

Hubert Igliński, Maciej Szymczak

Uniwersytet Ekonomiczny w Poznaniu, Wydział Gospodarki Międzynarodowej,
Katedra Logistyki Międzynarodowej

Autor do korespondencji: Maciej Szymczak, maciej.szymczak@ue.poznan.pl

**ROLA BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW
POWIETRZNYCH W FUNKCJONOWANIU
ZWINNYCH ŁAŃCUCHÓW DOSTAW**

Streszczenie: Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych w łańcuchach dostaw, aby zwiększyć elastyczność ich funkcjonowania, tak by osiągnęły one pożądany poziom zwinności. W artykule nakreślono bariery funkcjonowania łańcuchów dostaw w obszarach zurbanizowanych, wskazano czynniki ograniczające elastyczność łańcuchów dostaw w obszarze realizacji dostaw do klienta. Zwrócono także uwagę na wprowadzane w miastach strefy niskiej emisji, co jest szczególnie istotnym ograniczeniem z perspektywy europejskiej. Przedstawiono koncepcję drona i w skrócie nakreślono rozwój bezzałogowych statków powietrznych w ciągu lat. Scharakteryzowano możliwe pola eksploatacji dronów, ukazując wszechstronność tej technologii. Wymienione zadania można traktować w kontekście celów szczegółowych artykułu. Ze względu na wagę problemu, uwzględniono ograniczoną podaż ropy naftowej jako czynnik, który wpływa istotnie na funkcjonowanie łańcuchów dostaw nie tylko na obszarach zurbanizowanych i który długookresowo będzie zwiększał swoją siłę oddziaływania. W tym układzie przedstawienie kwestii prawnych dotyczących korzystania z dronów oraz obaw wynikających z ich popularyzacji – mimo że rozwinięte do znaczącej części artykułu – należy traktować jako tło rozważań.

Słowa kluczowe: zwinne łańcuchy dostaw, transport powietrzny, bezzałogowe statki powietrzne, drony.

Klasyfikacja JEL: R41, O18, L93.

UNMANNED AERIAL VEHICLES IN AGILE SUPPLY CHAINS

Abstract: This paper presents the possibility of using unmanned aerial vehicles in the supply chain to increase operation flexibility and to gain the desired level of agility. The

article outlines the barriers to supply chain operations in urban areas, identifies factors limiting the flexibility of supply chains in the area of delivery to the customer. Attention is also paid to low emission zones being developed in cities which is an important constraint from a European perspective. The concept of the drone is introduced together with a brief history of the development of unmanned aerial vehicles over the years. Possible uses of drones are illustrated showing the versatility of this technology. These are the specific objectives of the paper. Due to the seriousness of the problem the authors take into account the limited supply of oil as a factor that significantly affects supply chain operations not only in urban areas but one that will increase in impact in the long run. The presentation of current legal issues regarding the use of drones and concerns arising from their increasing use – though a significant part of the paper – should be considered a secondary topic.

Keywords: agile supply chains, air transport, unmanned aerial vehicles, drones.

Wstęp

Celem artykułu jest przedstawienie możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych w łańcuchach dostaw, aby zwiększyć elastyczność ich funkcjonowania, tak by osiągnęły one pożądaną poziom zwinności. Jest to szczególnie istotne w fazie dystrybucji, zgodnie z założeniami obsługi klienta, a atrybut zwinności dodatkowo umacnia swoją wartość w warunkach nietrwałej przewagi konkurencyjnej. Ale zwinność łańcucha dostaw nabiera dodatkowego znaczenia w warunkach, w których trudno jest zachować wysoki standard obsługi. Taka sytuacja ma miejsce w obszarach zurbanizowanych, w których – ze względu na aktualne warunki ruchu czy administracyjne zakazy i nakazy – istnieje wiele ograniczeń skutecznego wykonania zadań łańcucha dostaw.

Pewne rozwiązanie w tym zakresie, z którym wiąże się duże nadzieje, stanowią bezzałogowe statki powietrzne. W łańcuchach dostaw ich przydatność związana jest bezpośrednio z przemieszczaniem zasobów – gdzie służyć mogą do realizacji dostaw czy automatyzacji prac manipulacyjnych, jednak się do niej nie ogranicza. Urządzenia te znajdują zastosowanie także w funkcji monitoringu i kontroli procesów czy informowania o warunkach środowiskowych ich przebiegu.

Współczesną, cywilną wersję lekkich bezzałogowych statków powietrznych, które można zastosować w biznesie, stanowią drony o różnej konstrukcji. To im poświęcono najwięcej miejsca i to one wypełniają główną oś rozważań. Wynikają z tego sformułowane przez autorów cele szczegółowe, które obejmują:

- przedstawienie koncepcji drona na tle dotychczasowego rozwoju bezzałogowych statków powietrznych;
- wskazanie możliwych obszarów cywilnych zastosowań dronów.

Rozwojowi dronów przysłuży się z pewnością coraz bardziej ograniczona podaż ropy naftowej, który to czynnik od lat zmienia funkcjonowanie łańcuchów dostaw i będzie nań coraz mocniej oddziaływał. Ten wątek również znalazł należną ekspozycję w tekście.

W dyskusji o dronach, jako o technologii zdobywającej coraz większe rzesze zainteresowanych, nie można pominąć kwestii, której rozwiązanie stanie się konieczne w obliczu jej umasowienia. Chodzi o aspekty prawne dotyczące korzystania z dronów, które uwzględniać muszą zarówno obawy związane z bezpieczeństwem lotu, jak i ochroną i poszanowaniem prywatności.

1. Bariery funkcjonowania łańcuchów dostaw w obszarach zurbanizowanych

Współcześnie można zaobserwować kolejną fazę przyspieszonej urbanizacji na świecie. W 2009 r. po raz pierwszy w historii liczba mieszkańców miast była większa niż mieszkańców wsi i szybko wzrasta. Według prognoz ONZ do 2030 r. odsetek ludności miejskiej ma osiągnąć 60%, a w 2050 r. przekroczyć 66% [UN 2014]. Rośnie nie tylko liczba miast, ale również wiele miast, szczególnie w krajach rozwijających się – lub jak sugeruje nazywać je G. Kołodko [2008] w krajach emancypujących się – notuje bardzo szybki przyrost liczby mieszkańców. Znakomitym przykładem tego procesu są miasta w Chinach [Miller 2012], a szczególnie trafną egzemplifikację może stanowić Shenzhen. To miasto wyrosło na miejscu liczącej kilkanaście do kilkudziesięciu tysięcy osób osady rybackiej i w ciągu zaledwie 35 lat istnienia zyskało ok. 2 mln mieszkańców, a jego aglomeracja prawie 11 mln [Tam 2010].

W krajach rozwiniętych przyrost liczby ludności miejskiej jest dużo wolniejszy. W wielu przypadkach rośnie nie tyle liczba mieszkańców miast, co obszarów zurbanizowanych, które administracyjnie miastami nie są, ale architektonicznie, społecznie, kulturowo czy ekonomicznie są jak najbardziej miejskie, a ponadto są silnie powiązane z miastem centralnym. Takie zjawiska noszą miano suburbanizacji i są doskonale widoczne w ostatnich dekadach w wielu państwach, m.in. w Polsce, gdzie oficjalny wskaźnik urbanizacji spada, ale zdecydowanie rośnie liczba mieszkańców obszarów zurbanizowanych

[Kajdanek 2012]. Za przykład mogą posłużyć procesy zachodzące w większości miast w Polsce, w tym również w Poznaniu i otaczającym go powiecie poznańskim. Od 1995 r. liczba mieszkańców Poznania spadła z 581,2 tys. do 548 tys. w 2013 r., natomiast w powiecie poznańskim wzrosła w tym samym okresie o prawie 50% z 240,7 tys. do 352,4 tys. Oznacza to, że bilans migracji dla aglomeracji poznańskiej (Poznań i powiat poznański) był dodatni na poziomie prawie 80 tys. mieszkańców [GUS 2014].

W miastach podlegających procesowi suburbanizacji rośnie mobilność mieszkańców. Wzrasta nie tyle liczba podróży na mieszkańca (szczególnie w krajach rozwiniętych), co ich długość i czas trwania. Przeprowadzone w 2013 r. w aglomeracji poznańskiej kompleksowe badanie ruchu (KBR) wykazało, że średnia długość podróży wzrosła aż do 15,81 km średnio w całej aglomeracji [KBR 2013], choć jeszcze w 2000 r. wynosiła 7,22 km w samym Poznaniu i 10,47 km w powiecie poznańskim w [KBR 2000]. Nie są to dane ani wyjątkowe, ani odnoszące się wyłącznie do dużych miast. Tego typu procesy zachodzą również w ośrodkach średniej wielkości, a coraz częściej także nawet w małych miastach.

