

Klaudia Perkowska*  <https://orcid.org/0000-0003-2936-154X>

Innowacyjna sieć dostaw z wykorzystaniem dronów transportowych

Artykuł prezentuje koncepcję sieci dystrybucji, w której do przewozu zaproponowano bezzałogowe statki powietrzne i istniejącą sieć paczkomatów. Przedstawiono w nim także specyfikę i ograniczenia prawne transportu ładunków z użyciem bezzałogowych statków powietrznych. Autorka posłużyła się przykładem dystrybucji i obsługi zwrotów książek w Bibliotece Narodowej w Warszawie. Takie rozwiązanie nie istnieje dotąd na rynku, choć bezzałogowe statki powietrzne są coraz częściej wykorzystywane w biznesie. Pomysł ma szansę wdrożenia po wcześniejszym przystosowaniu sieci paczkomatów do tego typu obsługi. Przedstawione rozwiązanie można również zaproponować dla transportu innych produktów: artykułów przemysłowych czy nawet żywnościowych lub medycznych po uprzednim przystosowaniu zarówno środków transportu, jak i przestrzeni magazynowej do specyfiki takich artykułów oraz uwzględnieniu ograniczeń związanych z uwarunkowaniami prawnymi i przepisami lotniczymi.

Słowa kluczowe: sieć dystrybucji, drony, paczkomat, dystrybucja, Internet rzeczy

Wstęp

Rozpowszechnienie zakupów produktów online spowodowało, że coraz więcej osób korzysta z usług, w których towar dostarczany jest bezpośrednio do domu bądź do punktu jego odbioru. Usługi zamawiane online to między innymi pranie odzieży, dywanów, zamawianie i nadawanie przesyłek, wysyłka lub odbiór listów i wiele innych. W obecnej chwili trudno jest znaleźć osobę, która nigdzie się nie śpieszy i dys-

* Mgr inż. Klaudia Perkowska – absolwentka Uniwersytetu Warszawskiego i Akademii Humanistyczno-Ekonomicznej w Łodzi, kierunek transport. Autorka inżynierskiej pracy dyplomowej pt. *Projekt sieci dystrybucji książek* wykonanej pod kierunkiem dr. inż. Jerzego Janczewskiego.

ponuje wystarczającym zasobem wolnego czasu, stąd coraz większego znaczenia nabierają usługi świadczone online i nowoczesne sposoby dystrybucji produktów.

W artykule zaprezentowano innowacyjny projekt sieci dystrybucji książek pochodzących z księgozbioru Biblioteki Narodowej do paczkomatów położonych na terenie Warszawy wykorzystujący bezzałogowe statki powietrzne. Przedstawiono specyfikę i wybrane kwestie prawne z zakresu transportu z użyciem bezzałogowych statków powietrznych popularnie zwanych dronami oraz porównano czas przeznaczony przez wypożyczającego na odbiór książki sposobem tradycyjnym i z zastosowaniem przystosowanego do tego celu drona.

Ryzyko i trudności towarzyszące wykorzystaniu w transporcie bezzałogowych statków powietrznych

Wykorzystując drony w transporcie, należy mieć na uwadze kwestie ryzyka. Automatyzacja urządzeń transportowych wpisuje się w obszar tzw. Internetu rzeczy (zob. Miller, 2016), którego funkcjonowanie jest możliwe dzięki wbudowaniu w urządzenia różnych mechanizmów i czujników pozwalających na komunikację z otoczeniem. Prócz zaawansowanych technologicznie elementów elektroniki na system taki składają się również zachodzące pomiędzy urządzeniami interakcje oparte na procesach analitycznych, przetwarzaniu i porządkowaniu danych. Z uwagi na zaawansowane technologie elektroniczne powinny one być wyposażone w zabezpieczenia chroniące je przed coraz powszechniejszą cyberprzestępczością.

