

*mgr Zbigniew Piskor*  
*dr hab. inż. Zbigniew Ciekankowski\**

Państwowa Szkoła Wyższa  
im. Papieża Jana Pawła II  
w Białej Podlaskiej  
\*ORCID 0000-0002-0549-894X

# DRONY PRZYSZŁOŚCI I ICH WPŁYW NA BEZPIECZEŃSTWO

## FUTURE DRONES AND THEIR IMPACT ON SAFETY

### **Streszczenie**

W Polsce mamy około 100 tysięcy dronów i ta liczba cały czas rośnie. Stawia nas to w czołowie światowej pod tym względem. Chińczycy zarabiają przeszło miliard dolarów rocznie. W naszym kraju działa kilkaset firm dla których drony stanowią główne narzędzie działalności. Nowoczesne technologie w przemyśle i różnych jego gałęziach i ich zastosowanie w bezzałogowych statkach latających: cywilnych, wojskowych stanowi unikalne kompendium. Świat zmierza do wykorzystania dronów w firmach logistycznych, rolnictwie, branży spożywczej. Popularność szkoleń z pilotażu a rosnąca ilość usług z drona można stwierdzić, że operator ze Świadectwem kwalifikacji UAVO drona stosowanego do fotografii czy też filmowania to przyszłościowy zawód a obecnie najpopularniejsza usługa świadczona przez operatorów. Dlatego zmiany w przepisach oraz w prawie lotniczym są konieczne by nadążyć za rozwojem branży dronów i nie zrezygnować z wykorzystania ich potencjału. W przyszłości rynek zacznie się profesjonalizować i najlepsze osiągnięcia będą miały firmy które zaczną konstruować drony wyspecjalizowane do konkretnych działań, a zarazem działające autonomicznie. Do obsługi autonomicznych dronów będzie potrzebna specjalistyczna infrastruktura. Zaczną się rozwijać systemy antydronowe, zaś który będzie najbardziej skuteczny, a zarazem najbezpieczniejszy do zastosowania, będzie zależeć od elektroników, programistów, robotyków i wizjonerów.

**Słowa kluczowe:** analizatory, bezpieczeństwo, dron, skaner, teledetekcja

### **Abstract**

In Poland, there are almost 100 000 drones. With their number constantly growing this puts us at the forefront of the world's drone economy among countries such as China who earns as much as \$ 1 billion in profit each year. In Poland, there are over hundreds of companies which use drones as their main tools of activity. Modern technologies used in the industry and its various branches, its appliance in unmanned aerial vehicles: civil, military

is an essential compendium. World aims to use drones in logistic companies, agriculture and food industry. Popularity of pilot training and fast-growing number of drone services needed concludes that the operator with qualifications such as UAVO Certificate for drones used in photography or filming in the future will become a profession and currently is one of the most popular service provided by operators. Therefore, changes in regulations and aviation law are necessary in order to keep up with progression of drones' industry, without abandoning their potential. In the future, the market will start to professionalize, and the best achievements will have, the companies that will build specialized drones for specific tasks and they will be operating autonomously. Specialised infrastructure will be needed to operate autonomous drones. Then anti- drone systems will start to develop, which will be the most effective and also the safest to use. For this electronics, programmers, robotics and visionaries will be needed.

**Keywords:** analyzers, security, drone, scanner, remote editing

---

## Wstęp

Era dronów zaczęła się poprzez modelarzy RC specjalizujących się w budowaniu radio-modele szybowców, samolotów sterowanych radiem we wszystkich płaszczyznach, ale czas spowodował postęp w tym segmencie modelarskim, gdzie zauważono niszę w systemie zabawek nie tylko dla dzieci ale i dla dorosłych. Masowa produkcja spowodowała, że w sklepach można kupić dron zabawkę według swoich możliwości i upodobań, samolot, śmigłowiec, wielowirnikowiec, quadcoptera.

Drony stały się również narzędziem pracy i zabawy począwszy od urzędników Urzędu lotnictwa Cywilnego, EASA, FAA poprzez producentów, handlowców i klientów. Zakłady produkujące drony współpracują z ULC, PAŻP, Wojskowym Instytutem Technicznym Uzbrojenia, PKP, TVP, PGE, Policję i Straż Pożarną, Graniczną po wyższe uczelnie i innego rodzaju różne instytuty.

Drony budowane były z drewna „balsy” do materiałów kompozytowych – włókna węglowego i innych materiałów kompozytowych. Wykorzystuje się silniki elektryczne zasilane z baterii w dronach tych, które latają w zasięgu wzroku do paliwa wodorowego już w próbach. Budowa dronów stała się bardzo atrakcyjna dla młodzieży. W ten sposób pomaga się wielu stowarzyszeniom dotarcia do młodzieży szkół podstawowych i średnich w edukowaniu tak, by w przyszłości zasilili szeregi lotnictwa. Z kolei uczelnie wyższe otwierają specjalizacje w UAV widząc duże zapotrzebowanie we wszystkich specjalnościach lotnictwa od pracowników naziemnych po załogi cockpitowe.

Dzisiaj firmy produkujące swoje produkty droniarskie są wyposażone w system monitoringu UAV, podejmujące samodzielne decyzje. W zależności od zabudowanych kamer i celu wykorzystania, drony budowane w celach militarnych stanowią w dobie XXI wieku priorytetowy kierunek rozwoju od celów obserwacyjno - monitorujących na terenie nieprzyjaciela – wroga do naprowadzających do celów i jako cele do szkoleń strzeleckich oraz innych samolotów w tym też naziemnych. Rynek gotowych quadcopterów jest dość rozbudowany, aby wybrać właściwy model musimy postawić sobie kilka warunków. Do jakich celów chcemy je wyko-

rzystać, jakiej wielkości, modelu, czy ma być przesyłanie obrazów w trakcie lotu do kontrolera.