Znaczne zmiany zachodzą również w sposobach zaspokajania obligatoryjnych i fakultatywnych potrzeb transportowych. Jedną z istotniejszych przyczyn tych zmian jest proces suburbanizacji, drugą, co najmniej równie ważną, jest wzrost dochodów gospodarstw domowych. Bardzo szybko rośnie poziom zmotoryzowania społeczeństwa mierzony liczbą samochodów osobowych na 1000 mieszkańców. Na przykład w Rumunii i na Litwie w latach 2000–2012 nastąpił wzrost tej liczby odpowiednio o 81% i 75,5%. Jednak w Polsce wzrost ten był najwyższy w całej Unii Europejskiej i wyniósł 86%. W 2012 r. poziom zmotoryzowania w Polsce osiągnął wartość 486 samochodów osobowych na 1000 mieszkańców, czyli prawie średnią unijną wynoszącą 487 [Eurostat 2014]. To dlatego coraz więcej osób do zaspokojenia obligatoryjnych i fakultatywnych potrzeb transportowych wykorzystuje samochód osobowy. Również w krajach emancypujących się samochód osobowy jest obiektem powszechnego pożądania i wszędzie tam, gdzie dochód *per capita* liczony parytetem siły nabywczej przekracza 4 tys. USD rocznie, bardzo szybko rośnie wskaźnik zmotoryzowania [Sperling i Gordon 2009, s. 153]. Według analiz Sperlinga i Gordona [2009, s. 5] w ciągu najbliższych kilkunastu lat – do 2030 r. – liczba samochodów osobowych wzrośnie o ok. 900 mln, a jednośladów o ok. 500 mln. W efekcie szybko wzrośnie problem nadmiernej kongestii transportowej w obszarach zurbanizowanych oraz problem zanieczyszczenia środowiska.

Kongestia transportowa sprawia, że koszty funkcjonowania systemu transportowego w obszarach zurbanizowanych rosną w sposób znaczący [Igliński 2008]. Wysokie koszty dostaw stanowią również coraz większy problem dla firm kurierskich i pocztowych, ponieważ ze względu na istotny wzrost popytu na świadczone przez nich usługi, wynikający głównie z dynamicznego rozwoju handlu internetowego, wykonują one coraz większą pracę przewozową i przez to same przyczyniają się do dalszego wzrostu poziomu kongestii i ponoszą większe koszty jej występowania. Wartość handlu internetowego w Europie w 2013 r. oszacowano na ponad 360 mld euro (ok. 3,7 mld przesyłek, wzrost o 200 mln w stosunku do poprzedniego roku), a rośnie ona w tempie ok. 16,3% rocznie [Ecommerce Europe 2014, s. 12]. Podobną dynamikę (ok. 19%) w skali całego świata prognozują eksperci Goldman Sachs i JP Morgan [Kawa 2014, s. 8]. W Polsce e-handel rośnie jeszcze szybciej. W ciągu zaledwie 4 ostatnich lat jego wartość podwoiła się i wynosi obecnie ok. 30 mld zł. Imponujący jest również wzrost liczby sklepów internetowych z ok. 9 tys. w 2010 r. do 14 tys. na koniec 2014 r. [Kawa 2014, s. 5–6]. Jak wskazują analizy, ich słabą stroną jest na ogół logistyka [Otto 2013]. Koszty doręczenia przesyłek, w szczególności koszty czasu, można zmniejszać dzięki zastosowaniu innowacyjnych rozwiązań, takich jak choćby paczkomaty czy miejsca nadawania i odbioru przesyłek zlokalizowane w stałych punktach handlowych (np. saloniki prasowe, sieciowe sklepy typu *convenience*). Ich liczba systematycznie rośnie, jednak nie wszyscy klienci preferują takie rozwiązania. Przewozy ładunków w obszarach zurbanizowanych to znacznie więcej niż tylko przesyłki kurierskie i pocztowe, a kongestia transportowa to przecież nie jedyny problem, który ogranicza zwinność łańcuchów dostaw.

Chęć ograniczenia zanieczyszczeń powodowanych przez transport samochodowy skłoniła część władarzy miast do wprowadzenia tzw. stref niskiej emisji (ang. *low emission zone*, niem. *Umweltzone*). Zdecydowana większość stref niskiej emisji znajduje się we Włoszech (91) i w Niemczech (50) oraz w Holandii (12). W Austrii, Finlandii, Portugalii i na Węgrzech zrealizowano jedynie pojedyncze wdrożenia. W 15 krajach Unii Europejskiej w ogóle one nie występują [Urbanaccess 2014]. Powszechną walkę z zanieczyszczeniami generowanymi przez samochody, i dodatkowo z uzależnieniem transportu i gospodarki Unii Europejskiej od ropy naftowej, zapowiedziała w 2011 r. Komisja Europejska. W opublikowanej 28 marca 2011 r. białej księdze zatytułowanej „Plan utworzenia jednolitego europejskiego obszaru transportu – dążenie do osiągnięcia konkurencyjnego i zasobooszczędnego systemu transportu” wskazuje się m.in., że udział samochodów napędzanych

tradycyjnymi silnikami spalinowymi w miastach ma spaść do 2030 r. o 50%, a do 2050 r. mają one zostać całkowicie wyeliminowane [COM 2011].

Rodzi to ogromne wyzwanie dla całego systemu transportowego, ale szczególnie dla przewozów ładunków, bowiem wraz z rosnącą masą własną pojazdu i jego ładownością coraz trudniej konstruować efektywne pojazdy z napędem hybrydowym, nie wspominając o napędzie elektrycznym zasilanym tylko energią z akumulatorów. Dużo prościej jest zbudować samochody ciężarowe zasilane z napowietrznej sieci trakcyjnej. Współcześnie jednak trudno sobie nawet wyobrazić, jak rozwieszenie takich sieci nad całą, a przynajmniej znaczącą, częścią sieci drogowej zmieniłoby obraz naszych miast i jak ogromne koszty należałoby ponieść, aby taką zmianę przeprowadzić.

Przewozy poza miastami będą nadal, nawet po 2050 r., odbywać się pojazdami wyposażonymi w tradycyjne silniki spalinowe zasilane paliwami pochodzącymi z rafinacji ropy naftowej. Tu jednak pojawia się kolejne ogromne wyzwanie. Jak zapewnić utrzymanie dostaw ropy w przyszłości przy tak szybko rosnącym popycie i kurczących się możliwościach zwiększania wydobywania. Szczególnie trudna sytuacja rysuje się przed Unią Europejską, bowiem tylko 4% przewozów odbywa się środkami transportu zasilanymi z alternatywnych wobec ropy źródeł energii. Nie dość, że unijny sektor transportu jest bardzo silnie uzależniony od ropy, to na dodatek jest to surowiec pochodzący głównie z importu. Z nieco ponad 600 mln t ropy naftowej zużywanej w krajach UE jedynie 68 mln t pochodziło ze źródeł wewnętrznych. Niewielkim wsparciem są dostawy z Norwegii, która w 2013 r. wydobyla jedynie 83,2 mln t, a ok. 70 mln t wyeksportowała, ponieważ i w tym państwie zasoby „czarnego złota” szybko się wyczerpują. Szczyt wydobywania w Norwegii osiągnięto w 2001 r. na poziomie 162,5 mln t. Jeszcze większe spadki wydobywania zanotowano wśród dwóch największych unijnych producentów ropy – Wielkiej Brytanii i Danii – odpowiednio o 70% i 54% [BP 2014].

Zakup ponad 500 mln t ropy rocznie to ogromny wydatek, który nawet obecnie na przełomie 2014 i 2015 r., kiedy cena ropy naftowej na światowych rynkach spadła o ponad 50% w stosunku do cen notowanych jeszcze w lipcu 2014 r., oznacza kwotę ok. 0,5 mld euro dziennie. Większość przesłanek skłania autorów ku tezie, że tak niskie ceny to jedynie chwilowa aberracja i w nieodległej przyszłości ceny ropy powrócą do trendu wzrostowego. Wszystko wskazuje bowiem na to, że ropa wydobywana z konwencjonalnych źródeł osiągnęła już szczyt wydobywania (*peak oil*), a wydobywanie ze źródeł niekonwencjonalnych wiąże się z dużo wyższymi kosztami i malejącymi wskaźnikami

efektywności energetycznej (EROEI) [Heinberg 2013; Hughes 2013]. Dlatego rosnąca cena ropy będzie stawać się obciążeniem dla gospodarstw domowych i całej unijnej gospodarki obniżając jej konkurencyjność.

Ropa to wyjątkowy surowiec, który, jak dowodzą liczne przykłady z historii, staje się doskonałym narzędziem sprawowania władzy przez wszelkiego rodzaju autokratów i despotów. A dla zdecydowanej większości społeczeństw żyjących w państwach, które ją wydobywają, szczególnie dla tych, gdzie dochody z eksportu ropy stanowią dominujące źródło dochodów, staje się przekleństwem, zamiast wymarzoną błogosławieństwem, co znakomicie opisał P. Maass [2010], a dużo wcześniej, bo już na początku lat 80., w odniesieniu do Iranu także R. Kapuściński [2008]. Ponadto transport ropy, zarówno lądowy, jak i morski jest ogromnie narażony na ataki terrorystyczne i piractwo [French i Chambers 2010]. Dlatego ograniczenie zużycia ropy naftowej w Unii Europejskiej, przede wszystkim przez sektor transportu odpowiedzialny za konsumpcję aż 60% tego surowca [Eurostat 2013], powinno być najważniejszym zadaniem w szczególności z powodów ekonomicznych, środowiskowych, politycznych, a także społecznych¹.