Najwięcej potencjalnych zagrożeń może pochodzić z dodatkowych przedmiotów podłączonych do systemu, którymi posługują się pracownicy. Mogą to być czujniki, czytniki lub sygnalizatory. Dlatego przedsiębiorstwo lub instytucja, w omawianym przypadku biblioteka, wykorzystujące system informatyczny obsługujący transport dronami muszą ponosić dodatkowe koszty związane z odpowiednim zabezpieczeniem.

Utrudnieniem są wysokie koszty narzędzi potrzebnych do wdrożenia oraz testów tego typu sieci dystrybucji, a największym ryzykiem obarczony jest sam sprzęt, który może ulec kradzieży lub uszkodzeniu.

Uwarunkowania prawne użytkowania dronów – wybrane kwestie

W Polsce prawo dotyczące użytkowania dronów jest stale uzupełniane i doskonalone. Ostatnio opracowano mapy stref powietrznych z miejscami, w których można korzystać z dronów. Wszystkich operatorów dronów obowiązuje prawo lotnicze. Przepisy zakładają, iż osoby posiadające drony i wykorzystujące je w celach komercyjnych powinny przejść szkolenie lotnicze zakończone egzaminem w Urzędzie Lotnictwa Cywilnego (ULC) i wydaniem zaświadczenia o posiadaniu kwalifikacji

operatora statku bezzałogowego. Nowelizacja przepisów ma na celu dostosowanie dotychczasowych aktów prawnych do obecnie wykorzystywanych statków bezzałogowych, zarówno amatorsko, jak i profesjonalnie. W ten sposób podniesie się bezpieczeństwo wykonywanych na nich operacji w przestrzeni powietrznej tak, aby nie stanowiły zagrożenia dla osób znajdujących się na ziemi oraz dla statków powietrznych załogowych, pasażerskich i towarowych. Przepisy określają zasady odbywania dronami lotów rekreacyjnych, sportowych i komercyjnych.

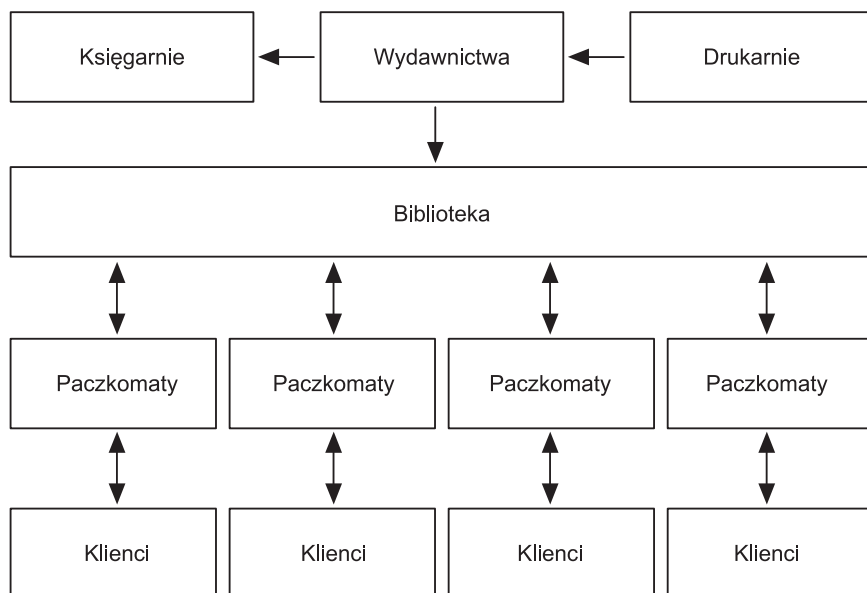
Obecnie nie istnieją jednolite uregulowania prawne dla wszystkich krajów. Poszczególne państwa posługują się własnymi przepisami określającymi zasady operowania dronami w przestrzeni powietrznej. W krajach europejskich istnieje dodatkowy podział bezzałogowych statków powietrznych w zależności od ich masy całkowitej. Decyduje ona o zakwalifikowaniu urządzenia do odpowiedniej kategorii, która kieruje się właściwymi przepisami prawnymi.

