

Raport

„Analiza czynników społecznych, bezpieczeństwa, technologii, prawa oraz ekonomii w kontekście możliwości redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych oraz z załogą jednoosobową w aspekcie oferowanych przez system szkolnictwa kwalifikacji lotniczych w odniesieniu do potrzeb pracodawców (potrzeb rynku)”

(Umowa 23/2022/LOTKOS)



Warszawa, 23.07.2022 r.

Spis treści

Wstęp	3
Opis procesu badawczego	5
Czynniki społeczne redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych	10
Aspekty bezpieczeństwa redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych	35
Możliwości technologiczne redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych	48
Analiza podstaw prawnych redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych	67
Czynniki ekonomiczne redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych	90
Podsumowanie wyników badań	102
Literatura	104
Spis rysunków	106
Spis tabel	108

Wstęp

Niniejsze badanie było realizowane na zlecenie Sektorowej Rady Kompetencji ds. Sektora Lotniczo – kosmicznego zgodnie z Umową nr 23/2022/LOTKOS. Celem badań było:

1. Poznanie opinii interesariuszy sektora lotniczego o możliwości wdrożenia koncepcji komercyjnych lotów pasażerskich i towarowych (cargo) z wykorzystaniem bezałogowych statków powietrznych lub z obecnością jednego pilota na pokładzie;
2. Zidentyfikowanie czynników społecznych, bezpieczeństwa, technologicznych, prawnych i ekonomicznych mogących mieć wpływ na wdrożenie nowej koncepcji lotów komercyjnych;
3. Określenie szans i zagrożeń oraz mocnych i słabych stron dla badanej koncepcji lotów.

Dane zebrane w procesie badawczym pozwoliły poznać opinie interesariuszy sektora lotniczego oraz na ich podstawie określić te czynniki, która mogą mieć znaczący wpływ na rozwój koncepcji lotów komercyjnych. Wynikiem analizy jest niniejszy Raport oraz załączniki¹.

Badanie obejmowało podmioty, grupy zawodowe:

- personel latający (piloci, personel pokładowy i pomocniczy);
- kontrolerzy ruchu lotniczego (powietrznego i naziemnego);
- personel operacyjny;
- personel techniczny;

¹ Opracowanie wykonał zespół ODBAS - Organizacja Obrony Biznesu [ODBAS] w składzie:

- Dr Małgorzata Żmigrodzka - Lotnicza Akademia Wojskowa;
- Mgr inż. Katarzyna Kostur - Lotnicza Akademia Wojskowa;
- Dr Natalia Moch - Wojskowa Akademia Techniczna;
- Mgr Ireneusz Konieczny;
- Mgr Rafał Orłowski;
- Dr Paweł Lubecki;
- Dr Andrzej Skwarski - Akademia im. Jakuba z Paradyża w Gorzowie Wielkopolskim;
- Dr inż. pil. Tomasz Balcerzak - Uczelnia Łazarzkiego w Warszawie;
- Dr hab. Inż. Elżbieta Szymańska – prof. SGGW, Wydział Ekonomiczny, Katedra Logistyki Instytut Ekonomii i Finansów.

- personel obsługi naziemnej;
- personel służby bezpieczeństwa lotów;
- inne zidentyfikowane.

Opis procesu badawczego

Informacje uzasadniające wykonanie badania

Wykorzystanie bezałogowych statków powietrznych lub z jednym pilotem na pokładzie w komercyjnym transporcie pasażerskim i towarowym wydaje się być atrakcyjnym z punktu widzenia ekonomicznego (zmniejszenie kosztów zatrudnienia wśród pilotów) i bezpieczeństwa lotów (zmniejszenie czynnika ludzkiego jako najbardziej podatnego na błędy). Jednak pomimo możliwości technologicznych wykonywania takiego rodzaju możliwości, koncepcja bezałogowych statków powietrznych lub z udziałem jednego pilota wciąż nie jest powszechnie dostępna.

Niniejsze badanie przyczyni się do poznania aspektu czynników w zakresie społecznym, bezpieczeństwa, technologicznym i ekonomicznym kształtujących możliwości wdrożenia tego rodzaju koncepcji w przewozach komercyjnych oraz przygotowania gotowości systemu szkolnictwa do uzyskiwania kwalifikacji w tym zakresie.

Potrzeby informacyjne

Potrzeby informacyjne dla prowadzonych badań zostały zaspokojone poprzez:

- zasoby publikowane - opracowania innych autorów w zakresie przedmiotu badań;
- zasoby informacyjne instytucji nadzorujących funkcjonowanie sektora lotniczego, np. Urząd Lotnictwa Cywilnego, międzynarodowe organizacje lotnicze;
- opinie respondentów.

Zakres przedmiotowy i podmiotowy badania

Przedmiot badań obejmował:

- analizę literatury związanej z przedmiotem badań,
- poznanie opinii wybranych interesariuszy sektora lotniczego co do możliwości wdrożenia badanej koncepcji,

- zidentyfikowanie na podstawie badań ankietowych czynników mogących mieć wpływ na wdrożenie koncepcji,
- określenie szans i zagrożeń oraz mocne i słabe strony dla wdrożenia badanej koncepcji.

Zakres przestrzenny badań

Badanie zostało przeprowadzone na terenie Polskiej Rzeczypospolitej, obejmując interesariuszy sektora lotniczego, w szczególności:

- pasażerów,
- klientów-odbiorców nowej koncepcji,
- pracodawców produkujących, wykorzystujących nowe koncepcje lotów,
- załóg statków powietrznych i personelu służb ruchu lotniczego.

Metoda i organizacja badań

Projekt badawczy zrealizowano w ramach projektu „Sektorowa Rada Kompetencji przemysłu lotniczo-kosmicznego” będącego częścią Programu Operacyjnego Wiedza Edukacja Rozwój, działanie 2.12 Zwiększenie wiedzy o potrzebach kwalifikacyjno-zawodowych ze finansowany ze środków Europejskiego Funduszu Społecznego.

Proces badawczy obejmował zidentyfikowanie czynników mogących mieć wpływ na redukcje personelu lotniczego w realizacji komercyjnych lotów pasażerskich i towarowych przy wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych oraz z załogą jednoosobową bezzałogowych, w szczególności czynników z obszaru:

- społecznego,
- bezpieczeństwa,
- technologicznego,
- prawnego,
- ekonomicznego.

Odpowiedzi na problem badawczy udzielono przy pomocy pytań szczegółowych:

- 1 Czy i jakie występują czynniki związane z możliwością wprowadzenia koncepcji komercyjnych lotów pasażerskich i towarowych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych lub przy obsłudze jednego pilota?
- 2 Jakie są perspektywy czasowe wprowadzenia tych rozwiązań?
- 3 Jakie są potencjalne szanse, korzyści, zagrożenia, mocne i słabe strony mogące mieć wpływ na wdrożenie koncepcji?

W procesie badawczym wykorzystano metody: teoretyczne (jakościową) i empiryczne (ilościowe). Metoda teoretyczna - analiza i synteza. Analiza czynnikowa pozwoliła na zidentyfikowanie czynników mogących mieć wpływ na wdrożenie koncepcji wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych lub statków z obecnością jednego pilota na pokładzie do komercyjnych lotów pasażerskich i towarowych (cargo).

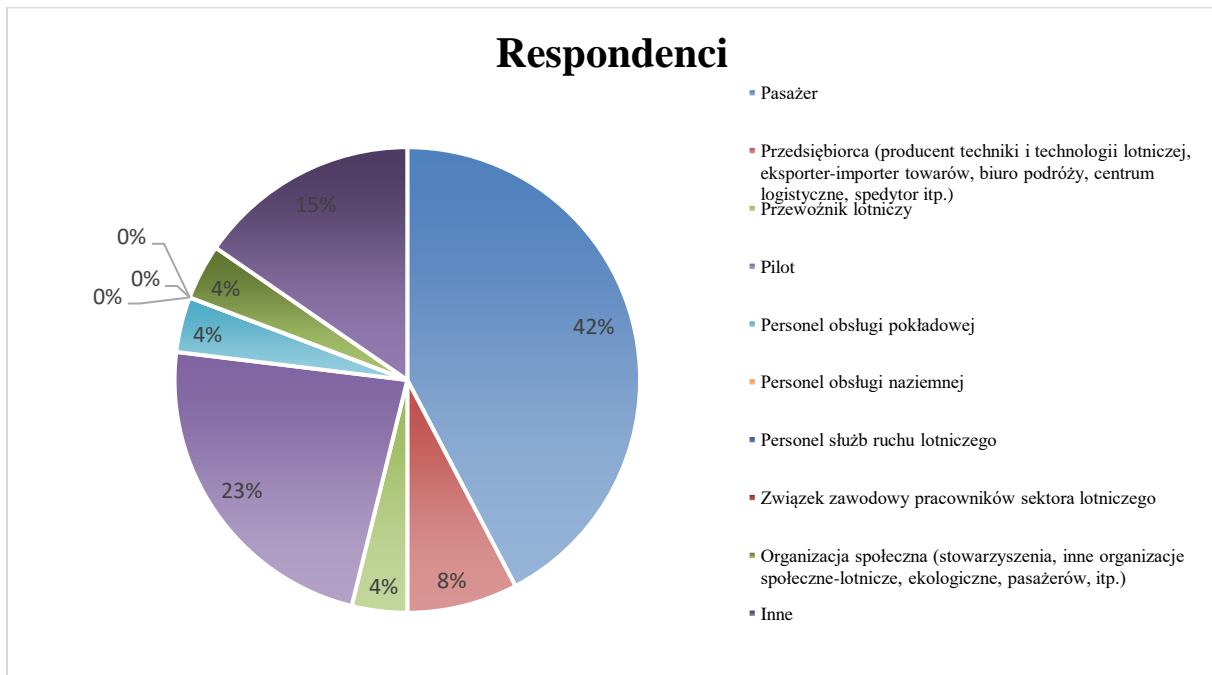
Metody ilościowe takie jak statystyczne, porównawcze, monograficzne (badania dokumentów) oraz badania osądów w postaci sondażu diagnostycznego (ankieta). Metody te pozwoliły na zebrane danych w zakresie poznania opinii innych ekspertów oraz respondentów w aspekcie społecznym, technologicznym, bezpieczeństwa, prawnym i ekonomicznym. Opinie te pozwoliły na wskazanie szans i zagrożeń oraz słabych i mocnych stron dla wdrożenia koncepcji.

Zakres analizy danych

Analizie poddano dane z zakresu badawczego:

- Społeczny,
- Bezpieczeństwo,
- Technologiczny,
- Prawny,
- Ekonomiczny.

Badanie skierowane zostało do różnych grup osób bezpośrednio związanych z transportem lotniczym, w tym: pasażerowie, przedsiębiorcy, przewoźnicy lotniczy, piloci, personel obsługi pokładowej, naziemnej oraz służb ruchu lotniczego, przedstawiciele związku zawodowego pracowników sektora lotniczego, organizacje społeczne oraz inne osoby – rysunek 1.

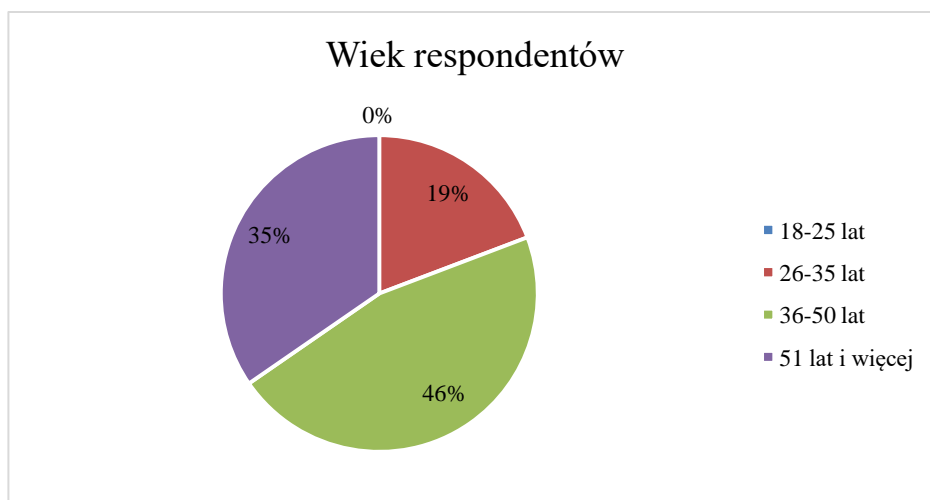


Rysunek 1. Grupa respondentów

Źródło: opracowanie własne.

Największy odsetek stanowili pasażerowie (42%). Piloci stanowili 23% respondentów, podczas gdy inne osoby to 15% badanych. Najmniej liczną grupę wśród respondentów stanowili przedstawiciele przewoźników lotniczych, personelu obsługi pokładowej oraz organizacji społecznych – po 4%. W badaniu nie wzięli za to udziału przedstawiciele personelu obsługi naziemnej, służb ruchu lotniczego oraz związków zawodowych.

Wśród respondentów najliczniejszą grupę stanowiły osoby w wieku 36-50 lat – 46%. Drugą najliczniejszą grupą były osoby w wieku 51 lat i więcej – 35%. Osoby w wieku 26-35 lat stanowiły 19% respondentów. W badaniu nie wzięła udział żadna osoba w wieku 18-25 lat – rysunek 2.



Rysunek 2. Przedział wiekowy respondentów

Źródło: opracowanie własne.

Forma prezentacji badań

Raport z badań wykonano w formie pisemnej-elektronicznej (w postaci dokumentu przekazanego Zamawiającemu w formacie doc i pdf oraz prezentację w PowerPoint, tabelaryczne zestawienie wyników Excel). Analiza zawiera rozdziały, w których opisano obszary przebadane w ramach badań.

Harmonogram realizacji badania

Badania zostały przeprowadzone w okresie: 23.05-23.07.2022 r.

1. Analiza literatury przedmiotu badań
2. Opracowanie ankiety badawczej i przeprowadzenie badań
3. Usystematyzowanie i analiza danych
4. Opracowanie raportu z badań.

Czynniki społeczne redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych

Współczesne czasy charakteryzuje rozwój nowoczesnych technologii, która obecna jest w każdej dziedzinie życia. Pojawienie się bezzałogowych statków powietrznych oraz dążeń do redukcji personelu sterującego do jednego pilota stwarza możliwość rozwiązywania wielu nowych problemów natury nie tylko konstrukcyjnej, eksploatacyjnej ale i organizacyjnej. Tendencja rozwoju bezzałogowców przynosi skutki pozytywne i skutki negatywne. Przestrzeń, obok czasu, jest najbardziej uniwersalnym wymiarem życia ludzkiego. Nie sposób żyć poza przestrzenią, nie da się ludzkiego życia i społecznych zachowań od przestrzeni oddzielić. Pojawienie się bezzałogowych statków powietrznych w przestrzeni powietrznej ma wpływ na życie ludzkie, trudno jest ocenić ten wpływ jednoznacznie. Zjawisko należy jednak analizować. W kontekście socjologii jest to temat coraz częściej podejmowany².

Różne formy ukształtowania organizują przestrzeń, dzieląc ją na jednostki terytorialne o różnej pojemności, funkcji i charakterze. Na przykład przestrzenie otwarte odbierane są jako wspólne i sprzyjają kontaktom społecznym, przestrzenie zamknięte sprzyjają poczuciu prywatności. Cechą wpływającą na relacje społeczne jest również układ przestrzeni. Drony wpływają na kształtowanie przestrzeni poprzez pojawianie się obok człowieka, oraz fizyczną ingerencję w jego terytorium. Poczucie terytorialności jest jednym z najsilniejszych czynników socjologicznych warunkujących stosunek człowieka do przestrzeni. Jemu zawdzięczamy potrzebę stawiania granic, oddzielania przestrzeni prywatnej od publicznej, indywidualnej od wspólnej³.

Drony umożliwiają człowiekowi lepszą eksplorację przestrzeni. Ludzie odbierają bodźce płynące ze środowiska, w którym żyją. Dzieje się to za sprawą procesu percepcji, dzięki

² Cobel-Tokarska. „Przestrzeń społeczna. Krótkie wykłady z socjologii”

³ Cobel-Tokarska. „Przestrzeń społeczna. Krótkie wykłady z socjologii”

któremu człowiek ma łączność z zewnętrznym światem, przyjmuje i analizuje informacje oraz może poruszać się w przestrzeni. Drony stanowią nośnik przedmiotów/ludzi lub obrazu pozyskanego z dużej wysokości, niewidocznego dla ludzkiego oka. Można stwierdzić, że w tym przypadku, drony tę przestrzeń dla człowieka rozszerzają. Oprócz zastosowań typowo rekreacyjnych (np. filmowanie), bezałogowe statki powietrzne wykorzystuje się coraz częściej w działaniach komercyjnych i administracji publicznej oraz w przewozach cargo i pasażerskich. Drony łączą w sobie trzy kluczowe zasady nowoczesności technologicznej – przetwarzanie danych, autonomię i nieograniczoną mobilność. Zapewniają dostęp do (nowych) przestrzeni i umożliwiają ich analizę za pomocą niespotykanych dotąd metod zbierania danych. Zdolności te, wcześniej przywilej zarezerwowany dla wojska, są teraz coraz częściej włączane do domen cywilnych.

Zastosowanie bezałogowych statków powietrznych w przewozach pasażerskich oraz cargo staje się niezwykle ciekawym przełomem we wszystkich możliwych sektorach lotnictwa. Liczne badania wykazują, że wiele osób bałoby się wsiąść do statku powietrznego, którym nie steruje człowiek. Jednak rozwój lotnictwa dąży do automatyzacji i takie rozwiązanie wydaje się być bardzo przyszłościowe. Jednym z głównych czynników rozwoju BSP w przewozach cargo i pasażerskich jest chęć wykorzystania dronów do celów dostawczych oraz transportu ludzi. Celem jest ograniczenie wykorzystania człowieka i umożliwić transportu ludzi i przesyłek bez konieczności zatrudniania pilotów i całych załóg lotniczych.

Włączenie dronów do transportu cargo i pasażerów przyniosłoby korzyści nie tylko ekonomiczne, ale także społeczne, ekologiczne. Wśród obaw i potencjalnych problemów wymienia się aspekty prawne, etyczne, bezpieczeństwo oraz problemy infrastrukturalne które przekładają się na czynniki społeczne. Aspekty te określają środowisko i działań jak i odpowiedzialności ludzi poczynając od konstruktorów tego rodzaju rozwiązań poprzez

nadzór ruchu, infrastruktury wraz z obsługą naziemną, operatorów-przewoźników, kończąc na potencjalnych klientach.

W konkurencji do społecznych obaw związanych z BSP występują inne czynniki społeczne, które decydują o wykorzystaniu dronów na przyszłym rynku usług: między innymi konsumpcjonizm i minimalizm. Ta grupa społeczne to cyfrowi nomadzi, work & life balnce, starzejące się społeczeństwo, lifelong learning⁴. Wydłużony średni czas życia i aktywność zawodowa, poziom dochodów i wykształcenia, mobilność społeczeństwa, wymagania i oczekiwania konsumentów, a także świadomość ekologiczna mają bezpośredni wpływ na akceptację zmian w codziennym funkcjonowaniu. Dla potrzeb analizy warto wspomnieć o suburbanizacji, która jest widoczna w wielu państwach a także w Polsce. Charakteryzuje się tym, że coraz większa część społeczeństwa należy do obszarów zurbanizowanych, które administracyjnie nie są miastami, ale architektonicznie, społecznie, kulturowo czy ekonomicznie są jak najbardziej miejskie, a ponadto są silnie powiązane z miastem centralnym. Według prognoz ONZ do 2030 r. odsetek ludności miejskiej ma osiągnąć 60%, a w 2050 r. przekroczyć 66%, wskazuje to na wzrost mobilności a także kosztów związanych z systemem transportowym.

Firmy kurierskie i pocztowe wykazują znacznie wzmożony popyt na świadczone przez nich usługi. Dlatego też szuka się oszczędności finansowych i czasowych w innowacyjnych rozwiązaniach jakimi są drony. Z raportu „Polska 2030 Trzecia fala nowoczesności” wynika, iż w połączeniu z innymi dokumentami strategicznymi, ma być realizowany kompleksowy projekt cywilizacyjny do 2030 r. Celem strategicznym zapisanym w wymienionym dokumencie jest poprawa jakości życia Polaków⁵.

⁴ Wpływ czynników społecznych na rynek pracy

<https://aniolowiekonsultingu.pl/wplyw-czynnikow-spoecznych-rynek-pracy/>[dostęp: 11.07.2022 r.]

⁵ Raport GUS, prognoza ludności na 2014-2050,

https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5469/1/5/1/prognoza_ludnosci_na_lata____2014_-_2050.pdf,[dostęp 11.07.2022 r.]

Drony w aspekcie poprawy jakości życia społecznego wpisują się idealnie, coraz częściej wyręczają człowieka w powtarzalnych, rutynowych zadaniach, które są niebezpieczne lub potrzebują dużej mocy obliczeniowych. Rynek dąży w stronę pełnej automatyzacji i redukcji czynnika ludzkiego w podejmowaniu decyzji podczas sterowania dronem, aż w końcu staną się one autonomiczne⁶

Czynniki społeczne, które przemawiają za rozwojem bezzałogowych statków powietrznych w przewozach cargo i pasażerskich to m.in.:

- oszczędność czasu,
- mniejsze koszty automatyzacji i niezawodności obsługi w porównaniu do obsługi samolotu przez człowieka,
- miejska mobilność powietrzna (pojazd jest w stanie zabrać na pokład dwie osoby i wykonać około dwudziestominutowy, w pełni autonomiczny lot. Okazuje się być to efektywne kosztowo, ponieważ nie zużywa drogiego paliwa lotniczego, ale prąd, który jest w zasadzie dosyć tani. Nie ma też tutaj czynnika ludzkiego w postaci pilota, który również kosztuje),
- komfort latania,
- skrócone procedury
- brak ingerencji czynnika ludzkiego (błędów pilota)
- możliwość przerobienia konstrukcji samolotu by zwiększyć objętość
- uproszczenie zadań związanych z transportem np. małych paczek, czy listów, catering do obszarów miejskich; dostawa artykułów medycznych, zwykle do trudno dostępnych miejsc, zautomatyzowanie transportu towarów, oferując

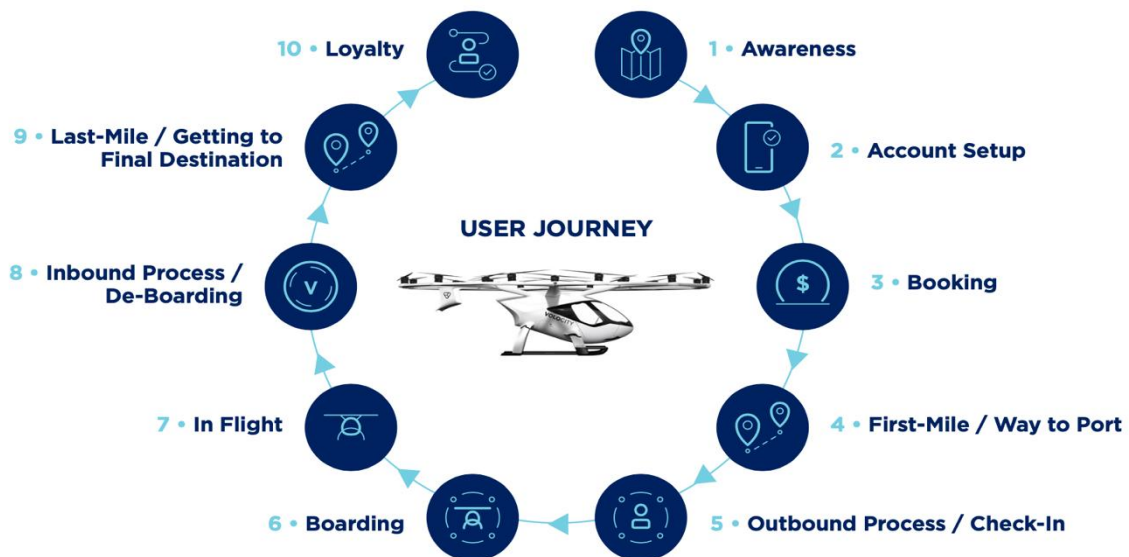
⁶ <https://biznes.newseria.pl/news/drony-realizuja-coraz,p324112633>

jednocześnie szybszą, bardziej elastyczną, tańszą i bardziej przyjazną dla środowiska usługę niż alternatywna.

Jedną z firm logistycznych, która poważnie podchodzi do użycia dornów w zatłoczonych obszarach jest DHL. Dzięki współpracy firm DHL Express i Ehang, który produkuje inteligentne pojazdy powietrzne w Chinach, obecnie testowane są dostawy przesyłek kurierskich. Efektem zrealizowanych dostaw pierwszą inteligentną trasą jest skrócenie czasu z 40 do 8 minut i znaczne obniżenie kosztów transportu, przy niższej emisji CO₂ i zużyciu energii. Za gigantem w dziedzinie cargo i przesyłek kurierskich podążają także inne firmy przystępując do rozmaitych projektów i testów. Bezzałogowe są już używane między innymi w Australii do dystrybucji leków dla mieszkańców terenów wiejskich. Bułgarska spółka Dronamics przy użyciu dornów Black Swan przewozi ładunki o wadze do 350 kg na odległość nawet kilku tysięcy kilometrów. Koszt takiej usługi może być nawet o 80 proc. niższy, niż gdyby była realizowana przez konwencjonalne samoloty transportowe. Pierwszym lotniskiem, na którym pojawiły się drony tej firmy, było chorwackie lotnisko Osijek.

