789.
22. Komisja Europejska, <https://cordis.europa.eu/article/id/428787-how-does-the-public-view-drones/pl> [14.05.2021]
23. Logistics Manager, <https://www.logistics-manager.pl/2020/11/24/pierwsza-w-europie-komercyjna-inwentaryzacja-w-pelni-autonomicznym-dronem-made-in-poland/> [16.05.2021].
24. MegaDron, <https://megadron.pl/pl/menu/rekreacyjne/drony-rekreacyjne/z-kamera-254.html> [20.05.2021].
25. Merkiś J., Nykaza A. (2016), *Perspektywy rozwoju i wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w służbach ratowniczych*, *Autobusy: technika, eksploatacja, systemy transportowe* 17(6), s. 291-296.
26. Milhouse M. (2015), *Framework for Autonomous Movement of Drones*. *Illinois Institute of Technology*, RIIT '15, Proceedings of the 4th Annual ACM Conference on Research in Information Technology, s. 1-4.
27. Półka M., Ptak S., Kuziora Ł. (2017), *The use of UAV's for search and rescue operations*, *Procedia Engineering* 192, s. 748-752.
28. Robin Radar System B.V., <https://www.robinradar.com/press/blog/9-counter-drone-technologies-to-detect-and-stop-drones-today> [25.05.2021].
29. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich.
30. Staniszewski M., Sobczak A.M. (2021), *Drony a prawo - wszystko co musisz wiedzieć nim zaczniesz latać*, https://www.benchmark.pl/testy_i_recenzje/drony-i-prawo-oto-regulacje-o-ktorych-musisz-wiedziec.html [24.05.2021].
31. Szpilko D., Bazydło D., Bonadar E. (2021), Wpływ pandemii COVID-19 na zakres i jakość usług kurierskich. Wyniki badań wstępnych, *Marketing i Rynek* 5, s. 10-22.
32. Ślaski P., Waśniewski T. (2016), Zastosowanie dronów do inwentaryzacji magazynów otwartych wielkopowierzchniowych, *Przedsiębiorczość i Zarządzanie* t. 17, z. 3, cz. 3 *Logistyka w XXI wieku - wybrane zagadnienia*, s. 199-210.
33. Tarcza 2.0: Obowiązkowe zgłoszenia lotów i możliwość przejścia przez pażp systemu do koordynacji (2020) <http://www.swiatdronow.pl/tarcza-2-0-obowiazkowe-zgloszenia-lotow-i-mozliwosc-przejecia-przez-pazp-systemu-do-koordynacji> [25.05.2021].
34. Tucker J. (2017), *A Role for Drones in Healthcare*, <https://www.dronesin-healthcare.com/> under courtesy od Hospital Impact [14.05.2021].

35. Urząd Lotnictwa Cywilnego, <https://www.ulc.gov.pl/pl/aktualnosci/5329-miej-drony-pod-kontrola-od-31-grudnia-nowe-zasady-lotow-dronami-w-calej-europie> [25.05.2021].
36. Wanat A. (2014), *Drony kurierskie – jeszcze science fiction, czy już rzeczywistość?* <https://log4.pl/drony-kurierskie-%E2%80%93-jeszcze-science-fiction--czy-juz-rzeczywistosc,202,13105.htm> [14.05.2021].
37. Woźniak D., Kukielka L. (2011), *Logistyka opakowań w transporcie drogowym*, *Autobusy*, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 12(5), s. 430-438.
38. Yakushiji F., Yakushiji K., Murata M., Hiroi N., Takeda K. and Fujita F. (2020) *The Quality of Blood is not Affected by Drone Transport: An Evidential Study of the Unmanned Aerial Vehicle Conveyance of Transfusion Material in Japan*, *MDPI Drones* 4(1), 4.
39. Zaklika Ł. (2015), *Koncepcja automatycznej strefy składowania magazynów wysokiego składowania z wykorzystaniem w niej dronów*, Monografia.

The use of drones in logistics – opportunities and limitations

Abstract

The aim of the article is to discuss the possibilities of using drones in logistics in Poland and to indicate potential directions and opportunities for the development of this technology. The authors made an analysis based on scientific and journalistic articles, own observations and comparisons with other countries which use drones in logistics processes. Particular attention was paid to such aspects as the implementation of autonomous flying vehicles on the courier services market, warehouse inventory and in the area of health care. The paper also analyses the legal and social aspects of these activities.

Key words

drones, autonomous flying vehicles, logistics, transport