Jednym z obszarów prawnych, które muszą zostać doprecyzowane, jest kwestia możliwości naruszania przez drony prawa związanego z prywatnością oraz ochroną danych osobowych, zwłaszcza przez modele w pełni zautomatyzowane i autonomiczne. Z uwagi na postępującą informatyzację, komputeryzację oraz rozwój nowoczesnych technologii pojazdy takie są wyposażane w coraz to nowocześniejsze urządzenia, a zakres ich wykorzystywania stale się powiększa. Operator w myśl obowiązujących przepisów ponosi odpowiedzialność za wykorzystanie bezzałogowego statku powietrznego i dlatego istnieje również konieczność doprecyzowania możliwości takiego statku. Podstawą legislacji związanych z technologią pojazdów bezzałogowych jest kwestia określenia zakresu odpowiedzialności. Podstawowe prawa i obowiązki spoczywają na operatorze urządzenia, niezależnie od rodzaju pojazdu, jego wielkości i wyposażenia. Zasada ta dotyczy wszelkiego rodzaju pojazdów bezzałogowych (zob. *Prawne implikacje korzystania z najnowocześniejszych technologii w transporcie i logistyce...*, 2016).

Proces dostaw książek – założenia do projektu

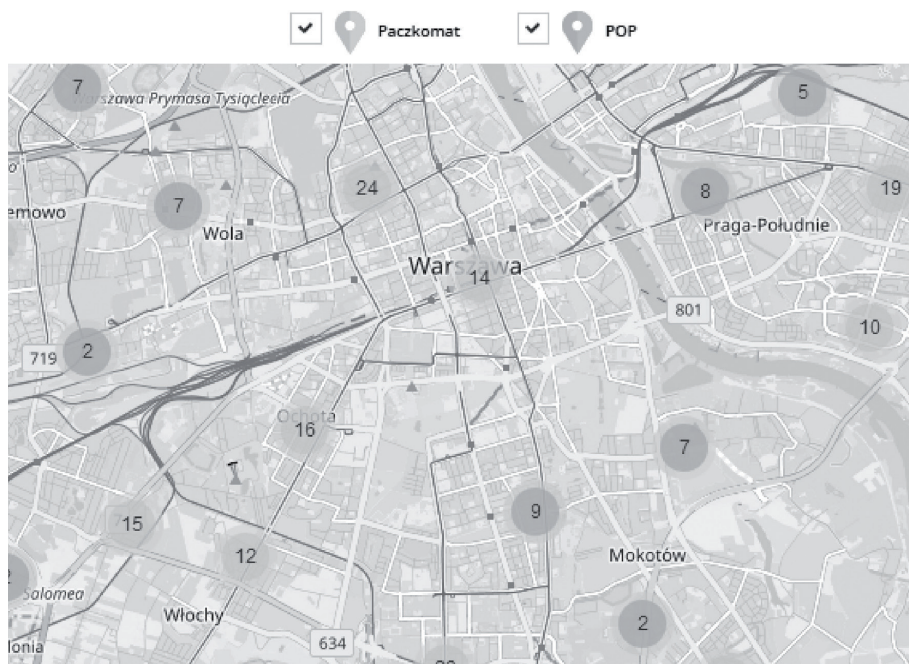
Proponowana sieć dystrybucji wykorzystuje drony transportowe w celu przewozu książek pomiędzy biblioteką a czytelnikiem, co umożliwia wypożyczenie książki bez wizyty w wypożyczalni. Użytkownik może wypożyczyć książkę na trzy sposoby: przez zamówienie online, zamówienie telefoniczne, zamówienie za pomocą aplikacji w mobilnym urządzeniu przenośnym. Przesyłka jest przewożona bezzałogowym statkiem powietrznym do paczkomatu i tam oczekuje na odbiór przez zamawiającego, co pokazano na rysunku 1.

Paczkomaty to rodzaj skrzynek pocztowych, które są zlokalizowane w wielu miejscowościach. Pozwalają na odbieranie i nadawanie przesyłek 24 godziny na dobę każdego dnia tygodnia. W Warszawie i jej okolicach znajduje się około 710 paczkomatów, których rozmieszczenie pokazano na rysunku 2.