Rozwiązania zaproponowane przez niemiecką firmę Volocopter, która przeprowadza testy w Singapurze w celu poprawy połączeń między tamtejszymi wyspami, można uznać, za początek systemu transportu pasażerskiego bezzałogowymi statkami powietrznymi. Dron ten ma umożliwić zabranie na pokład nawet czterech osób na trasach o długości 100 km, wykonując lot z prędkością 180 km/h. Oprócz początkowych śródmiejskich lotów turystycznych, Volocopter zapewni nowy pionowy wymiar transportu transgranicznego, aby połączyć wyspy, skrócić czas podróży, promować wzrost gospodarek regionalnych i wzmocnić spójność społeczną. Jak określono w Zielonym Planie Singapuru 2030, miasto ma na celu wzmocnienie swojego zobowiązania w ramach Agendy Zrównoważonego Rozwoju ONZ 2030 i Porozumienia Paryskiego, aby osiągnąć długoterminowe aspiracje zerowej emisji netto tak szybko, jak to możliwe. Na przykład,

badania wykazały, że podróż na odległość 100 km (od punktu do punktu) z jednym pilotem w samolocie eVTOL powoduje emisję gazów cieplarnianych, która jest o 35% niższa niż w przypadku jednoosobowego pojazdu z silnikiem spalinowym (ICEV)⁷. Taksówka powietrzna VoloCity to zaawansowany technologicznie samolot elektryczny z możliwością pionowego startu i lądowania. 18 silników VoloCity jest zasilanych przez dziewięć akumulatorów, które można wymieniać między lotami przy minimalnym czasie przebywania na ziemi. Poza zerową emisją dwutlenku węgla podczas lotu, niski poziom hałasu samolotów eVTOL jest kolejną kluczową zaletą dla operacji w mieście i zadowolenia pasażerów. W rzeczywistości taksówki powietrzne VoloCity są cztery do pięciu razy cichsze niż mały helikopter. Przeprowadzone badania przez firmę Volocopter potwierdzają zainteresowanie pasażerów takimi usługami z uwagi na skrócenie czasu zwłaszcza w obszarach znacznie zatłoczonych. Taką deklarację składają najczęściej osoby w przedziale wiekowym 18-29 lat.



Rysunek 3. Przykładowa podróż użytkownika.

Źródło: *Volocopter_Whitepaper_Singapore-Roadmap_Web-2 (2).pdf, 2019 r.*

⁷ Volocopter s.l

Aby komercyjnie eksploatować eVTOL, konieczne jest posiadanie jasnej mapy drogowej dla szkolenia personelu, operacji taksówek powietrznych, konserwacji, napraw i remontów maszyn, wsparcia infrastruktury oraz digitalizacji przestrzeni powietrznej.

Oprócz przygotowania do komercyjnego uruchomienia taksówek powietrznych, Volocopter bada również możliwości wprowadzenia VoloDrone w Singapurze. W tym kontekście świadczenie usług cargo w Singapurze i okolicach służyłoby jako element wartości dodanej dla całego łańcucha dostaw, tym samym uzupełniając istniejącą sieć logistyczną transportu⁸.

Oczywiście to jeden z wielu projektów, które są realizowane na świecie, co wskazują na wzmożoną działalność w tym obszarze.

Kolejnym działaniem w zakresie redukcji personelu latającego jest ograniczenie pilotów obecnych na pokładzie. Dąży się do ograniczenia obecności do jednego pilota na pokładzie. Działanie takie wydaje się być działaniem przejściowym do pełnej autonomii komercyjnych lotów pasażerskich i towarowych dużymi statkami powietrznymi. Redukcja obsady pilotów pozwoli na łagodzenie negatywnych skutków społecznych związanych z ograniczeniem miejsc pracy dla pilotów jak i potrzeb ich szkolenia.

W funkcjonującym obecnie systemie kwalifikacji piloci szkolą i kwalifikują się na drugich pilotów. Dopiero po uznaniu wystarczającego doświadczenia w roli drugiego pilota, kwalifikują się do szkolenia na kapitanów. Ponieważ rola drugiego pilota przestałaby istnieć w koncepcji jednego pilota, pojawia się pytanie, w jaki sposób pojedynczy piloci zdobędą niezbędne doświadczenie, aby bezpiecznie działać jako kapitan i jakie byłyby potrzebne zmiany w szkoleniu. Wszyscy piloci automatycznie zostawaliby kapitanami. Dowódca statku powietrznego jest odpowiedzialny nie tylko za pilotowanie statku powietrznego, ale także za

⁸ file:///Users/malgosiazmigrodzka/Downloads/Volocopter_Whitepaper_Singapore-Roadmap_Web-2.pdf

podejmowanie rozsądnych decyzji dotyczących bezpieczeństwa operacji, zarządzania załogą i sytuacji pasażerskich. Kolejne pytanie jest takie jakie doświadczenie i kwalifikacje byłyby wymagane od personelu naziemnego i czy będą oni rekrutowani spoza istniejącej puli zasobów lotniczych.

Wpływ jednopilotowej załogi i nowych koncepcji operacyjnych będzie wymagał modyfikacji podejścia do szkolenia, zarówno indywidualnego, jak i zespołowego. Rozproszone rozwiązanie wymagałoby zaplecza szkoleniowego (symulatory, szkolenie komputerowe, symulacja sal operacyjnych wraz ze stanowiskami wsparcia itp.) zarówno dla personelu naziemnego, jak i pilotów, istotnie zwiększając kompleksowość szkoleń. Pojawia się pytanie, jaki wpływ ten nowy rodzaj działalności będzie miał na istniejącą kulturę organizacyjną linii lotniczych, w tym na takie kwestie jak awans i znaczenie stażu pracy. Można założyć, że wystąpi potrzeba zmiany wymaganej wiedzy, umiejętności i zdolności z tradycyjnego zestawu (np. latanie ręczne) na taki, który kładzie nacisk na delegowane uprawnienia (np. systemy nadzoru i monitorowania), co oznacza przeniesienie nacisku z wyćwiczonych umiejętności na rozumowanie oparte na wykorzystywaniu zewnętrznych zasobów wiedzy.

Działania przemysłu lotniczego, możliwości technologiczne i otwartość na tworzenie wspólnych pomysłów na redukcję personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykorzystaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych są wspierane przez EASE i inne równoległe podmioty odpowiedzialne za bezpieczny rozwój nowej ery lotnictwa.

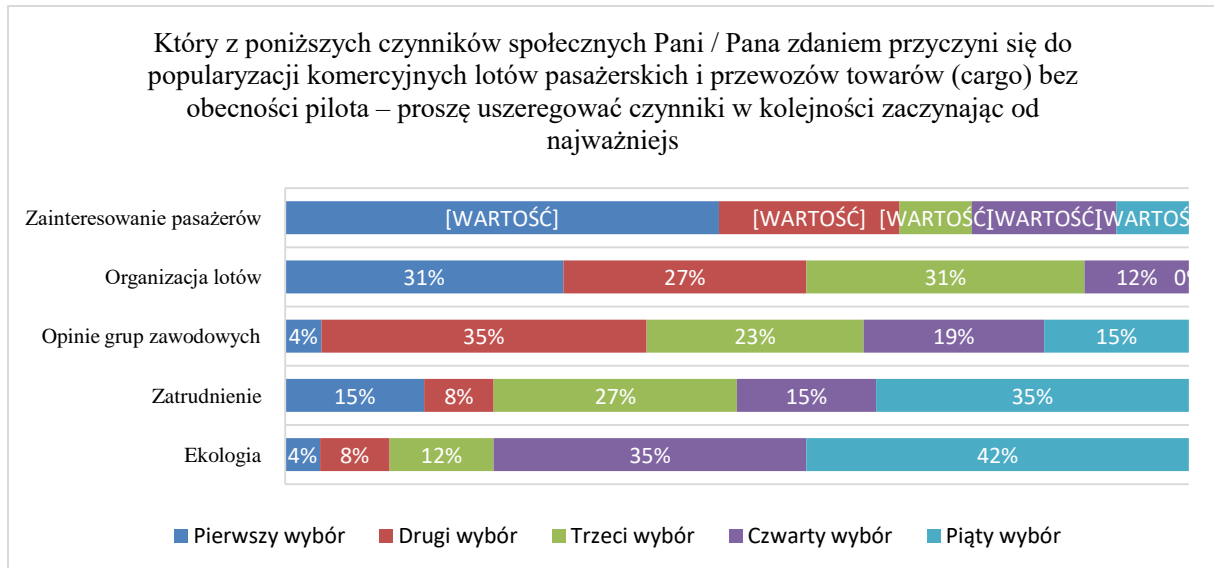
Aktualnie przeprowadzane są liczne konsultacje i analizy nt. wprowadzenie ram prawnych dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych - umożliwienie innowacyjnej mobilności lotniczej z załogowymi statkami powietrznymi zdolnymi do lotu VTOL, a tym samym ograniczenie udziału czynnika ludzkiego. Polityka wprowadzenia nowych rozwiązań ma na celu ułatwienie przemieszczania się a także wygenerowania nowych kompetencji zawodowych związanych z obsługą dronów.

Czynniki społeczne z uwagi na różnice pokoleniowe, sposób postrzegania życia, podejścia do pracy i obowiązków dnia codziennego będą dążyły do nowych rozwiązań, które na początku mogą wydawać się barierą ale w codziennym obyciu bardzo skuteczne i efektywne.

Ludzkie życie w przestrzeni opanowanej przez drony rozgrywa się w wielu wymiarach, za pomocą zmysłów człowiek osobiście doświadcza zaledwie niewielkiej jego części. Drony stanowią przedłużenie ludzkich zmysłów. Wpływem dronów na ludzkie życie, tym, w jaki sposób człowiek przemierza świat, próbuje go poznać i zrozumieć, zajmuje się m.in. socjologia podróży. Widzimy wyraźnie, że w analizie przestrzeni społecznie wytworzonej istotny jest zatem czynnik funkcjonalny. Przestrzeń nie jest tworzona przypadkowo, ale w taki sposób, aby odpowiadać na zapotrzebowanie ludzi. Tak powstawały domy – by chronić przed zagrożeniami i kapryśną pogodą, miasta – by zgromadzić w jednym miejscu i zorganizować nierolniczą społeczność, targowiska – by jak najlepiej rozwijał się handel, drogi – by ułatwić podróże, drony – by doświadczać przestrzeni jeszcze bardziej.

Prezentacja wyników badań

Respondenci zostali poproszeni o uszeregowanie wskazanych czynników społecznych, które przyczynią się do popularyzacji komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarów (cargo) bez obecności pilota – w kolejności od najważniejszego – rysunek 2.



Rysunek 4. Istotność czynników społeczny na popularyzację lotów bezzałogowych

Źródło: opracowanie własne.

Najwięcej respondentów (46%) jako najważniejszy czynnik społeczny przyczyniający się do popularyzacji komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarowych (cargo) bez obecności pilota wskazało zainteresowanie pasażerów. Na drugim miejscu uplasowała się organizacja lotów – 31%. Jako czynniki najmniej istotne wskazano ekologię | (pierwszy wybór – 4%, ostatni wybór – 42%) oraz opinie grup zawodowych (pierwszy wybór – 4%, ostatni wybór – 35%).

W czasie badania zapytano respondentów, czy komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na zainteresowanie pasażerów takimi lotami (wykres 7).

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na zainteresowanie pasażerów takimi lotami?



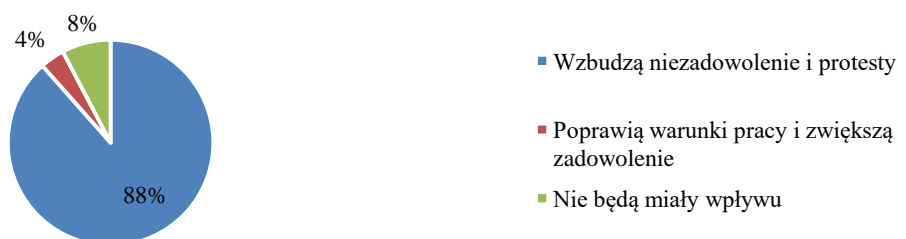
Rysunek 5. Zainteresowanie lotami bezpilotowymi

Źródło: opracowanie własne.

58% ankietowanych uważa, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie zmniejszą zainteresowanie takimi lotami. Odmiennego zdania jest 8% badanych. 34% respondentów wskazało, że brak obecności pilotów na pokładzie nie będzie miał wpływu na zainteresowanie pasażerów takimi lotami.

Badanie zostali poproszeni o udzielenie odpowiedzi na pytanie, czy komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą - rysunek 4.

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą?

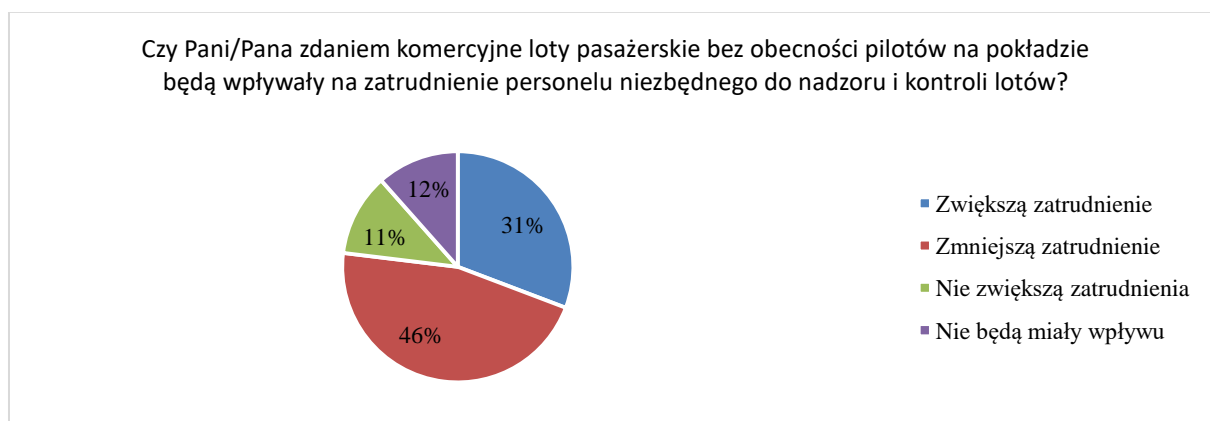


Rysunek 6. Opinie grup społecznych sektora lotniczego na loty bezpilotowe

Źródło: opracowanie własne.

Aż 88% badanych uznało, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie wzbudzą niezadowolenie i protesty grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą. 4% badanych wskazało, że poprawią one warunki pracy i zwiększą zadowolenie, natomiast 8% uznało, że nie będą miały wpływu na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą.

Na pytanie, czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na zatrudnienie personelu niezbędnego do nadzoru i kontroli lotów (wykres 9), 31% respondentów odpowiedziało, że zwiększą zatrudnienie. Odmiennego zdania jest 46% badanych. 11% ankietowanych uważa, że nie zwiększą one zatrudnienia, a 12%, że nie będą miały wpływu na zatrudnienie.

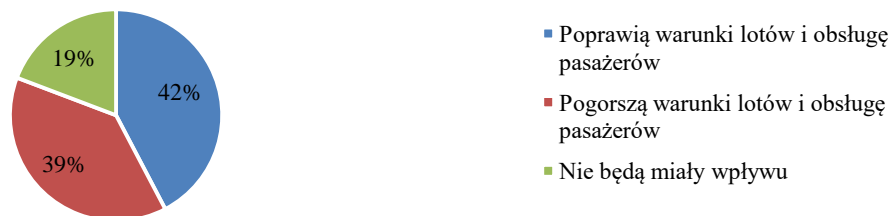


Rysunek 7. Wpływ lotów bezpilotowych na zatrudnienie

Źródło: opracowanie własne.

W czasie badania poproszono respondentów o odpowiedź na pytanie, czy komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na organizację lotów – rysunek 6.

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na organizację lotów?



Rysunek 8. Wpływ bezpilotowych lotów na organizację lotów

Źródło: opracowanie własne.

42% badanych wskazało, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie poprawią warunki lotów i obsługę. Przeciwnego zdania jest 39% respondentów. 19% ankietowanych jest zdania, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie nie będą miały wpływu na organizację lotów.

W dalszej kolejności badani poproszeni zostali o udzielenie odpowiedzi na pytanie dotyczące wpływu komercyjnych lotów pasażerskich bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na środowisko naturalne – rysunek 7.

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na środowisko naturalne?



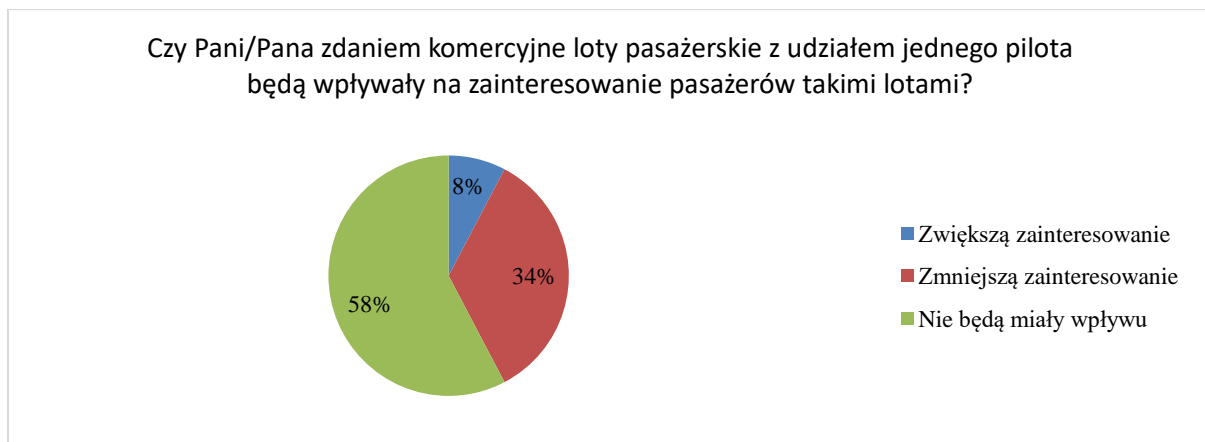
Rysunek 9. Wpływ lotów bezpilotowych na środowisko naturalne

Źródło: opracowanie własne.

Większość respondentów – 65% wskazała, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie nie wpłyną na środowisko naturalne. 27% badanych uważa,

że nie zmniejszą one wpływu lotów na środowisko naturalne, a 8%, że zmniejszą wpływ lotów na środowisko naturalne.

Kolejne pytanie dotyczyło wpływu komercyjnych lotów pasażerskich z udziałem jednego pilota na zainteresowanie pasażerów takimi lotami – rysunek 8.



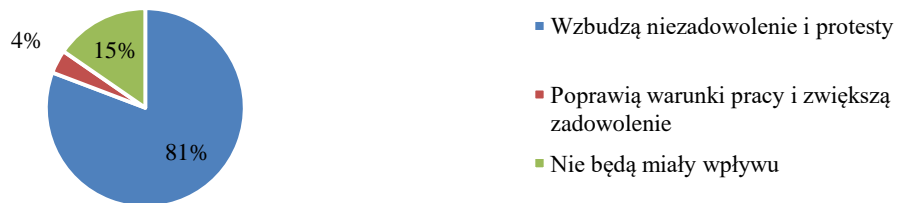
Rysunek 10. Wpływ udziału jednego pilota na zainteresowanie lotami

Źródło: opracowanie własne.

Zdaniem 58% badanych komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota nie będą miały wpływu na zainteresowanie pasażerów takimi lotami. 34% respondentów uważa z kolei, że zmniejszą zainteresowanie takimi lotami, podczas gdy 8% z nich jest odmiennego zdania.

Kolejne pytanie dotyczyło wpływu komercyjnych lotów pasażerskich z udziałem jednego pilota na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą - rysunek 9.

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota będą wpływały na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą?



Rysunek 11. Wpływ lotów z jednym pilotem na opinie grup społecznych

Źródło: opracowanie własne.

Zdecydowana większość ankietowanych – 81% odpowiedziało, że komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota wzbudzą niezadowolenie i protesty grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą. Odmiennego zdania jest 4% badanych. 15% uważa natomiast, że komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota nie wpłyną na opinie grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą.

Strukturę odpowiedzi udzielonych na pytanie: Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota będą wpływały na zatrudnienie personelu niezbędnego do nadzoru lotów, zaprezentowano na rysunku 10.

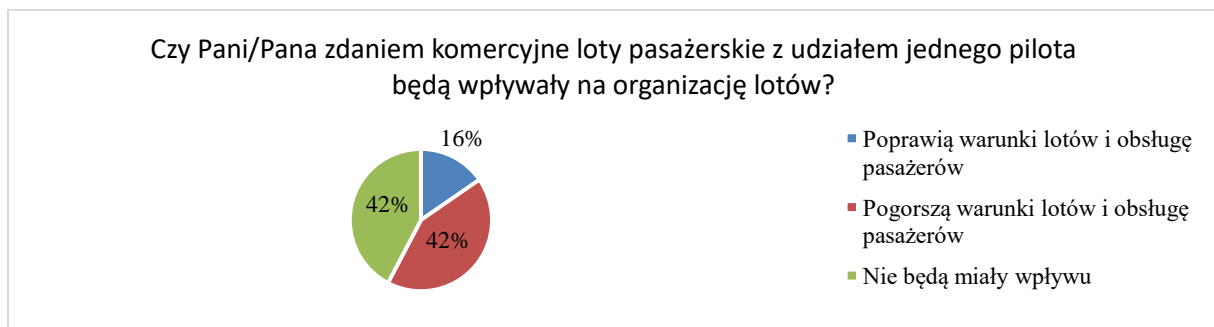
Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota będą wpływały na zatrudnienie personelu niezbędnego do nadzoru lotów?



Rysunek 12. Wpływ lotów z jednym pilotem na zatrudnienie personelu nadzoru lotów

Źródło: opracowanie własne.

35% badanych jest zdania, że komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota zmniejszą zatrudnienie. Odmiennego zdania jest 15% z nich. 23% ankietowanych uważa, że komercyjne loty pasażerskie z wykorzystaniem jednego pilota nie zwiększą zatrudnienia, a 27% uważa, że nie będą miały wpływu na zatrudnienie.



Rysunek 13. Wpływ lotu z jednym pilotem na organizację lotów

Źródło: opracowanie własne.

Na pytanie, czy komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota będą wpływały na organizację lotów (rysunek 11), 42% badanych odpowiedziało, że pogorszą one warunki lotów i obsługę pasażerów lub nie będą miały wpływu na organizację lotów. 16% respondentów uważa, że poprawi to warunki lotów oraz obsługę pasażerów.

Respondentów zapytano kolejno o wpływ komercyjnych lotów pasażerskich z udziałem jednego pilota na środowisko naturalne – rysunek 12.

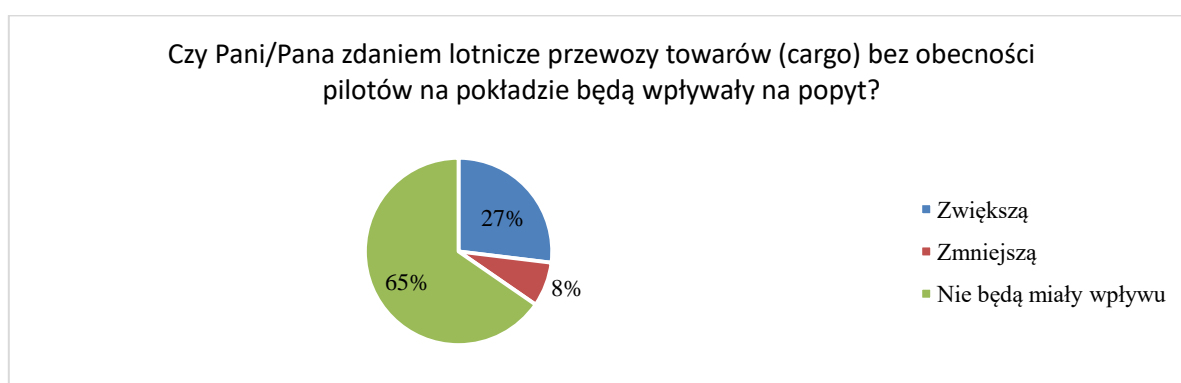


Rysunek 14. Wpływ lotu z jednym pilotem na środowisko naturalne

Źródło: opracowanie własne.

77% ankietowanych uważa, że komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota nie będą miały wpływu na środowisko naturalne. Z kolei 23% badanych wskazało, że loty te nie zmniejszą ogólnego wpływu lotów na środowisko naturalne.

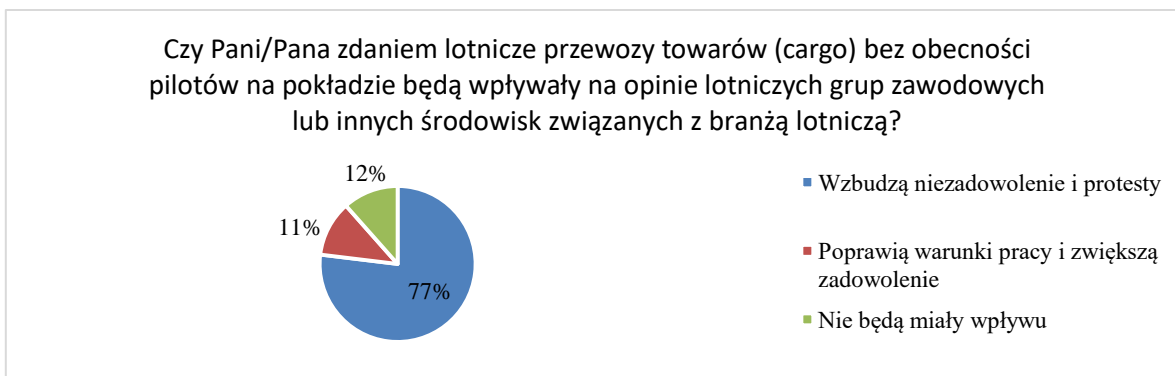
Kolejne pytania dotyczyły przewozów towarowych (cargo). W pierwszej kolejności zapytano, czy lotnicze przewozy tych towarów bez obecności pilotów na pokładzie będą wpływały na popyt - rysunek 13.



Rysunek 15. Wpływ lotów bezpilotowych na popyt
Źródło: opracowanie własne.

65% badanych uważa, że lotnicze przewozy towarów (cargo) bez obecności pilotów na pokładzie nie będą miały wpływu na popyt. Z kolei 27% ankietowanych jest zdania, że popyt się zwiększy. Odmiennego zdania jest 8% badanych.

Następnie zapytano o wpływ lotniczych przewozów towarów (cargo) bez obecności pilotów na pokładzie na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą - rysunek 14.