Istotne jest zatem poszukiwanie takich rozwiązań, które pozwolą zachować wysoką zwinność łańcuchów dostaw i efektywność ich funkcjonowania, a równocześnie pomogą ograniczyć wpływ wskazanych wyżej ograniczeń i wyzwań, zwłaszcza tych, których kulminacja przypada na obszary zurbanizowane. Chodzi tu w szczególności o kongestię transportową i ograniczenia w ruchu: obszarowe, czasowe, tonażowe czy narzucone istnieniem stref niskiej emisji i hałasu. Powodują one wzrost kosztów doręczania przesyłek, jak również realne trudności w ich skutecznym doręczaniu.

2. Dron – pojęcie i rozwój

Pojęcie dron wzięło swój początek od angielskiego słowa *drone* oznaczającego trutnia, a także warkot, brzęczenie. *Drone* to także minimalistyczny kierunek w muzyce skupiający się na długich i powtarzających się dźwiękach przypominających burdony, nastawiony bardziej na barwę dźwięku i harmonię niż na linię melodyczną [Britannica 2015]. Współcześnie jednak terminem dron określa się bezzałogowy statek powietrzny. W literatu-

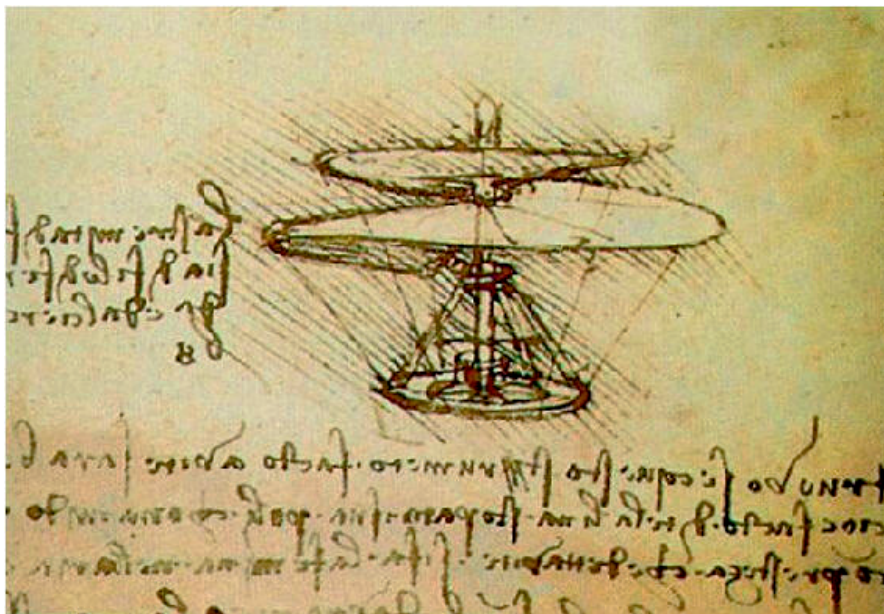
¹ Oczywiście problem kurczących się zasobów ropy naftowej i jej rosnącej ceny jest wyzwaniem dla całego świata, nie tylko dla Unii Europejskiej, tym bardziej że jej zużycie przez sektor transportu jest bardzo wysokie, wyższy poziom notuje się jedynie w Ameryce Północnej.

rze anglojęzycznej drony najczęściej określa się akronimem UAV (*unmanned aerial vehicle* lub rzadziej *unpiloted aerial vehicle*), a także akronimem UAS (*unmanned aircraft systems*), który preferowany jest przez amerykańską *federal aviation administration*. W użyciu są też inne określenia drona, takie jak: *remotely piloted vehicle*, *remotely piloted aircraft* lub *remotely piloted air system* [Dalamagkidis, Valavanis i Piegl 2012, s. 1]. Drony przyjmują postać multikopterów, zazwyczaj kwadro- i oktokopterów, które mają odpowiednio cztery lub osiem śmigieł. Taka liczba śmigieł zapewnia przewidywalne sterowanie i stabilizuje konstrukcję podczas lotu. Mimo całej swojej różnorodności drony można zdefiniować jako bezzałogowe statki powietrzne wielokrotnego użytku, sterowane zdalnie lub zaprogramowane tak, by latać w sposób autonomiczny [Dalamagkidis, Valavanis i Piegl 2012, s. 2].

Jakkolwiek drony postrzegane są przez wielu jako absolutnie innowacyjny i jak najbardziej współczesny wynalazek, to marzenia o budowie i użyciu latających urządzeń urzeczywistnione były już kilka wieków przed naszą erą. Konstrukcję pierwszego bezzałogowego urządzenia latającego przypisuje się Archytasowi z Tarentu, który w V w. p.n.e. wypuścił w powietrze zbudowanego z drewna mechanicznego gołębia napędzanego parą wodną. Ten pierwszy dron przeleciał ok. 200 m i spadł na ziemię po wyczerpaniu się całej energii, jaką dawała para wodna. W podobnym okresie swoje pierwsze udokumentowane eksperymenty z latawcami i balonami przeprowadzali Chińczycy. W późniejszym czasie, po wynalezieniu prochu strzelniczego, przeprowadzano eksperymenty również z rakietaми. Wiele wskazuje na to, że główną przyczyną tych eksperymentów była chęć zdobycia przewagi nad wrogiem w trakcie działań wojennych. Źródła historyczne wskazują, że w czasach dynastii Ming, a może nawet wcześniej, prowadzono ostrzał wrogich jednostek z balonów [Dalamagkidis, Valavanis i Piegl 2012, s. 11–13].

W czasach nowożytnych wiele przełomowych konstrukcji tego typu zaprojektował Leonardo da Vinci. Jedną z nich była opracowana w 1483 r. „latająca śruba” – protoplasta śmigłowca (rysunek 1). Kolejne osiągnięcia w awiacji skupiały się na lotach odbywanych przez ludzi² i na pewien czas prace nad konstrukcjami bezzałogowymi zostały odsunięte na bok. Dopiero w II połowie XIX w. po znaczącym zwiększeniu mocy silnika parowego w stosunku do masy własnej ponownie rozpoczęto prace nad różnymi rozwiązaniami. Umożliwiały one jednak wyłącznie loty w pionie.

² Przełomem był niewątpliwie lot balonem odbyty przez braci Montgolfier w 1783 r.



Rysunek 1. Latająca śruba autorstwa Leonarda da Vinci – protoplasta śmigłowca

Źródło: [Leonardo Da Vinci's Inventions 2014]

Prawdziwie rewolucyjnym punktem zwrotnym stało się wykorzystanie silnika spalinowego i umieszczenie śmigła z przodu urządzenia latającego. Dokonali tego bracia Wright w 1903 r., a już w 1916 r. powstał bezzałogowy samolot Hewitta i Sperrego oraz nieco później latająca torpeda (*liberty eagle aerial torpedo*) Charlesa Ketteringa (rysunek 2). Wraz z zakończeniem I wojny światowej, ze względu na małą skuteczność i problemy techniczne zaprzestano dalszego rozwoju tych konstrukcji [Zaloga 2008, s. 6].

W latach 30. XX w. i w czasie II wojny światowej dalszemu rozwojowi poddano głównie konstrukcje tzw. *target drones*, czyli dronów służących do szkolenia wojsk przeciwlotniczych. Natomiast utrata przez armię amerykańską dwóch samolotów szpiegowskich U-2 podczas misji nad Związkiem Radzieckim i Kubą w 1960 i w 1962 r. spowodowała zintensyfikowanie prac nad dronami szpiegowskimi i innymi rodzajami dronów, które powszechnie zaczęto wykorzystywać w latach 60. i 70. XX w., m.in. podczas wojny w Wietnamie. W tym samym czasie firma Gyrodine skonstruowała pierwszy bezzałogowy śmigłowiec QH-50. Używano ich do celów bojowych, np. w wersji QH-50 DASH (*drone anti-submarine helicopter*), która przenosiła dwie torpedy (rysunek 3), ale także w misjach



Rysunek 2. Liberty eagle aerial torpedo konstrukcji Charlesa Ketteringa

Źródło: [Forum Eerste Wereldoorlog 2014]



Rysunek 3. Pierwszy bezzałogowy śmigłowiec QH-50 DASH

Źródło: [Gyrodyne 2015]

szpiegowskich, transportowych i innych [Evans 2011]. W kolejnych dekadach nastąpiło ogromne przyspieszenie prac nad rozwojem dronów o różnym napędzie, wykorzystywanych przez armie coraz większej liczby państw do coraz większej liczby zadań wcześniej wykonywanych przez klasyczne statki powietrzne pilotowane przez załogę znajdującą się na pokładzie.

