

# Wykorzystanie dronów do transportu towarów

**Bogusława Berner, Jerzy Chojnacki**

**Słowa kluczowe:** dron, bezałogowy statek powietrzny, transport towarów

## Streszczenie

W artykule przedstawiono przykłady wykorzystania dronów do dostawy paczek zaprezentowane przez firmy Amazon i DHL. Opisano sposoby sterowania platformami powietrznymi przenoszącymi towary. Omówiono ograniczenia dotyczące stosowania tego typu transportu, które łączą się z zapewnieniem bezpieczeństwa oraz ograniczenia wynikające z prawa i technicznych możliwości.

## Wstęp

Drony, których wcześniejszym głównym zastosowaniem były działania wojskowe stają się w bardzo szybkim tempie elementem codzienności technicznej, która nas otacza, podobnie jak nawigacja GPS, komputer osobisty czy telefon komórkowy. Popularna nazwa drony stosowana do zdalnie pilotowanych lub automatycznie wykonujących lot statków latających nie jest jedyną. Na świecie stosowane są również inne nazwy: Unmanned Aircraft System (UAS) - bezałogowy system powietrzny, flying robots - latające roboty, Unmanned Aerial Vehicle (UAV) - bezałogowy statek powietrzny, lub aeriar platform - platforma powietrzna. Drony konstruowane są jako płatowce - przypominające kształtem samoloty lub jako wirnikowce – koptery.

Coraz powszechniejsze staje się wykorzystanie platform powietrznych do różnych celów, a przede wszystkim do zdobywania informacji na podstawie materiałów uzyskanych z zamontowanych w nich sensorów. stosowane są w geodezji, geologii, ochronie środowiska, w rolnictwie precyzyjnym [1]. Jednym z pomysłów wykorzystania dronów do celów cywilnych jest również transport przesyłek.

## 1. Systemy transportowe z użyciem dronów

System transportowy towarów "Prime Air" firmy "Amazon", opiera się na dronach, przedstawionych na rysunku 1, które chwytają paczki z towarami bezpośrednio z linii pakowania, dostarczają je do celu i pozostawiają odbiorcom, a następnie same wracają do bazy. Firma przewiduje, że po komercyjnym uruchomieniu systemu dostarczenie paczki do klienta nie zajmie nie więcej czasu niż 30 minut [2]. Projekt paczkoptera firmy DHL, (Rys. 2.) powstał przy współpracy z Instytutem "Flight System Dynamics" przy Uniwersytecie RWTH w Aachen oraz firmy Microdrones GmbH [3, 4]. Paczkopter zbudowany został z podstawowej wersji drona "md4-1000", do której dołączony został wodoodporny kontener na przesyłki.

Bezałogowe statki powietrzne, dzięki zamontowanemu autopilotowi, mogą być sterowane w trybie automatycznym, półautomatycznym, bezwładnościowym lub wyłącznie przez operatora, w czasie rzeczywistym - za pomocą stacji nadawczej [5]. Tryb automatyczny, dzięki nawigacji GPS, pozwala na wcześniejsze zaplanowanie trasy a dron samoczynnie ją wykona.



**Rys. 1.** Dron transportowy firmy Amazon  
Źródło: [2]



**Rys. 2.** Paczkopter firmy DHL  
Źródło: [3]

W trybie półautomatycznym lot statku powietrznego odbywa się wg wcześniej zdefiniowanej trasy ale operator może nanieść zmiany kursu lotu w trakcie lotu. W razie straty kontroli nad dronem, autopilot automatycznie włącza tryb automatyczny a dron wraca do miejsca startu wykorzystując również GPS. W ten sposób można uniknąć utraty platformy powietrznej.

W sytuacji gdy brak jest możliwości kontroli lotu za pomocą GPS autopilot uruchamia bezwładnościowy system nawigacji, który wykorzystuje zarejestrowane wskazania znajdujących się w panelu sterującym czujników żyroskopowych i czujników ciśnienia, co również pozwala wrócić do miejsca startu.

## 2. Ograniczenia w transporcie przesyłek za pomocą bezzałogowego systemu powietrznego

Niestety klasyczne sposoby sterowania dronami nie są wystarczające dla dronów przenoszących przesyłki. Latające roboty mogą spowodować kolizję. Problem bezpiecznego poruszania się dronów to również problem zainstalowanych w nim czujników i oprogramowania, które pozwoli uniknąć zderzeń, a trasa przelotu platform powietrznych powinna być kontrolowana od początku do końca, w czasie rzeczywistym, za pomocą systemów monitorujących, szczególnie wtedy gdy są poza granicą wzroku operatora [6].