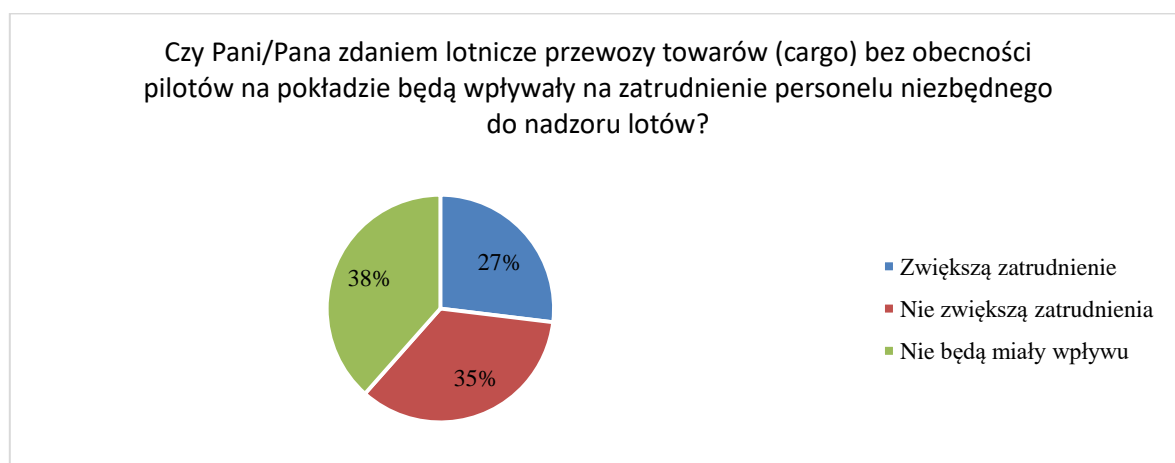


Rysunek 16. Wpływ lotów bezpilotowych na opinie grup zawodowych

Źródło: opracowanie własne.

77% respondentów uważa, że działania takowe wzbudzą niezadowolenie i protesty lotniczych grup zawodowych oraz innych środowisk związanych z branżą lotniczą. 12% jest zdania, że nie będą one miały wpływ na te opinie, natomiast 11%, że poprawią warunki pracy i zwiększą zadowolenie.

Zapytano również o wpływ lotniczych przewozów towarów (cargo) bez obecności pilotów na pokładzie na zatrudnienie personelu niezbędnego do nadzoru lotów – rysunek 15.

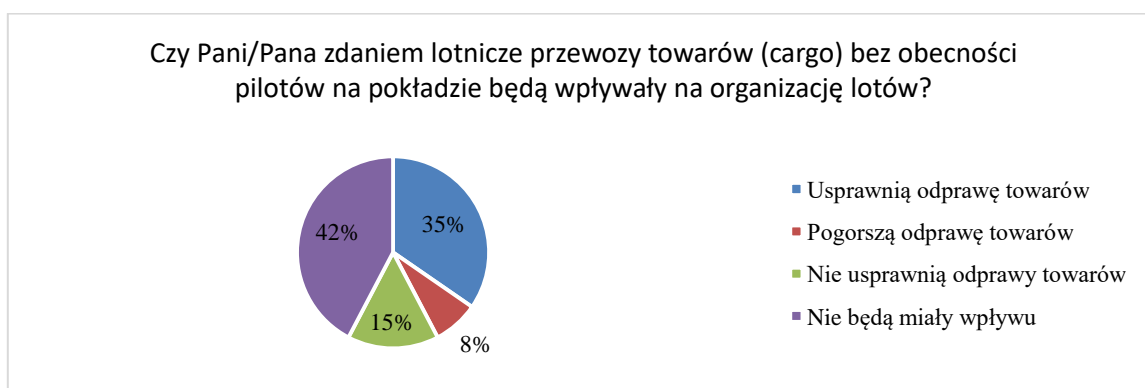


Rysunek 17. Wpływ lotów towarowych bezpilotowych na zatrudnienie nadzoru lotów

Źródło: opracowanie własne.

38% badanych wskazało, że lotnicze przewozy towarów (cargo) bez obecności pilotów na pokładzie nie będą miały wpływu na zatrudnienie personelu niezbędnego do

nadzoru lotów. 35% respondentów jest zdania, że loty te nie zwiększą zatrudnienia, a odmiennego zdania jest 27% badanych.

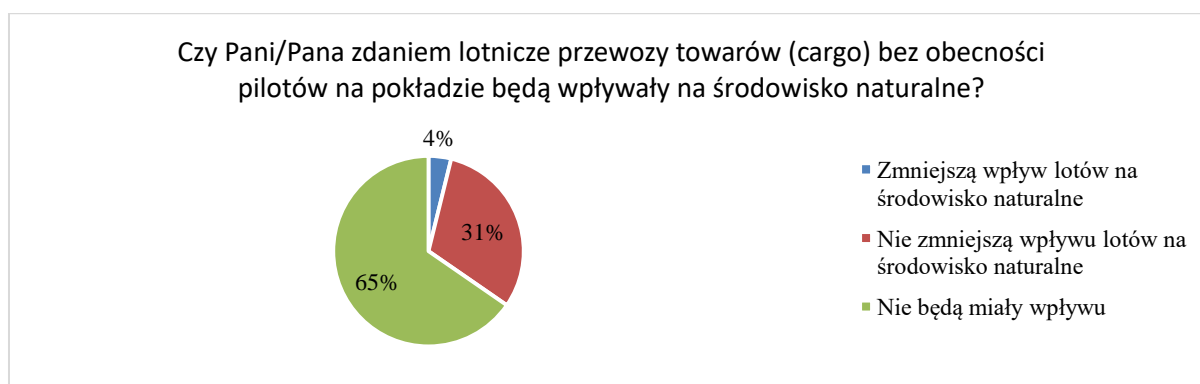


Rysunek 18. Wpływ lotów towarowych bezpilotowych na organizację lotów

Źródło: opracowanie własne.

Na pytanie o wpływ lotniczych przewozów towarów (cargo) bez obecności pilotów na pokładzie na organizację lotów (wykres 20), 42% badanych odpowiedziało, że loty te nie będą miały wpływu. Z kolei 35% respondentów uważa, że działania takie usprawnią odprawę towarów. Odmiennego zdania jest 9% badanych. 8% wskazuje natomiast, że działania takie pogorszą odprawę towarów.

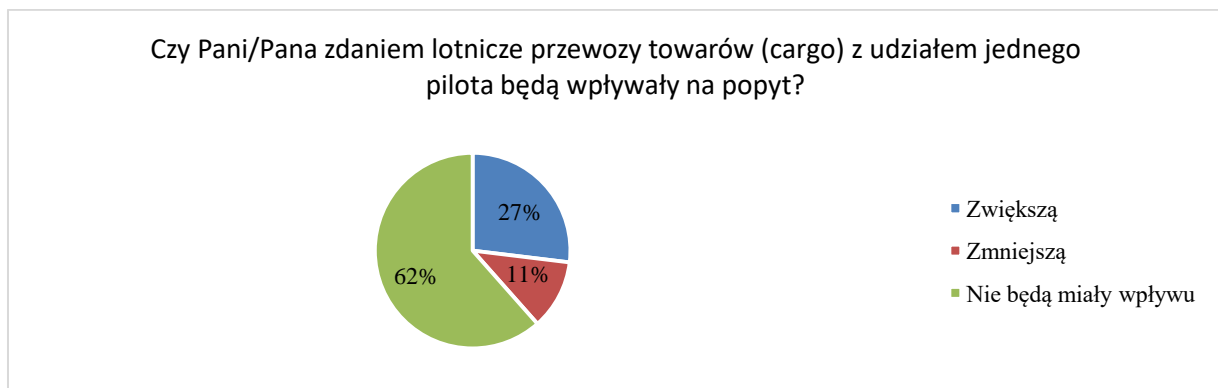
Kolejne pytanie dotyczyło wpływu lotniczych przewozów towarów (cargo) bez obecności pilotów na środowisko naturalne – rysunek 17.



Rysunek 19. Wpływ towarowych lotów bezpilotowych na środowisko naturalne

Źródło: opracowanie własne.

65% badanych uważa, że lotnicze przewozy towarów (cargo) bez obecności pilotów na pokładzie nie będą miały wpływu na środowisko naturalne. 31% ankietowanych wskazało, że działania takie nie zmniejszą wpływu lotów na środowisko naturalne. Odmiennego zdania są 4% badanych.



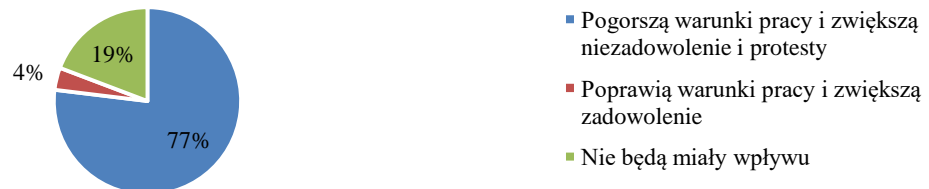
Rysunek 20. Wpływ towarowych lotów z jednym pilotem na popyt

Źródło: opracowanie własne.

Na pytanie dotyczące wpływu lotniczych przewozów towarowych (cargo) z udziałem jednego pilota (rysunek 18), 62% badanych odpowiedziało, że działania te nie wpłyną na popyt. 27% respondentów uważa, że zwiększą one popyt, natomiast 11%, że zmniejszą popyt.

Poproszono też respondentów o odpowiedź na pytanie, czy lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota wpłyną na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą - rysunek 19.

Czy Pani/Pana zdaniem lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota będą wpływały na opinie lotniczych grup zawodowych lub innych środowisk związanych z branżą lotniczą?



Rysunek 21. Wpływ lotów towarowych z jednym pilotem na opinie grup zawodowych
Źródło: opracowanie własne.

77% badanych uważa, że lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota pogorszą warunki pracy i zwiększą niezadowolenie i protesty. Odmiennego zdania jest 4% badanych. 19% respondentów wskazało, że działania te nie będą miały wpływu na opinie lotniczych grup zawodowych oraz innych środowisk związanych z branżą lotniczą.

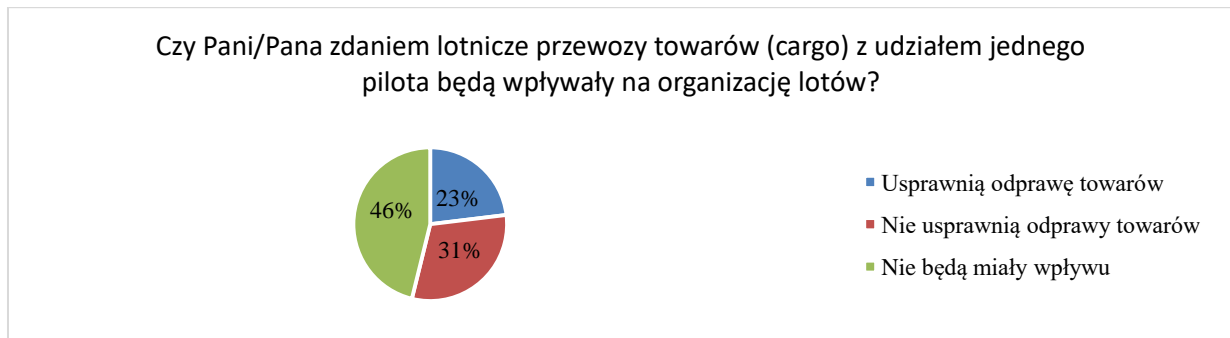
Następne pytanie dotyczyło wpływu lotniczych przewozów towarów (cargo) z udziałem jednego pilota na zatrudnienie personelu niezbędnego do nadzoru lotów – rysunek 20.

Czy Pani/Pana zdaniem lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota będą wpływały na zatrudnienie personelu niezbędnego do nadzoru lotów?



Rysunek 22. Wpływ towarowych lotów na zatrudnienie nadzoru lotów
Źródło: opracowanie własne.

35% respondentów wskazało, że lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota zmniejszą zatrudnienie lub nie będą miały na nie wpływu. 19% badanych uważa, że nie zwiększą one zatrudnienia, a 11%, że zwiększą zatrudnienie.

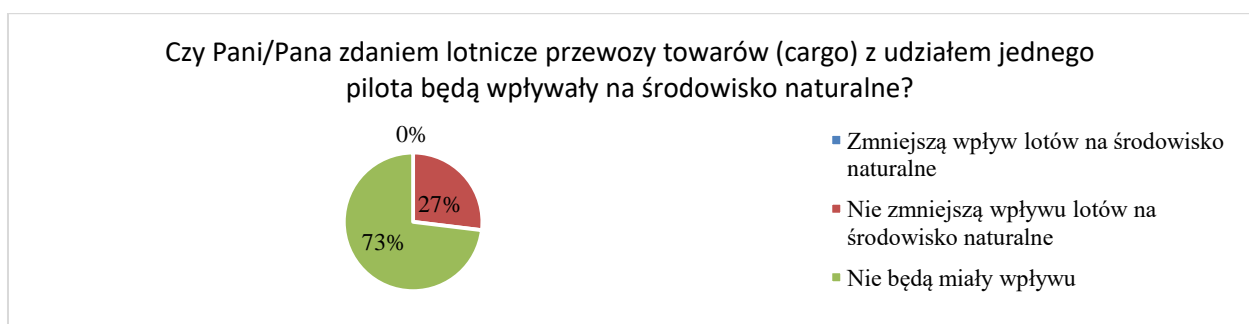


Rysunek 23. Wpływ lotów towarowych z jednym pilotem na organizację lotów

Źródło: opracowanie własne.

Ankietowani, zapytani o wpływ lotniczych przewozów towarowych (cargo) z udziałem jednego pilota na organizację lotów (rysunek 21), w 46% odpowiedzieli, że działania te pozostaną bez wpływu na tę organizację. 31% badanych wskazało, że działania te nie usprawnia odprawy towarów. Przeciwnego zdania jest 23% badanych.

Ostatnie w tej części ankiety pytanie dotyczyło wpływu lotniczych przewozów towarowych (cargo) z udziałem jednego pilota na środowisko naturalne – rysunek 22.



Rysunek 24. Wpływ towarowych lotów z jednym pilotem na środowisko naturalne

Źródło: opracowanie własne.

73% badanych odpowiedziało, że przewozy te nie będą miały wpływu na środowisko naturalne. Z kolei 27% ankietowanych odpowiedziało, że nie zmniejszą one wpływu lotów na środowisko naturalne.

Podsumowanie - czynnik społeczny

Biorąc pod uwagę wyniki przeprowadzonej ankiety przez zespół badawczy duży wpływ na akceptację społeczną zmian w transporcie lotniczym ma zainteresowanie pasażerów, następnie organizacja lotów, opinie grup zawodowych, oczywiście kwestie zatrudnienia ale bardziej nacisk na ten czynnik kładą konkretne grupy zawodowe no i ekologia, która w opinii respondentów najmniejszy wpływ ma na zmiany w redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych.

W ramach badania czynnika społecznego wytypowano czynniki, które mogą mieć wpływ na wdrożenie koncepcji w zakresie przewozów pasażerskich i towarowych oraz w zakresie lotów bez obecności i z obecnością jednego pilota na pokładzie – tabela 1.

Tabela 1. Rodzaje czynników społecznych

Lp.	Rodzaj czynnika	Bez obecności pilota	Z obecnością 1 pilota
Przewozy pasażerskie			
1.	Zainteresowanie lotami	58% zmniejszą zainteresowanie	58% nie będą mieć wpływu
2.	Niezadowolenie grup społecznych branży lotniczej	88% wzбудzi niezadowolenie	81% wzбудzi niezadowolenie
3.	Wzrost zatrudnienia personelu nadzoru i kontroli ruchu	46% zwiększą zatrudnienie	35% zmniejszą zatrudnienie
4.	Organizacja lotu	42% poprawią warunki lotu	42% pogorszą warunki lotów
5.	Środowisko naturalne	65% - nie ma wpływu	77% nie ma wpływu
Przewozy towarowe			
1.	Zainteresowanie przewozami	65% Nie wpłynię	62% nie wpłynię
2.	Niezadowolenie grup społecznych branży lotniczej – pogorszy warunki pracy	77% wzbudzi niezadowolenie	77% wzbudzi niezadowolenie
3.	Wzrost zatrudnienia personelu nadzoru i kontroli ruchu	38% nie zwiększą zatrudnienia	35% - zmniejszy zatrudnienie
4.	Organizacja lotu	42% nie ma wpływu	46% nie ma wpływu
5.	Środowisko naturalne	65% nie ma wpływu	73% nie ma wpływu

Analiza dostępnej literatury wskazuje, że nie bez znaczenia pozostaje kształcenie pilotów. Jak wspomniano powyżej obecny proces szkolenia jest długotrwały, ciągły jak i kosztowny. Wydaje się, że loty bez udziałów pilotów wyeliminują czynnik ludzki w pilotowaniu statków. Jednak należy mieć na uwadze, że wprowadzenie lotów autonomicznych nie ograniczy, choćby w najbliższej przyszłości, wyeliminowania ludzi w nadzorze lotów autonomicznych. Zakłada się, że redukcja personelu latającego spowoduje konieczność zatrudnienia naziemnego personelu nadzorującego operacyjne parametry lotów u przewoźników, komunikacji z nadzorem lotów. Przewoźnicy natomiast będą zmuszeni do budowy centrów operacyjnych, co już samo w sobie będzie generować nowe stanowiska pracy. Takie działanie wydaje się zasadne choćby w pierwszych dekadach wdrożenia bezpilotowych lotów pasażerskich i towarowych. Nie bez znaczenia pozostanie także proces kształcenia w kompetencjach personelu naziemnej obsługi operacyjnych lotów. Wcześniejsze badania wykazują, że na chwilę obecną w Polsce żadna z placówek oświatowych nie kształci personelu w tym zakresie – nie ma potrzeb rynkowych. Natomiast obecne kształcenie operatorów realizowane przez rynkowe instytucje szkoleniowe kształcą operatorów indywidualnych operujących na mniejszą skalę.

Natomiast loty z jednym pilotem na pokładzie nie zmienią znacznie obecnego kształtu nadzoru lotów jak i też kształcenia. Jedyną różnicą w procesie kształcenia pilotów jest sprawa nabywania doświadczenia jako drugi pilot przed przystąpieniem do samodzielnego pilotażu. Ten element podlegać zapewne będzie jeszcze dyskusją, jak zdobywać samodzielność zawodową – może poprzez treningi symulacyjne.

Ponadto zebrane dane w wyniku badań ankietowych pozwalają stwierdzić, że opinia respondentów w zakresie środowiska naturalnego nie koreluje z danymi pozyskanymi z badania literatury. Respondenci wskazują, że loty bezzałogowe jak i z udziałem jednego pilota nie wpłyną na środowisko naturalne, jak i też jak wskazano części ekonomicznej i technicznej, że nie zmniejszą zużycia paliwa. Różnice te mogą wynikać z faktu postrzegania

skali lotów bezzałogowych i z udziałem jednego pilota. Kształtowanie autonomicznych lotów pasażerskich – patrząc na liczne testy różnych rozwiązań – mogą w znacznym stopniu zmienić oblicze infrastruktury lotniczej jak i jej dostępności. Nowe rozwiązania, chociażby w mniejszych jednostkach latających, elektryczne zasilanie (wylimitowanie baz paliwowych), pionowzloty, obniżona emisja szkodliwych substancji i hałasu może spowodować, że lądowiska będą organizowane w sąsiedztwie innych centrów komunikacyjnych zbliżonych do centrów miast jak i też w przypadku towarowych przewozów bliżej centrów logistycznych.

Niezależnie od sposobu wizji dalszego rozwoju koncepcji lotów bez pilotów jak i z udziałem jednego pilota proces szkolenia pilotów czeka zmiana. Jednak zmiana ta będzie kreowana przez wizję.

Aspekty bezpieczeństwa redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych

Z biegiem lat, rozwój techniki sprawił, iż drony zaczęły pojawiać się w przestrzeni powietrznej coraz częściej, w związku z tym liczba incydentów z ich udziałem wzrastała. Zaczęto więc szukać możliwości poprawy tej sytuacji. Stwierdzono, że samo inwestowanie w poprawę infrastruktury powietrznej jest niewystarczające. Urząd Lotnictwa Cywilnego (ULC) opracował podstawy bezpieczeństwa w obsłudze dronów, które skupiają się na określeniu zakresu odpowiedzialności jaką ponosi użytkownik drona oraz wydzieleniu obszarów przestrzeni powietrznej przeznaczonych dla użytkownika⁹. Dodatkowo ULC wprowadził obowiązek licencjonowania w przypadku wykorzystania dronów do celów komercyjnych¹⁰. W celach prywatnych użytkownik powinien zapoznać się z zasadami bezpieczeństwa korzystania z bezałogowego statku powietrznego.

Jednym z narzędzi służących do propagowania bezpieczeństwa w obsłudze drona jest kampania przeprowadzona przez ULC. Celem kampanii jest uświadomienie wszystkim użytkownikom dronów, że latanie dronami to ogromna przyjemność, ale też duża odpowiedzialność, a brak wiedzy na temat przepisów lotniczych może stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa użytkowników przestrzeni powietrznej. W kampanii, ULC zwraca uwagę na różnice między lataniem rekreacyjnym, a zarobkowym. Operator drona ponosi odpowiedzialność za ewentualne szkody powstałe w wyniku swojego lotu i odpowiada za bezpieczeństwo innych uczestników ruchu lotniczego oraz osób na ziemi.

⁹ Są miejsca i strefy, w których bez odpowiedniej zgody, loty dronami są zakazane. Do takich miejsc należą między innymi tereny wojskowe, parki narodowe, miejsca imprez na wolnym powietrzu, lotniska aeroklubowe, wojskowe, sportowe i komunikacyjne. ULC

¹⁰ Dla lotów komercyjnych wymagane jest posiadanie świadectwa kwalifikacji, ubezpieczenia OC, jak również odpowiednie oznaczenie drona i jego operatora (np. kamizelka odbłaskowa). ULC

Obecność dronów w przestrzeni publicznej podnosi również dyskusję społeczną na temat przewozu ludzi przez drony lub wyposażenia dużych samolotów cargo w cockpity bezałogowe. Społeczeństwo zdążyło się już przyzwyczaić do małych dronów. Kwestie lotu bezpilotowym statkiem powietrznym stanowią odrębną dyskusję.

Transport lotniczy uznawany jest obecnie za najbezpieczniejszy środek transportu. Linie lotnicze bardzo dbają o ten wizerunek. Bezpieczeństwo w lotnictwie jest najważniejszą kwestią dla organizacji lotniczych i wprowadzenie bezpilotowych statków powietrznych wiązałoby się z wieloma kwestiami natury materialnej i niematerialnej. Wprowadzenie bezałogowych samolotów będzie wzorowane na wprowadzaniu nowych modeli statków powietrznych. Plusem usunięcia czynnika ludzkiego z kokpitu będzie ograniczenie występowania błędu ludzkiego ale zwiększy inne ryzyka. Bezpieczeństwo, określa się jako stan ryzyka akceptowalnego, jest właściwością systemu i jako takie nie podlega planowaniu. Ryzyko jest tym czynnikiem, który można mierzyć oraz wpływać na jego wielkość. Te cechy sprawiają, że bezpieczeństwem można zarządzać mając na uwadze iż odnosi się nie tylko do statku powietrznego ale również do całego systemu lotniczego na który składają się: statki powietrzne, personel lotniczy i naziemny, cała naziemna i powietrzna infrastruktura oraz wiele innych elementów¹¹. W przypadku bezpilotowych statków powietrznych ryzyko nadal będzie istniało może jedynie zniknąć z pewnych obszarów by pojawić się w innych. Zadaniem zespołów wprowadzających bezałogowe samoloty na rynek lotniczy będzie badanie możliwie największej ilości ryzyk z tym związanych.

Rok 2017 został ogłoszony jako najbezpieczniejszy dla lotnictwa cywilnego¹² jednak wracając do samej definicji bezpieczeństwa, łatwo zauważyć, iż nie istnieje stan ryzyka

¹¹ J.Lewitowicz, *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*, Warszawa 2006. s. 263

¹² *Rok 2017 najbezpieczniejszym rokiem w historii lotnictwa*. Raport Aviation Safety Network;file:///Users/KasiaMac/Desktop/%20tematy%20zajec%202015,2016,2017,2018/Rok%202017%20najbezpieczniejszym%20w%20historii%20lotnictwa%20cywilnego%20-%20Pasazer.com.webarchive, [dostęp: 12.01.2019]

zerowego¹³. To oznacza, że bezpieczeństwo, aby było zachowane na wysokim poziomie, musi być wciąż kontrolowane. Procedury związane z bezzałogowcami nie będą idealne, wymagać będą ciągłej poprawy, dostosowania do zmieniających się warunków w powietrzu. Mowa tu o nieoczekiwanym ruchu w pobliżu bezzałogowca lub zmiennych warunkach pogodowych. Nieoczekiwane zagrożenia wciąż pojawiają się na pokładach statków powietrznych i lotniskach. Najczęściej są to widoczne zagrożenia takie jak niedopełnienie procedury, pozostawienie narzędzi w nieodpowiednim miejscu czy też przekroczenia w eksploatacji statku powietrznego. Szczególnie niebezpiecznymi zagrożeniami są jednak te niewidoczne gołym okiem spowodowane często błędami ludzkimi.

Trudno określić, kiedy bezzałogowe samoloty zyskają zaufanie pasażerów. Będzie to możliwe tylko pod warunkiem utrzymania maksymalnego poziomu bezpieczeństwa. We współczesnym lotnictwie cywilnym bezpieczeństwo związane jest ściśle z tzw. kulturą bezpieczeństwa. Pożądany poziom bezpieczeństwa można uzyskać wyłącznie stosując kulturę bezpieczeństwa, która będzie obejmować bezzałogowy system lotniczy jako całość włącznie ze świadomością przewożonych pasażerów. Kultura bezpieczeństwa funkcjonuje w lotnictwie cywilnym i zapewnia bezpieczeństwo w użytkowaniu statków powietrznych od dziesięcioleci, podobnie jest w przypadku dronów, które stają się częścią systemu lotniczego.