Rysunek 1. Proponowana sieć dystrybucji książek

Źródło: Perkowska, 2018: 85.



Rysunek 2. Rozmieszczenie paczkomatów InPost SA w Warszawie i okolicach

Źródło: Warszawa – Paczkomaty i Punkty Obsługi Paczek.

Proces zamawiania książek poprzez telefony komórkowe, smartfony, palmtopy czy tablety może odbywać się za pomocą aplikacji komórkowej Flybook. Flybook jest prototypem aplikacji do zamówień książek, która zaprogramowana jest w systemie Android i w wersji bezpłatnej jest możliwa do pobrania ze sklepu GooglePlay. Czytelnik posiadający konto w tej aplikacji może zamawiać książki oraz zlecać ich odbiór z paczkomatu. Aplikacja połączona jest z serwerem biblioteki oraz kontem internetowym do wypożyczania książek. Czytelnik za pomocą telefonu komórkowego może zamówić wybraną książkę i wskazać dogodną do odbioru lokalizację paczkomatu. Powszechność aplikacji komórkowych oraz szybkość i prostota obsługi powinny zapewnić powodzenie przedmiotowego projektu.

Po zamówieniu książki przez czytelnika pracownik biblioteczny otrzymuje sygnał w systemie o przesłaniu zamówienia. Po przyjęciu zamówienia rozpoczyna się proces jego realizacji. Na tym etapie występuje konieczność określenia wagi woluminów przeznaczonych do transportu. Zaproponowany w pracy model drona jest w stanie przewozić przesyłki ważące 1 kg na odległość około 10 km. Przyjmując, że waga przesyłki nie może przekroczyć 1 kg, a średnia waga książki wynosi 0,25 kg, dron mógłby unieść łącznie 4 woluminy.

Dlatego wskazane jest zważenie książki i przypisanie jej odpowiedniej wagi w systemie bibliotecznym, by w momencie zamawiania system mógł poinformować wypożyczającego, czy istnieje jeszcze możliwość dodania do transportu kolejnej książki. Po analizie wagowej następuje wydruk odpowiedniej etykiety logistycznej służącej do oznaczania i monitorowania przepływów ładunków. Etykieta zawiera takie informacje, jak nazwa biblioteki, tytuł książki, termin zwrotu, waga książki, rozmiar. Skonsolidowana przesyłka składająca się na przykład z dwóch lub trzech książek może posiadać jedną etykietę logistyczną. Po zapakowaniu przesyłki następuje wylot drona z biblioteki. Dron i sterujący nim system jest w pełni skomputeryzowany i zautomatyzowany. System prowadzi drona najkrótszą możliwą trasą do wskazanego paczkomatu, gdzie przesyłka jest odbierana automatycznie (w oparciu o wcześniej przygotowane specjalne rozwiązanie techniczne do współpracy paczkomatu z dronem). Dron posiadający odpowiedni skaner identyfikuje punkt dostarczenia. Paczkomat w czasie rzeczywistym analizuje wielkość paczki i zajętość skrytek. Aplikacja z paczkomatu przydziela skrytkę. Otwarcie i zamknięcie skrytki następuje za pomocą siłownika umieszczonego wewnątrz schowka. Istniejące paczkomaty posiadają czytniki kodów i zanim zamawiający odbierze paczkę, wcześniej musi wpisać kod bądź zbliżyć wyświetlacz telefonu w celu odczytania tego kodu. Kolejno, na stronie czytelnika, w mailu lub komórce (poprzez sms/aplikację) pojawi się komunikat o dostarczeniu przesyłki wraz z numerem skrytki. Po jej odebraniu dron za pomocą Internetu przekazuje do biblioteki informację zwrotną o dostarczeniu towaru i oczekiwaniu paczki na odbiór przez zamawiającego. Takie rozwiązanie jest o tyle korzystne, że bez posiadania kodu włamanie się do paczkomatu jest praktycznie niemożliwe, gdyż przesyłkę może odebrać jedynie osoba posiadająca przypisany indywidualny kod.