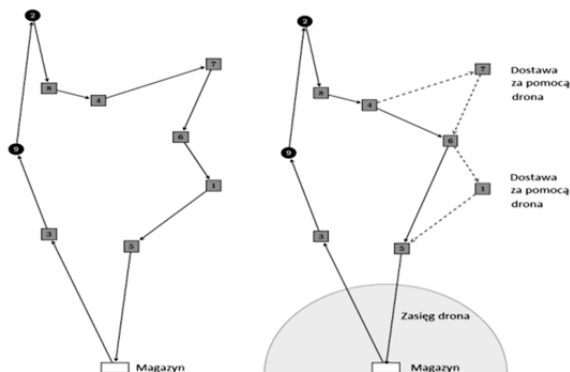
Przeloty dronów nad miejscami, w których znajdują się ludzie stanowi zagrożenie dla życia i zdrowia tych osób. W razie awarii drony mogą spaść na domostwa, osoby, zwierzęta, spowodować szkody, zranienie ciała a nawet śmierć. Poranienie człowieka może nastąpić również podczas świadomego lądowania drona, które wcześniej zostało zaprogramowane, a niechcący zdarzyć się to na człowieku, który w tym miejscu będzie przebywać. Rysunek 3 pokazuje rany zadane śmigłem drona w trakcie jego chwytania rękoma.



**Rys. 3.** Rany zadane śmigłami drona  
Źródło: [7]

W wielu krajach istnieje zakaz stosowania bezzałogowego systemu powietrznego nad terenami, na których znajdują się ludzie, a w szczególności, gdy drony sterowane są automatycznie. Zakaz ten powoduje, że loty z przesyłkami kurierskimi dostarczonymi za pomocą dronów można wykonywać tam gdzie ludzi nie ma, tj. nad zbiornikami wodnymi; jeziorami, rzekami, morzami i oceanami, nad terenami niezaludnionymi lub terenami niedostępnymi dla ludzi takimi jak niezamieszkałe wyspy, niedostępne tereny góryste, pustynie. Prawo i zachowanie bezpieczeństwa w stosowaniu dronów poważnie ogranicza ich zastosowanie ale nie zabrania dostaw leków, krwi i drobnej aparatury medycznej dla ludzi potrzebujących, znajdujących się na terenach mało zamieszkałych, na okrętach, lub do szpitali w sytuacjach krytycznych [8].

W Stanach Zjednoczonych dopuszczone są badania nad zastosowaniem dronów kurierskich w miastach jedynie w przypadku gdy dron znajduje się w zasięgu wzroku osoby sterującej nim. Takie prawo poważnie ogranicza zasięg stosowania dronów i zabiera czas osoby sterującej. Może być przydatne jedynie w sytuacji, gdy dostarczenie paczek dronem wspomaga dostarczanie ich samochodem. Dron przenosi paczkę do odbiorcy znajdującego się w niewielkiej odległości od samochodu, podczas gdy samochód przemieszcza się w tym czasie do innego odbiorcy [9]. Na rysunku 4 pokazano jak można optymalizować drogę dostawcy. Zyskiem jest skrócony czas odstawy i droga przebyta przez pojazd. Punkty 7 i 1 zaznaczone na rysunku zaopatrzone zostały za pomocą drona. Punkty dostaw towarów za pomocą drona mogą być trudno osiągalne dla samochodu dostawczego.



**Rys. 4.** Schemat graficzny wspomaganie za pomocą drona dostawy paczek samochodem dostawczym  
Źródło: [9]

Ograniczenia prawne mogą spowodować, że kariera dronów kurierskich rozwinie się w krajach gdzie prawo dotyczące ich stosowania jest mało restrykcyjne lub gdzie nie ma takiego prawa.

Technicznymi ograniczeniami stosowania dronów jest ich zasięg wynikający z pojemności elektrycznej baterii, ciężaru przenoszonego ładunku i ciężaru samego drona. Dron Md4-1000, którego korpus zbudowany jest z włókna węglowego, osiąga średni czas latania około 45 minut, może przenosić ładunek o wadze 1,200 g. Nowocześniejsza konstrukcja firmy Microdrones GmbH Md4-3000 wykonana również z włókna węglowego, osiąga również średni czas przebywania w powietrzu 45 minut ale może przenosić ładunek do 3000 g. Korpus tego drona zabezpieczony został przed działaniem deszczu, śniegu i [4].