3. Możliwości wykorzystania dronów

Jak większość rozwiązań wojskowych, tak i drony zaczęły podlegać stopniowej adaptacji do celów cywilnych. Najpierw z urządzeń wojskowych stawały się urządzeniami o podwójnym zastosowaniu cywilno-wojskowym, jak np. izraelski AirMule [Urbanaero 2015]. Z czasem zaczęto konstruować drony o przeznaczeniu czysto cywilnym, a trzeba przyznać, że potencjał ich zastosowań jest bardzo duży. Cywilne drony mogą być wyposażone w kamery, w tym również kamery termowizyjne i noktowizyjne, różnego rodzaju detektory, np. gazów, pyłów, dymu, substancji promieniotwórczych, substancji niebezpiecznych, oraz urządzenia do automatycznej analizy danych i ich przesyłu. Tak wyposażone drony mogą być używane do:

- śledzenia ruchu pojazdów;
- monitorowania tras przewozów ładunków niebezpiecznych lub szczególnie cennych;
- ochrony punktów przeładunkowych (terminali, magazynów, centrów logistycznych, portów morskich i innych) i monitorowania tam wykonywanych prac;
- kontrolowania zewnętrznego stanu technicznego środków transportu, np. samolotów;
- monitorowania trudno dostępnych obszarów i informowania o pożarach, skażeniach;
- informowania o warunkach pogodowych;
- kontrolowania upraw rolniczych i leśnych, w tym poszukiwania nielegalnych upraw przez policję i inne służby;
- kontrolowania populacji wybranych gatunków zwierząt, np. w parkach narodowych;
- prowadzenia prac geodezyjnych i kartograficznych;
- monitorowania poziomu zanieczyszczeń atmosfery;
- dostarczania danych o wypadkach drogowych i długości zatorów drogowych;

- przesyłania informacji o katastrofach morskich i lotniczych;
- udziału w akcjach poszukiwawczych i ratunkowych;
- przekazywania sygnału internetowego w miejscach o niedostatecznej infrastrukturze naziemnej;
- rejestrowania i przesyłania obrazu telewizyjnego;
- przenoszenia banerów reklamowych;
- uzyskiwania zdjęć na potrzeby dokumentowania, fotoreportażu, materiału dowodowego, reklamy;
- sprawdzania stanu dachów, kominów i innych trudno dostępnych miejsc;
- przenoszenia ładunków, np. przesyłek kurierskich i pocztowych.

Z tym ostatnim obszarem zastosowań wiele firm kurierskich i operatorów logistycznych wiąże największe nadzieje, ze względu na coraz większe ograniczenia w realizacji dostaw, szczególnie w obszarach zurbanizowanych, o których wcześniej wspomniano.

Pierwszą firmą, która zwróciła uwagę na możliwość dostarczania przesyłek swoim klientom z wykorzystaniem dronów był Amazon kierowany przez Jeffa Bezosa. Amazon Prime Air (rysunek 4), bo tak nazywa się pokazany 1 grudnia 2013 r. dron, jest niewielkim urządzeniem wyposażonym w 8 zasilanych z akumulatorów silników elektrycznych, z których każdy napędza jedno śmigło. Dzięki temu dron może przenosić ładunki o masie do 5 funtów, czyli do ok. 2,5 kg, w promieniu 10 mil, czyli ok. 16 km. Nie jest to wielki udźwig, jednak – jak wskazują analizy – aż 86% klientów Amazona zamawia przesyłki o masie nie przekraczające tej wartości. W przyszłości niewykluczone jest, że wykorzystane zostaną również drony o większym udźwigu. Słabością jest niewątpliwie niewielki zasięg, co ogranicza możliwość korzystania z usługi Prime Air (od niej pochodzi nazwa drona) do największych miast, gdzie firma ma swoje magazyny. Natomiast najważniejszą zaletą nowego rozwiązania jest czas doręczenia przesyłki – jedynie 30 minut od momentu, w którym klient kliknie „kup” na stronie internetowej sklepu. Równocześnie zapowiedziano, że usługa będzie dostępna za najwcześniej 4–5 lat, czyli pod koniec obecnej dekady, i to z powodów wyłącznie administracyjnych. Założono bowiem, że tyle czasu pochłonie zmiana istniejących przepisów prawa i wykonanie wszelkich niezbędnych testów mających zagwarantować najwyższy poziom bezpieczeństwa [CNN 2015]. Czas ten zostanie wykorzystany przez firmę na rekrutację pilotów dronów, którym Amazon stawia bardzo wysokie wymagania. Obecnie typ dronu, który Amazon zamierza wykorzystać nie jest dopuszczony do użytku prywatnego [Chip 2014d].

Prime Air, podobnie jak większość niewielkich cywilnych urządzeń, ma jeszcze jedną zaletę – jest zasilany z akumulatorów. Te natomiast mogą być

ładowane czystą energią elektryczną uzyskiwaną z odnawialnych źródeł³. Ich popularyzacja ograniczy zatem popyt na paliwa pochodzące z rafinacji ropy naftowej. Wyeliminowanie silników spalinowych wpłynie na poprawę jakości powietrza w miastach, bowiem zmniejszy się ilość spalin, jak również – szczególnie groźna dla ludzi w obszarach zurbanizowanych – obecność w powietrzu cząstek stałych emitowanych przez silniki napędzane olejem napędowym, czyli paliwem stosowanym w ciężarówkach i większości samochodów dostawczych. Upowszechnienie się dronów wpłynie również na zmniejszenie hałasu w obszarach zurbanizowanych. W przypadku drona hałas powodują jedynie jego śmigła, bo same silniki pracują prawie niesłyszalnie.



Rysunek 4. Amazon Prime Air

Źródło: [Amazon 2015]

Zaawansowane prace nad dronami kurierskimi prowadzi także globalny operator logistyczny DHL. Pierwsze testy drona Paketkopter odbyły się w Bonn w grudniu 2013 r.⁴, a następnie po przeprowadzeniu wszechstronnych

³ W Polsce, podobnie jak w wielu innych krajach, ze względu na sposób uzyskiwania energii elektrycznej, głównie z węgla kamiennego i brunatnego, będzie to trudne, jednak i w tym obszarze sytuacja będzie się stopniowo poprawiać i coraz więcej energii będzie produkowane z nieemisyjnych źródeł.

⁴ Już testy wykazały przewagę drona nad tradycyjnym kurierem. Testowy lot polegał na dostarczeniu leków zakupionych w aptece o drugiej stronie Renu. Kurier z przesyłką musiałby kierować się na najbliższy most, którym przeprawiłby się na drugą stronę, co w godzinach

konsultacji z Ministerstwem Gospodarki, Pracy i Transportu Dolnej Saksonii oraz uzyskaniu wymaganej zgody od federalnego Ministerstwa Transportu i Infrastruktury Cyfrowej zaczęto prowadzić dalsze badania tej konstrukcji w obrębie parku narodowego Wattenmeer na trasie pomiędzy miastem Norden i półtoratysięczną wyspą Juist⁵. Ze względu na silne wiatry wiejące nad Morzem Północnym oraz częste intensywne opady dron musiał zostać odpowiednio zmodyfikowany, aby sprostać tym trudnym warunkom. Zabezpieczenie ładunku zapewnia wykonany z włókna węglowego specjalny, aerodynamiczny pojemnik o ładowności do 1,2 kg. Paketkopter (rysunek 5) jest wyposażony w 4 śmigła napędzane przez 4 silniki elektryczne dające dość mocy, aby urządzeniu o masie całkowitej ok. 5 kg nadać maksymalną prędkość 65 km/h. Paketkopter będzie wykorzystywany do realizacji dostaw leków i ewentualnie innych niewielkich, ale pilnie potrzebnych produktów dla mieszkańców i turystów przebywających na wyspie. Zarówno trasa przelotu, jak i czas rozpoczęcia lotu zostały ściśle określone, a proces startu, lotu i lądowania jest całkowicie zautomatyzowany. Dla zachowania najwyższych standardów bezpieczeństwa, praca autopilota będzie monitorowana ze stacji naziemnej w dzielnicy Norddeich, dzięki czemu w sytuacji awaryjnej będzie można przejąć zdalną kontrolę nad dronem. Stacja naziemna będzie również zobligowana do utrzymywania stałego kontaktu z kontrolą ruchu lotniczego [DHL 2015]. Na razie nie ma możliwości, aby dron dostarczał przesyłki pod drzwi klienta. Drony lądują na specjalnie przygotowanym miejscu na wyspie, skąd przesyłki odbierane są przez kuriera i rozwożone do odbiorców [Chip 2014c].