Ze względu na to, że profesjonalne drony transportowe są jeszcze stosunkowo kosztownymi urządzeniami, użytkowanie ich w większej skali nie może wykluczać wystąpienia ryzyka ich kradzieży w czasie transportowania książek do paczkomatów. W celu zabezpieczenia przed kradzieżą należałoby zatem wyposażyć drony w identyfikatory GPS z monitoringiem w czasie rzeczywistym.

System dystrybucji książek każdego dnia o określonej godzinie monitoruje dobowe wypożyczenia i dokonuje podsumowań. W przypadku wypożyczeń, których termin zwrotu upływa na przykład za dwa dni, automatycznie wysyłana jest wiadomość przypominająca o upływającym terminie. W przypadku zastosowania dronów w obsłudze dostaw i zwrotów książek wypożyczający poprzez aplikację przekazuje wiadomość zwrotną, w jakim dniu zwróci do paczkomatu przesyłkę wraz z prośbą o kod nadania. W przypadku braku zwrotu lub niewywiązania się z obietnicy zwrotu w danym dniu wypożyczający podlega karze finansowej (w przypadku dronów powinna to być kara obejmująca również koszty dystrybucji).

Czas odbioru książki sposobem tradycyjnym i z użyciem drona

W celu określenia przedmiotowego czasu wytypowano na terenie Warszawy i w okolicach dziesięć kolejno ponumerowanych punktów odbioru przesyłki z książkami wynikających z lokalizacji paczkomatów InPost, a mianowicie: paczkomat InPost Wał Miedzeszyński 324 oznaczony cyfrą 1, Towarowa 20 (2), Portofino 8 (3), Sardynska 8a (4), 05-420 Józefów, Warszawska 94 (5), Inflancka 4a (6), Klaudyny 18A (7), Puławska 111 (8), 3 Maja 148, 05-510 Konstancin-Jeziorna (9), Grójecka 125 (10).

Przykładowo paczkomat InPost Wał Miedzeszyński 324 położony jest w odległości 12,3 km od Biblioteki Narodowej, licząc najkrótszą trasę przejazdu samochodem osobowym. Trasa ta zwykle jest zatłoczona. Zatem aby ominąć zatory drogowe, należałoby nadłożyć drogi i przejechać około 16 km w czasie około 35 minut. Gdyby rozważyć przejazd komunikacją zbiorową, czas ten wydłuży się do 56 minut. Szacunki te przeprowadzono dla godzin szczytu komunikacyjnego, gdyż zainteresowana wypożyczeniem osoba zazwyczaj podróżowałaby w godzinach 15.00–18.00, czyli po zakończeniu pracy. Należy także uwzględnić powrót z biblioteki, co cały proces wydłuży dwukrotnie. Droga, którą musi pokonać dron, jest w zasadzie linią prostą (na rysunku 3 zaznaczono ją na czarno), a jej długość wynosi 11 km.



Rysunek 3. Przykładowy przebieg trasy przejazdu samochodem osobowym i trasy przelotu drona

Źródło: opracowanie własne.

Analogicznie przeprowadzono rozważania dla pozostałych punktów odbioru, a ich wyniki zawarto w tabeli 1. Analiza tych wyników wskazuje na zasadnicze różnice w czasie dostarczania przesyłki z książkami sposobem tradycyjnym i z wykorzystaniem do tego celu drona.