Według słownika Polskiego Wydawnictwa Naukowego, kultura jest to materialna i umysłowa działalność społeczeństw oraz jej wytwory. Kultura również określa społeczeństwo rozpatrywane ze względu na jego dorobek materialny i umysłowy¹⁴. Kultura w lotnictwie definiowana jest jako normy społeczne i systemy wartości stymulujące uczestników ruchu lotniczego, właściwy klimat organizacyjny, sposób zarządzania, podzielane znaczenia i symbole, schematy poznawcze, wymogi, zachowania¹⁵. Polega ona na

¹³ Alison Bernstein „*Risk In Perspective : Zero Risk Is an Impossible Dream*”, Marzec 19, 2018 „, <https://scimoms.com/zero-risk-impossible/> [dostęp: 09.05.2020]

¹⁴ Słownik PWN.: <https://sjp.pwn.pl/sjp/kultura;2565197.html>, [dostęp 01.10.2019]

¹⁵ Nogalski B. *Kultura organizacyjna, duch organizacji*, 1998, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz, s. 105.

niepisanych, często podświadomych zasadach, które wypełniają przestrzeń między procedurami a rzeczywistością¹⁶. Określa się ją jako system wzorów myślenia i działania, które są utrwalone w środowisku społecznym organizacji lotniczej i mają znaczenie dla realizacji jej formalnych celów¹⁷.

Kulturę bezpieczeństwa najtrafniej określają słowa sformułowane przez Międzynarodową Agencję Energii Atomowej (IAEA):

„Kultura bezpieczeństwa jest to poziom bezpieczeństwa jaki każdy z nas utrzymuje myśląc, że nikt na niego nie patrzy“.

Powyższa identyfikacja kultury bezpieczeństwa powstała w następstwie badań przyczyn katastrofy atomowej w Czarnobylu¹⁸. Raport Międzynarodowej Agencji Energii Atomowej wskazuje, iż kultura bezpieczeństwa musi być postrzegana jednocześnie indywidualnie i grupowo. Agencja sugeruje pożądany kierunek podejścia organizacji, do kultury bezpieczeństwa. Kulturę bezpieczeństwa rozważa się w dwóch obszarach: ogólnego nastawienia zarządzających, oraz zachowań i postaw każdego pracownika. Kultura bezpieczeństwa funkcjonuje w dwóch warstwach: zarządczej i behawioralnej¹⁹. Identyfikując kulturę bezpieczeństwa należy mieć na uwadze, iż obejmuje ona zakres związany z bezpieczeństwem dodatkowo jednak wpływa na inne obszary związane z ekonomią czy też zarządzaniem zasobami ludzkimi. Innymi słowy kultura bezpieczeństwa charakteryzuje się wielowymiarowością.

¹⁶ Zbiegień-Maciąg L. *Kultura w organizacji*, 1999, PWN, Warszawa, s. 15.

¹⁷ Sikorski Cz. C. H. Beck. *Kultura organizacyjna*, 2012, Warszawa, s. 4.

¹⁸ IAEA International Atomic Energy Agency, "Safety culture in nuclear installations, Guidance for use in the enhancement of safety culture" Grudzień 2002, Wiedeń, s 5, [dostęp: 20.02.2020] https://www-pub.iaea.org/MTCD/Publications/PDF/te_1329_web.pdf

¹⁹ IAEA (1991) *Kultura bezpieczeństwa* (Safety Series No 75-INSAG-4) Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej w Wiedniu. Źródło: <https://www.iaea.org/search/google/safety%20culture> [dostęp: 20.02.2020]

Pojęcie kultury bezpieczeństwa w lotnictwie cywilnym pojawiło się formalnie w momencie wprowadzenia załącznika 19 konwencji Chicagowskiej w roku 2013. Kultura bezpieczeństwa towarzyszyła lotnictwu w sposób nie sformalizowany od początków jego powstawania ale pojęcie kultury bezpieczeństwa jest stosunkowo nowe, ściśle związane z zarządzaniem bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym, będące nieodłącznym elementem bezpieczeństwa w obsłudze dronów.

W zarządzaniu bezpieczeństwem bezzałogowymi statkami powietrznymi w lotnictwie na pierwszym miejscu wskazywana jest kultura bezpieczeństwa. Kultura bezpieczeństwa, jako zjawisko niematerialne, ale oddziałujące na sferę materialną, nieodłącznie dotyczy bezzałogowych statków powietrznych. Drony mogą funkcjonować w przestrzeni publicznej jedynie wtedy gdy bezpieczeństwo ich eksploatacji, stanie się normą społeczną i systemem wartości użytkowników. Kultura bezpieczeństwa w obsłudze drona polega na niepisanych, często podświadomych zasadach, które wypełniają przestrzeń między pisanymi regułami a rzeczywistością. Można ją określić jako system wzorów myślenia i działania, które są utrwalone w środowisku społecznym. Kultura bezpieczeństwa jest wzorem podstawowych założeń bezpieczeństwa, które dana grupa odkryła, wymyśliła lub rozwinęła podczas konfrontacji z problemami wewnętrznymi tej grupy bądź problemami otoczenia. Założenia te sprawdziły się, uznano je za obowiązujące i są przekazywane nowym członkom grupy jako odpowiedni sposób percepcji²⁰. Kultura organizacyjna to niepisane, przestrzegane często podświadomie zasady, które wypełniają lukę między procedurą, a tym co się rzeczywiście dzieje. Kultura dotyczy wspólnych poglądów, ideologii, wartości, przekonań, oczekiwań i norm.

Zdefiniowanie pojęcia kultury bezpieczeństwa w lotnictwie nie jest proste, ponieważ zawiera ono wiele aspektów i występuje pod wieloma postaciami. Brytyjska Komisja Zdrowia określiła kulturę bezpieczeństwa, jako produkt indywidualnych i grupowych wartości,

²⁰ *Encyklopedia zarządzania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Kultura_organizacyjna, [dostęp: 14.12.18]

postaw, postrzegania, kompetencji i wzorów zachowań, określających zaangażowanie oraz sposób zarządzania bezpieczeństwem organizacji. Kultura bezpieczeństwa w obsłudze i korzystaniu z dronów powinna być postrzegana personalnie oraz grupowo²¹. Organizacja w tym znaczeniu to cały system lotnictwa cywilnego w którym drony funkcjonują.

W literaturze obcojęzycznej kulturę bezpieczeństwa określa się jako „safety culture“ . Jest to sposób, w jaki bezpieczeństwo jest postrzegane i traktowane w organizacji, odzwierciedla nastawienie pracowników do bezpieczeństwa na wszystkich jej poziomach²². Kultura bezpieczeństwa kreuje zachowania pracowników w organizacji a pracownicy kreują kulturę. Nieodłączną częścią kultury bezpieczeństwa jest tzw. świadomość bezpieczeństwa.

Bezpieczeństwo w użytkowaniu bezzałogowych statków powietrznych to także zarządzanie bezpieczeństwem, które obejmuje identyfikację zagrożeń oraz likwidację wszelkich luk w strukturze obronnej systemu. Potrzeba wprowadzenia w działalność lotniczej, pojęcia zarządzania bezpieczeństwem była poparta faktami związanymi z rozwojem branży lotniczej. W branży systemów bezzałogowych zidentyfikowanie nowych rodzajów zagrożeń jest podstawowym zadaniem.

Zarządzanie bezpieczeństwem jest obecnie podstawą dla osiągnięcia lepszych wyników finansowych przez organizacje lotnicze. Jest ono realizowane poprzez określony system zarządzania bezpieczeństwem - SMS . Rada ICAO wymaga od zarządzających organizacjami lotniczymi wdrożenia systemu zarządzania bezpieczeństwem. Jest on definiowany, jako systemowe podejście do zarządzania bezpieczeństwem uwzględniające niezbędną strukturę organizacyjną, przypisanie odpowiedzialności, politykę oraz procedury. System ten oparty jest na pro aktywnej formule zarządzania bezpieczeństwem, zorientowanej na zapobieganie wypadkom lotniczym, poprzez gromadzenie pochodzących z różnych źródeł danych i informacji o potencjalnych zagrożeniach, a następnie ich analizowanie i podejmowanie

²¹ P. Kowalski *Kultura bezpieczeństwa* <http://kulturabezpieczenstwa.pl/bezpieczenstwo/835-kultura-bezpieczenstwa>, [dostęp: 12.12.18]

²² James Reason , *Managing the risks of organizational accidents.*, 1997 by Ashgate Publishing, s.191

działań zapobiegawczych (korygujących) adekwatnych do otrzymanych wyników badań. Dokładnie te same narzędzia są stosowane w kwestii bezzałogowych statków powietrznych.

Reasumując, osoby odpowiedzialne za organizację bezzałogowych lotów muszą wykazywać określone wzory myślenia i działania, zachowywać procedury a pasażerowie muszą być tych procedur świadomi. Aby skutecznie wprowadzić samoloty bezzałogowe na rynek lotniczy należałoby włączyć użytkowników (pasażerów) w proces współtworzenia procedur bezpieczeństwa, wsłuchać się w ich potrzeby oraz zbadać jakie aspekty decydują o indywidualnym poczuciu bezpieczeństwa pasażerów. Takie informacje należałoby następnie skonfrontować z istniejącymi procedurami i w ten sposób otrzymać grupę świadomych odbiorców (pasażerów), którzy świadomie i z przyjemnością skorzystają z możliwości przemieszczania się bezpilotowym statkiem powietrznym. Kultura bezpieczeństwa w użytkowaniu bezzałogowych statków powietrznych wydaje się zatem niezbędna. Bez zachowania kultury bezpieczeństwa współczesne bezpieczeństwo w lotnictwie cywilnym nie istnieje.

Prezentacja wyników badań

Analizie poddano czynniki bezpieczeństwa. Zapytano respondentów, jakie sytuacje awaryjne będą miały wpływ na bezpieczeństwo podczas komercyjnych lotów pasażerskich bez obecności pilota na pokładzie – rysunek 2.

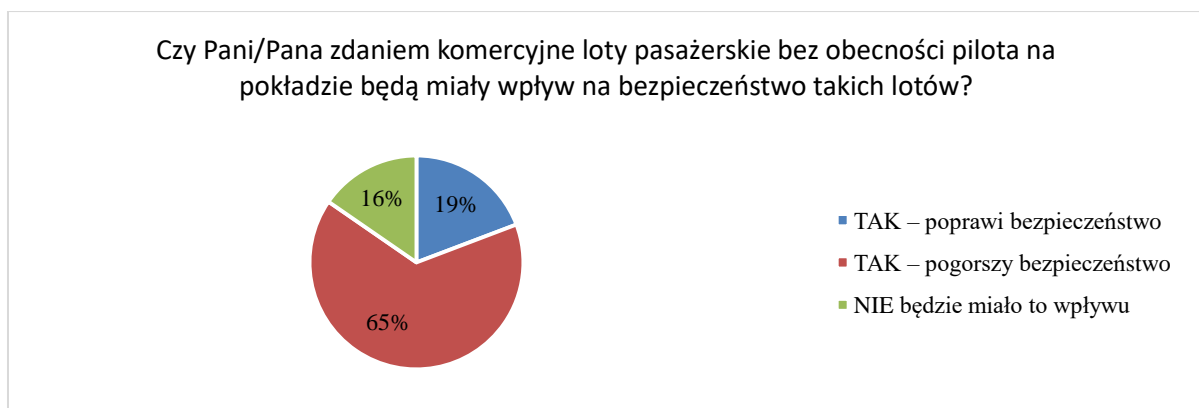


Rysunek 25. Sytuacje awaryjne mogące wpływać na bezpieczeństwo lotów bezpilotowych

Źródło: opracowanie własne.

69% badanych wskazało, że na bezpieczeństwo podczas komercyjnych lotów pasażerskich bez obecności pilota na pokładzie będzie miał wpływ brak przygotowania urządzeń do wszystkich scenariuszy lotów. 27% respondentów wskazało awarię urządzeń pokładowych. 4% badanych wskazało inne czynniki.

Następnie zapytano o to, czy komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilota na pokładzie będą miały wpływ na bezpieczeństwo takich lotów – rysunek 3.

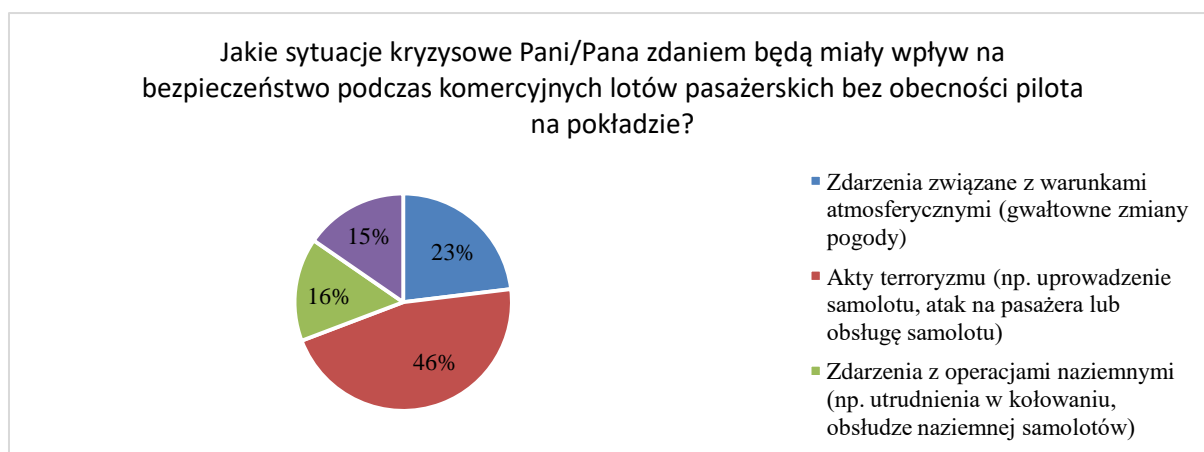


Rysunek 26. Wpływ bezpilotowej obsługi na stan bezpieczeństwa lotów

Źródło: opracowanie własne.

66% respondentów uważa, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilota na pokładzie pogorszą bezpieczeństwo takich lotów. Odmiennego zdania jest 19% badanych. 15% respondentów uważa, że komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilota na pokładzie nie będą miały wpływu na ich bezpieczeństwo.

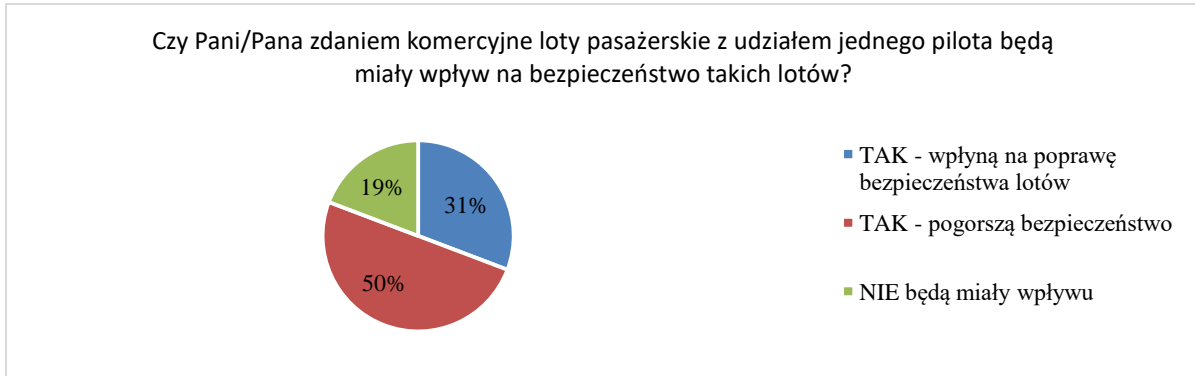
Następnie zapytano o to, jakie sytuacje kryzysowe będą miały wpływ na bezpieczeństwo podczas komercyjnych lotów pasażerskich bez obecności pilota na pokładzie - rysunek 10.



Rysunek 27. Sytuacje kryzysowe wpływające na bezpieczeństwo bezpilotowych lotów
Źródło: opracowanie własne.

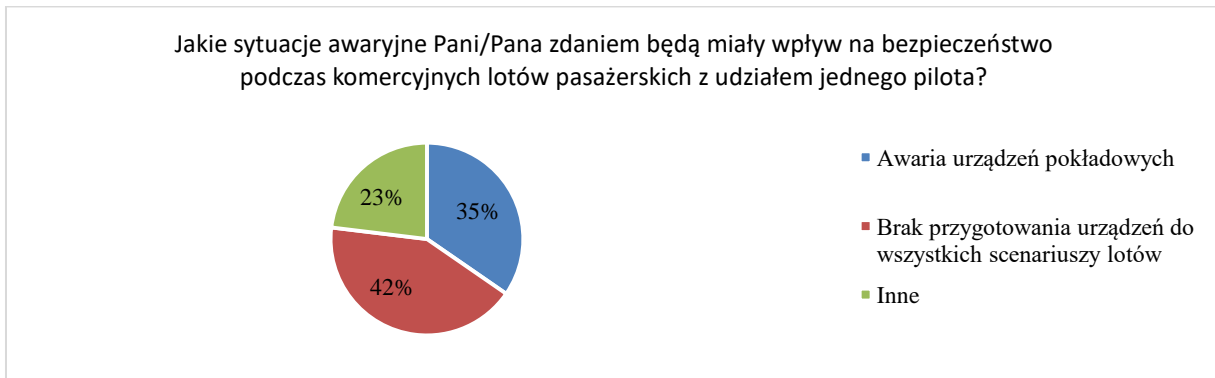
Prawie połowa respondentów (46%) uważa, że sytuacjami kryzysowymi, które będą miały największy wpływ na bezpieczeństwo podczas komercyjnych lotów pasażerskich bez obecności pilota na pokładzie, będą akty terroryzmu. 23% badanych jako takie zagrożenia wskazało zdarzenia związane z warunkami atmosferycznymi. 16% ankietowanych wskazało zdarzenia związane z operacjami naziemnymi, natomiast 15% - inne zagrożenia.

W dalszej kolejności o te same kwestie zapytano respondentów w odniesieniu do komercyjnych lotów pasażerskich z udziałem jednego pilota – rysunek 5 i 6.



Rysunek 28. Wpływ obecności jednego pilota na bezpieczeństwo lotów
Źródło: opracowanie własne.

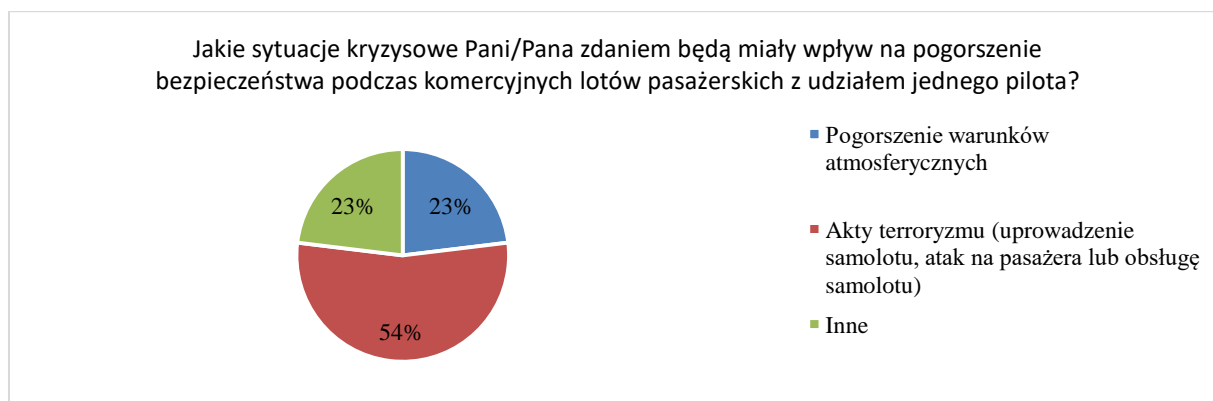
Połowa ankieterów odpowiedziała, że komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota wpłyną negatywnie na bezpieczeństwo takich lotów. Odmiennego zdania jest 31% badanych. 19% badanych uważa z kolei, że obecność jednego pilota na pokładzie w czasie komercyjnych lotów pasażerskich nie będzie miała wpływu na bezpieczeństwo takich lotów.



Rysunek 29. Sytuacje awaryjne mogące mieć wpływ na bezpieczeństwo lotów z jednym pilotem
Źródło: opracowanie własne.

42% respondentów jako sytuację awaryjną w największym stopniu oddziałującą na bezpieczeństwo lotów z udziałem jednego pilota wskazało brak przygotowania urządzeń do wszystkich scenariuszy lotów. 35% ankieterów wskazało awarię urządzeń pokładowych. 23% badanych wskazało inne odpowiedzi, w tym m.in. nagłe pogorszenie stanu zdrowia pilota, utratę przytomności przez niego czy brak crosschecku.

Rozkład odpowiedzi na pytanie: jakie sytuacje kryzysowe Pani/Pana zdaniem będą miały wpływ na pogorszenie bezpieczeństwa podczas komercyjnych lotów pasażerskich z udziałem jednego pilota? – został zaprezentowany na rysunek 7.

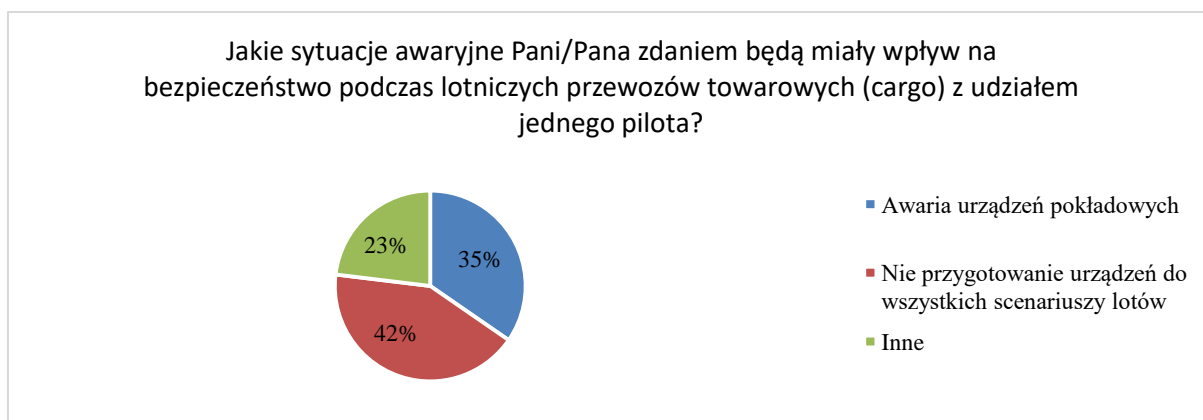


Rysunek 30. Sytuacje kryzysowe wpływające na bezpieczeństwo lotu z jednym pilotem

Źródło: opracowanie własne.

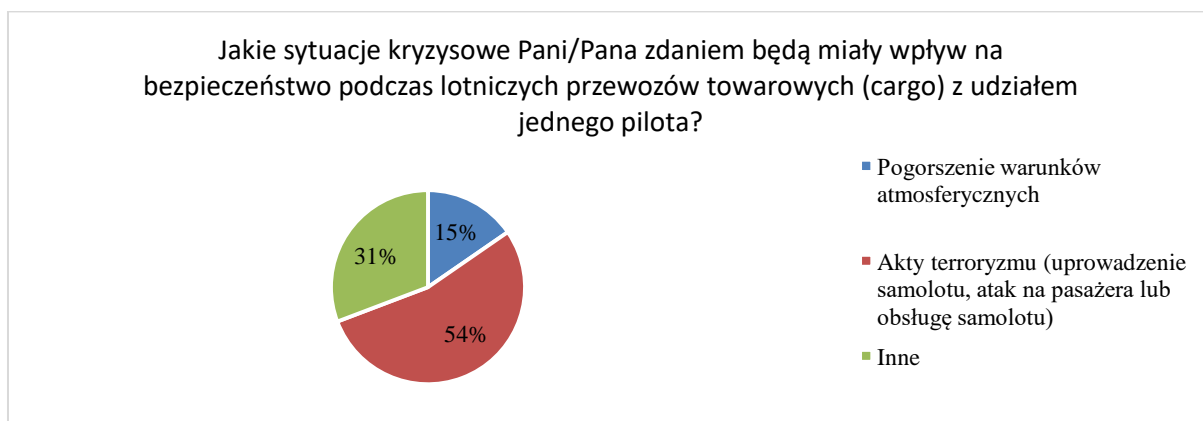
Ponad połowa respondentów – 54% wskazała, że to akty terroryzmu będą w największym stopniu oddziaływać na pogorszenie bezpieczeństwa podczas komercyjnych lotów pasażerskich z udziałem jednego pilota. 23% badanych wskazało pogorszenie warunków atmosferycznych. Taki sam odsetek badanych wskazał inne odpowiedzi, m.in. awarie, błąd czy niedyspozycję pilota.

Kolejne pytania dotyczyły czynników oddziałujących na bezpieczeństwo lotniczych przewozów towarowych (cargo) z udziałem jednego pilota – rysunek 8 i 9.



Rysunek 31. Sytuacje awaryjne wpływające na bezpieczeństwo przewozów towarowych z jednym pilotem
Źródło: opracowanie własne.

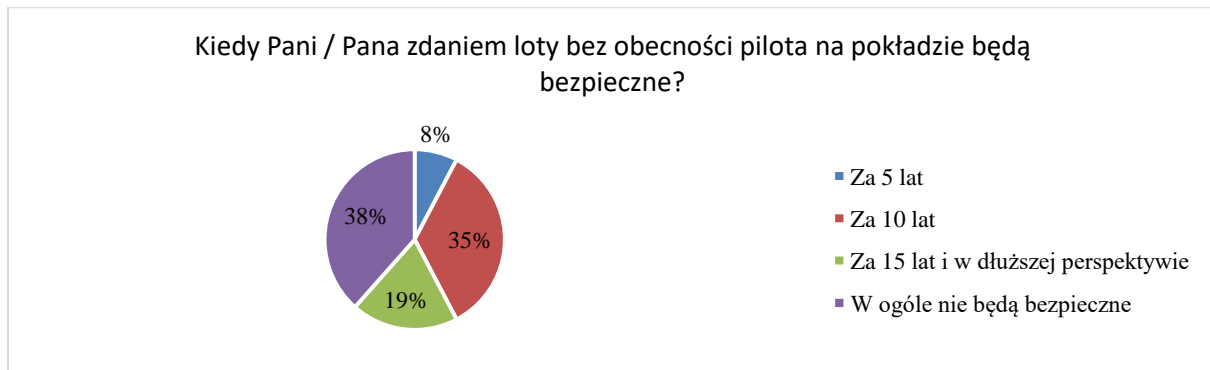
Na pytanie: Jakie sytuacje awaryjne Pani/Pana zdaniem będą miały wpływ na bezpieczeństwo podczas lotniczych przewozów towarowych (cargo) z udziałem jednego pilota? – 42% badanych wskazało odpowiedź – nie przygotowanie urządzeń do wszystkich scenariuszy lotów. 35% wskazało awarię urządzeń pokładowych. 23% respondentów udzieliło innej odpowiedzi, m.in. związanych z czynnikiem ludzkim czy brakiem crosschecku.