## Budowa dronów

Technologia budowy dronów stała się bardzo atrakcyjna. Budowane są z balsy tj. bardzo lekkiego drewna do kompozytowych – włókna węglowego oraz wykorzystania innych materiałów jak polipropylenu EPP<sup>1</sup> który swoją elastycznością umożliwia wybaczenie wszelkich błędów w sztuce pilotażu jak zderzenia z ziemią i upadki znakomicie amortyzowane. Wykorzystuje się silniki elektryczne zasilane bateriami 1000 mAh, 1500 mAh i większe w dronach które latają w zasięgu wzroku. Świat dronów w dobie XXI wieku to potężny rynek. Przemysł zalewa hipermarkety różnymi modelami i wielkościami zabawek. Przodują w tym Chińczycy. Ośrodki naukowe konkurują między sobą ale także współpracują w świecie globalnym z koncernami międzynarodowymi ponieważ to one będą budować i sprzedawać. Drony i drukarki 3D<sup>2</sup> to technologie, które przez wielu specjalistów analityków branży lotniczej już dawno zostały okrzyknięte, jako najbardziej rozwojowe i przyszłościowe. Technologie mają ze sobą wiele wspólnego a w połączeniu dają nowe możliwości. Dla przykładu w celu wykorzystania druku 3D w branży dronów będzie dość futurystyczny nad, którym pracuje armia amerykańska za pośrednictwem organizacji z nią powiązanej - U.S. Army Research Laboratory. ARL której zadaniem jest badanie oraz rozwój nowoczesnych technologii w służbie armii amerykańskiej w ramach programu Army Expeditionary Warrior Experiments. Organizacja chce wykorzystać druk 3D do produkcji UAS, czyli Unmanned Aircraft System – powietrznych systemów bezzałogowych - „drony na żądanie” to znaczy On-Demand Small UAS. Ma to na celu aby w krótkim czasie zaprojektować i wydrukować drona o określonych właściwościach jednostkom wojskowym według ich zapotrzebowania. Drony zbudowane składałyby się z tanich części łatwych do montażu, naprawy lub wymiany, wydrukowanych na drukarkach 3D, wyposażone w nowoczesne aktualne na rynku podzespoły. A cały proces wytworzenia drona, od momentu zgłoszenia zapotrzebowania przez armię do momentu gotowości bojowej musiałby się zamknąć w 24 godziny. Drony cywilne drukowane na drukarkach 3D to między innymi Stratysys UAV. Największy, najszybszy (150 mph) i zarazem najbardziej skomplikowany, który został w całości (prócz części elektronicznych) wydrukowany w 3D. Jego wymiary to – rozpiętość 3m, a waga około 15 kg. Projekt i wykonanie wykonała firma Aurora Flight Sciences. Oprogramowanie DroneDeploy, które swoją popularność zawdzięcza dużej kompatybilności z wszystkimi dronami do fotografii oraz wideo, które są dostępne na rynku w wykorzystaniu w geodezji oraz kartografii do tworzenia ortofotomap z powietrza.

<sup>1</sup> M. Imiołek, *W stronę dronów, czyli kilka słów o projektowaniu bezzałogowych samolotów (w dialogach podanych)*, Kuźnica Techniki Aeronautycznej i kompozytowej, Drako, Kraków 2019, s.48.

<sup>2</sup> <http://www.swiatdronow.pl/drony-i-druk-3d-dwie-technologie-ktore-laczy-coraz-wiecej> [data dostępu 18.09.2020]

Oprogramowanie uzyskało możliwość konwersji zdjęć terenu z drona do modelu 3D w formacie STL, w pliku gotowym do wydruku na drukarce 3D. Warunkiem jest aby prawidłowo przenieść fotografowany obiekt do modelu 3D sfotografowanie go dookoła pod kątem około 45 stopni. Twórca aplikacji DroneDeploy – Ian Smith. Łączenie dronów i technologii druku 3D widoczne jest również na polskim rynku, czego przykładem może być AVATAR sklep z dronami i drukarkami 3D. Prowadzi zarówno sprzedaż różnych modeli drukarek 3D – w większości polskich producentów, sprzedaż różnego rodzaju dronów oraz świadczenie usług druku 3D w zakresie wydruków części i całych ram do dronów. Elementami wykonawczymi są silniki wraz ze specjalnie zaprojektowanymi wirnikami. Osiągają one prędkość około 28 500 RPM. Kontrolery silników są zbudowane w oparciu o popularne mikrokontrolery AVR a sterowniki silników są wodoodporne. W Abu Dhabi na Konferencji i wystawie UMEX, wydarzeniu poświęconemu technologiom bezzałogowym polski śmigłowiec SW - 4<sup>3</sup> ze Świdnika przerobiony na drona był obok AWHero, bezzałogowym systemem pionowego startu, pokazanym na stanowisku grupy Leonardo. SW-4 Solo projektu OCEAN 2020 ważący 1,8 t był wyposażony w radar Osprey 30 oraz 15-calową kamerę elektrooptyczną do obrazowania w podczerwieni. Sprzętem, który stał się „oczami” sił nawodnych, sterowanie umieszczone było używając stacji umieszczonej na okręcie. Przeprowadzono misję: wykrywając, identyfikując oraz rozpoznając podejrzane jednostki. Sw-4 Solo wspierał siły specjalne podczas operacji wchodzenia na pokład podejrzanej jednostki. A dane były przekazywane stacjom zainstalowanym na łodzi RHIB oraz śmigłowcu NH90.

Przy współpracy BAE Systems oraz spółki Prismatic Ltd, powstał PHASA – 35<sup>4</sup> na zdjęciu poniżej, to bezzałogowiec zaprojektowany i oblatany w ciągu dwóch lat. Zasilany energią słoneczną o dużej długości lotu. Operujący na dużej wysokości, może przebywać w powietrzu przez rok. Zaprojektowany do operowania w stratosferze powyżej komercyjnego ruchu lotniczego i warunków pogodowych. Staje się alternatywą dla satelitów, charakteryzującą się elastycznością samolotu. Można go użyć do wielu zastosowań, w tym do wykrywania pożarów lasów i obserwacji stanu morza. Próby sponsorowane są przez brytyjskie Laboratorium Nauki i Technologii Obronności (DSTL) oraz Australijską Grupę Nauki i Technologii Obronności (DSTG). Loty odbyły się na poligonie Wolmera Królewskich Sił Powietrznych Australii (RAAF) w Australii Południowej. Firma Doosan Mobility Innovation zaprezentowała w akcji swojego octocoptera, który napędzany jest wydajnymi ogniwami wodorowymi<sup>5</sup>. Inżynierowie twierdzą, że dalszy rozwój technologii napędów opartych na ogniwach wodorowych mogą doprowadzić do wydłużenia zasięgu lotów małych dronów do nawet 300 kilometrów, a większych do 1000 kilometrów i nie chodzi tylko o drony, ale również np. samoloty pasażerskie. Innym elementem w całym łańcuchu jest zarządzanie przestrzenią która