Francuska poczta z powodzeniem przeprowadza obecnie testy w zakresie dostarczania przesyłek przy użyciu dronów. Ze względu na restrykcyjne francuskie prawo mają one być na razie wykorzystane do świadczenia usług pocztowych w trudno dostępnych rejonach kraju [24.pl 2014]. Plany wykorzystania dronów do dostarczania przesyłek do paczkomatów ujawniła 17 czerwca 2014 r. polska firma InPost podczas odbywającej się w Krakowie Droniady 2014. W trakcie prezentacji na krakowskim rynku umieszczenie przesyłki w paczkomacie odbywało się za pomocą naziemnego robota sterowanego zdalnie przez operatora, co okazało się najtrudniejszą częścią całego procesu [Świat dronów 2015]. Wydaje się, że zanim ten element zostanie

szczytu zajęłoby mu w najlepszym razie przynajmniej 20 minut. Lot przesyłki dronem zajął tylko dwie minuty [Chip 2013b].

⁵ Niemieckie władze wyraziły zgodę na udostępnienie korytarza o długości 12 km przebiegającego na wysokości 50 m n.p.m. i to tylko w godzinach, w których nie kursuje prom z Norden do Juist. Formalnie jest to pierwsza komercyjna trasa dla dronów.



Rysunek 5. Paketkopter firmy DHL

Źródło: [Deutsche Post DHL 2014]

dopracowany minie jeszcze bardzo dużo czasu, a przecież już dziś można skorzystać z może mniej spektakularnej, ale skutecznej obsługi wykonanej przez pracowników stacji paliw, na których terenie znajduje się większość paczkomatów InPostu.

Nie tylko najwięksi gracze na rynku logistycznym planują wykorzystanie dronów. Coraz więcej małych firm z całego świata zamierza ich używać do realizacji dostaw lub innych działań związanych z ich działalnością. Jedną z pierwszych była pizzeria Domino's w Guildford pod Londynem, której właściciele w czerwcu 2013 r. ogłosili, że dronem (DomiCopter) zamierzają dostarczać swoje wypieki pobliskim klientom [NBCNews 2015]. Rok później rosyjska DoDo Pizza z miasta Syktywkar w Republice Komi, rozwijając pomysł, poszła nieco dalej. Ich koncepcja dostarczania pizzy zakłada, że dron nigdy nie obniży pułapu poniżej 20 m nad ziemią, a kartonik z pizzą opuszczany będzie na linie, kiedy dron doleci do celu [Chip 2014b]. Taka forma obsługi stanowi zabezpieczenie przed kradzieżą drogiego urządzenia. Pociągnięcie za linkę powoduje jej odczepienie się i automatyczny powrót drona na miejsce startu. Model biznesowy DoDo Pizza zakłada, że pizza będzie mogła być dostarczona także przechodniom w parkach czy na ulicy. Odbywać ma się to pod okiem pracow-

nika, który także umożliwi przechodniom złożenie zamówienia za pomocą tabletu [Chip 2014b]. W Australii natomiast założony przez grupę studentów *start-up* Flirtey we współpracy z firmą Zookal, która zajmuje się wypożyczaniem i sprzedażą podręczników, planuje dronem dostarczać każdą wypożyczoną lub kupioną pozycję. Dla ochrony prywatności drony nie będą wyposażane w kamery. Korzystać będą ze współrzędnych GPS (nawigacja) i systemu echolokacji (unikanie kolizji). Przesyłka będzie opuszczana na linie, a proces ten będzie mógł uruchomić jedynie adresat (po autoryzacji) za pomocą specjalnej aplikacji mobilnej – tej samej, która służy do zamówienia podręcznika [Chip 2013a]. Podobnie jak wcześniej w przypadku usług Amazona i DHL, tak i w tym przypadku czas dostawy ma być największą wartością dodaną, ponieważ wg założeń ma wynosić jedynie 2–3 minuty [CNN 2015b]. Równie atrakcyjna ma być cena usługi, bo szacuje się, że koszt dostarczenia podręcznika przez drona będzie nawet 10-krotnie niższy w porównaniu z tradycyjną, dotychczasową metodą [Chip 2013a].

Możliwość zwiększania zwinności łańcuchów dostaw poprzez wykorzystanie dronów nie wiąże się tylko z wykorzystaniem ich do transportu zasobów na odcinku tzw. ostatniej mili, co w większości przypadków sprowadza się do obsługi doręczeń. To jeden z najbardziej kosztownych procesów w łańcuchu dostaw. Nie dziwi więc, że najwięcej zapowiedzi i spektakularnych prób wykorzystania dronów notuje się w tym właśnie zakresie. Zanim dron rozpocznie dostawę ładunku do odbiorcy można go także wykorzystać w roli robota, który przygotowuje towar do wysyłki, a więc wykorzystać go do usprawnienia procesów wewnętrznych w przedsiębiorstwie. W zakres jego zadań mogą wchodzić kompletacja i paletyzacja, a także konfekcjonowanie czy pakowanie. Ze względu na ograniczenie ciężaru ładunku, który może przenosić dron ogranicza się to do niewielkich jednostek w opakowaniach konsumenckich. Takie rozwiązanie opracowała już i aktualnie testuje holenderska firma Qimarox [2014] – dostawca rozwiązań w zakresie gospodarki magazynowej. Rysunek 6 zawiera kadr z trójwymiarowej wizualizacji procesu paletyzacji wykonywanej przez drony. Zaprzągnięcie dronów do automatyzacji procesów intralogistyki w obszarze magazynowania czy produkcji pozwala zyskać elastyczność systemu logistycznego, w którym na bieżąco zmieniać można organizację pracy, sposób wykonywania operacji czy tempo pracy. Wystarczy w tym celu odpowiednio zmodyfikować parametry w oprogramowaniu sterującym dronami. Również wydajność systemu może być łatwo zmieniana poprzez wyłączanie lub włączanie do systemu kolejnych dronów.



Rysunek 6. Drony podczas paletyzacji

Źródło: [Qimarox 2014]

Jeszcze inny przykład wykorzystania dronów dostarcza rodzima spółka. Władze PKP Cargo planują zastosować drony do monitorowania pociągów wiozących paliwa stałe, głównie węgiel, które od lat są celem ataków licznych grup złodziei [Puls Biznesu 2014b]. Tylko od 1 stycznia do końca października 2014 r. firma zanotowała prawie 900 kradzieży, w których trakcie „usypano” z wagonów ponad 8 tys. ton węgla wartego przeszło 4 mln PLN, a zwykle prawdziwa plaga kradzieży przypada na dwa ostatnie miesiące roku [PKP Cargo 2015]. Monitoring prowadzony przez drony ma przyspieszyć czas reakcji Straży Ochrony Kolei oraz Policji i ułatwić szybkie ujęcie złodziei.

Nowatorski pomysł przedstawiło Renault. Konceptyjny model kompaktowego samochodu typu SUV o nazwie Kwid, pokazany podczas salonu w New Delhi w 2014 r., jest wyposażony w zdalnie sterowanego drona, który chowany jest w tylnej części dachu pojazdu. Ma on konstrukcję kwadrokoptera i na życzenie kierowcy startuje, aby zdać raport z sytuacji, jaka jest na drodze przed poruszającym się pojazdem [Chip 2014a; Puls Biznesu 2014a]. Takie rozwiązanie w samochodzie osobowym wpływa przede wszystkim na komfort i bezpieczeństwo jazdy. Jednak zastosowane w samochodzie dostawczym czy ciężarowym może wpłynąć na skrócenie czasu dostawy i zmniejszenie skali ubytków, jeśli dzięki informacjom dostarczonym przez drona kierowca uniknie zatorów drogowych czy dróg o kiepskiej jakości nawierzchni. Proces ten można w łatwy sposób zautomatyzować, jeśli informacje z drona przekazywane będą wprost do pokładowego systemu nawigacyjnego w pojeździe, który na bieżąco wytyczy najlepszą drogę. Czy

i w jaki sposób rozwiązanie zaprezentowane przez Renault zostanie zaimplementowane okaże się niedługo, bo według przedstawicieli koncernu wersja produkcyjna auta ma zostać przedstawiona w 2016 r.

Wykorzystanie dronów może zyskać dodatkowe możliwości dzięki miniaturyzacji urządzeń i pojawiających się wciąż nowatorskich pomysłów. Jednym z nich jest projekt składanego drona, którego wymiary po złożeniu zbliżone są do wielu współczesnych telefonów komórkowych. Opracowany przez AeriCam, Inc. dron nazywa się Anura i wyposażony jest w zainstalowaną na pokładzie kamerę. Sterowanie dronem odbywa się za pomocą specjalnej aplikacji mobilnej przeznaczonej do systemów Android oraz iOS [Hahn 2014]. Kampania zbierania funduszy na realizację tego projektu ruszyła 18 października 2014 r. na serwisie crowdfundingowym Kickstarter. Anura nie jest pierwszym składanym dronem. Kanadyjski PlexiDrone, opracowany przez Dream Qii, Inc., w postaci złożonej mieści się w plecaku, a jego przygotowanie do startu nie wymaga użycia narzędzi i trwa poniżej minuty. Dodatkowo dostępny jest mobilny ruter PlexiHub, który pozwoli kontrolować ruch całego roju dronów za pomocą jednego smartfona [Shu 2014]. Stwarza to możliwość jednoczesnego objęcia monitoringiem większego obszaru, śledzenia ruchu wielu pojazdów lub kontroli procesów w różnych miejscach w jednej chwili, a tym samym bieżącej ich synchronizacji. Można więc mówić o nowej gałęzi rozwojowej bezałogowych statków powietrznych. Dzięki takim konstrukcjom możliwe jest wykorzystanie dronów do zarządzania procesami przez pracowników pracujących w terenie (*field service*), którzy są wyposażeni w tego typu osobiste drony.