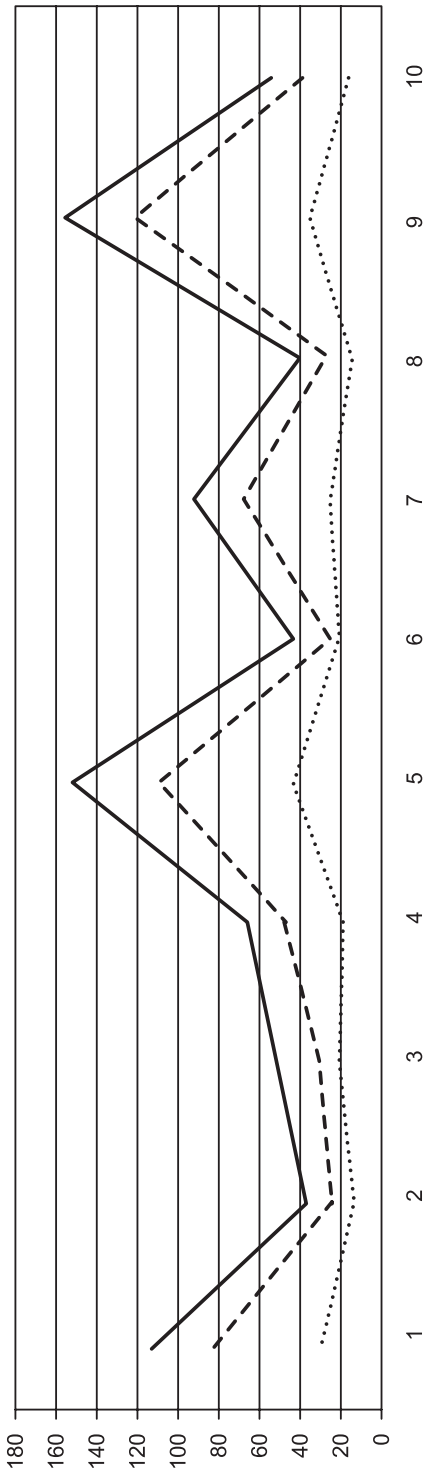
Tabela 1. Wyniki obliczeń czasu sposobem tradycyjnym i z wykorzystaniem drona dla wybranych lokalizacji paczkomatów

Numer kolejnego paczkomatu	Droga czytelnika (km)	Czas dojazdu wypożyczającego (min)	Dojazd wypożyczającego w obie strony (min)	Droga dronem (km)	Czas lotu dronem (min)	Czas lotu w obie strony (min)	Oszczędność czasowa (min)
1	12,3	56	112	11,6	14,66	29,33	82,66
2	2,7	19	38	1,87	6,55	13,11	24,88
3	7,56	25	50	5,66	9,71	19,43	30,56
4	7,27	33	66	5,15	9,29	18,58	47,41
5	22,6	76	152	19,7	21,41	42,83	109,16
6	5,8	22	44	5,6	9,66	19,33	24,66

Numer kolejnego paczkomatu	Droga czytelnika (km)	Czas dojazdu wypożyczającego (min)	Dojazd wypożyczającego w obie strony (min)	Droga dronem (km)	Czas lotu dronem (min)	Czas lotu w obie strony (min)	Oszczędność czasowa (min)
7	8,5	46	92	8,6	12,16	24,33	67,66
8	3,3	21	42	3,1	7,58	15,16	26,83
9	15,7	78	156	14,4	17,00	34,00	122,0
10	3,7	27	54	3,4	7,83	15,66	38,33

Źródło: opracowanie własne.

Zauważalna jest tendencja, że im większa odległość czytelnika od biblioteki, tym większa jest oszczędność czasowa związana z odbiorem książki (rys. 4). Nawet znajdujący się najbliższej biblioteki czytelnik nie odbierze książki szybciej, niż wykonałby to dron, chyba że wypożyczający będzie znajdował się w miejscu biblioteki i wtedy bezzasadne jest użycie drona. Na osi x przedstawiono numer porządkowy paczkomatu, natomiast na osi y czas. Rysunek prezentuje, jaka jest oszczędność czasu, gdy wybierze się drona zamiast tradycyjnej formy wypożyczenia; czas, jaki osoba fizyczna musi poświęcić w obie strony; czas potrzebny dronowi na pokonanie tej samej drogi.