---

<sup>3</sup> [www.dlapilota.pl](http://www.dlapilota.pl) „SW 4 Solo ze Świdnika zaprezentowany w Abu Dhabi”

<sup>4</sup> [www: dla pilota](http://www.dlaPilota.pl) „Przełomowy samolot z napędem słonecznym wykonuje pierwszy lot? [data dostępu 18.09.2020]

<sup>5</sup> <https://www.geekweek.pl/news/2019-10-27/tajny-dron-rq-180-juz-do-dyspozycji-pentagonu-wyglada-jak-bombowiec-b-2/>, [data dostępu 18.09.2020]

Spółka Hawk-e<sup>6</sup> z grupy kapitałowej ( JSW ) Jastrzębskiej Spółki Węglowej która przygotowała system teleinformatyczny do koordynacji lotów dronów. Przetestowane rozwiązanie rozwija w kraju Polska Agencja Żeglugi Powietrznej. System Pansa UTM, pozwala na szybką, cyfrową, niewerbalną komunikację pomiędzy kontrolerami ruchu lotniczego a operatorami dronów. Polska Agencja Żeglugi Powietrznej poinformowała że system pomyślnie przeszedł proces akredytacyjny nadzorowany przez Urząd Lotnictwa Cywilnego i został uruchomiony w strefach kontrolowanych lotnisk: Poznań, Bydgoszcz i Modlin.

Jest to pierwsze w Europie operacyjne uruchomienie systemu, który umożliwia bezpieczną integrację lotnictwa bezzałogowego z załogowym. System Hawk-e jest zgodny z najnowszymi przepisami wydanymi przez Ministerstwo Infrastruktury oraz z przepisami unijnymi, które będą obowiązywać już od lipca 2020 r.

JSW podała, że Hawk-e zajmie się wdrożeniem projektu, zakładającego automatyczne loty pomiarowe na rzecz zakładów spółki, służące m.in. pomiarom ilości węgla na składowiskach.

Według informacji PAŻP-PansaUTM to koncepcja cyfrowej koordynacji lotów bezzałogowych statków powietrznych, zarządzania wnioskami - zgodami na loty w polskiej przestrzeni powietrznej. Autorskie rozwiązania PAŻP oraz część systemu Hawk-e, stanowi zintegrowaną z najbardziej popularną w Polsce aplikacją DroneRadar. W Polsce istnieje kilkanaście firm specjalizujących się w budowie, serwisie dronów w szczególności dla wojska. Oprócz produkcji dronów prowadzą szkolenia lotnicze na świadectwo kwalifikacji, świadczą usługi dla firm zlecających im zadania do realizacji.

## Drony wojskowe

Jak dobrze wiemy, drony to także współczesna broń i chyba nie ma już ucieczki od jej militarnego zastosowania. Świat dronów w armiach jest cichym i prawie niewidzialnym. Wykorzystuje się od prymitywnych modeli samolotów bezzałogowych zrobionych z drewna, sklejki, profili aluminiowych i zapewne jakiejś pianki – wszystko poklejone taśmą klejącą, zasilane silnikami spalinowymi. W podobny sposób są prymitywnie wyglądające same bomby, które mają zostać zwolnione nad celami – to już przeszłość – do w pełni klasycznych samolotów bojowych jak F16 przekonstruowany i wyposażony do sterowania ze stanowiska operatora. Misje które wykonują - to przede wszystkim obserwacja i zwiad z powietrza (można przymocować do nich kamery transmitujące obraz lub fotografujące teren), oznaczanie laserowe celów dla wyrzutni rakiet lub innych samolotów bombowych i szturmowych<sup>7</sup>.

Założenie jest proste rój lub jak woła Amerykanie – horda kilkuset obdarzonych inteligencją bsl, porusza się w sposób niemożliwy do przewidzenia. Małe

<sup>6</sup> [www.dlapilota](http://www.dlapilota) „Spółka z grupy JSW przygotowała system do koordynacji lotów dronów” [data dostępu 18.09.2020]

<sup>7</sup> Gruszczyński J., Szopa M., Nie idziemy na skróty, Lotnictwo nr 8/2018, s. .26.

obiekty z głowicami bojowymi lub też systemami zakłócającymi są nadzwyczaj groźne. Koncepcje atakujących bsl o masie do 10 kg i długości 1,2 m, które mogą atakować w roju ładunkami o masie 2,5 kg na wskazane cele w odległości około 150 km, w praktyce przeznaczonych do jednorazowego użycia. Pierwsze testy rzutu Perdix'ów<sup>8</sup> z samolotu odbyły się już jesienią 2014 roku i użyto do tego celu F-16. Następnie rok później w bazie na Alasce wykonano już 90 różnych testowych misji roju dronów składającego się z 20 Perdix'ów. Drony Perdix mają specyficzny układ tylnego usterzenia poziomego, które jest wielkości skrzydła głównego dzięki czemu całkowita powierzchnia nośna tych mikrodronek jest całkiem spora. Rozmiary Perdix'ów to zaledwie 16.5 cm długości i 30 cm rozpiętości. Napędzane są tylnym silnikiem elektrycznym ze śmigłem pchającym o średnicy 2.6", czyli ok. 6.6 cm. Obecnie czas lotu Perdix'ów to około 20 minut przy ciągłym używaniu silnika – oczywiście wydłuża się, jeśli drony szybują z dużej wysokości bez używania napędu. Skrzydła główne Perdix'ów są składane i rozkładają się dopiero po uwolnieniu z zasobników – dzięki temu łatwiej można je transporować i więcej się ich mieści w jednym zasobniku. Wystrzeliwane z ziemi (z wyrzutni) od kilku do kilkunastu dronów, które latając autonomicznie w roju<sup>9</sup> są w stanie komunikować się między sobą i wykonywać określone misje do których zostały zaprogramowane.