4. Ograniczenia wykorzystania dronów i obawy wynikające z ich upowszechnienia

Coraz liczniej pojawiające się na niebie drony powodują uzasadnione obawy o zapewnienie bezpieczeństwa w powietrzu, a także bezpieczeństwa osób postronnych na ziemi. Wydaje się, że wysoki poziom bezpieczeństwa powinno zapewnić zaplanowanie stałych tras lotów i prowadzenie drona przez autopilota, jednak z dodatkowym wsparciem człowieka, jak to ma miejsce w przypadku Paketkoptera DHL-u. Ale i tu nie można wykluczyć kolizji z ptakiem lub innym dronem. Spadające części samego urządzenia i przewożonego ładunku mogą być śmiertelnie niebezpieczne dla osób na ziemi. Spadające części mogą również uszkodzić pojazdy, a także budynki. Kolizje dronów z innymi dronami, a także uderzenia w budynki, kominy,

słupy, maszty czy zaczepienie o linie wysokiego napięcia powodują nie tylko uszkodzenie, a zazwyczaj zniszczenie urządzeń latających, ale mogą doprowadzić także do znacznych uszkodzeń obiektów i rzeczy znajdujących się na ziemi. W obszarach zurbanizowanych, gdzie głównie mają operować drony, takich obiektów jest bez liku, co istotnie zwiększa ryzyko tych zdarzeń. Jeszcze większe obawy budzi możliwość zderzenia drona z samolotem lub śmigłowcem, na których pokładzie znajdują się ludzie. Takie ryzyko istnieje przede wszystkim w sąsiedztwie lotnisk i lądowisk. Nie chodzi tu tylko o celowe działania terrorystów, ale także nieumyślne działania nierozważnych amatorów dronów, którzy skierują prowadzone przez siebie urządzenia w obszar zabroniony, w którym operują inne statki powietrzne.

Dotychczasowe działania legislacyjne w zakresie dopuszczenia użytkowania dronów polegają na dokładnym określeniu typów urządzeń, jakie można włączyć w ruch powietrzny w danym kraju i zasady, na jakich ma się to odbywać. Zamiast zmieniać prawo lotnicze, dokonuje się w nim stosownych wyłączeń dla lekkich, bezzałogowych statków powietrznych. Pierwszym krajem, który dopuścił używanie dronów w celach cywilnych była Francja. Odpowiednie regulacje opracowała Direction Générale de l'Aviation Civile (DGAC) w 2012 r. [Drone-RC 2015].

W Polsce w dniu 26 marca 2013 r. ukazało się Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej, które dokonuje takich wyłączeń [z 26 marca 2013]. Dotyczą one m.in. bezzałogowych statków powietrznych o maksymalnej masie startowej do 25 kg. Co więcej, wyłączenie obowiązuje tylko w stosunku do statków powietrznych, które są używane w operacjach w zasięgu wzroku VLOS (Visual Line of Sight). Załącznik nr 6 do tego rozporządzenia określa odpowiedzialność oraz zasady wykonywania lotów. Czytamy w nim, że operator musi używać go „w sposób niestwarzający zagrożenia dla osób, mienia lub innych użytkowników przestrzeni powietrznej” i zobowiązany jest do „zapewnienia ciągłej i pełnej kontroli lotu⁶ [...] w sposób umożliwiający uniknięcie kolizji z innym użytkownikiem przestrzeni powietrznej”. Nie mówi się natomiast o kompetencjach operatora, nie musi on potwierdzać żadnych uprawnień, kwalifikacji ani dysponować jakimikolwiek zaświadczeniami. Uwzględniając sposób zorganizowania przestrzeni powietrznej, loty takich maszyn muszą odbywać się poza strefami kontrolowanymi lotnisk (CTR, MTCR), poza strefami ruchu lotniskowego lotniska wojskowego (MATZ), poza strefami ograniczonymi (R),

⁶ Dlatego dalsze, szczegółowe zasady odbywania lotów nie odnoszą się do lotów swobodnych, a więc takich, w których nie ma łączności między operatorem a statkiem powietrznym (uwież, zdalne sterowanie).

niebezpiecznymi (D) i zakazanymi (P), w odległości powyżej 5 km od granicy lotniska lub lądowiska. W niektórych przypadkach lot jest możliwy za zgodą odpowiednich władz. Na podstawie tych zapisów można domniemać, że operator drona ma do dyspozycji całą strefę niekontrolowaną (G). Polski rejon informacji powietrznej FIR EPWW określa strefę niekontrolowaną jako przestrzeń powietrzną od gruntu do poziomu 9500 stóp (GND-FL 095) poza przestrzenią kontrolowaną oraz strefami ruchu lotniskowego lotnisk wojskowych (MATZ) [Lotnicza Polska 2014]. Oznacza to możliwość odbywania lotów do pułapu ponad 2895 m, przy którym trudno uznać, że stosunkowo niewielki dron pozostaje w zasięgu wzroku i to niezależnie od warunków pogodowych. W załączniku nr 7 do rozporządzenia [Rozporządzenie MTBiGM z 26 marca 2013] określono wymagania dotyczące ubezpieczenia odpowiedzialności cywilnej osób eksploatujących takie statki powietrzne oraz minimalne wysokości sum gwarancyjnych tego ubezpieczenia. Z zapisów wynika, że operatorzy lekkich dronów o masie do 25 kg są zwolnieni z konieczności ubezpieczenia, jednak wiele konstrukcji, zwłaszcza po wyposażeniu w dodatkowe urządzenia i po uwzględnieniu masy przenoszonego ładunku, może nie spełnić tego warunku. Do rozporządzenia dołączony jest jeszcze załącznik nr 8, który precyzuje sposób prowadzenia ewidencji bezzałogowych statków powietrznych o maksymalnej masie startowej do 25 kg oraz określa zasady umieszczania na nich znaków rozpoznawczych. Nie ma jednak obowiązku rejestracji takich statków powietrznych ani posiadania zezwolenia. Polskie prawo zbliżone jest do przepisów amerykańskich, ustanowionych przez Federal Aviation Administration (FAA), i brytyjskich, ustanowionych przez Civil Aviation Authority (CAA). Zapisy różnią się detalami dotyczącymi dopuszczalnej masy, maksymalnego pułapu lotu, maksymalnej odległości od operatora, operowania nad obszarami zabudowanymi, w porze nocnej czy konieczności ubezpieczania [Zwolińska 2014].

Można stwierdzić, że w zakresie operowania dronami polskie, amerykańskie i brytyjskie prawo jest mało restrykcyjne i zakłada duży poziom swobody. Więcej restrykcji zakłada prawo francuskie. Bardzo restrykcyjne jest natomiast prawo niemieckie, które nie dopuszcza lotów poza zasięgiem wzroku, ani też ruchu urządzeń przekraczających masę 25 kg [Zwolińska 2014]. Z kolei w niektórych stanach USA – zwłaszcza Floryda i Teksas – przetoczyła się debata na temat większego ograniczenia wykorzystania dronów [Niklas 2013].

Brak spójności w tych regulacjach zauważono w Unii Europejskiej. Komisja Europejska zaproponowała pakiet przepisów regulujących użytkowanie cywilnych zdalnie sterowanych statków powietrznych. Jest to konse-

kwencją założeń Rady Europejskiej z 2013 r. (European Roadmap for the Integration of Civil Remotely-Piloted Aircraft Systems into the European Aviation System), zgodnie z którymi włączenie zdalnie sterowanych statków powietrznych w europejski system lotniczy ma być możliwe od 2016 r. Nowe standardy będą dotyczyć w szczególności certyfikatów bezpieczeństwa, ochrony prywatności, kontroli poziomu ochrony dla zarządzających ruchem, operatorów i dostawców usług ICT, ubezpieczeń oraz wsparcia dla działań badawczo-rozwojowych, zwłaszcza finansowanych z unijnych funduszy [Portal EUROPA]. Nowe standardy będą musiały zatwierdzić państwa członkowskie i Parlament Europejski. Muszą one być zgodne z regulacjami Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO).