Rysunek 32. Sytuacje kryzysowe wpływające na bezpieczeństwo przewozów towarowych z jednym pilotem
Źródło: opracowanie własne.

Jako sytuację kryzysową w największym stopniu oddziałującą na bezpieczeństwo lotniczych przewozów towarowych (cargo) z udziałem jednego pilota 54% respondentów wskazało akty terroryzmu. 15% badanych wybrało pogorszenie warunków atmosferycznych. 31% z kolei udzieliło innej odpowiedzi, m.in. związane z czynnikiem ludzkim czy awariami.

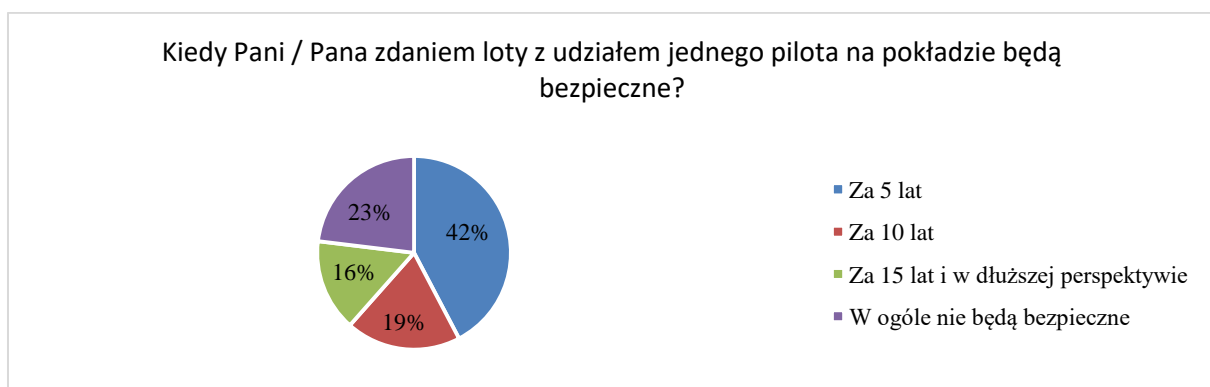
Na podsumowanie części poświęconej czynnikom oddziałującym na bezpieczeństwo lotów bez obecności pilota na pokładzie lub z udziałem jednego pilota zapytano o to, kiedy takowe loty będą bezpieczne – rysunek 10 i 11.



Rysunek 33. Ramy czasowe wdrożenia bezpiecznych bezałogowych lotów

Źródło: opracowanie własne.

Jedynie 5% respondentów uważa, że loty bez obecności pilota na pokładzie będą bezpieczne za 5 lat. 35% badanych wskazało, że stanie się to za 10 lat, a 19%, że za 15 lat lub więcej. 38% ankietowanych uważa, że loty bez obecności pilota w ogóle nie będą bezpieczne.



Rysunek 34. Ramy czasowe wdrożenia bezpiecznych lotów z jednym pilotem

Źródło: opracowanie własne.

Z kolei 42% badanych uważa, że loty z udziałem jednego pilota na pokładzie będą bezpieczne za 5 lat. 19% jest zdania, że stanie się to za 10 lat, a 16%, że za 15 lat lub później. 23% respondentów jest zdania, że loty z udziałem tylko jednego pilota w ogóle nie będą bezpieczne.

Możliwości technologiczne redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych

Sektor przemysłu lotniczego, w tym producenci samolotów i awioniki w chwili obecnej wdrażają zaawansowane programy mające na celu wdrożenie komercyjnie samolotów obsługiwanych przez jednego pilota. Wprowadzenie do użytku komercyjnego samolotów obsługiwanych przez jednego pilota jest możliwe już w połowie obecnej dekady.

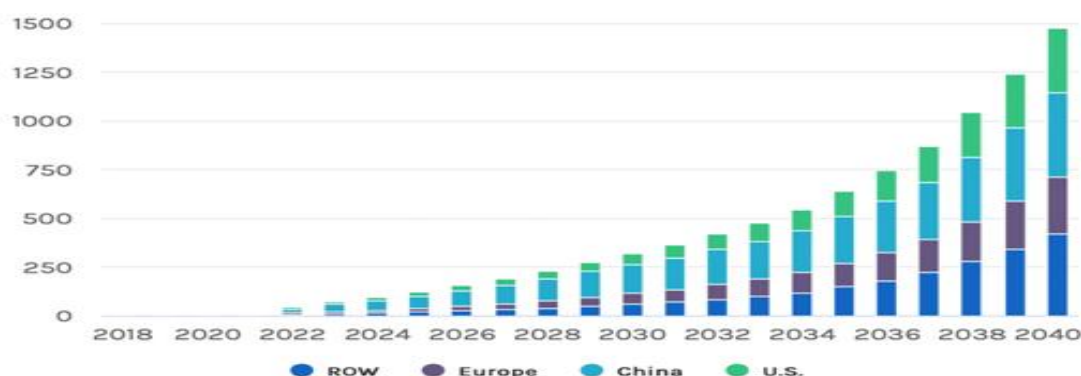
Działania dotyczące obsługi jedno-osobowej samolotów są również wspierane i finansowane przez szersze rządowe inicjatywy. Przykładowo w Wielkiej Brytanii są prowadzone badania w ramach tzw. Future Flight Deck, czy Open Flight Deck. W USA badania dotyczące jednozałogowych samolotów sponsoruje NASA Ames Research Center. Nie jest tajemnicą, że badania te mają na celu docelowo rozpoznać i określić warunki dla wdrożenia w pełni autonomicznych pojazdów latających (UAW).

Wprowadzenie do użytku komercyjnego załóg składających się z jednego pilota stanie się katalizatorem rozwoju nowej gamy technologii skoncentrowanych na człowieku i wspierających nowe koncepcje operacyjne linii lotniczych. Można założyć, że głównym czynnikiem na którym zostaną skupione badania będą wymagania dotyczące czynnika ludzkiego, a nie technologie sprzętowe i programowe.

Obecnie najbardziej zaawansowane badania nad różnymi podejściami technologicznymi do opracowania samolotu z jednym pilotem skupiają się na rozwoju systemów o zwiększonym poziomie automatyzacji (na przykład inteligentnych systemów opartych na wiedzy, systemów autonomicznych i automatyzacji adaptacyjnej). Bardziej ostrożne podejścia zakładają korzystanie z dużej ilości komputerów pokładowych, opartych na systemach rozproszonych, wykorzystującą wiele istniejących technologii wywodzących się z jednomiejscowych samolotów wojskowych i technologii UAS.

Wydaje się, że najważniejszym katalizatorem rozwoju autonomicznych systemów latających będzie rozwój pojazdów latających elektrycznych lub hybrydowo-elektrycznych pionowego startu i lądowania (eVTOL). Nie tylko powinny one zwiększyć mobilność poprzez szybsze, cichsze i oszczędniejsze przemieszczanie ludzi i ładunku niż tradycyjne helikoptery, ale także zwiększyć akceptację pasażerów dla systemów autonomicznych także w samolotach dalekiego zasięgu. Sprawdzone tam rozwiązania technologiczne zapewne znajdą szerokie zastosowanie w systemach autonomicznych dalekiego zasięgu.

Wg Morgan Stanley sektor pojazdów eVTOL osiągnie w podstawowym wariantcie prognozy łączny adresowalny rynek o wartości 1,5 bln USD do 2040 roku, a 2,9 bln USD w wariantcie optymistycznym. Rozwój ten będzie w dużej mierze determinowany postępowaniem w autonomicznych samochodach, który stworzy warunki technologiczne oraz przełamie bariery psychologiczne dla autonomicznych pojazdów powietrznych.



Rysunek 35. Prognozy dla sektora eVTOL

Źródło: Are Flying Cars Preparing for Takeoff, Morgan Stanley, Styczeń 2019

Aby jednak do tego doszło muszą zostać znalezione rozwiązania w sześciu podstawowych obszarach, tj.: przełamaniu barier psychologicznych, bezpieczeństwa, systemów zarządzania ruchem, regulacji prawnych, adekwatności technologicznej oraz infrastruktury towarzyszącej.

Tabela 2. Wyzwania stojące przed przejściem na wyższy poziom mobilności powietrznej

Obszar	Opis
Bariery psychologiczne	Bariery psychologiczne wydają się być główną przeszkodą w przekonaniu konsumentów - wg badania Deloitte na grupie 10,000 osób, 80% badanych obawia się o brak bezpieczeństwa eVTOL
Bezpieczeństwo	Dla popularyzacji eVTOL konieczne może być wytworzenie długiej serii czasowej bezwypadkowych danych funkcjonowania
Zarządzanie ruchem	Stworzenie wszechstronnego systemu zarządzania ruchem powietrznym zintegrowanego z innymi rodzajami transportu
Regulacje	Stworzenie przepisów dotyczących pojazdów bezałogowych, świadectw zdatności do lotu oraz nowych rodzajów licencji pilota i szkoleń
Adekwatność technologiczna	Wdrożenie wydajnych baterii, systemów zarządzania energią, czujników pokładowych, systemów wykrywania kolizji przy użyciu zaawansowanych technologii, takich jak AI/DL/AR
Infrastruktura	Wybudowanie sieci stref startu i lądowania, parkingów, stacji lądowania i vertiportów

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Change is in the air; The elevated future of mobility: What's next on the horizon?, Deloitte Insights, 2019 [https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/evtol-elevated-future-of-mobility-summary.html]

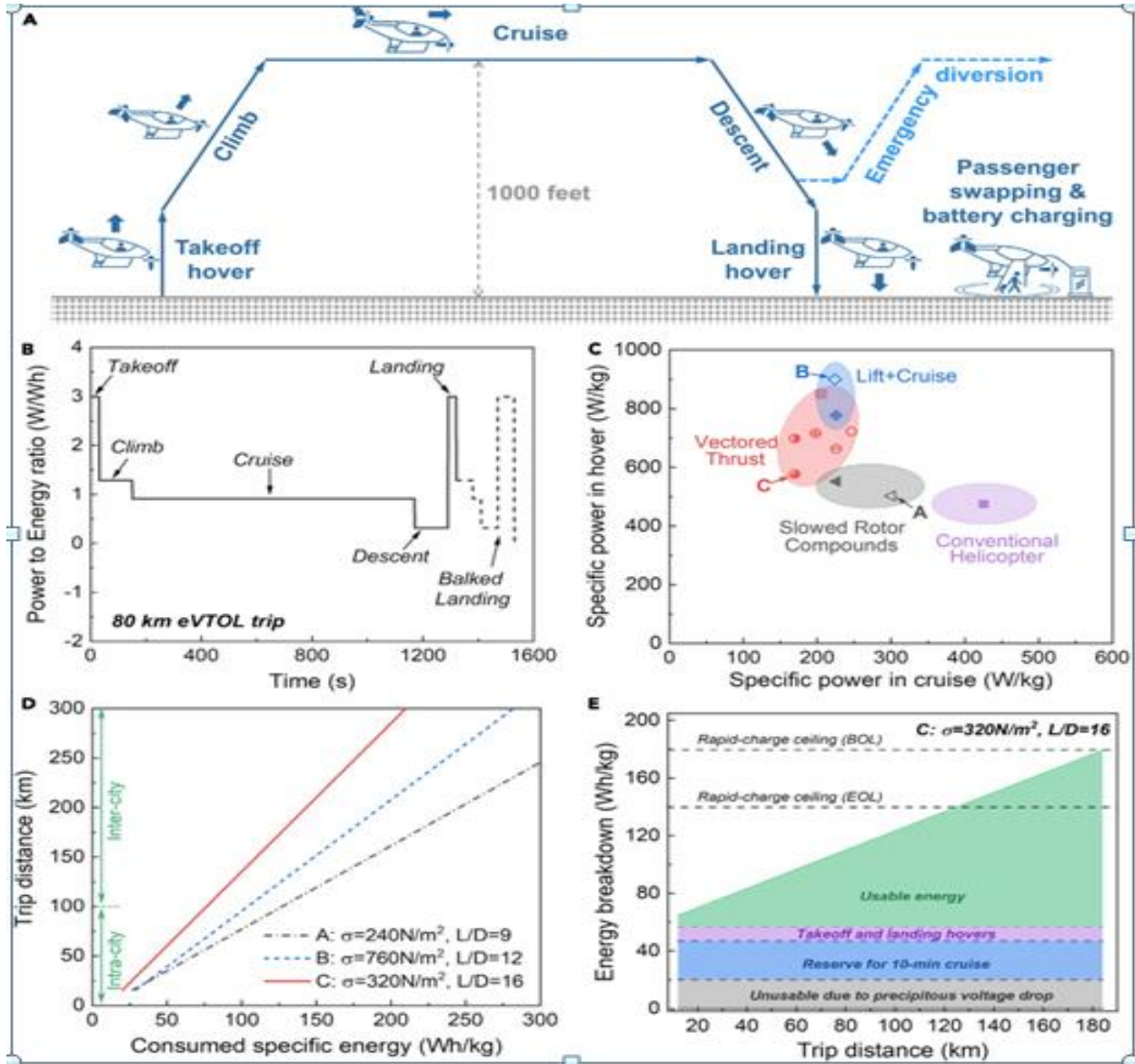
Każde z tych wyzwań nieodpowiednio lub niewystarczająco zaadresowane może stanowić istotną barierę w rozwoju dla eVTOL a w konsekwencji dla rozwoju UAW. Ważną zasadą przyświecającą branży eVTOL jest zrównoważony rozwój. Producenci mają na celu stworzenie rentownych samolotów, które muszą utrzymać zerową emisję netto podczas eksploatacji, aby obniżyć negatywny wpływ ich funkcjonowania na środowisko.

Tabela 3. Prognozy rozwoju pasażerskich eVTOL (2020-2030+)

2020-25	2025-30	2030
<ul style="list-style-type: none"> • Pasażerski prototyp eVTOL poddany testowaniu, komercjalizacja eVTOL dla cargo • Okres wyjątkowej współpracy operatorów i regulatorów dla stworzenia infrastruktury prawnej i regulacyjnej oraz systemu zarządzania ruchem powietrznym 	<ul style="list-style-type: none"> • Szerokie zastosowanie eVTOL cargo powinno utorować drogę komercjalizacji eVTOL pasażerskich • Pierwsza faza komercjalizacji pasażerskich pilotowanych eVTOL • Wybudowanie podstawowej infrastruktury (vertiporty) • Wprowadzenie systemu zarządzania i infrastruktury regulacyjnej • Wzrost niezawodności technologii 	<ul style="list-style-type: none"> • Sukces pilotowanych pojazdów może skutkować zwiększoną adopcją i pojawieniem się autonomicznych eVTOL dla pasażerów również • Większa akceptacja społeczna • Spadek kosztów produkcji pasażerskich eVTOL ze względu na efekty skali i spadku kosztów baterii • Zaawansowane technologie baterii prawdopodobnie zwiększą zasięg eVTOL

Źródło: Opracowanie własne na podstawie Change is in the air; The elevated future of mobility: What's next on the horizon?, Deloitte Insights, 2019 [<https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/future-of-mobility/evtol-elevated-future-of-mobility-summary.html>]

Wprowadzenie do powszechnego użytku eVTOL jest ograniczone dostępnością energii elektrycznej na pokładzie. Obecna technologia baterii odzwierciedla potrzeby motoryzacyjne, charakteryzując się niskim ładowaniem i niskim napięciem podczas rozładowania. Ze względu na profile lotu, eVTOL wymaga znacznych poziomów mocy podczas szczytowych faz lotu podczas startu, lądowania a także lotu pod wiatr czołowy.

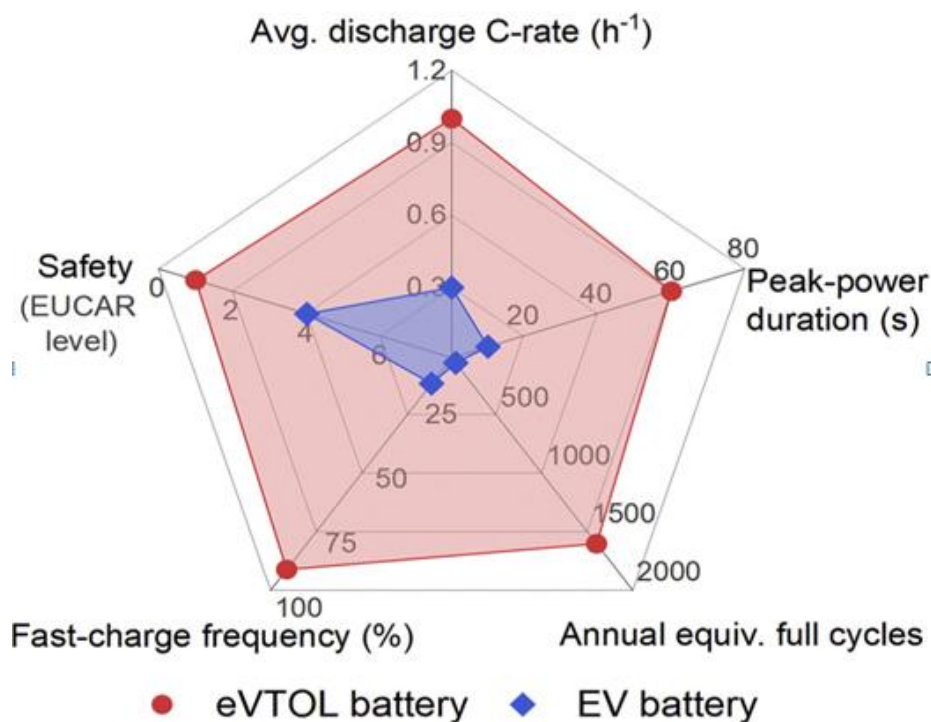


Rysunek 36. Zapotrzebowanie na energię podczas typowej trajektorii lotu eVTOL

Źródło: Xiao-Guang Yang, Teng Liu, Shanhai Ge, Eric Rountree, Chao-Yang Wang, Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft, *Joule*, Volume 5(7), 2021,1644-1659, [https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.05.001]

Pojazdy eVTOL wymagają niezwykle szybkiego ładowania i rozładowywania ogniw o dużej mocy, co w praktyce może oznaczać możliwość pełnego naładowania baterii w ciągu

kilkunastu minut wykorzystaniem w krótkim czasie 10 do 15% energii. W rezultacie potrzebne są ogniwa o dużej gęstości energetycznej.



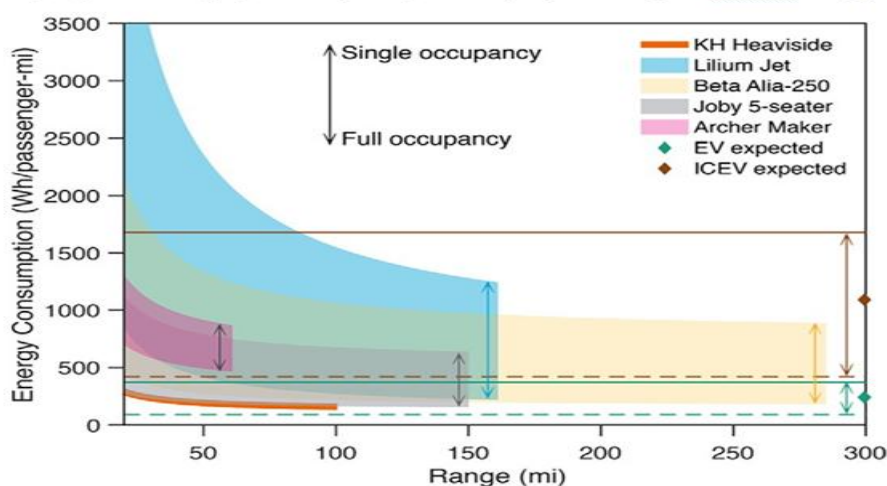
Rysunek 37. Porównanie wymagań dotyczących baterii dla eVTOL względem baterii dla EV

Źródło: Xiao-Guang Yang, Teng Liu, Shanhai Ge, Eric Rountree, Chao-Yang Wang, *Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft*, *Joule*, Volume 5(7), 2021, 1644-1659, [<https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.05.001>]

Szybkie tempo zużycia energii powoduje konieczność adekwatnego zarządzania wyzwalaną temperaturą ze względu na warunki dużego obciążenia zwłaszcza na początku i na końcu lotu. To oznacza wyzwania dla użytkowania baterii w cyklu degradacyjnym, zważywszy, że po wielokrotnym naładowaniu i rozładowaniu ogniw, ich zdolności generacyjne spadają.

Kolejnym wąskim gardłem jest waga takich baterii, zważywszy, że zwiększenie zapotrzebowania na moc może być spełnione przez posiadanie wystarczającej liczby akumulatorów, to jednak istnieją ograniczenia udźwigu płatowca. Realistyczne rozwiązanie akumulatorowe musi zatem równoważyć dostarczanie wystarczającej mocy z wagą i rozmiarem akumulatorów przewożonych na pokładzie.

Porównując koszty rozwiązań eVTOL będących w zaawansowanym stadium rozwoju z tradycyjnymi rozwiązaniami dla mobilności (w tym z samochodem elektrycznym EV i spalinowym - internal combustion engine vehicle ICEV), należy stwierdzić, że przy medianie zajętości (dla rynku amerykańskiego 1,7 = średnia dla 10 lat) wszystkie pięć eVTOL (Kitty Hawk Corporation Heaviside, Joby Aviation, Lilium Jet, Beta Technologies Alia-250 oraz Archer Aviation Maker) jest bardziej wydajnych przy projektowanym zasięgu niż oczekiwany ICEV (1000 Wh/pasażer-milę). Przy pełnym obciążeniu i zaprojektowanym zasięgu wszystkie eVTOL są bardziej wydajne lub równoważne w pełni zajęтым ICEV (420 Wh/pasażer-mil).



Rysunek 39. Wydajność energetyczna wybranych eksperymentalnych eVTOL względem EV

Źródło: Shashank Sripad, Venkatasubramanian Viswanathan, The promise of energy-efficient battery-powered urban aircraft, Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, November 2, 2021[<https://doi.org/10.1073/pnas.2111164118>]

Nie ma zatem wątpliwości, że w ostatnich latach poczyniono znaczne postępy w opracowywaniu wydajnych i wydajnych rozwiązań akumulatorowych dla potrzeb transportu, jednak są one zoptymalizowane dla potrzeb pojazdów naziemnych. Nadal otwartą kwestią jest to, czy rozwiązania te będą wystarczające do zasilania eVTOL we wszystkich fazach lotu, czy też ograniczenia w obecnym stanie techniki wymagają rozwiązania hybrydowego wytwarzania energii, podobnego do podejścia benzynowo-baterijnego stosowanego w samochodach hybrydowych, zważywszy, że związek między wydajnością akumulatora a potrzebami operatorów eVTOL różni się od potrzeb pojazdów naziemnych.

O ile rozwój eVTOL ma bezpośrednie przełożenie na rozwój systemów latających opartych o zmniejszonej ludzkiej obecności lub całkowicie autonomicznych, to jeszcze bardziej pierwotnym katalizatorem rozwoju tych systemów będzie postęp w rozwoju technologii AI i Deep Learning. AI to najbardziej ogólne określenie “systemów lub maszyn, które naśladują ludzką inteligencję w celu wykonywania zadań i mogą sukcesywnie usprawniać swoje działanie w oparciu o zbierane informacje”²³. Deep learning, czyli tzw. uczenie głębokie jest “podzbiorem uczenia maszynowego (ML), w którym sztuczne sieci neuronowe – algorytmy zaprojektowane do działania przypominającego ludzki mózg – uczą się z dużych ilości danych”²⁴.

Nie można zaprzeczyć, że sztuczna inteligencja zaczyna wywierać wpływ na społeczeństwo w niemalże wszystkich aspektach, nie tylko technologicznych. Przemysł lotniczy nie jest wyjątkiem. Przykładowo, Boeing wykorzystuje sztuczną inteligencję w terenie do zwiększenia wydajności sprzętu do automatyzacji montażu 787 Dreamliner w Południowej Karolinie w USA. Od tego droga do ML w lotach jeszcze daleka. Możliwości

²³ Oracle <https://www.oracle.com/pl/artificial-intelligence/what-is-ai/>

²⁴ Oracle <https://www.oracle.com/pl/data-science/machine-learning/what-is-deep-learning/>

użycia AI/DL w asystowanym lub autonomicznym pilotażu jest jednak dużo szersze niż w produkcji i sporego wysiłku technologicznego.

Dzisiaj funkcjonujące UAW, czyli drony generują ogromne ilości danych, a one stanowią paliwo dla algorytmów AI/DL. Algorytmy AI/DL są podstawowym narzędziem zapewniającym UAW autonomię. Można wyróżnić cztery kluczowe elementy lotu autonomicznego, co do których algorytmy AI/DL mogą być zastosowane:

- szacowanie stanu - umiejętność oszacowania położenia, orientacji i prędkości pojazdu;
- kontrola - obliczania i wykonywania niezbędnych poleceń w celu wywołania pożądanych działań;
- mapowanie: zdolność do mapowania środowiska, w którym znajdzie się pojazd latający za pomocą czujników;
- planowanie: możliwość obliczenia bezpiecznej trajektorii między dwoma podanymi punktami.