Również polskie firmy nie pozostają w tyle. Prace w międzynarodowym zespole takich firm jak WB Electronics, Telesystem i inne. Prace te wykraczają poza same platformy latające i dotyczą zarówno oprogramowania C4ISR (TOPAZ Fires, Recon, Tactics ) jak i sieci łączności. Systemowe podejście do amunicji krążącej pozwoli na wkomponowanie w szeroko pojętą zdolność do precyzyjnego rażenia odległych celów co ułatwi wojsku stworzenie i wdrożenie doktryny jej użycia.

W sieci na You Tube są filmy prezentujące działanie roju aż 103 mikrodronek uwolnionych z zasobników podwieszonych pod samolotami F/A-18 Hornet. Założenia nie ulegają zmianie: pełna autonomia lotu całego roju dronów z komunikacją między sobą i wykonywaniem konkretnych manewrów oraz misji np. nad terenem wroga. Obecnie użytkowane przez Polaków żołnierzy drony Orbiter ważą około siedmiu kilogramów. Najmniejszymi BSL w Wojsku Polskim są jednak PD-100 Black Hornet 3, które w ubiegłym roku zakupili komandosi z Lublińca. Urządzenia te ważą – w zależności od konfiguracji – od 33 do 100 gramów. Inspektorat Uzbrojenia Rzeczypospolitej Polskiej<sup>10</sup> poinformował, że najkorzystniejszą ofertę w przetargu na dostawę urządzeń złożyła firma Asseco Poland z Rzeszowa. Drony klasy mikro o kryptonimie „Ważka”. Sześć zestawów, każdy składający się ze stacji kierującej i dwóch bezzałogowców. Będą wyposażone w czujniki optoelektroniczne do obserwacji w dzień oraz sensory pracujące w podczerwieni, co pozwoli im „widzieć” także w nocy. Wojsko określiło, że pojedynczy dron nie może ważyć więcej niż 1,6 kg, musi latać na wysokości powyżej 2 km, w promieniu co najmniej

---

<sup>8</sup> <http://www.swiatdronow.pl/roj-103-dronow-perdix>, [data dostępu 18.09.2020]

<sup>9</sup> Łuczak W., Rój bsl także po polsku, Raport nr 12/2019 s.16.

<sup>10</sup> Źródło: polska-zbrojna.pl, Drony klasy mikro dla wojska coraz bliżej. [data dostępu 18.09.2020]

1200 m od operatora, a minimalny czas lotu to 30 minut. SLAUGHTERBOTS<sup>11</sup>– AUTONOMICZNI ZABÓJCY - film na YouTube wzbudza emocje, fascynuje i przeraża. Krótki, ale znaczący tytuł „Slaughterbots”, czyli „roboty rzeźnicy”. Przedstawia autonomiczne drony, które same wyszukują cel i same go unicestwiają. Czy to jeszcze *Since Fiction*, czy może już to teraźniejszość, czy istnieją już takie technologie, a może udoskonalona przez nas sztuczna inteligencja będzie początkiem naszego końca. W 2015 roku otwarty list opublikowany przez profesorów Stephena Hawkinga, Elona Muska i wielu innych ekspertów od Sztucznej Inteligencji<sup>12</sup> (*Artificial Intelligence*) wzywający do przeprowadzenia gruntownych badań nad społecznym wpływem AI na nasze życie. Twierdząc że społeczeństwo może czerpać wielkie korzyści z opracowania sztucznej inteligencji, a jednocześnie zwrócili uwagę, że AI niesie wielkie zagrożenia dla ludzkości. Naukowcy muszą uważać, by nie stworzyć czegoś, co będzie niekontrolowalne przez człowieka dla człowieka. Pan Profesor Stephen Hawking w wywiadzie dla BBC ostrzegł: Sztuczna Inteligencja może być największym błędem ludzkości, może doprowadzić do zniszczenia cywilizacji, *„The development of full artificial intelligence could spell the end of the human race.”*

Irański generał Kassim Sulejmani wracający z Syrii<sup>13</sup> przez Bagdad był obserwowany przez bezzałogowy samolot typu MQ-9 Reaper<sup>14</sup> (Żniwiarz) który od dłuższego czasu krążył nad iracką stolicą w gotowości do zadania ciosu generałowi.

RQ-180 jest to największy dron obecny we flocie USAF, swoim wyglądem i rozmiarami przypomina słynny bombowiec B-2 Spirit – rozpiętość skrzydeł to 52 metry, który powstał w technologii latającego skrzydła. Nowa maszyna Pentagonu jest bezzałogowa a została wykonana z materiałów znacząco obniżających jego wykrycie przez radary .

Do zadań należy wykonywanie misji zwiadowczych, podobnie jak kiedyś czyniły to kultowe U-2 i SR-71 Blackbird. RQ-180 stacjonuje w bazie sił powietrznych Beale w północnej Kalifornii. Cena to około 2 mln dolarów gdy RQ – 4 Global Hawk to 120 milionów dolarów za sztukę. Zasięg 3200 kilometrów. Dron ma pracować za pośrednictwem szyfrowanego połączenia pozwalającego pilotom na wykorzystanie dodatkowego sprzętu z F-35 i F15EX. Największym potencjalnym zagrożeniem jest jednak terroryzm. Bezzałogowce mogą być użyte do rozpoznania terenu przyszłej akcji czy też do przeprowadzenia ataku z coraz większymi obawami wykorzystania ładunków chemicznych. Wojsko postanowiło działać z wyprzedzeniem, żeby być przygotowanym na każdy rodzaj wrogiego ataku i tym razem dozbroiło swoją armię w antydronowe systemy laserowe. Firma Raytheon, dostarczyła amerykańskim siłom zbrojnym laser wysokoenergetyczny do neutralizowania - zestrzeliwania bezzałogowych statków powietrznych w rzeczywistych warunkach. Broń laserowa przestaje być elementem science fiction i coraz szybciej jest ewa-

<sup>11</sup> <http://www.swiatdronow.pl/slaughterbots-autonomiczni-zabojcy>[data dostępu 18.09.2020]

<sup>12</sup> <https://www.bbc.com/news/technology-30290540>[data dostępu 18.09.2020]

<sup>13</sup> Gawęda m., System BSP w konflikcie syryjskim, Lotnictwo Aviation International, s.64.