Wiele jest wciąż doniesień prasowych o różnych przeprowadzonych próbach wykorzystania dronów w celach cywilnych, podczas gdy pomysłowi ich właściciele nie byli świadomi, że na takie loty trzeba mieć pozwolenie odpowiednich władz. Przykład może stanowić nielegalna dostawa ciast za pomocą dronów realizowana przez jedną z szanghajskich cukierni [Sheets 2013]. Chińskie prawo jest znacznie mniej restrykcyjne w kwestii używania dronów w celach cywilnych, lecz mimo wszystko potrzebne jest zezwolenie lokalnych władz. Konsekwencje bezprawnego użycia dronów mogą być dotkliwe. We Francji toczyły się przed sądem dwie sprawy karne osób, które bez pozwolenia wykonywały loty dronem w przestrzeni publicznej⁷. Oba postawiono zarzut narażenia ludzi na bezpośrednie niebezpieczeństwo utraty życia albo ciężkiego uszczerbku na zdrowiu. W Polsce na podstawie art. 160. §1. Kodeksu Karnego osoba winna takiego czynu mogłaby zostać skazana na karę pozbawienia wolności do lat trzech [Zwolińska 2014].

Poza wszelką wątpliwością jest także wielki potencjał inwigilacyjny, jaki mają ciche i niewielkie drony unoszące się niepostrzeżenie w pobliżu śledzonej osoby lub monitorowanego obiektu. Możliwość ich wyposażenia w liczne i różnorodne urządzenia monitorujące jest powodem obaw o zachowanie prywatności, ochronę wizerunku czy danych osobowych. Trudno będzie napisać i uchwalić dobre prawo w zakresie użytkowania dronów, które nie zablokuje dalszego ich rozwoju, a równocześnie zapewni każdemu obywatelowi należną mu ochronę. Szczególnie to drugie będzie trudne do spełnienia. Przykładowo, w krajach Unii Europejskiej, zgodnie z obowiązującym prawem, powstałym na podstawie dyrektywy 95/46, należałoby powiadomić wszystkie osoby filmowane podczas lotu drona (a nawet powiadomić wszystkie osoby, które potencjalnie mogą zostać zarejestrowane na

⁷ Dla przykładu, jedna z nich wzbila dron na poziom pierwszego piętra wieży Eiffla.

filmie) o odbywającym się locie, co jest praktycznie niewykonalne [GIODO 2015]. Dane, które mogą być rejestrowane przez system wizyjny drona, wobec których także można formułować obawy co do nielegalnego ich wykorzystania, obejmują numery na tablicach rejestracyjnych pojazdów, budynki (w tym budynki i budowle objęte zakazem fotografowania ze względu na bezpieczeństwo państwa) czy wszelkie utwory ustawione w miejscach ogólnodostępnych (np. rzeźby) [Jurgilewicz 2014], a kwestie prawa autorskiego, prawa do ochrony wizerunku, prawa własności przemysłowej, prawa do prywatności (mir domowy) czy kwestie ochrony obiektów istotnych dla obronności są różnie regulowane w poszczególnych systemach legislacyjnych. Trzeba być tego świadomym nie tylko w przypadku używania dronów do fotografowania czy filmowania z powietrza, ale także do przenoszenia ładunków.

Zakończenie

Technologia dronów budzi współcześnie coraz większe zainteresowanie. Widoczne jest to zarówno w zakresie prywatnego wykorzystania dronów, jak i w przypadku wykorzystania komercyjnego. Ze względu na swoje przeznaczenie jako środek transportu drony wykorzystywane są przede wszystkim do realizacji dostaw ładunków. Zasadniczą zaletą rozwiązań opartych na dronach jest krótki czas dostawy i ogromna elastyczność, co wynika z odseparowania ich środowiska operacyjnego od problemów naziemnej infrastruktury transportu oraz immanentnej cechy, jaką jest swoboda ruchu. Niewielka nośność dronów w stosunku do innych środków transportu może stanowić zaletę, która ma przełożenie na poziom indywidualizacji obsługi. Odpada podyktowana racjonalizacją kosztów konsolidacja ładunków, nie ma konieczności składowania pośredniego spowodowanego dostosowaniem się do rozkładu regularnych połączeń transportowych.

To wszystko odczuwalnie zwiększa zwinność łańcucha dostaw. Będzie ona najwyraźniej odczuwalna w obszarach zurbanizowanych, gdzie istnieją największe ograniczenia w świadczeniu dostaw drogą lądową. Samochód dostawczy nie zapewnia pożądanego poziomu mobilności w miastach ze względu na poziom zatłoczenia motoryzacyjnego, specyficzne uwarunkowania infrastrukturalne czy liczne zakazy administracyjne dotyczące tak samej jazdy, jak i za- czy wyładunku. Ten niedostatek jest najbardziej odczuwalny w przypadku dostaw świeżych artykułów spożywczych do konsumentów, którzy nabyli je kanałami elektronicznymi. Problem ten będzie narastał,

gdyż ten segment zakupów elektronicznych ma jeszcze przed sobą ogromny potencjał wzrostowy.

Generalnie, odpowiednio zaimplementowane drony pozwalają usprawnić funkcjonowanie łańcuchów dostaw, obniżyć koszty operacyjne, a także świadczyć zupełnie nowe usługi – także w obszarach szczególnie trudno dostępnych ze względu na warunki geograficzne czy niedostatecznie rozwiniętą infrastrukturę lądową. Zdolność operacyjna dronów i możliwość ich wyposażenia w różnego typu specjalizowane urządzenia pokładowe zwiększają potencjalny zakres zastosowania, który wykracza znacznie poza realizację dostaw niewielkich ładunków do odbiorców. W obszarze intralogistyki należy się spodziewać prezentacji różnego typu rozwiązań w najbliższych latach.

Znajdujemy się obecnie pod presją narastającej konieczności uporządkowania ruchu dronów w przestrzeni powietrznej. Wyraźnie odczuwalna jest potrzeba regulacji, a sytuacja ta jest podobna do tej, jaka miała miejsce w przeszłości w obliczu rozwoju lotnictwa cywilnego, radia, telewizji czy telefonii komórkowej. Obecna sytuacja legislacyjna w tym zakresie pozostawia sporo do życzenia, ale z pewnością niebawem doczekamy się odpowiedniego prawa. Szczegółowe warunki i wymagania dotyczące używania bezzałogowych statków powietrznych w celach pozamilitarnych muszą być w zgodzie z prawem lotniczym oraz wieloma innymi obszarami prawa, a warto, aby podlegały także harmonizacji w skali ponadnarodowej.

Prace te należy przeprowadzić jak najszybciej, bowiem uchroni to przed zagrożeniem z powodu dużej popularności dronów, co zintensyfikuje ruch tych urządzeń w przestrzeni powietrznej. Szacuje się, że za dziesięć lat może na nie przypadać aż 10% europejskiego rynku lotniczego, co kwotowo oznacza ok. 15 mld euro rocznie [Portal EUROPA 2014]. Być może trzeba będzie rejestrować te urządzenia, prowadzić ewidencję osób i podmiotów gospodarczych uprawnionych do ich używania, przynajmniej w zakresie wybranych obszarów działalności. Jednocześnie należy działać prewencyjnie na rzecz eliminowania nieprawego użycia dronów i danych przez nie zbieranych, a także informować społeczeństwo o zadaniach, jakie wykonują bezzałogowe statki ponad ich głowami. Nie obejdzie się zapewne bez debaty publicznej w tym zakresie. Jednak działania te i wprowadzane zapisy legislacyjne nie mogą utrudniać rozwoju tej technologii, która ma ekonomicznie uzasadnione zastosowanie w wielu obszarach ludzkiej aktywności, sprzyja rozwojowi łańcuchów dostaw i która może być jednym z kół zamachowych gospodarki XXI w.