Sztuczna inteligencja może zoptymalizować i poprawić kontrolę nad dronami, szczególnie w niestabilnych i agresywnych środowiskach. Klasyczne techniki sterowania i szacowania stanu mają ograniczoną skuteczność, ponieważ zwykle są optymalizowane tylko pod kątem przybliżonych modeli matematycznych, a nie rzeczywistych danych operacyjnych. Algorytmy AI i DL udowodniły swoją przydatność w wyciąganiu wniosków z doświadczenia i dostosowywaniu możliwości szacowania stanu dronów i sterowania do zmian (np. pęknięte śmigło) lub otoczenia (np. porywy wiatru lub deszcz). Jednym ze sprawdzonych zastosowań sztucznej inteligencji jest pomoc w znalezieniu optymalnych wartości dla regulatorów PID, aby zapewnić lepszą wydajność w ekstremalnych sytuacjach. Sieci neuronowe używane dla Deep Learning, takie jak CNN (Convolutional Neural Network) lub RNN (Recurrent Neural

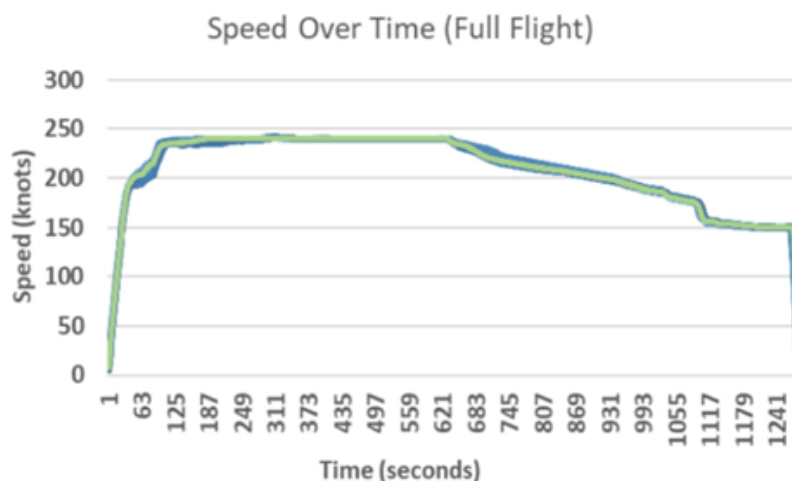
Networks), były również wykorzystane do lepszego radzenia sobie ze zmianami w systemach, pogorszeniem stanu, warunkach dużej niepewności niepewnościami i perturbacjami w celu uzyskania korzystnej wydajności śledzenia do sterowania ruchem dronów.

Mapowanie i pozyskiwanie wiedzy o otoczeniu to kolejny kluczowy czynnik przyczyniający się do pełnej autonomii. Obecnie można znaleźć drony wyposażone w zaawansowane technologicznie systemy mapowania, takie jak elektrooptyczne, stereooptyczne czy LIDAR. Współczesne czujniki mapujące są w stanie odwzorowywać otoczenie o wysokiej wierności. AI wykorzystywana jest w algorytmach Computer Vision (CV). Połączenie lekkich kamer o dużej rozdzielczości z najnowocześniejszymi algorytmami CV może usprawnić mapowanie i świadomość sytuacyjną UAW przy znikomych kosztach pod warunkiem zebrania dużej ilości danych i odpowiednio długiego wytrenowania algorytmów.

Zaplanowanie ścieżki w czasie rzeczywistym połączone z nawigacją to jedna z najtrudniejszych do zbudowania cech systemów autonomicznych. Gdy UAW będzie dysponował celem i zmapowaną trasą musi znaleźć sposób, aby się tam dostać w najbezpieczniejszy i najbardziej efektywny sposób. Głębokie sieci neuronowe, takie jak RV (Reinforced Learning) zostało wykorzystane do opracowania skutecznego planowania w czasie rzeczywistym, a także do stworzenia jednoczesnego planowania współpracy z wieloma obiektami latającymi. Algorytmy DL są również pomocne w unikaniu kolizji. W przeszłości wiele klasycznych systemów unikania kolizji opierało się na bardzo drogich LIDARach lub kamerach RGB-D. Obecnie działają one w połączeniu z algorytmami DL.

Eksperymentalne rezultaty zastosowań systemu IAS (inteligentnego autopilota wspieranego przez algorytmy DL) są bardzo obiecujące. Poniższy wykres pokazuje, że IAS był w stanie zarządzać i utrzymywać różne prędkości w różnych fazach lotu od startu do lądowania w sposób identyczny jak człowiek-pilot podczas tego samego lotu. Porównanie to dotyczyło IAS podczas 10 lotów reprezentowanych przez nakładające się linie w różnych niebieskich odcieniach) a pilota w trakcie 1 pokazu reprezentowanego przez zieloną linię

przy różnych prędkościach i w czasie lotu od startu do lądowania z Londyn Heathrow do Birmingham²⁵. Jak widać, zarówno IAS, jak i człowiek-pilot gwałtownie przyspieszali, aż do osiągnięcia prędkości przelotowej 240 węzłów, a następnie stopniowo zwalniali, aż do osiągnięcia prędkości lądowania 150 węzłów przed całkowitym zatrzymaniem na pasie startowym.



Rysunek 40. Porównanie między IAS a pilotem

Źródło: Aomar, H., Bentley, P.J. Autonomous flight cycles and extreme landings of airliners beyond the current limits and capabilities using artificial neural networks. *Applied Intelligence* (2021) 51:6349–6375 [https://doi.org/10.1007/s10489-021-02202-y]

Warto zwrócić uwagę na fakt, że porównanie to wskazuje raczej na potencjał niż istniejące możliwości. W kierunku zastosowania AI/DL w nawigacji zmagają producenci samolotów i awioniki. Airbus postrzega zalety AI między innymi poprzez oszczędność paliwa, niższe koszty eksploatacji oraz wsparcie pilotów podczas ich pracy. Firma ta pracuje obecnie nad czterema kluczowymi zastosowaniami AI:

²⁵ Aomar, H., Bentley, P.J. Autonomous flight cycles and extreme landings of airliners beyond the current limits and capabilities using artificial neural networks. *Applied Intelligence* (2021) 51:6349–6375 [https://doi.org/10.1007/s10489-021-02202-y]

- ATTOL - autonomiczne taxi, start i lądowanie (ATTOL). Celem projektu jest wykorzystanie wizji komputerowej do umożliwienia samolotom komercyjnym nawigowania i wykrywania przeszkód podczas kołowania, startu, podejścia i lądowania. System autonomiczny przeszedł test w warunkach rzeczywistych w 2020 roku;
- Fello'fly - Ten projekt koncentruje się na wykorzystaniu odzyskiwania energii w samolotach komercyjnych. Airbus bada, w jaki sposób samoloty lecące razem (inspirowane migrującymi gęsiami) mogą poprawić ekologiczność samolotów i pomóc zmniejszyć zużycie paliwa. Firma szacuje, że ta technika może generować 5-10% oszczędności locie;
- Disruptive Cockpit (DISCO) - ulepszony kokpit, który został zaprojektowany, aby umożliwić wykonywanie operacji z jednym pilotem na nowych samolotach;
- Wayfinder - skalowalne systemy autonomicznych, które zasilają aplikacje w samolocie, od małych samolotów miejskich po duże samoloty komercyjne.

Podobnie Lockheed Martin, spółka o wojskowym rodowodzie, która koncentruje się na wykorzystaniu sztucznej inteligencji w lotnictwie do wspierania operacji wywiadowczych, obserwacyjnych i rozpoznawczych (ISR), szczególnie kiedy standardowa komunikacja między systemami nie jest już możliwa z powodu działań przeciwnika. System ISR, będący w fazie eksperymentalnej wykorzystuje możliwości algorytmów sztucznej inteligencji dla określenia warunków bezpiecznego dostępu do trudnego otoczenia i pozyskiwania krytycznych informacji niezbędnych do podejmowania strategicznych decyzji. System ISR został przetestowany w połowie 2020 roku w Szkole Pilotów Testowych Sił Powietrznych USA w bazie sił powietrznych Edwards.

Można uznać, że, generalnie istnieją dwa nurty w zakresie podejścia do UAW w lotnictwie komercyjnym: autonomiczne systemy i rozproszona załoga. Systemy autonomiczne:

- umożliwiają wczesne podejście do rozwoju samolotu z jedną załogą wykorzystywały głównie zmodyfikowaną technologię pokładową. Nacisk położono na adaptacyjną automatyzację i pomoc w podejmowaniu decyzji w postaci „inteligentnych pilotów” lub „asystentów w kokpicie”.
- została opracowana na podstawie programów wojskowych, w których piloci doświadczyli szeregu zagrożeń i byli poddawani okresom wyjątkowo dużego obciążenia pracą. Systemy te zazwyczaj monitorowały działania pilota, porównując je z danymi z pozycji samolotu, stanu systemów pokładowych i zewnętrznych czynników środowiskowych. Stosowano algorytmy w celu określenia, czy istnieje jakkolwiek różnica między stanem oczekiwanym a rzeczywistym.
- Jako wczesne systemy zapewniają wsparcie pilotów prawdopodobnie najlepiej charakteryzuje określenie systemów „wysoce zautomatyzowanych”, a nie jako posiadających jakkolwiek rzeczywisty stopień inteligencji/autonomii maszyny. Podejście to jest bardziej opłacalne przy opracowywaniu samolotu z jednym pilotem.

Systemy rozproszonej załogi wykorzystują szereg istniejących technologii. Ta filozofia projektowania została przyjęta przez programy takie jak: Future Flight Deck, Open Flight Deck oraz NASA. Systemy te traktują samolot z jednoosobowym pilotem jako część szerszego systemu w skład którego wchodzi sam statek powietrzny, pilot oraz komponent naziemny, składający się z drugiego pilota lub pilota naziemnego, także systemy wspierające podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym (nawigacja, inżynieria, planowanie). Podejście to jest również współmierne do koncepcji operacyjnych w głównych liniach lotniczych, w których samoloty są obsługiwane 24 godziny na dobę przez 7 dni w tygodniu przez dedykowany personel w centrum operacyjnym. Funkcje w tych ośrodkach obejmują

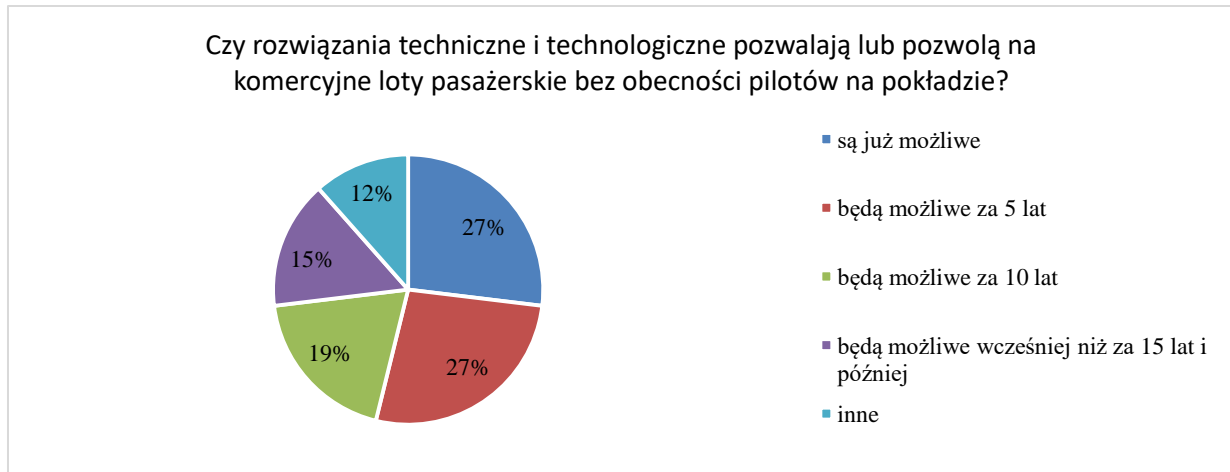
planowanie lotów; monitorowanie danych inżynierskich w czasie rzeczywistym; wsparcie dla zmiany trasy lotu oraz koordynacja zasobów naziemnych. Duże linie lotnicze często zatrudniają inżynierów z producentów samolotów lub silników. Przykładowo, Rolls-Royce niedawno otworzył własne dedykowane centrum serwisowe dla silników Airline Aircraft Availability Center, z którego może zdalnie monitorować samoloty przy użyciu silników najnowszej generacji i zapewniać wsparcie pilotom w czasie rzeczywistym, a także koordynować konserwację i naprawy. Warto także dodać, że serwisanci w centrum mają dostęp do większej ilości informacji dotyczących stanu technicznego i wydajności silników niż piloci.

Zasadne jest zatem pytanie o przewagi i niedostatki obydwu podejść, ale niewłaściwe byłoby opisywanie tych podejść jako opcji typu „albo/albo”: technologie, które są w trakcie studiów mają istotne części wspólne. Niewykluczona jest także hybryda obydwu systemów.

Prezentacja wyników badań

W przeprowadzonej ankiecie respondenci wykazali, że istnieją możliwości techniczne i technologiczne do przeprowadzania lotów bez obecności i z obecnością jednego pilota na pokładzie i mogą się już odbywać w przypadku przewozów towarowych oraz będą odbywać się w niedalekiej przyszłości w przypadku przewozów pasażerskich - w perspektywie 5 lat.

Respondenci zostali zapytani, rozwiązania techniczne i technologiczne pozwalają lub pozwolą na komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie – rysunek 7.

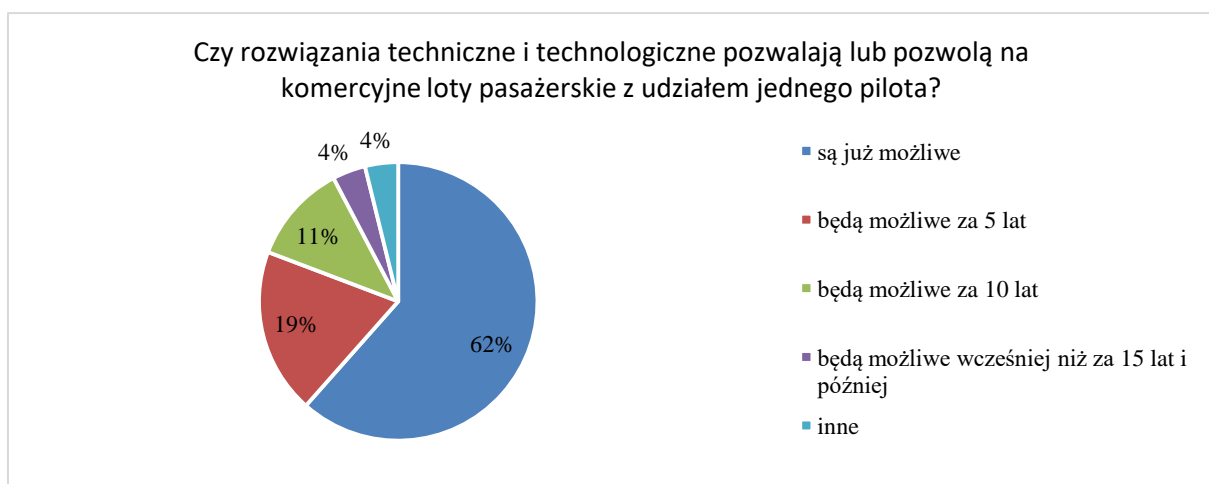


Rysunek 41. Bezzałogowe rozwiązania techniczne i technologiczne

Źródło: opracowanie własne.

27% respondentów odpowiedziało, że takowe loty są już możliwe lub będą możliwe za 5 lat. 19% ankieterowanych uważa, że rozwiązania techniczne i technologiczne pozwolą na komercyjne loty pasażerskie bez obecności pilotów na pokładzie dopiero za 10 lat, natomiast 15%, że dopiero za 15 lat lub więcej.

Respondenci zostali zapytani również o to, czy rozwiązania techniczne i technologiczne pozwalają lub pozwolą na komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota – rys. 8.

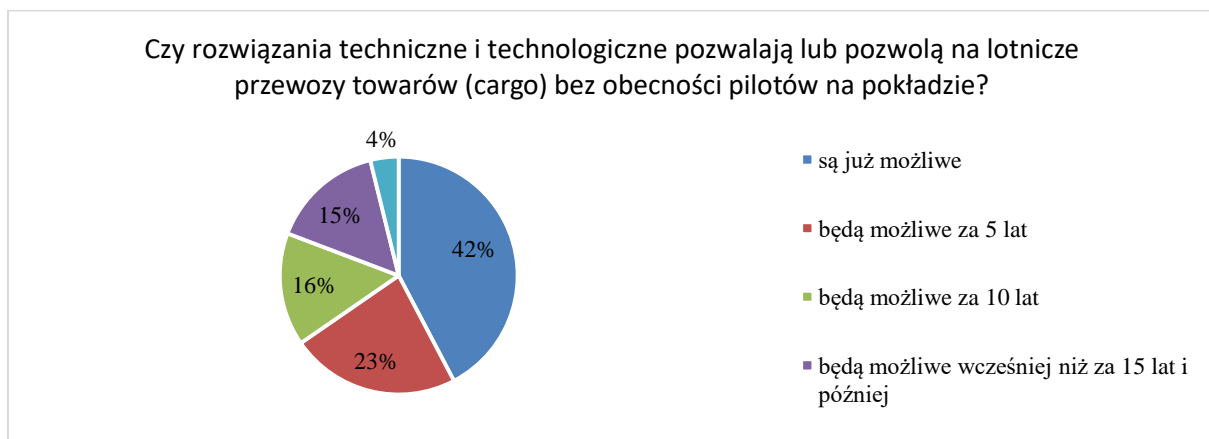


Rysunek 42. Jednopilotowe rozwiązania techniczne i technologiczne

Źródło: opracowanie własne.

57% respondentów wskazało, że obecne rozwiązania techniczne i technologiczne umożliwiają komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota. Wg 19% ankietowanych będzie to możliwe za 5 lat, a wg 11% - za 10 lat. 4% ankietowanych uważa, że komercyjne loty pasażerskie z udziałem jednego pilota będą możliwe najwcześniej za 15 lat.

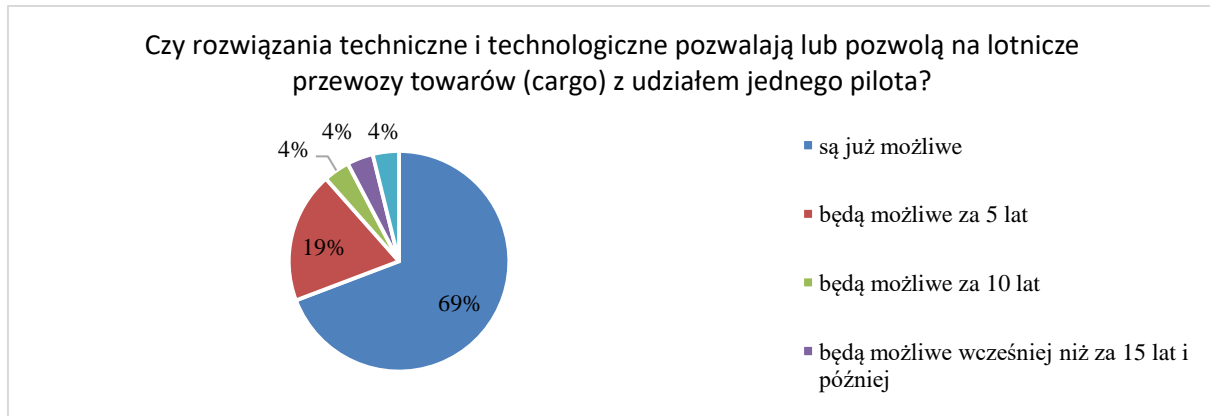
Takie same pytania zadano respondentom w odniesieniu do przewozów towarów (cargo) – rysunki 9 i 10.



Rysunek 43. Bezpilotowe techniczne i technologiczne możliwości przewozów towarów

Źródło: opracowanie własne.

42% badanych odpowiedziało, że lotnicze przewozy towarów (cargo) bez obecności pilotów są już możliwe. 23% respondentów wskazało, że rozwiązania techniczne i technologiczne pozwolą na takowe przewozy za 5 lat, a 16%, że za 10 lat. 15% ankietowanych wskazało, że będzie to możliwe dopiero za 15 lat lub więcej.



Rysunek 44. Jednopilotowe możliwości techniczne i technologiczne przewozów cargo

Źródło: opracowanie własne.

Na pytanie, czy rozwiązania techniczne i technologiczne pozwalają na lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota, 69% respondentów odpowiedziało twierdząco. 19% badanych wskazało natomiast, że będzie to możliwe za 5 lat. 4% respondentów uważa, że rozwiązania techniczne i technologiczne umożliwią lotnicze przewozy towarów (cargo) z udziałem jednego pilota dopiero za 10 lub 15 i więcej lat.

Podsumowanie – aspekty techniczne i technologiczne

Autonomiczna mobilność powietrzna stanie się elektryczna i oparta o technologie AI/DL. Postęp technologii AI/DL jest coraz bardziej widoczny w szeregu sektorach. Postęp ten może łatwo znaleźć zastosowanie w autonomicznym lataniu.

Aby mobilność powietrzna zafunkcjonowała w pełni konieczny jest także postęp w zakresie produkcji wydajnych ogniw bateryjnych. W nadchodzących latach wiele powinno się wydarzyć w tej dziedzinie: nowe technologie sprawiają, że baterie będą wydajniejsze i mniejsze. Od 2025 roku mogą nadawać się również do samolotów na krótkim dystansie.

Pierwszych elektrycznych eVTOL można oczekiwać w ciągu najbliższej dekady. Będą to jednak pojazdy pilotowane. Oczekuje się, że w pełni autonomiczne eVTOL pojawią się za ok.

15 lat. Istotnym katalizatorem mobilności powietrznej będą także firmy kurierskie, które planują używać autonomicznych dornów do dostarczania przesyłek do klientów, dzięki czemu miasta przyszłości będą czystsze: podczas transportu nie są generowane żadne emisje CO₂ ani inne emisje. Kolejną zaletą autonomicznych dornów będzie redukcja hałasu. Wydaje się jednak, że dość niejasną kwestią będzie kwestia regulacji i zarządzania ruchem, zwłaszcza, że w powietrzu pojawi się duża liczba dornów indywidualnych, transportowych i taksówkarskich.

Od około 2025 roku możemy spodziewać się również samolotów elektrycznych i hybrydowych w powietrzu. Jednak zważywszy, że samoloty są eksploatowane średnio przez 30 lat minie sporo czasu, zanim będą one powszechne. W dającej się przewidzieć przyszłości samoloty elektryczne nie będą jednak latać na trasach długodystansowych. Aby tak się stało, baterie muszą stać się dużo lżejsze, wydajniejsze i niezawodne.

Rozwiązanie kwestii technologicznych musi iść w parze ze zbudowaniem całego ekosystemu, co dobrze obrazuje poniższy obrazek.

Dostępna literatura wskazuje, że autonomiczne loty w znacznym stopniu przyczynią się do zmniejszenia zużycia paliwa, a co będzie się przekładać na emisyjność spalin - zdania tego nie podzielili respondenci, stwierdzając że koncepcje nie będą mieć wpływu na środowisko, ani też zmniejszenie zużycia paliwa. Zatem wdrożenie tego rodzaju rozwiązania może mieć znaczące znaczenie dla ekologii jak i też kształtu (rozmiaru) infrastruktury niezbędnej do obsługi statków powietrznych. Nowoczesne rozwiązania paliwowe - alternatywne dla produktów ropopochodnych, np. baterie elektryczne mogą przyczynić się do zmniejszenia zapotrzebowania terenu na stacje paliw. Kolejnym czynnikiem pozytywnie wpływającym, obok alternatywnych źródeł zasilania, jest zmniejszenie hałasu. Alternatywne źródła napędów statków powietrznych, zmniejszenie ich rozmiarów, zmniejszenie emisyjności, zmniejszenie zapotrzebowania terenu może znacząco przybliżyć infrastrukturę do klientów,

np. lokalizować w bezpośrednim sąsiedztwie centrów logistycznych lub miejsc przesiadkowych pasażerów.



Rysunek 45. Wymagania dotyczące ekosystemu Advanced Air Mobility

Źródło: Roland Berger [<https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2022/16-02-2022-rr-and-roland-berger-forecast-advanced-air-mobility-market-opportunity.aspx>]

Analiza podstaw prawnych redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych

Szacuje się, że w Polsce użytkowane jest ponad 100 tys. bezzałogowych statków powietrznych o masie od 0,25 kg do 600 kg. Dynamiczny rozwój różnych form działalności gospodarczej przy użyciu tych urządzeń obrazuje liczba przyznanych świadectw kwalifikacji koniecznych (zgodnie z obecną regulacją polską, niebawem ustępująca miejsca przepisom europejskim) do legalnego użytkowania bezzałogowych statków powietrznych w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe. W roku 2013 wydano 9 świadectw kwalifikacji, w roku kolejnym – 376, natomiast w roku 2017 liczba nowych świadectw osiągnęła wielkość 2649, co oznacza, że na początku 2016 r. w Polsce ponad 6000 osób miało uprawnienia do wykonywania lotów komercyjnych bezzałogowymi statkami powietrznymi²⁶. Na koniec lipca 2019 r. liczba świadectw wyniosła niemalże 13000 i z każdym dniem rośnie.

Upowszechnienie bezzałogowych statków powietrznych może prowadzić do zasadniczych zmian w sposobie przewozu towarów, porównywalnych do zmian w tym zakresie spowodowanych przez motoryzację. Entuzjaści wykorzystywania dornów twierdzą, że ich rozwój spowoduje zmiany w sposobie życia społeczeństw w państwach uprzemysłowionych, podobnie jak wcześniej miało to miejsce w przypadku rozwoju i upowszechnienia samochodu i telefonów komórkowych czy sieci Internet.²⁷

Dostrzec można analogię między wczesnym etapem rozwoju transportu kolejowego i samochodowego a pasażerskim lotnictwem cywilnym i bezzałogowymi statkami powietrznymi. Kolej oraz lotniczy przewóz osób i towarów mają charakter masowy, wykonują operację do obiektów punktowych wymagających systemu dowozowego oraz

²⁶ Dane ze strony internetowej ULC, <http://uavo.com.pl/bez-kategorii/najnowsze-statystyki-uavo-okres-2013-2017/>, dostęp 20.07.2022

²⁷ Magdalena Ostrihansky, Maciej Szmigiero, Prawo dornów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym, WARSZAWA 2020

zmuszają do pokaźnych nakładów na infrastrukturę, które ponoszą przedsiębiorcy działający na tym rynku. W przypadku motoryzacji mamy do czynienia z transportem indywidualnym, wykonywanym w formule „door-to-door”, czyli bez kosztownego i wydłużającego czas przewodu systemu przeładunku i dowozu. Użytkownicy drogowej infrastruktury liniowej, co do zasady, nie ponoszą bezpośrednich kosztów jej budowy i utrzymania, które są pokrywane ze środków publicznych. Wydaje się, że podobne cechy ma powstająca dopiero dziedzina transportu przy użyciu bezzałogowych statków powietrznych. W przeszłości ekspansja mechanicznych pojazdów drogowych wywoływała obawy i w wielu państwach restrykcyjną reakcję regulacyjną organów publicznych, która w przypadku Anglii doprowadziła do zahamowania rozwoju tej gałęzi przemysłu. W przyszłości od reakcji organów publicznych – stanowienia i stosowania prawa – zależec będą skala i tempo rozwoju zastosowań bezzałogowych statków powietrznych.