<sup>14</sup> <https://wyborcza.pl/7,75399,25565521,zniwiarz-jak-mysliwy-czyli-co-zabilo-iranskiego-generala-sulejmaniego.html>, [data dostępu 18.09.2020]

luowana w prawdziwym świecie, stając się naprawdę istotnym elementem wyposażenia sił zbrojnych co stanowi połączenie siły i możliwości. Dlatego też wojsko coraz chętniej sięga po różne systemy do walki z wrogimi jednostkami, a laser jest nie tylko piekielnie skuteczny i szybki, ale i relatywnie tani a jednorazowy strzał to często koszt przysłowiowego dolara.

Bezzałogowe statki powietrzne są zazwyczaj małe, ale w nieodpowiednich rękach mogą stanowić ogromne zagrożenie. Laserowe urządzenie Raytheon jest montowane na małym pojeździe typu wszędołaz i w zależności od miejsca operacji wystarczy mu pojedyncze ładowanie ze zwykłego gniazdka, żeby nie tylko wystrzelić 12 razy, ale i zapewnić dane wywiadowcze czy rekonesans, a w przypadku gdy zostanie podłączony do generatora, może strzelać niemal nieograniczoną ilość razy.

Polski producent Wtórplast SA zbudowała wielosensorowy system do wykrywania i neutralizacji dronów HARPIA<sup>15</sup>. Stworzono układ który zawiera w sobie urządzenie radarowe, macierz akustyczną, system kamery wizyjnej oraz drona przechwytyjącego. Dzięki różnym czujnikom możliwe jest wykrywanie dronów w każdych warunkach atmosferycznych oraz pogodowych. System zwiększa prawdopodobieństwo wykrycia bezzałogowców o obniżonej sygnaturze radarowej, cieplnej, poruszających się lotem ślizgowym tj, bez napędu. Możliwe jest dokładne zlokalizowanie celu w przestrzeni. Mobilne stanowisko dowodzenia z systemami łączności powstał we współpracy z Państwową Strażą Pożarną zapewnia ona możliwość ochrony przed naruszeniem strefy zakazu lotów na przykład w miejscach odbywania się imprez masowych czy obszaru chronionego dla czasowo zagrożonych obiektów stacjonarnych.

## Drony cywilne

W grudniu 2019 epidemia koronawirusa COVID - 19 w Chinach która przyjęła globalny kryzys w którym urzędnicy do spraw bezpieczeństwa publicznego zwrócili się w stronę nowoczesnych technologii. Krokiem który zaangażował bezpośrednio drony DJI<sup>16</sup> było zaadaptowanie serii rolniczych dronów DJI Agras ( starsze DJI Agras MG-1 i nowsze ADI Agras T16 ) do rozpylania środków dezynfekujących w obszarach objętych koronawirusem. Drony mogą pokryć opryskiem dużo większe powierzchnie areałów , zmniejszając ryzyko dla pracowników którzy w innym przypadku spędziliby więcej czasu potencjalnie narażeni na wirusa jak też na środek dezynfekujący. W Polsce mamy ponad 16 tysięcy certyfikowanych operatorów – najwięcej w Europie. Nie znana liczba osób lata zupełnie rekreacyjnie i tym samym posiada jakiegoś drona na własność. Temat użycia w walce z epidemią wydaje się dość abstrakcyjny. Chiny oraz Włochy pokazują, że niektóre

---

<sup>15</sup> <https://wtorplast.pl/uav/> [data dostępu 18.09.2020]

<sup>16</sup> <http://www.swiatdronow.pl/dji-swoimi-dronami-pomaga-walczyc-z-koronawirusem>, [data dostępu 18.09.2020]



modele dronów nawet typowo rekreacyjne mogą się przydać. Szczególnie Chińczycy znaleźli dla dronów całkiem sporo zastosowań podczas epidemii.

Sytuacje wykorzystania dronów tyczą się tylko wyjątkowych przypadków i operatorów, którzy zostali wyznaczeni do konkretnych zadań jak „OSTRZEGA-NIE PRZY POMOCY KOMUNIKATÓW GŁOSOWYCH”.<sup>17</sup> Chińscy urzędnicy – by nie ryzykować ekspozycji na wirusa – używali dronów DJI Mavic 2 Enterprise do przekazywania informacji osobom spacerującym po ulicach by zawrócili do domów, nie wychodzili, założyli maski i zachowywali inne środki bezpieczeństwa. Takie metody stosuje już również hiszpańska policja.

Profesorowie z Uniwersytetu Południowej Australii (UniSA)<sup>18</sup> pod kierownictwem prof. Avaana Chahla współpracując z firmą Draganfly (Kanada) pracują nad „pandemicznym dronem”, który będzie zdalnie wykrywał osoby z zainfekowanym układem oddechowym. Dron będzie wyposażony w specjalny sensor i komputerowy system wideo rejestrujący temperaturę, akcję serca, funkcjonowanie układu oddechowego a także ludzi kichających, kaszlących w tłumie przechodniów na lotniskach, ulicy oraz w miejscach gdzie gromadzą się ludzie. Według opinii Pana profesora aparatura z dronem jest ciągle udoskonalana w laboratoriach uniwersytetu w Adelajdzie i w najbliższym czasie będzie gotowa do eksperymentów naukowych, ale praktyczne zastosowanie to prawdziwe wyzwanie”.

Japoński koncern Yamaha – znany z produkcji szybkich motocykli oraz luksusowych łodzi – od wielu lat jest również zaangażowany w produkcję i wykorzystanie specjalistycznych dronów w rolnictwie. Modelem jest helikopter RMAX, dzięki któremu Yamaha stała się pierwszą firmą w Stanach Zjednoczonych z certyfikacją i pozwoleniem na wykorzystanie swojego drona w rolnictwie na terenie USA. Drony Yamaha RMAX były ostatnio testowane w dolinie Napa Valley, która słynie z uprawy winogron używanych do produkcji najlepszych amerykańskich win. Służyły tam do oprysków winorośli.