Bibliografia

- 24.pl, 2014, *Francuska poczta próbuje dostarczać paczki dronami*, <http://www.24.pl/francuska-poczta-probuje-dostarczacz-paczki-dronami/> [dostęp: 2.01.2015].
- Amazon, 2015, <http://www.amazon.com/b?node=8037720011> [dostęp: 3.01.2015].
- BP, 2014, *BP Statistical Review of World Energy. Workbook*. BP, June.
- Britannica, 2015, <http://www.britannica.com/EBchecked/topic/171795/drone> [dostęp: 30.04.2015].
- Chip, 2013a, *W Australii drony zajmą się dostarczaniem książek*, <http://www.chip.pl/news/wydarzenia/trendy/2013/10/w-australii-drony-zajma-sie-dostarczaniem-ksiazek> [dostęp: 17.10.2013].
- Chip, 2013b, *Nie tylko Amazon myśli o dronach. DHL zastąpi nimi kurierów*, <http://www.chip.pl/news/wydarzenia/trendy/2013/12/nie-tylko-amazon-mysli-o-dronach-dhl-zastapi-nimi-kurierow> [dostęp: 17.12.2013].
- Chip, 2014a, *Samochód w komplecie z dronem*, <http://www.chip.pl/news/wydarzenia/trendy/2014/05/samochod-w-komplecie-z-dronem> [dostęp: 20.05.2014].
- Chip, 2014b, *To ptak? To samolot? Nie, to tylko dron dostarczający pizzę*, <http://www.chip.pl/news/wydarzenia/trendy/2014/06/to-ptak-to-samolot-nie-to-tylko-dron-dostarczajacy-pizze> [dostęp: 25.06.2014].
- Chip, 2014c, *To już nie są testy, pierwsze drony-kurierzy już działają!*, <http://www.chip.pl/news/wydarzenia/trendy/2014/09/to-juz-nie-sa-testy-pierwsze-drony-kurierzy-juz-dzialaja> [dostęp: 26.09.2014].
- Chip, 2014d, *Amazon zatrudni pilotów dronów*, <http://www.chip.pl/news/wydarzenia/trendy/2014/11/amazon-zatrudni-pilotow-dronow> [dostęp: 21.11.2014].
- CNN, 2015, <http://www.cnn.com/2013/12/02/tech/innovation/amazon-drones-questions/> [dostęp: 3.01.2015].
- CNN, 2015b, <http://edition.cnn.com/2013/10/18/tech/innovation/zookal-will-deliver-textbooks-using-drones/> [dostęp: 5.01.2015].
- COM (2011) 144 final.
- Dalamagkidis, K., Valavanis, K.P., Piegł, L.A., 2012, *On Integrating Unmanned Aircraft Systems into the National Airspace System: Issues, Challenges, Operational Restrictions, Certification and Recommendations*, 2nd ed., Springer-Verlag, Dordrecht, Heidelberg – London – New York.
- Deutsche Post DHL, 2014, *DHL Paketkopter startet zu Forschungszwecken ersten Linienbetrieb*, http://www.dpdhl.com/de/presse/pressemitteilungen/2014/dhl_paketkopter_startet_forschungszwecke_linienbetrieb.html [dostęp: 3.01.2015].
- DHL, 2015, <http://www.dhl.de/paketkopter> [dostęp: 3.01.2015].
- Drone-RC 2015, <http://www.drone-rc.com/en/regulation> [dostęp: 5.01.2015].
- Ecommerce Europe, 2014, *Western Europe B2C E-commerce Report 2014*.
- Eurostat, 2013, *Energy, Transport and Environment Indicators. Edition 2013*, Eurostat, Luxembourg.
- Eurostat, 2014, *EU Transport in Figures: Statistical Pocketbook*, Eurostat, Luxembourg.

- Evans, S.S., 2011, *The Incredible Story of the QH-50 DASH. The First Unmanned Helicopter Turns 50*, Vertiflite, vol. 57, no. 1, s. 36–39.
- Forum Eerste Wereldoorlog, 2014, <http://www.forumeerstewereldoorlog.nl/viewtopic.php?t=18459&sid=4fd8515f60562d4c9796e52f4be42ab9> [dostęp: 3.01.2015].
- French, P., Chambers, S., 2010, *Oil on Water. Tankers, Pirates and the Rise of China*. Zed Books, London.
- GIODO, 2015, http://www.giodo.gov.pl/259/id_art/4815/j/pl [dostęp: 5.01.2015].
- GUS, 2014, http://stat.gov.pl/bdl/app/dane_podgrup.display?p_id=200179&p_to-ken=0.32184948133430424# [dostęp: 30.12.2014]
- Gyrodyne, 2015, <http://www.gyrodynehelicopters.com/milestones.htm> [dostęp: 4.01.2015].
- Hahn, J., 2014, *Anura Is a Pocket-sized Flying Camera Drone You Can Take with You Wherever You Go*, <http://www.digitaltrends.com/cool-tech/anura-pocket-sized-foldable-flying-camera-drone-can-take-wherever-go/> [dostęp: 7.01.2015].
- Heinberg, R., 2013, *Snake Oil: How Fracking's False Promise of Plenty Imperils our Future*, Post Carbon Institute, Santa Rosa.
- Hughes, J.D., 2013, *Drill, Baby, Drill: Can Unconventional Fuels Usher in a New Era of Energy Abundance?* Post Carbon Institute, Santa Rosa.
- Igliński, H., 2008, *Koszty kongestii transportowej w miastach*, Przegląd Komunikacyjny, nr 10, s. 25–31.
- Jurgilewicz, A., 2014, *Fotografia powietrzna. Przepisy prawne obowiązujące w Polsce*, Foto Kurier, nr 4, s. 44–53.
- Kajdanek, K., 2012, *Suburbanizacja po Polsku*, Zakład Wydawniczy NOMOS, Kraków.
- Kapuściński, R., 2008, *Szacinszach*, Agora S.A., Warszawa.
- Kawa, A., 2014, *Logistyka e-handlu w Polsce*; <http://media.poczta-polska.pl/pr/280818/poczta-polska-i-raport-o-e-commerce-zyski-sa-w-e-handlu> [dostęp: 30.12.2014].
- KBR, 2000, dokumenty wewnętrzne wykonawcy.
- KBR, 2013, dokumenty wewnętrzne wykonawcy.
- Kołodko, G.W., 2008, *Wędrujący świat*, Prószyński i S-ka, Warszawa.
- Leonardo Da Vinci's Inventions, 2014, <http://www.leonardodavincis inventions.com/inventions-for-flight/leonardo-da-vinci-helicopter/> [dostęp: 30.12.2014].
- Lotnicza Polska, 2014, *Polska przestrzeń powietrzna*, <http://lotniczapolska.pl/Polska-przestrzen-powietrzna,6077> [dostęp: 8.12.2014].
- Maass, P., 2010, *Crude World: the Violent Twilight of Oil*, Vintage Books, New York.
- Miller, T., 2012, *China's Urban Billion: the Story Behind the Biggest Migration in Human History*, Zed Books, London – New York.
- NBCNews, 2015, <http://www.nbcnews.com/tech/innovation/dominos-domicopter-drone-can-deliver-two-large-pepperonis-f6C10182466> [dostęp: 5.01.2015].
- Niklas, J., 2013, *Drony na cenzurowanym*, <http://panoptykon.org/wiadomosc/drony-na-cenzurowanym> [dostęp: 24.02.2014].

- Otto, P., 2013, *Kurierzy coraz mocniej walczą o pozycję na rynku e-commerce*, Dziennik Gazeta Prawna, nr 35, 19 lutego.
- PKP Cargo, 2015, <https://pkp-cargo.pl/pl/aktualnosci/pkp-cargo-wykorzystuje-drony-aby-zabezpieczy%C4%87-si%C4%99-przed-kradzie%C5%BCami-%C5%82adunk%C3%B3w/> [dostęp: 5.01.2015].
- Portal EUROPA, 2014, *Bezpieczne cywilne drony*, http://ec.europa.eu/polska/news/140408_drony_pl.htm [dostęp: 10.12.2014].
- Puls Biznesu, 2014a, *Renault z dronem w pakiecie*, 12 lutego, s. 20.
- Puls Biznesu, 2014b, *Drony tropią złodziei węgla*, 25 listopada, s. 7.
- Qimarox, 2014, Qimarox Examines the Use of Drones for Palletising, <http://www.qimarox.com/news/qimarox-examines-the-use-of-drones-for-palletising-3671.html> [dostęp: 15.03.2014].
- Rozporządzenie MTBiGM z 26 marca 2013 r. w sprawie wyłączenia zastosowania niektórych przepisów ustawy – Prawo lotnicze do niektórych rodzajów statków powietrznych oraz określenia warunków i wymagań dotyczących używania tych statków, Dz.U., 10 kwietnia 2013 r., poz. 440.
- Sheets, C.A., 2013, *China Beat Amazon Prime Air to the Commercial Drone Delivery Market*, International Business Times, <http://www.ibtimes.com/china-beat-amazon-prime-air-commercial-drone-delivery-market-1491636> [dostęp: 29.12.2013].
- Shu, L., 2014, *Plexidrone Is a Compact Camera Drone You Can Take Apart, Shove into a Backpack*, <http://www.digitaltrends.com/photography/plexidrone-camera-drone-disassembles-neatly-storage/> [dostęp: 7.01.2015].
- Sperling, D., Gordon, D., 2009, *Two Billion Cars: Driving Toward Sustainability*, Oxford Press, New York.
- Świat dronów, 2015, <http://www.swiatdronow.pl/inpost-uzyje-dronow-przesylania-paczek> [dostęp: 5.01.2015].
- Tam, W., 2010, *The History of a 'City Without History'*, <http://asiasociety.org/business/development/history-city-without-history> [dostęp: 30.12.2014].
- UN, 2014, *World Urbanization Prospects. The 2014 Revision*, <http://esa.un.org/unpd/wup/CD-ROM/Default.aspx> [dostęp: 30.12.2014].
- Urbanaccess, 2014, <http://urbanaccessregulations.eu> [dostęp: 30.12.2014].
- Urbanaero, 2015, <http://www.urbanaero.com/category/airmule> [dostęp: 3.01.2015].
- Zaloga, S.J., 2008, *Unmanned Aerial Vehicle: Robotic Air Warfare 1917–2007*, Osprey Publishing, Oxford.
- Zwolinska, M., 2014, *Drony – warunki eksploatacji, odpowiedzialność i dane osobowe*, <https://www.portalodo.com/entry/drony-warunki-eksploatacji-odpowiedzialnosc-i-dane-osobowe> [dostęp: 8.12.2014].