Nie budzi wątpliwości, że przepisy prawa nie nadążają za zmieniającą się rzeczywistością społeczną i dynamicznym postępem techniki. Obszar bezzałogowych statków powietrznych jest tego najlepszym przykładem. Wcześniejsze przepisy krajowe – w szczególności rozporządzenie w sprawie wyłączenia zastosowania Prawa lotniczego – po kilku latach obowiązywania przestały stanowić adekwatną odpowiedź władz publicznych na wymagania społeczne. Pomimo, że początkowo nie dąwały one aktywności, lecz wręcz przeciwnie, pozwoliły na wykształcenie się pokaźnego rynku statków bezzałogowych – mogłyby w obecnym kształcie zahamować rozwój. Świadomość tego faktu istniejąca w państwach Unii Europejskiej była impulsem do podjęcia prac nad wspólną regulacją. Co do zasady pozytywnie ocenić należy zatem będące przedmiotem analizy w niniejszej publikacji ujednolicenie zasad używania dronów i ich wprowadzania do obrotu. Zrównanie otoczenia prawnego, w którym działają przedsiębiorcy i użytkownicy prywatni, daje możliwość ich operowania na wspólnym rynku, co urzeczywistnia w tym obszarze swobody leżące u podstaw Unii Europejskiej. Zauważyć można jednakże, że pośpiech w tym zakresie spowodował niedoskonałość przepisów – liczne niespójności, pominięcia i niekonsekwencje.

Nie najwyższą jakością prawa stanowi ustalenie odnoszące się zarówno do aktów europejskich, jak i krajowych. Można także postawić tezę, potwierdzoną prowadzonymi badaniami, że akty normatywne – powstające prawo dornów – w zamierzeniu twórców są mechanizmem ochrony bezpieczeństwa ze szkodą dla wspierania innowacyjności gospodarki.²⁸

W sytuacji zasadniczych zmian legislacyjnych nieunikniona jest sytuacja, gdy w publikacji dotyczącej ewoluującego stanu prawnego opisuje się także rozwiązania prawne, które zaczną obowiązywać w dającej się określić przyszłości. Wobec tego należy zauważyć, że:

- rozporządzenie bazowe 2018/1139 weszło w życie i z dniem 11.09.2018 r. zastąpiło poprzednio obowiązujące rozporządzenie bazowe 216/2008 (art. 141 w zw. z art. 139 ust. 1 rozporządzenia bazowego 2018/1139);
- rozporządzenie wykonawcze 2019/947 weszło w życie 1.07.2019 r., jednakże zgodnie z art. 23 ust. 1 akapit 2 tego aktu stosuje się je od 1.07.2020 r. (więcej – zob. art. 23 tego aktu);
- rozporządzenie delegowane 2019/945 weszło w życie 1.07.2019 r.;
- ustawa – Prawo lotnicze²⁹ zachowuje aktualność;
- rozporządzenie w sprawie wyłączenia zastosowania Prawa lotniczego obowiązuje, jednakże wraz z rozpoczęciem stosowania rozporządzenia wykonawczego 2019/947, tj. od 1.07.2020 r., w zasadniczym zakresie przestanie regulować zagadnienia eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych, z wyjątkiem lotnictwa państwowego (w tym zakresie będzie obowiązywało); w zakresie konwersji świadectw kwalifikacji będzie stosowane do 1.07.2021 r. – przepisy dotyczące wydawania przez właściwe organy certyfikatów kompetencji pilotów bezzałogowych

²⁸ Magdalena Ostrihansky, Maciej Szmigiero, Prawo dornów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym, WARSZAWA 2020.

²⁹ Ustawa z 3.07.2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. z 2019 r. poz. 1580 ze zm.).

statków powietrznych zawarte w rozporządzeniu wykonawczym 2019/947 będą obowiązywały od tej daty.³⁰

Przed przejściem do szczegółowych analiz rozporządzeń wydawanych przez organy Unii Europejskiej oraz aktów prawa krajowego, należy pokrótce przedstawić umiejscowienie ich w hierarchii aktów prawnych obowiązujących na terytorium Polski oraz scharakteryzować skutki, jakie niesie to dla prywatnych operatorów bezzałogowych statków powietrznych, operatorów wykonujących loty operacyjne, a także dla polskiego ustawodawcy.

Od 1.05.2004 r., czyli od daty wejścia Polski do Unii Europejskiej, w Polsce zaczęło obowiązywać, obok prawa krajowego i międzynarodowego którym związała się RP, także prawo europejskie. W gałęzi prawa, jaką jest prawo lotnicze, było to szczególnie istotne, ponieważ otworzyło nowe możliwości rozwoju lotnictwa. Nie można jednak zapominać, że wiązało się to również ze swoistym szokiem związanym z faktem, że przed wejściem do UE w tym obszarze obowiązywał już pewnego rodzaju dualizm prawny, ponieważ na podmioty działające na rynku nakładane były obowiązki nie tylko na mocy prawa krajowego, ale również wynikające z podpisania przez Polskę w dniu 7.12.1944 r. Konwencji o Międzynarodowym Lotnictwie Cywilnym³¹. Do konwencji wydanych zostało dotychczas 19 załączników³² (niektóre z nich liczą po kilka tomów), w których zawarte są tak zwane SAPRS-y³³. Pomimo pewnych kontrowersji związanych ze stosowaniem załączników ICAO, ponieważ nie są one publikowane w Dzienniku Ustaw, a wyłącznie w Dzienniku Urzędowym Prezesa ULC, wszystkie państwa starają się dostosować swoją legislację do standardów określonych przez Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego. Po wejściu Polski do UE dualizm prawny w obszarze lotnictwa zmienił się zatem pluralizm systemów. Ułatwieniem

³⁰ Magdalena Ostrihansky, Maciej Szmigiero, Prawo dronów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym, WARSZAWA 2020

³¹ Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym podpisana w Chicago dnia 7.12.1944 r. (Dz.U. z 1959 Nr 35, poz. 212 ze zm.).

³² Zwanych załącznikami ICAO.

³³ Jest to skrót od angielskiego określenia przepisów zawartych w załącznikach, czyli Standard and Recommended Practices – standardy i rekomendowane zwyczaje.

jest to, że wszystkie państwa członkowskie Unii Europejskiej są sygnatariuszami konwencji chicagowskiej, więc przepisy europejskie sankcjonowały zastosowanie zaleceń ICAO. Niemniej jednak, w miejsce przepisów ustawy – Prawo lotnicze, która dotychczas stanowiła podstawowy akt prawny w obszarze lotnictwa, konieczne było stosowanie prawa o charakterze ponadnarodowym. Jako, że zdecydowana większość aktów w omawianej gałęzi prawa stanowi rozporządzenia, warto zastanowić się nad hierarchią aktów prawnych i płynącymi z niej konsekwencjami.

Autorzy niniejszego opracowania przedstawiają to zagadnienie jedynie pokrótce, ponieważ głównym omawianym w nim zagadnieniem jest prawo dotyczące bezzałogowych statków powietrznych. Rozważania należy rozpocząć od krótkiej charakterystyki systemu prawa polskiego i systemu prawa europejskiego. Hierarchia aktów prawnych w prawie krajowym wygląda następująco: Konstytucja RP, ustawy (obowiązujące powszechnie), rozporządzenia (wydawane na podstawie delegacji zawartych w ustawach), akty prawa miejscowego (obowiązujące na terytorium jednostek samorządu terytorialnego – gmin, powiatów i województw), akty wewnętrzne. Wszystkie te akty, inne niż Konstytucja RP, muszą być z nią zgodne.³⁴

System prawa europejskiego odmiennie reguluje rodzaje i hierarchię aktów prawnych. Przed przejściem do jego opisanie, warto rozważyć, czym jest prawo Unii Europejskiej. W znaczeniu ogólnym, prawo UE (zwane przez autorów również prawem europejskim) jest to prawo wydawane przez organy Unii Europejskiej w zgodzie z Traktatami. Katalog źródeł prawa europejskiego wygląda następująco: prawo pierwotne, na które składają się akty prawa tworzone przez państwa członkowskie oraz prawo wtórne, tworzone przez instytucje i organy Unii Europejskiej. Do prawa pierwotnego zaliczają się traktaty założycielskie (aktualnie są to dwa traktaty stanowiące, tj. Traktat o Unii Europejskiej, Traktat o funkcjonowaniu Unii Europejskiej, dodatkowo traktaty założycielskie z lat 50. i z 1992 r.,

³⁴ Magdalena Ostrihansky, Maciej Szmigiero, Prawo dornów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym, WARSZAWA 2020.

historyczne rewizje tych traktatów itd.), traktaty akcesyjne (na podstawie których państwa przystępowały do Unii Europejskiej), zaś do prawa pochodnego zaliczają się wiążące: rozporządzenia, dyrektywy, decyzje, oraz niewiążące (ale wywołujące jednak skutki prawne) zalecenia i opinie. Dodatkowo w hierarchii pomiędzy prawem pierwotnym a pochodnym znajdują się umowy międzynarodowe, zawarte samodzielnie przez UE lub tak zwane mieszane, tj. zawarte przez UE i jej państwa członkowskie.

W gałęzi prawa Unii Europejskiej, jaką jest prawo lotnicze, podstawowym typem aktów prawnych są rozporządzenia. Zgodnie z art. 288 TSUE, rozporządzenia są to akty o zasięgu ogólnym, wiążące w całości i bezpośrednio stosowane we wszystkich państwach członkowskich. Warto przy tym podkreślić, że taką moc mają wszystkie rozporządzenia unijne, niezależnie od organu, który je wydaje. Bezpośrednie stosowanie rozporządzeń UE w państwach członkowskich oznacza, że w systemie hierarchii aktów prawnych umieszczane są one ponad ustawami i aktami wykonawczymi do ustaw. W obszarze prawa lotniczego oznacza to, że w przypadkach różnego uregulowania kwestii w ustawie – Prawo lotnicze lub w rozporządzeniach do niej niż w rozporządzeniach UE, to te ostatnie mają pierwszeństwo. Akty prawa krajowego muszą zostać dostosowane do przepisów europejskich i nie mogą ich doprecyzowywać, z wyjątkiem przypadków, gdy rozporządzenie wprost na to wskazuje. Jak to zostało szerzej określone poniżej, od momentu wejścia w życie rozporządzenia bazowego 2018/1139 Unia Europejska po raz pierwszy objęła swoim prawodawstwem bezzałogowe statki powietrzne o maksymalnej masie startowej MTOM do 150 kg. Na podstawie delegacji zawartych w rozporządzeniu bazowym zostały dotychczas wydane dwa rozporządzenia Komisji, które szczegółowo regulują kwestie certyfikowania, wprowadzania na rynek i wykonywania operacji bezzałogowymi statkami powietrznymi. Dotychczas ten obszar lotnictwa regulowało wyłącznie prawo polskie, które będzie musiało zostać zmienione i dostosowane do nowych reguł.

W zakresie regulacji prawnych stosowania dronów można wyróżnić trzy obszary:

- wynikające z reguł użytkowania bezzałogowych statków powietrznych zgodnie z prawem lotniczym;
- związane z ochroną danych osobowych i szerzej prywatności oraz
- związane z ochroną prawa własności (np. posesji).³⁵

Regulacja użytkowania BSP w prawie lotniczym

Aktualny sposób uregulowania użytkowania dronów, zwanych przez ustawę z dn. 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze, Dz. U. 2017.959 tj. (dalej jako prawo lotnicze) bezzałogowymi statkami powietrznych, jest dosyć skomplikowany i mało przejrzysty, przez co wymaga osobnego objaśnienia przed opisem samych reguł użytkowania dronów.

Zgodnie z art. 126 ust. 1 i 2 prawa lotniczego, wykonywanie lotów bezzałogowymi statkami powietrznymi w polskiej przestrzeni powietrznej jest dozwolone, pod warunkiem, że zostaną one wyposażone w takie same urządzenia umożliwiające lot, nawigację i łączność jak załogowy statek powietrzny wykonujący lot z widocznością (tzw. VFR³⁶) lub według wskazań przyrządów (tzw. IFR³⁷). Ustęp 4 art. 126 dodaje, iż loty bezzałogowych statków powietrznych pozbawionych takich urządzeń mogą być wykonywane w specjalnie wydzielanych strefach przestrzeni powietrznej.

Ust. 5 tego przepisu zawiera delegację do wydania rozporządzenia, określającego szczegółowe zasady wykonywania lotów przez drony – które jednak nie zostało dotychczas wydane i wedle wiedzy autorów w najbliższej przyszłości nie ma takich planów. Jest to konsekwencją faktu, że w praktyce nie produkuje się dronów wyposażonych w urządzenia,

³⁵ Piotr Rutkowski, Maciej Zych, Sławomir Kosieliński, Tomasz Drozdowski, Zastosowanie usług świadczonych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (usługi BSP) dla wzrostu skuteczności i efektywności oraz jakości świadczenia usług publicznych przez samorząd terytorialny, Opracowanie wykonane na zlecenie Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii w ramach umowy nr DIN/BDG-VIII-POIR-4/18, Warszawa kwiecień 2018.

³⁶ ang. visual flight rules

³⁷ ang. instrument flight rules

pozwalające na lot na zasadach VFR lub IFR w sposób analogiczny do załogowych statków powietrznych. Wynika to z różnych względów, przede wszystkim technicznych i ekonomicznych, których analiza nie jest w tym miejscu konieczna, poza stwierdzeniem, że obecne trendy w rozwoju technologii bezzałogowych (zwłaszcza w stronę masowego stosowania platform autonomicznych) nie wskazują aby stan ten miał ulec zmianie w najbliższych latach.

W konsekwencji w obecnym stanie prawnym i technologii art. 126 prawa lotniczego nie stanowi podstawy do korzystania z bezzałogowych statków powietrznych, poza wyznaczeniem wydzielonej strefy powietrznej na podstawie ust. 4, co rzeczywiście znajduje zastosowanie, choć w ograniczonym zakresie (głównie dla lotów poza zasięgiem wzroku operatora, tzw. BVLOS³⁸).

Podstawę taką wyraża natomiast rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dn. 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 (dalej jako rozporządzenie wyłączające) wydane na podstawie delegacji art. 33 ust. 2 prawa lotniczego. Zgodnie par. 2 ust. 5 rozporządzenia wyłączającego, wyłącza ono zastosowanie ww. art. 126 ust. 2 – 5 prawa lotniczego wobec bezzałogowych statków powietrznych o masie startowej³⁹ nieprzekraczającej 150 kg, używanych wyłącznie w operacjach w zasięgu widoczność wzrokowej VLOS⁴⁰. Równocześnie, załącznik 6a do rozporządzenia wyznacza zasady

³⁸ ang. beyond visual line of sight

³⁹ „Masa startowa” to pojęcie z obszaru techniki lotniczej, oznaczające całkowitą masę statku powietrznego przygotowanego do startu, tj. obejmującą masę własną statku, masę całego ew. osprzętu i przewożonego ładunku oraz masę paliwa czy innego źródła energii (w przypadku dronów – zwykle baterii/akumulatorów).

⁴⁰ ang. visual line of sight.

„zastępcze”, według których można używać bezzałogowych statków powietrznych w polskiej przestrzeni powietrznej, w celach innych niż rekreacyjne i sportowe⁴¹.

Limit masowy do 150 kilogramów wynika z treści przepisów wydanych przez Unię Europejską, a zwłaszcza rozporządzenia 216/2008 z 20 lutego 2008 r.⁴², regulujących w sposób jednolity na terenie całej UE użytkowanie statków powietrznych, pozostawiając państwom członkowskim kompetencję regulacyjną tylko w zakresie typów określonych w Załączniku II, w tym „bezpilotowych” statków powietrznych o masie startowej nieprzekraczającej 150 kg. Dla porządku należy dodać, że jednolite przepisy unijne nie pozwalają na wykorzystywanie bezzałogowych statków powietrznych o masie startowej powyżej 150 kg. Obecnie jest to zatem bezwzględny limit i tym samym sztywna bariera prawna wykluczająca (cywilne) zastosowania dronów, które miałyby platformy do przenoszenia cięższych ładunków.

Poza kryterium wagowym najważniejsze chyba ograniczenie, wynikające z obecnego brzmienia prawa lotniczego to zezwolenie wyłącznie na operacje VLOS. Jak już wspomniano, w aktualnym stanie prawnym operacje BVLOS mogą być wykonywane tylko w specjalnie wydzielanych strefach przestrzeni powietrznej. Są one wydzielane na podstawie indywidualnych zamówień przez Polską Agencję Żeglugi Powietrznej, jako instytucji zapewniającej zarządzanie przestrzenią powietrzną. Taki stan rzeczy w praktyce znacząco ogranicza możliwość wykonywania przez drony zadań monitoringowych oraz wykonywania lotów zautomatyzowanych.

Od 31 grudnia 2020 roku obowiązują wspólne przepisy dronowe na terenie krajów Unii Europejskiej oraz w Lichtensteinie i Norwegii, które zostały określone na podstawie Rozporządzenia Delegowanego Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie

⁴¹ Treść załącznika nr 6 określa zasady użytkowania dronów w celach rekreacyjnych i sportowych. Ze względu na przedmiot niniejszego opracowania, nie są one omawiane.

⁴² Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 216/2008 z dnia 20 lutego 2008 r. w sprawie wspólnych zasad w zakresie lotnictwa cywilnego i utworzenia Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego oraz uchylające dyrektywę Rady 91/670/EWG, rozporządzenie (WE) nr 1592/2002 i dyrektywę 2004/36/WE.

bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich oraz Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.⁴³

EASA opracowała wspólne zasady europejskie, aby zapewnić swobodny ruch dronów i równe warunki działania dla wszystkich operatorów SBSP na terenie Unii Europejskiej. Dzięki nowym przepisom operatorzy SBSP mogą bezproblemowo wykonywać operacje dronami podczas podróży po UE lub podczas rozwijania swojej działalności związanej z dronami w Europie. Opisanie zasady opierają się na ocenie ryzyka eksploatacji i zapewniają równowagę między obowiązkami producentów i operatorów dronów w zakresie bezpieczeństwa, poszanowania prywatności, środowiska, ochrony przed hałasem i bezpieczeństwa.

Operacje Bezzałogowymi Statkami Powietrznymi podzielono na trzy główne kategorie:

- **Kategoria Otwarta** – jest kategorią o niskim ryzyku, oznacza to, że nie trzeba składać oświadczeń lub uzyskiwać zezwoleń od Urzędu Lotnictwa Cywilnego. W tej kategorii można wykonywać operacje w zasięgu widoczności wzrokowej pilota lub z pomocą obserwatora (VLOS), dronami o masie poniżej 25 kg w odległości nie większej niż 120 metrów od najbliższego punktu powierzchni ziemi. Wymagana jest rejestracja w systemie ULC operatorów SBSP, którzy posiadają drony o masie powyżej 250g lub są wyposażone w czujnik do zbierania danych (np. kamerę).
- **Kategoria Szczególna** – jest przeznaczona dla operacji o średnim ryzyku, które parametry lotu wychodzą poza kategorię „otwartą”. Wykonanie operacji będzie wymagało weryfikacji oraz w niektórych przypadkach zgody Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Wykonując operacje w kategorii szczególnej należy dokonać rejestracji

⁴³ <https://www.ulc.gov.pl/pl/drony/informacje-ogolne> , dostęp 21.07.2022 r.

operatorów SBSP w systemie ULC. W kategorii szczególnej można wykonywać operacje SBSP po spełnieniu wybranego wariantu:

- a) złożenia oświadczenia o operacji zgodnej ze scenariuszem standardowym (STS) lub krajowym scenariuszem standardowym (NSTS);
 - b) otrzymania zezwolenia na operacje w kategorii szczególnej;
 - c) uzyskania certyfikatu ULC.
- **Kategoria Certyfikowana** - jest kategorią o wysokim ryzyku, operacje wymagają certyfikacji BSP na podstawie rozporządzenia (UE) 2019/945. W stosownych przypadkach, jeżeli właściwy organ, w oparciu o ocenę ryzyka uzna to za konieczne może być również wymagana certyfikacja operatora oraz uzyskanie licencji przez pilota bezzałogowego statku powietrznego. Operacje klasyfikuje się w kategorii certyfikowanej wyłącznie wówczas, gdy spełnione są następujące warunki:
 - a) nad zgromadzeniami osób;
 - b) wiąże się z przewozem osób;
 - c) wiąże się ona z przewozem materiałów niebezpiecznych, które w razie wypadku mogą stanowić wysokie ryzyko dla osób trzecich.

Rejestracja Operatorów Systemów Bezzałogowych Statków Powietrznych

Rejestracji podlegają:

- Operatorzy SBSP, którzy wykonują operacje w kategorii „otwartej” dronami:
 - które mają MTOM od 250 g lub które w przypadku uderzenia mogą przekazać człowiekowi energię kinetyczną o wartości powyżej 80 dżuli;
 - które wyposażono w czujnik zdolny do zbierania danych osobowych (np. kamerę), chyba że dany statek powietrzny spełnia wymogi dyrektywy 2009/48/WE (zabawki).
- Operatorzy SBSP, jeżeli wykonują operację w kategorii „szczególnej” bez względu na masę drona.

Warunki rejestracji w systemie drony.ulc.gov.pl:

- Pilot musi mieć ukończone 16 lat.
- Operator rejestruje się w naszym systemie, jeżeli jego miejsce zamieszkania to Polska lub jest to jego główne miejsce prowadzenia działalności.
- Operatorzy SBSP, którzy są zarejestrowani w innym kraju UE lub EFTA i chcą przejść w Polsce szkolenie mogą założyć konto w systemie rejestracji operatorów podając swój numer operatora z innego kraju UE lub EFTA.
- Operatorzy SBSP spoza UE i krajów EFTA mogą dokonać rejestracji w naszym systemie ULC (dotyczy to również Islandii i Szwajcarii), jeżeli zamierzają wykonać pierwszą operację w Polsce.
- Operator nie może być zarejestrowany w więcej niż jednym państwie członkowskim.

Szkolenia i Egzaminy

Każda osoba chcąca latać dronem o masie 250g lub więcej przed lotem musi przejść szkolenie online oraz zaliczyć test online potwierdzający zdobycie wymaganej wiedzy, są one bezpłatne i dostępne w systemie ULC. Kwalifikacje pilota są ważne przez 5 lat. Wyjątkiem są osoby posiadające ważne świadectwa kwalifikacji UAVO, nie muszą one przechodzić szkolenia, ale do 31 grudnia 2021 r. muszą dokonać konwersji świadectwa kwalifikacji UAVO.

Egzamin online składa się z 40 pytań wielokrotnego wyboru, warunkiem zaliczenia testu jest uzyskanie 75% poprawnych odpowiedzi.

Kompetencje dla kategorii otwartej:

- A1 i A3 – szkolenie i test online;
- A2 – szkolenie i test online, ukończenie szkolenia praktycznego w trybie samokształcenia, zaliczenie dodatkowego egzaminu teoretycznego prowadzonego przez wyznaczony podmiot.

Kompetencje dla kategorii szczególnej:

Thales Polska sp. z o.o.
ul. gen. Józefa Zajęczka 9, 01-518 Warszawa
tel.: +48 22 63 95 203
e: recepja@thalesgroup.com , www.thalesgroup.com

Piloci, którzy chcą latać w kategorii szczególnej, muszą przejść szkolenie oraz zdać egzamin przeprowadzony przez podmiot wyznaczony.

Strefy geograficzne i aplikacje do zgłaszania lotów

Instytucją uprawnioną do wyznaczania stref geograficznych jest Polska Agencja Żeglugi Powietrznej.

Każdy lot BSP w polskiej przestrzeni powietrznej powinien się odbyć po poinformowaniu PAŻP o zamiarze wykonania lotu za pośrednictwem systemu teleinformatycznego, określonego przez Agencję. Oznacza to, że każdy lot BSP należy poprzedzić zrobieniem check-inu w aplikacji DroneRadar.

Operator SBSP jest w pełni odpowiedzialny za wykonywaną operację i przed jej wykonaniem musi sprawdzić za pomocą aplikacji DroneRadar lub strony PAŻP dostępność przestrzeni powietrznej (podając parametry planowanego lotu). W niektórych przypadkach może być wymagana zgoda zarządzającego daną przestrzenią powietrzną (lub miejscem).

Ubezpieczenie

Obecnie ubezpieczenie OC operatorów BSP, posiadających drony o masie poniżej 20 kg, jest dobrowolne. ULC zaleca, aby każdy operator posiadał ubezpieczenie.

W zakresie treści rozporządzenia wyłączającego, można wskazać jeszcze trzy znaczące rygory jakie wprowadza:⁴⁴

- Wymóg zapewnienia w każdej fazie lotu bezpiecznej odległości poziomej od osób, mienia, pojazdów, obiektów budowlanych lub innych użytkowników przestrzeni

⁴⁴ Piotr Rutkowski, Maciej Zych, Sławomir Kosieliński, Tomasz Drozdowski, Zastosowanie usług świadczonych z wykorzystaniem bezałogowych statków powietrznych (usługi BSP) dla wzrostu skuteczności i efektywności oraz jakości świadczenia usług publicznych przez samorząd terytorialny, Opracowanie wykonane na zlecenie Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii w ramach umowy nr DIN/BDG-VIII-POIR-4/18, Warszawa kwiecień 2018.

powietrznej, niebędących w dyspozycji lub pod kontrolą operatora (pkt 4.1.3 rozporządzenia). Wymóg zachowania „bezpiecznej” odległości poziomej oznacza teoretycznie, że nie wolno przelatywać dronem bezpośrednio ponad osobami, mieniem, pojazdami lub obiektami budowlanymi, co może w szczególności ograniczać funkcje inspekcyjne dronów.