Dojazd czytelnika w obie strony (min)
 Czas lotu w obie strony (min)
 Oszczędność czasowa (min)

Rysunek 4. Zestawienie wyników przeprowadzonych obliczeń

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie

Zaprezentowana w artykule koncepcja dystrybucji książek z biblioteki do czytelników jest tylko przykładem, jak z pożytkiem można wykorzystać bezzałogowe statki powietrzne i istniejącą w miastach sieć paczkomatów. Analiza wyników obliczeń czasu potrzebnego do odbioru książki sposobem tradycyjnym i z użyciem drona wskazuje na dużą przewagę zaproponowanego sposobu dystrybucji. Ponadto należy zwrócić uwagę na ekologiczny aspekt przedsięwzięcia, gdyż zaproponowane środki transportu książek do czytelników nie zanieczyszczają środowiska w miastach, wpisują się w trend elektromobilności i zrównoważonego rozwoju miast. Drony, jak pisze M. Szymczak, jako alternatywna forma transportu wpisują się w trzy obecnie bardzo ważne i komplementarne wobec siebie koncepcje: transportu przyjaznego dla środowiska, transportu niezależnego od podaży ropy naftowej oraz e-mobilności. Wykorzystanie dronów jako alternatywnej formy transportu jest szczególnie widoczne w obszarze dystrybucji, a zwłaszcza w fazie transportu dostawczego w ramach tzw. ostatniej mili (Szymczak, 2017: 93). Przedstawione rozwiązanie można zatem również proponować dla transportu innych produktów, na przykład artykułów przemysłowych czy nawet żywnościowych lub medycznych (Wiśniewska, 2019), oczywiście po wcześniejszym przystosowaniu zarówno środków transportu, jak i przestrzeni magazynowej do specyfiki tych artykułów oraz uwzględnieniu ograniczeń związanych z uwarunkowaniami prawnymi i przepisami lotniczymi. Problematyka wykorzystania dronów jest bardzo szeroka i daje wiele możliwości ich użycia nie tylko w systemie transportowym miasta.

Bibliografia

- Miller M. (2016), *Internet rzeczy. Jak inteligentne telewizory, samochody, domy i miasta zmieniają świat*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Perkowska K. (2018), *Projekt sieci dystrybucji książek*, inżynierska praca dyplomowa, Akademia Humanistyczno-Ekonomiczna w Łodzi, kierunek transport.
- Prawne implikacje korzystania z najnowocześniejszych technologii w transporcie i logistyce* (2016), <https://www2.deloitte.com/pl/pl/pages/doradztwo-prawne/articles/prawne-implikacje-korzystania-z-najnowocześniejszych-technologii-w-transporcie-i-logistyce.html> [dostęp: 29.05.2019].
- Szymczak M. (2017), *Perspektywy rozwoju technologii i rynku dronów*, [w:] W. Paprocki, J. Pieriegud (red.), *E-mobilność: wizje i scenariusze rozwoju*, Europejski Kongres Finansowy, Centrum Myśli Strategicznych, Sopot.
- Wiśniewska K. (2019), *UPS transportuje próbki medyczne dronami*, <https://www.log24.pl/news/2019/3/28/ups-transportuje-probki-medyczne-dronami.9631> [dostęp: 29.05.2019].

Warszawa – Paczkomaty i Punkty Obsługi Paczek, <https://inpost.pl/paczkomaty-warszawa> [dostęp: 5.05.2019].

Summary

Innovative supply network with the use of transport drones

The article presents the concept of a distribution network in which unmanned aerial vehicles and the existing network of parcel machines were proposed for transport. It also presents the specificity and legal constraints of transporting cargo using unmanned aerial vehicles. As an example, the author used the distribution and handling of book returns at the National Library in Warsaw. Such a solution has not yet existed on the market, although unmanned aircraft are increasingly used in business. The idea has a chance to be implemented after earlier adaptation of the parcel machine network to this type of service. The presented solution can also be proposed for the transport of other products, e.g. articles of industrial or even food or medical articles, after adapting both means of transport and storage to the specifics of these articles and taking into account constraints related to legal conditions and aviation regulations.

Keywords: distribution network, drones, parcel machine, distribution, Internet of Things