Bezzałogowiec Y RMAX od samego początku jest dużym spalinowym helikopterem, który na pokładzie ma dwa zbiorniki o pojemności 2,1 galona (prawie 8 litrów jeden!). Co więcej RMax może utrzymywać się w powietrzu godzinę, gdy jest w pełni załadowany chemikaliami do oprysków. To, co rolnicy cenią sobie w nim najbardziej to fakt, że oprysk pola trwa przeciętnie 5-razy szybciej niż przy użyciu traktora (tam gdzie w ogóle można go użyć). Osamu Ishioka – manager zarządzający projektem bezzałogowych helikopterów Yamaha w wywiadach podkreśla że klasyczne rolnictwo jeszcze długo nie zostanie zastąpione innymi metodami hodowli roślin, a użycie dronów w rolnictwie (tzw. „unmanned farming”) będzie odgrywało coraz większą rolę przy uprawie roślin. Yamaha, jest na rynku dronów rolniczych najbardziej doświadczonym producentem. Drony RMAX są używane do oprysków niezwykle stromych pól uprawnych w górzyskiej Japonii, operują również w Korei Południowej, Australii, USA oraz Francji, gdzie przechodzą próby te-

<sup>17</sup> <http://www.swiatdronow.pl/drony-w-walce-z-koronawirusem-jak-mozna-je-wykorzystac>, [data dostępu 18.09.2020]

<sup>18</sup> <https://dlapilota.pl/wiadomosci/pap/australia-prace-nad-dronem-zdolnym-do-wykrywania-osob-z-zaburzeniami-oddechowymi>, [data dostępu 18.09.2020]

stowe na opylaniu plantacji winorośli. W praktyce jest wyeliminowanie ekspozycji rolnika na chemikalia rozpylane na polu. Nie znaleziono lepszego sposobu, by opryski pól były bezpieczniejsze dla ludzi wykonujących tę pracę. Operator drona stoi z dala od miejsca, w którym rozpylane są chemikalia, co w żaden sposób nie wpływa to na jego zdrowie. Koszt usługi oprysków to \$250 za hektar a po przeliczeniu pracy ręcznej i czasu jaki należy poświęcić na ten cel przy opryskach to usługa jest tańsza o 40% od oprysku klasycznego. Inny dron rolniczy DJI Agras MG-1 o zasilaniu elektrycznym ma zbiornik o pojemności 2,6 galonów (10 kg). DJI tak jak Yamaha prowadzi sprzedaż w Chinach i Korei Południowej. Używa się dronów do fotografowania z powietrza również pól w celu oceny stanu upraw. Jest to możliwe dzięki sporządzanym ortofotomapom przy użyciu klasycznej fotografii i jednocześnie fotografii NIR (Near InfraRed), czyli w bliskiej podczerwieni. Obrazy z obu kamer nakładają się na siebie, a dokładna analiza połączonego obrazu pozwala na zidentyfikowanie miejsc, które wymagają intensywniejszego nawożenia lub nie wymagają go w ogóle. Same oszczędności fotografii poprzez drony można oszacować na poziomie 30% wydatków na ten cel. Polską produkcją są bezzałogowce Pteryx - PrecisionHawk<sup>19</sup> którego system płatowca wyposażony jest w 5 różnych sensorów. Dron w połączeniu ze stacją naziemną i dedykowanym oprogramowaniem do zbierania danych ma olbrzymie możliwości.

Parrot zamontowała czujnik o nazwie Parrot Sequoia, który jest przeznaczony stricte do dronów rolniczych lub np. dla leśnictwa. Jest on wyposażony aż w 5 różnych kamer (NIR, RGB, oraz trzy dla poszczególnych spektrów światła: czerwone, zielone i czerwień brzegowa tzw. red-edge), odrębny czujnik posiada sensor promieni słonecznych oraz IMU (Inertial Measurement Unit) określający jego orientację. Sequoia ma również wbudowaną pamięć 64GB, slot na kartę pamięci SD, wejście USB oraz połączenie Wi-Fi, GPS zapisujący pozycję w każdym momencie lotu. waga modułu to zaledwie 80gr, oraz niewielkie wymiary. Wyposażone w kamery drony pomagają australijskim naukowcom chronić przed wyginięciem hipopotamy<sup>20</sup> w południowej Afryce przekazał prowadzący badania prof. Richard Kingsford z UNSW Sydney<sup>21</sup>. Podkreślił, że drony mogą być wartościowym narzędziem do obserwowania dzikich populacji.

FAA w maju 2018 r. wyznaczyła miasto San Diego jako jeden z dziewięciu głównych uczestników integracyjnego programu pilotażowego regulatorów Integration Pilot Program (IPP). Celem jego zadań było przetestowanie dronów w transporcie próbek medycznych i leków w ramach systemu opieki medycznej miasta. W medycynie UPS Flight Forward rozszerzyła program na dostawy za pomocą dronów o system opieki medycznej Uniwersytetu Kalifornijskiego w San Diego. Transportują za pomocą dronów produkty medyczne pomiędzy ośrodkami zdrowia i laboratoriami. W ramach projektu przesyłki medyczne, takie jak próbki

---

<sup>19</sup> <http://www.swiatdronow.pl/trigger-composites-pionier-produkcji-dronow-polskim-ryнку>, [data dostępu 18.09.2020]

<sup>20</sup> <https://dlapilota.pl/wiadomosci/pap/drony-pomagaja-chronic-hipopotamy-w-afryce>, [data dostępu 18.09.2020]

<sup>21</sup> <https://www.bees.unsw.edu.au/richard-kingsford>, [data dostępu 18.09.2020]

krwi, dokumenty, pakowane są do bezpiecznego kontenera używanego podczas przewozu dronem. Drony będą poruszać się po wyznaczonych trasach pomiędzy Centrum Medycznym Jacobs a miejscami przeznaczonymi do lądowania w Moores Cancer Center oddalonym o mniej niż jedną milę. Później bezzałogowce będą kursować do Centrum Zaawansowanej Medycyny Klinicznej (CALM), położonej niedaleko Centrum Medycznego Jacobs. Loty będą trwały zaledwie kilka minut i będą monitorowane przez operatorów w zasięgu wzroku. Spółka UPS dedykowana dostawom za pomocą dronów, otrzymała certyfikat Federalnej Administracji Lotnictwa Part 135 Standard, pozwalający wykonywać rutynowe operacje z wykorzystaniem dronów w ramach programu prowadzonego na terenie szpitala WakeMed w Raleigh, w Karolinie Północnej. Usprawnienie działania Globalnej Sieci Logistycznej UPS wspierające szpitale i inne organizacje sektora medycznego jest głównym elementem strategii transformacji firmy. Logistyka dla sektora medycznego stanowi priorytet dla UPS, dlatego wdraża nowe technologie, by zapewnić lepszą opiekę nad pacjentami dzięki usprawnionej logistyce i łańcuchowi dostaw.