### Podsumowanie

Przyszłościowe, bezpieczne wykorzystanie dronów do spedycji przesyłek wymaga od producentów tego sprzętu poprawy jakości wyposażenia i stworzenie platform niezniszczalnych, z dużym zapasem bezpieczeństwa, niepodatnych na wpływ czynników atmosferycznych takich jak zmiany temperatury, mróz, deszcz i wilgotność powietrza oraz znoszenie wiatrem [10]. Wymaga również prac nad oznakowaniem towarów [11], uczynkowaniem bezzałogowych statków powietrznych i udoskonaleniem oprogramowania sterującego ich ruchem tak aby latające roboty stały się w 100% bezkolizyjne. Takie prace zostały już wdrożone. Pojawiają się już na rynku kompletne zespoły sensorów, które zamontowane na dronach umożliwiają omijanie przez drony przeszkód. Firma Intel na targach CES 2015 zademonstrowała możliwości bezbłędneho unikania przeszkód przez z małe bezzałogowe statki powietrzne FireFly, w których zamontowano System antykolizyjny Intel RealSense [12]. Na system antykolizyjny Intel RealSense składają się między innymi sensory podczerwieni, kamery o dużej rozdzielczości oraz lasery światła podczerwonego. Urządzenia te wraz z oprogramowaniem pozwalają na przestrzenne "widzenie" otoczenia oraz rejestrowanie ruchu znajdujących się tam obiektów.

Systemy zabezpieczeń latających platform muszą dotyczyć możliwości kontroli trasy ich przemieszczania jak również zabezpieczenia dronów przed ich przejściem i kradzieżą transportowanych towarów [13]. Wymagane jest opracowanie nowych systemów zasilania bezzałogowych statków powietrznych w energię elektryczną, wyposażenie ich w baterie

o znacznie większej pojemności elektrycznej lub wykorzystanie do ich napędu ogniw paliwowych.

Ceny usług transportowych za pomocą dronów mogą być w przyszłości konkurencyjne dla tradycyjnego sposobu dostarczania paczek. Można liczyć na obniżenie kosztów, gdy masowe zastosowanie dronów do transportu towarów spowoduje obniżenie cen produkcji tego sprzętu.

## Bibliografia

1. [http://www.ietu.katowice.pl/aktual/Seminaria\\_IETU/23\\_04\\_2015/BADURSKA\\_EUROSYSTEM\\_PDF.pdf](http://www.ietu.katowice.pl/aktual/Seminaria_IETU/23_04_2015/BADURSKA_EUROSYSTEM_PDF.pdf)
2. <http://www.amazon.com/b?node=8037720011>
3. <http://www.dhl.com>
4. <https://www.microdrones.com>
5. [http://www.uavflightcontrol.com/fcs2\\_pol.pdf](http://www.uavflightcontrol.com/fcs2_pol.pdf)
6. Camacho E., Robaina M., Tasca A., Cuberos P., Tansel I., Tosunoglu S. Collision Avoidance Protocol for Package Delivering Quadcopters. Florida Conference on Recent Advances in Robotics Florida International University, Miami, Florida (2015), 1 - 6
7. <https://skyvideo.wordpress.com/2016/01/09/why-i-dont-catch-my-drone/>
8. Thiels C. A. , Aho J. M., Zietlow S. P., Jenkins D. H., Use of Unmanned Aerial Vehicles for Medical Product Transport. Air Medical Journal 34:2, March-April 2015, 104-108
9. Murray C. C., Chu A. G., The flying sidekick traveling salesman problem: Optimization of drone-assisted parcel delivery. Transportation Research Part C 54 (2015), 86–109
10. Milhouse M., Framework for Autonomous Movement of Drones. Illinois Institute of Technology. RIIT '15, Proceedings of the 4th Annual ACM Conference on Research in Information Technology, (2015), 1- 4
11. Woźniak D., Kukielka L. Logistyka opakowań w transporcie drogowym. Autobusy, Technika, Eksploatacja, Systemy Transportowe 2011, nr 5, 430-438
12. <https://iq.intel.pl/intel-realsense-drony-transportowe/>
13. Kardasz P., Doskocz A., Osiński Ł., Drony w logistyce. <http://www.openin.pl/index.php>

## Autorzy:

Mgr inż. **Bogusława Berner** – Politechnika Koszalińska

Prof. nadzw. dr hab. inż. **Jerzy Chojnacki** – Politechnika Koszalińska

---

### Use of drones to goods transport

In this paper the examples of the drones use to deliver packages prepared by Amazon and DHL were presented. There were also described ways to control carrying goods by means of air platforms. The legal restrictions on the use of this type of transport relating to human security and the technical limits were discussed.

---

**Key words:** drone, Unmanned Aerial Vehicle (UAV), goods transport