Miasto Wrocław wyposażyło Straż Miejską w 4 drony do patrolowania z powietrza dzikich wysypisk, palenia odpadami w piecach, nielegalne zrzuty ścieków. Wyposażone są w czujniki do sprawdzania dymu kamerą termowizyjną i kamerą typu zoom. Strażnicy miejscy przeszli szkolenie i zdali egzamin na operatora bezzałogowego statku powietrznego<sup>22</sup>.

## Drony – szkolenie

W Polsce mamy około 100 Ośrodków szkolenia nadzorowanych przez ULC. Około 16 tysięcy operatorów posiadających świadectwo kwalifikacji wydane przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Upoważnienie zezwalające do realizacji operacji komercyjnych w zasięgu wzroku lub też poza zasięgiem wzroku operatora. Aby europejskie niebo było konkurencyjne dla wszystkich zainteresowanych z maksymalnym poziomem bezpieczeństwa musimy w szczególności sposób położyć nacisk na szkolenie operatorów – pilotów dronów. W tym celu są tworzone certyfikowane ośrodki szkolenia operatorów którego celem jest profesjonalne szkolenie kandydatów na operatorów UAV w zakresie VLOS, BVLOS oraz EVLOS na samolotach i wielowirnikowcach. Certyfikowany Ośrodek Szkoleniowy UAV prowadzi szkolenia teoretyczne i praktyczne według planu szkoleniowego zatwierdzonego przez Urząd Lotnictwa Cywilnego.

Szkolenie teoretyczne ma na celu zdobycie przez szkolonego kursanta wiedzy wymaganej do uzyskania świadectwa kwalifikacji operatora UAV do bezpiecznego i świadomego wykonywania lotów i obsługi bezzałogowych statków powietrznych w zasięgu wzroku. Zajęcia prowadzone są przez wykwalifikowaną kadrę instruktorską o wieloletnim doświadczeniu, są to operatorzy bezzałogowych

<sup>22</sup> Źródło: Miasto Wrocław, Ruszyły patrole straży miejskiej z użyciem dronów, <https://www.strazmiejska.wroclaw.pl/>, [data dostępu 18.09.2020]

statków powietrznych, konstruktorzy samolotów, konstruktorzy bezzałogowych profesjonalnych platform a także profesjonaliści posiadający wieloletnie doświadczenie teoretyczne i praktyczne w zakresie zarządzania i organizacji. Szkolenie teoretyczne zakończone jest wewnętrznym egzaminem weryfikującym zdobytą wiedzę. Szkolenie praktyczne realizowane jest w formie ćwiczeń naziemnych oraz szkolenia praktycznego w locie również zakończonym wewnętrznym egzaminem praktycznym. Po zakończonym szkoleniu szkolony podlega egzaminowi państwowemu przez egzaminatora na świadectwo kwalifikacji. Dodatkowo szkolony może odbyć specjalistyczne szkolenie dodatkowe z zakresu fotogrametrii, teledetekcji oraz wiedzę dotyczącą wykonywania nalołów fotogrametrycznych za pomocą latających platform bezzałogowych. Nabycia podstawowych umiejętności związanych z przetwarzaniem pozyskanych w ten sposób danych fotogrametrycznych oraz przygotowuje do samodzielnego wykonywania w/w czynności. Całą trasę lotu drona w oprogramowaniu Horus które zostało opracowane przez naukowców z Uniwersytetu Stanforda przy pomocy dostępnych narzędzi Google Maps oraz Google Earth oraz kontrolera lotu APM/PixHawk można przemyśleć, przetestować i zaprogramować na komputerze a następnie wgrać całość misji do mózgu sterującego dronem. Taki lot drona będzie bezpieczniejszy, dokładniejszy niż lot w wykonaniu operatora. Są wyeliminowane wszystkie ułomności człowieka: stres, utrata uwagi, refleks oraz brak odpowiedniej reakcji w sytuacjach kryzysowych. Aby wykonać inspekcję techniczną przeróżnych infrastruktural nie trzeba używać rusztowań, wysokich dźwigów czy też samolotów lub helikopterów

Działające przy Akademii Górniczo-Hutniczej w Krakowie<sup>23</sup> studenckie koło naukowe Solar Plane pracuje nad stworzeniem modelu samolotu, który za pomocą energii pozyskanej z promieniowania słonecznego przebywać będzie w powietrzu w dzień, jak i w nocy. Jako źródło energii zasilające cały układ posłużą ogniwa fotowoltaiczne umieszczone na skrzydłach. Specjalnie zaprojektowane panele pozwalają na uzyskanie optymalnych osiągnięć aerodynamicznych, a budowa wykonana z włókna węglowego co zapewnia trwałość konstrukcji. Głównym problemem inżyneryjnym stanowiło stworzenie układu zarządzania energią. W przypadku dostatecznego nasłonecznienia silniki napędowe oraz pokładowa elektronika zasilone zostaną bezpośrednio z ogniw fotowoltaicznych, nadmiar wygenerowanej energii będzie zmagazynowany w akumulatorach litowo-jonowych. W przypadku niewystarczającego promieniowania słonecznego niedobory energii uzupełniane będą dzięki naładowanym akumulatorom. Samolot wyposażono w systemy komunikacji lotniczej, system kontroli samolotu, system telemetryczny, system FPV, połączenie GPS.

---

<sup>23</sup> Źródło: Targi Kielce, International Drone Event z udziałem młodych naukowców

## Drony zagrożeniem bezpieczeństwa

Najnowsze technologie oraz materiały z kewlarem, grafenem oraz wyposażeniem elektronicznym powodują że świat coraz bardziej wykorzystuje ULV do różnych celów cywilnych a także wojskowych. Armia Stanów Zjednoczonych finansuje stworzenie przenośnego urządzenia do rozpoznawania twarzy, które będzie w stanie identyfikować osoby z odległości do 1 kilometra. Dzięki uczeniu maszynowemu, armia USA może wykorzystać ulepszoną technologię rozpoznawania twarzy<sup>24</sup>.

Żadna obecnie dostępna technologia nie działa w tak zaawansowany sposób. Projekt został oznaczony jako Advanced Tactical Facial Recognition at a Distance Technology. Różne rozwiązania przedstawiane przez Ośrodki wizji dystrybucji roju małych bsl, przenoszonych przez zasobnik zrzucany z samolotu transportowego. Czy też Miniaturowy Dalmierz Podszumowy ( MDP ) to dzieło Instytutu Optoelektroniki Wojskowej Akademii Technicznej i Telesystemu. Zainstalowane w tym co jeździ, pływa czy lata służy do pomiaru odległości dla małych i bardzo małych obiektów na dystansie do 3 km z dokładnością do 1 metra. Laser wytwarza bardzo wąską wiązkę skoncentrowanego i porządkowanego światła. Wykorzysta się go do przesłania informacji potrzebnych do sterowania systemami bsl . Po odbiorze sygnał laserowy wyłowiony i oddzielony od szumów tła po odkodowaniu przekształcony w impuls elektryczny. Tak może działać nowy system skrytej łączności potrzebny do kierowania rojem bezzałogowców. Przyszłością latania mogą być między innymi prywatne bezzałogowe samoloty-taksówki pionowego startu, które nie będą potrzebowały pasów startowych.

## Podsumowanie

Wspólna inicjatywa tworzona poprzez Ministerstwo Infrastruktury w spieraniu działań publicznych poprzez aplikację dla operatorów dronów DroneRadar zintegrowanej z systemem Pansa UTM jest efektem budowy ekosystemu dronowego w ramach Programu Centralno europejski Demonstrator Dronów (CEDD). Koncepcja operacyjna koordynacji lotów dronów i infrastruktura do zarządzania ruchem dronów to pierwsze w Europie narzędzie do zbierania i zarządzania danymi niezbędnymi do realizacji usług. Daje gwarancję do kontroli zarządzania danymi w obszarach krytycznych funkcjonowania państwa. Rolnictwo bezzałogowe to w branży dronów ciężko zlekceważyć. Koncerny DJI, Parrot czy 3DRobotics są uznawani za największych graczy na rynku dronów cywilnych. Mają w swojej ofercie bezzałogowce do rolnictwa, co jest chyba najlepszym dowodem na to, że inwestycja w ten sektor gospodarki już się opłaca. Stworzenie przenośnego urządzenia do rozpoznawania twarzy, które będzie w stanie identyfikować osoby z od-

<sup>24</sup> <https://nt.interia.pl/raporty/raport-wojna-przyszlosci/wiadomosci/news-usa-z-nowym-rozpoznawaniem-twarzy,nId,4335950>, [data dostępu 18.09.2020]

ległości do 1 kilometra. Amerykanie chcieliby także móc skorzystać z niej przy pomocy dronów. Obecnie najbardziej rozpowszechnione są drony modele które możemy spotkać w każdym hipermarkecie w zależności od naszych możliwości finansowych i upodobania. Dzieci otrzymują jako prezenty świąteczne, którymi się bawią z rodzicami. I mimo ulotek ULC tego procesu nie da się tak zatrzymać. Marketing handlowców i chęć pozyskania klientów wyprzedza wszelkie przepisy. Bo przez zabawę można zrobić wiele ciekawych rzeczy jak choćby krótki filmik rodzinny, czy zbudować kamerkę GOPRO, można poprzez aplikację przesłać na tableta czy na smartfona. Połączenie dwóch wiodących i bardzo obiecujących trendów w dziedzinie nowych technologii, do których z pewnością należy zarówno druk 3D jak i drony, wydaje się być naturalnym i trafionym posunięciem biznesowych. Perspektywy rozwoju to nie tylko zabawa, nauka, nowe technologie, nowe modele ale bezpieczeństwo w ochronie imprez masowych, w akcjach ratowniczych – pożarowych, powodziowych, policja, straż miejska, straż pożarna, straż leśna, straż graniczna. Powinny w drony być wyposażone wszystkie służby; wojsko – wszystkie formacje. Istnieje możliwość zarządzania polem walki w zakresie wykorzystania wszystkich rodzajów wojsk: lądowych, powietrznych i morskich. Przy czym zaawansowany system skaningu pola walki, oparty o skanery laserowe i analizatory obrazu telewizyjnego, pozwalają na bardzo szybką i dokładną identyfikację wszelkich obiektów nienaturalnych, znajdujących się na współczesnym polu walki. W zależności od sytuacji, złożoności zadania, powinno użyć się odpowiedniej kategorii bądź wielkości z odpowiednią aparaturą w celu zrealizowania misji.

Bo słowa prewencja, profilaktyka to klucz w doskonaleniu wszelkich możliwych działań przez służby a drony mogą tylko ułatwić ich zadania nie przynosząc uszczerbku w zdrowiu operatorowi który dowodzi dronem w bezpiecznym miejscu. Samoloty bez pilotów? Lotniska bez stanowisk check-in? A może stewardessy-roboty? To, co dziś wydaje się science-fiction, jutro może być rzeczywistością. Rewolucja technologiczna już wkroczyła w nasze życie. Dzięki postępującej automatyzacji maszyny będą się zmieniać w autonomiczne statki powietrzne. Coraz łatwiej nam sobie wyobrazić pasażerskie drony obsługujące nawet najdalsze połączenia.

## Literatura:

1. Bartkiewicz B., Kruszewski P., Szczepkowski M., *Drony teoria i praktyka. Poradnik dla kandydatów na operatorów*, KaBe, Krosno 2016.
2. Dougherty M., *Drony*, Bellona, Warszawa 2016.
3. Imiołek M., *W stronę dronów, czyli kilka słów o projektowaniu bezzałogowych samolotów (w dialogach podanych)*, Kuźnica Techniki Aeronautycznej i kompozytowej, Drako, Kraków 2019.
4. Wyszywacz W., *Drony*, Poligraf, Warszawa 2020.
5. Głowacki B., Airbus ujawnia LOU, Raport 11/2019.
6. Łuczak W., *Rój bsl także po polsku*, Raport 12/2019.

## **Netografia:**

7. [www: światdronów](http://www.swiatdronow.pl)
8. <https://wtorplast.pl/uav/>
9. [www: dlapilota](http://www.dlapilota.pl)
10. [www: ulc.gov.pl](http://www.ulc.gov.pl)
11. [www.unsw.edu.au](http://www.unsw.edu.au)
12. <https://nt.interia.pl/raporty/raport-wojna-przyszlosc>