- Ograniczenia wykonywania lotów w szczególnych strefach przestrzeni powietrznej, zwłaszcza w strefie kontrolowanej lotniska cywilnego (CTR) i wojskowego (MCTR) oraz strefie ruchu lotniskowego lotniska cywilnego (ATZ) i wojskowego (MATZ). W wypadku lotów w strefie CTR może się to odbywać wyłącznie na warunkach określonych przez instytucję, zapewniającą służby ruchu lotniczego, natomiast w wypadku stref ATZ, MCTR oraz MATZ wymaga to zgody zarządzających daną strefą i może się odbywać tylko na ustalonych przez nich warunkach.

Ograniczenie to ma szczególne znaczenie dla stref CTR, mających charakter trwały (w odróżnieniu od ATZ i MATZ, aktywowanych na wniosek i w praktyce przez większość czasu nieaktywnych), a ze względu na lokalizację lotnisk publicznych w Polsce obejmują istotną część obszaru największych i dużych polskich miast; w niektórych wypadkach prawie całość, poza obrzeżami. Problem ten dotyczy Warszawy, Krakowa, Łodzi, Wrocławia, Gdańska (Gdynia jest natomiast w strefie MCTR), Poznania, Lublina, Bydgoszczy czy Radomia. Loty bez wydawania osobnych warunków w strefie CTR są możliwe dronami o maksymalnej masie do 25 kg, w odległości większej niż 6 km od granicy lotniska, do maksymalnej wysokości 100 metrów nad ziemią. Dla porządku należy dodać, że w wypadku maszyn miniaturowych, o masie startowej do 0,6 kg, loty można wykonywać bez wydawania warunków poza promieniem 1 km od lotniska, w odległości 100 metrów od operatora i nie więcej niż 30 metrów ponad najwyższą przeszkodą.

Ograniczenie lotów dronami nad terenami zamkniętymi w rozumieniu art. 2 pkt 9 prawa geodezyjnego i kartograficznego oraz lotów nad obszarami, obiektami i urządzeniami określonymi w art. 5 ust. 1 i 2 ustawy z 22 sierpnia 1997 r. o ochronie osób i mienia. Mogą one być wykonywane tylko za zgodą lub na potrzeby zarządzającego. Ograniczenie jest o tyle istotne, że katalog obszarów, obiektów i urządzeń, o które chodzi jest szeroki i zróżnicowany, obejmując obiekty należące do różnych gestorów. Obejmuje między innymi obiekty zakwalifikowane jako infrastruktura krytyczna, tj. porty morskie, banki, elektrownie, ciepłownie, ujęcia wody, wodociągi i oczyszczalnie ścieków, rurociągi, linie energetyczne i telekomunikacyjne, obiekty i urządzenia telekomunikacyjne, pocztowe, telewizyjne i radiowe, a nawet muzea i archiwa narodowe. Podejmowanie ustaleń w tej sytuacji bywa kłopotliwe, tym bardziej, że wykazy niektórych obiektów i przesłanki ich ochrony mogą być informacją niejawną.

Ochrona danych osobowych i prywatności

Ochrona danych osobowych i prywatności przy wykorzystywaniu dronów jest tematem szerokim i złożonym. Tym nie mniej jest przedmiotem rzeczowej debaty na forum unijnych jak i polskich organów zajmujących się tym obszarem prawa. Ze względu na ograniczony zakres niniejszego raportu, niemożliwe i niecelowe byłyby próby kompleksowego opisu tych zagadnień. Jednocześnie, jest to zagadnienie na tyle doniosłe w kontekście ograniczeń w użytkowaniu dronów, że nie może być zupełnie pominięte. Z tego powodu poniżej zarysowano najważniejsze problemy jakie generuje system ochrony danych osobowych z perspektywy potencjalnych zastosowań dronów w samorządzie.

Związek dronów z tematyką ochrony danych osobowych nie wynika bezpośrednio z faktu, że są to obiekty latające, ani z tego że są bezzałogowe. Jak wspomniano już wcześniej, bezzałogowe statki powietrzne są de facto tylko platformami dla innych urządzeń i to właśnie te dodatkowe urządzenia mają znaczenie z perspektywy ochrony prywatności, gdy

pozwalają na rejestrację danych, zwłaszcza zapisu dźwięku i obrazu. W tym sensie, ocena użycia dronów z perspektywy zasad ochrony danych osobowych ma wiele wspólnego z oceną w tych kategoriach tzw. monitoringu wizyjnego z użyciem kamer (CCTV).

Tym co odróżnia drony jest przede wszystkim ich elastyczność i łatwość użycia, pozwalająca na zbieranie danych różnego rodzaju w różnych, swobodnie wybieranych, obszarach. W połączeniu z nowoczesnymi algorytmami pozwalającymi na automatyczne filtrowanie, analizę i przetwarzanie danych, pozwala to na bardzo szybkie tworzenie zbiorów danych. Jednocześnie, mobilność dronów, odróżniająca je od kamer monitoringu stacjonarnego, a pozwalająca na obserwację ludzi także w sytuacjach prywatnych, sprawia, że te osoby mogą o tym nie wiedzieć.

Obecnie zasady ochrony danych osobowych na poziomie unijnym ujęte są w dyrektywie 95/46/WE z 24 października 1995 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w zakresie przetwarzania danych osobowych i swobodnego przepływu tych danych, a w prawie polskim implementuje je ustawa z dn. 29 sierpnia 1997 r. o ochronie danych osobowych (Dz. U. 2016.922 tj.; dalej jako „u.o.d.o.”). Stan ten ulega właśnie istotnej zmianie, wraz z wejściem w życie jednolitego rozporządzenia unijnego nr 2016/679 z 26 kwietnia 2016 r.⁴⁵ (dalej jako „RODO”) w dniu 25 maja 2018 r. Mimo głębokiego znaczenia tej zmiany, podstawowe założenia oraz instytucje systemu ochrony danych osobowych pozostaną bardzo podobne. Stąd, pokrótce opisane zostaną łącznie obydwa stany prawne.

W kontekście wykorzystania bezzałogowców dla realizacji zadań przez samorząd, największe znaczenie ma przesłanka niezbędności dla wykonania zadania realizowanego w interesie publicznym lub w ramach sprawowania władzy publicznej powierzonej administratorowi (art. 6 ust. 1 lit. e RODO oraz art. 23 ust. 1 pkt 4 u.o.d.o.). Podstawa ta sformułowana jest nieco szerzej od przesłanki wykonania obowiązku prawnego (art. 6 ust. 1 lit. c RODO i art. 23

⁴⁵ Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2016/679 z dnia 27 kwietnia 2016 r. w sprawie ochrony osób fizycznych w związku z przetwarzaniem danych osobowych i w sprawie swobodnego przepływu takich danych oraz uchylenia dyrektywy 95/46/WE (ogólne rozporządzenie o ochronie danych).

ust. 1 pkt 2 u.o.d.o.), nie wymagając powiązania z konkretnym obowiązkiem i wydaje się kompatybilna z ustawowym katalogiem (dość szeroko zarysowanych) zadań własnych poszczególnych szczebli samorządu.

Korzystanie z możliwości gromadzenia informacji oraz szerokiego monitoringu jakie dają technologie bezzałogowe stwarza ryzyko naruszenia prawa do prywatności także poza kontekstem ochrony danych osobowych. Ze względu na wielość i zróżnicowanie form ochrony prawnej prywatności, a także ograniczone ramy tego opracowania, nie sposób odnieść się do wszystkich z nich. W oparciu o art. 31 ust. 3 Konstytucji RP można powiedzieć tylko ogólnie i to z zastrzeżeniem, że jest to spore uproszczenie, że w każdym wypadku ingerencja władz publicznych (w tym samorządu) w sferę prywatności jednostek musi mieć wyraźną podstawę w ustawie i być ograniczona do ram wyznaczonych przez to umocowanie ustawowe, zwykle przez kryterium celu jaki ma zostać przez władzę w efekcie ingerencji zrealizowany.

Jest to aspekt eksploatacji dornów obecnie jeszcze nie w pełni, jak się wydaje, doceniany, którego świadomość i praktyczna doniosłość będzie prawdopodobnie rosła wraz ze wzrostem natężenia ruchu bezzałogowców. Może także stać się nagle tematem dyskusji jako argument obronny obywateli w razie prób wykorzystania dornów przez władze publiczne dla kontroli spełniania różnego rodzaju obowiązków (np. podatkowych czy związanych z przeznaczeniem gruntu). Stąd temat ten wymaga osobnego omówienia w potrzebnym zakresie.

Rozwiązaniem problemu legalności przelotów dornami przez przestrzeń powietrzną mieszczącą się w granicach przestrzennych własności nieruchomości, jest w pewnym stopniu art. 119 ust. 1 prawa lotniczego. Zgodnie z jego treścią: Polska przestrzeń powietrzna jest dostępna na równych prawach dla wszystkich jej użytkowników, a swoboda lotów w niej cywilnych statków powietrznych może być ograniczona wyłącznie na podstawie wyraźnego upoważnienia Prawa lotniczego, przy zachowaniu przepisów innych ustaw i wiążących

Rzeczpospolitą Polską umów międzynarodowych, w tym uchwał organizacji międzynarodowych. Tym samym, prawo lotnicze nadaje przestrzeni powietrznej w Polsce charakter dobra publicznego na potrzeby lotnictwa cywilnego, tzn. przyznaje w sposób powszechny prawo do korzystania z niej dla żeglugi powietrznej. W ten sposób, status prawny przestrzeni powietrznej jest w pewnym stopniu analogiczny do statusu publicznych wód śródlądowych, morskich wód wewnętrznych oraz wód morza terytorialnego (art. 32 ust. 1 ustawy z 20 lipca 2017 r. - prawo wodne³², Dz. U. 2017.1566), czy dróg publicznych (art. 1 ust. 1 ustawy z dn. 21 marca 1985 r. o drogach publicznych³³, Dz. U. 2017.2222 tj.), chociaż różni się tym, że dotyczy przestrzeni nad wszystkimi nieruchomościami, a nie tylko należącymi do państwa.

Taki mechanizm prawny jest konieczny aby umożliwić niezaburzone funkcjonowanie lotnictwa cywilnego, w przeciwnym razie właściciel każdej posesji nad którą przelatuje statek powietrzny (a zwłaszcza właściciele działek blisko lotniska, gdzie lot jest stosunkowo niski) mieliby prawo żądać zakazania naruszeń ich własności lotami choćby w drodze tzw. powództwa negatoryjnego (art. 222 § 2 k.c.).

Ponieważ w świetle prawa lotniczego dorny stanowią statki powietrzne i ponoszą zatem, co do zasady, wszystkie konsekwencje prawne takiego statusu, należy przyjąć, że art. 119 ust. 1 prawa lotniczego stanowi zasadniczo podstawę prawną dla wykonywania lotów dornymi nad prywatnymi posesjami. Oczywiście, wylądowanie, upadek lub zrzut przedmiotów czy płynów na teren nieruchomości wykracza poza to uprawnienie i narusza prawo własności.

Powyższy wniosek trzeba także opatrzyć poważniejszym zastrzeżeniem. Pomimo, że art. 119 ust. 1 prawa lotniczego nie ogranicza swojego zastosowania do przestrzeni powyżej określonej wysokości ani do konkretnych form lotnictwa cywilnego, można wątpić czy pozwala on na zupełnie dowolne korzystanie z przestrzeni nad prywatnymi posesjami, zwłaszcza gdy będzie używana w sposób inny niż jako część trasy przez który ma nastąpić lot, czyli przemieszczenie między dwoma (lub więcej) punktami. Jak wyżej wspomniano, celem

realizowanym przez art. 119 ust. 1 jest bowiem umożliwienie funkcjonowania tak pojętego lotnictwa cywilnego.

Szczególne wątpliwości wzbudzać może więc pytanie, czy przepis uprawnia do długotrwałego „zawisania” na bardzo niskich wysokościach (kilku - kilkunastu metrów) nad powierzchnią posesji (zwłaszcza zabudowanej budynkiem mieszkalnym) lub też wykonywania długotrwałych albo bardzo częstych lotów w granicach działki na takich wysokościach. Ponieważ w takiej sytuacji UAV korzystałby z przestrzeni powietrznej nad cudzą działką nie jak z fragmentu trasy lotu, tylko jako jej punkt docelowy, istnieje realne ryzyko, że w razie sporu sądowego na tym tle, takie zachowanie zostałoby potraktowane jako naruszenie prawa własności, a być może nawet jako przestępstwo zakłócenia miru domowego (art. 193 k.k.). Jest to szczególnie prawdopodobne w wypadku działek, co do których właściciel uzewnętrznił swoją wolę zamknięcia ich na dostęp osób trzecich, np. poprzez ogrodzenie lub ustawienie tabliczek znamionowych.

Z tych powodów z ostrożności należałoby przyjmować, że loty nad prywatnymi posesjami są swobodnie dopuszczalne wtedy, gdy mają charakter niedługiego przelotu jako części trasy drona, zwłaszcza na większej wysokości, a więc – z perspektywy zadań samorządu – zwłaszcza na potrzeby sporządzania map oraz zapewne wielu form monitoringu. Jednakże tam gdzie wykonanie zadania wymaga przebywania drona nad posesją przez dłuższy okres i/lub gdy jest to połączone z fizycznym zbliżeniem się do poziomu ziemi lub obiektów (np. budynków) zlokalizowanych na nieruchomości, rekomenduje się wykonywanie takich funkcji wtedy gdy przepis ustawy nadaje organom prawo wstępu na nieruchomość.

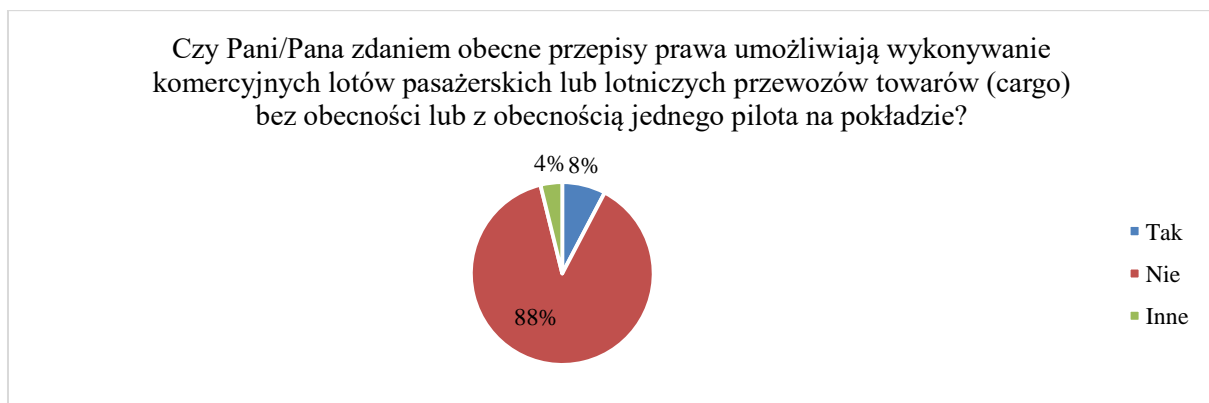
Przykładowo oferowany w branży bezzałogowców sposób egzekwowania zakazów, dotyczących spalania określonych paliw w piecach przydomowych poprzez badanie składu dymu kominowego, wymaga aby dorn zawisł na dłuższą chwilę bardzo blisko dachu budynku. Jest to więc sytuacja stwarzająca pewne ryzyko uznania za naruszenie prawa własności. Jednakże art. 379 ust. 3 pkt 1) ustawy – prawo ochrony środowiska przyznaje organom

samorządu (oraz upoważnionym pracownikom) prawo wstępu (wraz z niezbędnym sprzętem i rzeczoznawcami) na nieruchomości w ramach prowadzonej kontroli. Norma ta wystarcza dla wykluczenia wspomnianego ryzyka.

Prezentacja wyników badań

W przeprowadzonej ankiecie zdecydowana większość respondentów wykazała, że na obecną chwilę nie istnieją jeszcze uwarunkowania prawne umożliwiające możliwości do wykonywania lotów bez obecności i z obecnością jednego pilota na pokładzie. Ponadto respondenci wskazali, że przeszkodą w popularyzacji tego rodzaju lotów będą prawne aspekty odpowiedzialności wynikającej z niepożądanych zdarzeń, co może być znaczącą barierą wdrożenia takich rozwiązań.

Zapytano respondentów o to, czy obecne przepisy prawa umożliwiają wykonywanie komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarów (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie – rysunek 8.

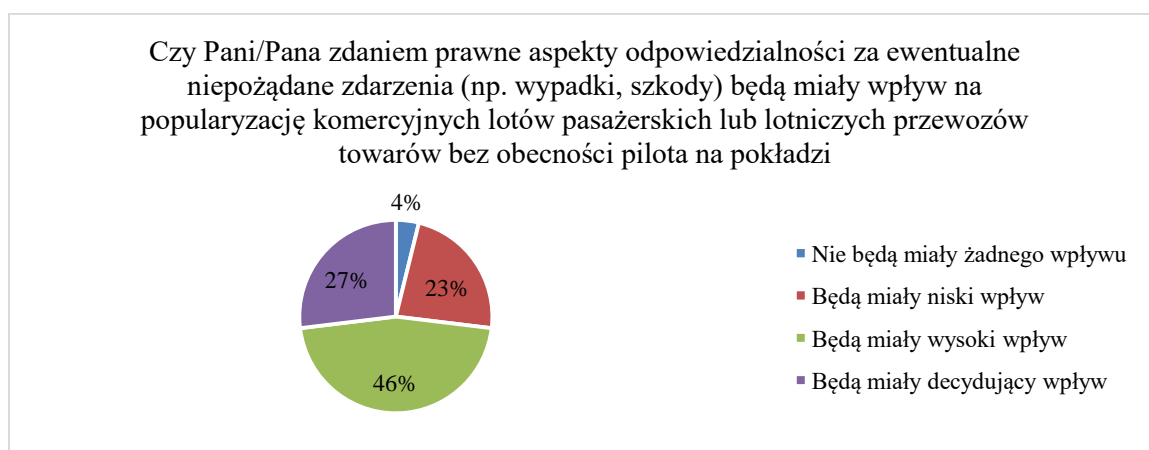


Rysunek 46. Istnienie przepisów prawa umożliwiających loty bezpilotowe i z jednym pilotem

Źródło: opracowanie własne.

Jedynie 8% respondentów uważa, że aktualnie obowiązujące przepisy prawa umożliwiają wykonywanie komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarów (cargo) bez obecności pilota lub z obecnością jednego pilota na pokładzie. Odmiennego zdania jest natomiast 88% badanych.

Kolejne pytanie dotyczyło prawnych aspektów odpowiedzialności za ewentualne niepożądane zdarzenia (np. wypadki, szkody) oraz ich wpływu na popularyzację komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarów bez obecności pilota na pokładzie – rysunek 9.



Rysunek 47. Odpowiedzialność prawna w aspekcie koncepcji lotów bezpilotowych i z jednym pilotem
Źródło: opracowanie własne.

46% respondentów uważa, że prawne aspekty odpowiedzialności za ewentualne niepożądane zdarzenia (np. wypadki, szkody) będą miały wysoki wpływ na popularyzację komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarów bez obecności pilota na pokładzie. 27% badanych uważa nawet, że będzie to wpływ decydujący. 23% ankietowanych wskazało natomiast, że wpływ ten będzie niski, natomiast 4%, że prawne aspekty odpowiedzialności za ewentualne niepożądane zdarzenia (np. wypadki, szkody) nie będą miały wpływu na popularyzację komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarów bez obecności pilota na pokładzie.

Podsumowanie - aspekty prawne

Analiza czynników prawnych wskazała na wiele czynników negatywnie wpływających na popularyzację komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarów bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie. Niezależnie od wielkości statków i rodzaju

wykonywanych usług nie jest wciąż rozwiązana sprawa prawnych uregulowań, co wskazują także respondenci. Co prawda odbywają się już loty tego rodzaju, jednak mają one charakter testowy i wykonywane są w warunkach szczególnego nadzoru, co zmniejsza ryzyko prawne. Można wnioskować, że do uzyskania właściwego środowiska prawnego niezbędna jest propozycja organizacji tego rodzaju lotów wśród wszystkich uczestników tego procesu, tj. poczynając od:

- przewoźnika w sytuacji bez obecności pilota na pokładzie zapewnienie nadzoru nad parametrami lotu statku powietrznego, opracowanie właściwych procedur umożliwiających reagowanie w zakresie niepożądanych, co przedkłada się na konieczność zapewnienia właściwego personelu obsługi, jego nadzoru podczas kołowania, startu, lotu, lądowania i obsługi naziemnej;
- lotniska w sytuacji bez obecności pilota na pokładzie zapewnienie procedur obsługi naziemnej statku powietrznego w zakresie kołowania, obsługi technicznej i logistycznej;
- nadzoru ruchu powietrznego w sytuacji bez obecności pilota konieczności łączności z obsługą statku w celu korekty parametrów lotu, działania w sytuacjach niezaplanowanych.
- obsługi naziemnej w sytuacji bez obecności pilota zapewnienie bieżącej korekty manewrów na płycie, przekazania i odbioru maszyny po i do startu.

Sytuację prawną w zakresie redukcji personelu latającego (pilotów) ograniczając do jednego pilota może diametralnie zmienić podejście do rozwoju lotów autonomicznych. Faktem jest, że obecne loty pomimo pełnej obsady pilotów odbywają się w większości z udziałem nowoczesnej techniki. Jednak liczba personelu nie ulega zmianie z uwagi na istniejące ograniczenia prawne.

Analiza obszaru wdrożenia koncepcji autonomicznych pojazdów, czy to samochodowych, kolejowych, czy też powietrznych wskazuje na opór w zakresie ich wdrożenia. Pomimo wielu podjętych i zakończonych pomyślnie prób oraz zapowiedzi wdrożenia, np. autonomicznego pojazdu w dalszym ciągu koncepcja nie została wdrożona. Wciąż budzą się problemy

związane z odpowiedzialnością prawną związaną z decydowaniem podczas sterowania pojazdem.

Pomimo licznych zmian i postępującej akceptacji społecznej na mniejsze dorny powietrzne wciąż temat ten budzi wiele kontrowersji. Przedstawione aspekty, chociażby ochrony danych osobowych, czy spraw związanych z własności nieruchomości wciąż są analizowane i dostosowywane do istniejących potrzeb. Pomimo zwiększającej się skali wykorzystania dornów w celu zapewnienia bezpieczeństwa wciąż czynnik społeczny zmniejsza popularyzację wprowadzenia autonomicznych rozwiązań na większą skalę.

Czynniki ekonomiczne redukcji personelu lotniczego w realizacji komercyjnych przewozów pasażerskich oraz cargo przy wykonywaniu bezzałogowych oraz z jednym pilotem statków powietrznych

Poza technologiczną, społeczną oraz regulacyjną akceptowalnością jedno-pilotowej załogi istotne znaczenie będzie mieć także korzystne rozwiązanie wyzwań organizacyjnych, w tym pilotów oraz personelu naziemnego i koniecznych szkoleń.

W funkcjonującym obecnie systemie kwalifikacji pilotów proces ten jest długotrwały i wymagający okresowych weryfikacji co ma istotny wpływ na ekonomię przewoźników. Dążąc do zmniejszenia kosztów szkolenia pilotów, w aspekcie koncepcji jednego pilota, rola drugiego pilota przestałaby istnieć i dlatego pojawia się pytanie, w jaki sposób pojedynczy piloci zdobędą niezbędne doświadczenie, aby bezpiecznie działać jako kapitan i jakie byłyby potrzebne zmiany w szkoleniu i jak one wpływałyby na czas a przede wszystkim koszty szkolenia.

Koncepcja zmierzająca do zastosowania bezzałogowych statków powietrznych w komercyjnych przewozach pasażerskich i towarowych wydaje się być atrakcyjną z punktu widzenia redukcji kosztów zatrudnienia- likwidacja stanowiska pilota równa się likwidacją kosztów szkoleń i zatrudnienia. Jednak taki wniosek wydaje się być nieuzasadniony z punktu widzenia organizacji lotów. Upraszczając, likwidacja obecności pilota na pokładzie będzie wymuszać w aspekcie bezpieczeństwa organizację nadzoru lotu autonomicznego statku. Takie działanie wymusza budowę po stronie przewoźnika centrów operacyjnych, w którym wyspecjalizowany personel będzie nadzorował zdalnie swoją flotę a w sytuacjach tego wymagających przejęcia „sterów” statku. Takie działanie wymaga wnikliwej analizy ekonomicznej bieżących i zmieniających się wraz z udoskonaleniem techniki lotów autonomicznych, ale i równocześnie nie wyeliminuje w pełni kosztów dot. czynnika ludzkiego, m.in. zatrudnienia, szkolenia.

Poniżej przedstawiono wyniki symulacji na poziomie mikro polegające na oszacowaniu hipotetycznych efektów wprowadzenia jednoosobowej załogi oraz systemu bezpilotowego dla operacji linii lotniczych na przykładzie kilku wybranych linii, reprezentujących odmienne strategie biznesowe, tj. incumbents: British Airways, Air-France KLM, Lufthansa; Low cost carriers - Raynair; Long haul carrier: Emirates oraz PLL LOT jako przewoźnika narodowego. Dla każdej z tych linii zagregowany podstawowe dane istotne do analizy, zawarte w poniższej tabeli 4.

Tabela 4. Podstawowe dane operacyjne wybranych linii lotniczych

Linia	Liczba pilotów	Rok
British Airways	4 500	średnia 2021/20
Raynair	5 170	średnia 2021/20
Air-France-KLM	4 000	średnia 2021/20
Lufthansa	5 000	średnia 2021/20
Emirates	4 000	średnia 2021/20
LOT	600	2020 (ostatnie dostępne)

Źródło: opracowanie własne

W poniższej tabeli 5 zawarto podstawowe dane finansowe dla poszczególnych linii. Zważywszy, że 2021 i 2022 były latami szczególnymi z uwagi na COVID-19, w poszczególnych latach miały miejsce istotne różnice, w rezultacie przedstawiono dane średnie, za wyjątkiem PLL LOT, który nie publikuje danych finansowych. Dla PLL LOT wykorzystano dane dostępne w prasie za rok 2020. Pomimo uśrednienia wszystkie linie operowały na stracie.

Tabela 5. Podstawowe dane operacyjne wybranych linii lotniczych

Linia	Koszty płac (mln \$)	Zysk brutto (mln \$)	Zysk netto (mln \$)	Rok
British Airways	2 159	(4 255)	(3 475)	średnia 2021/20
Raynair	932	(258)	(216)	średnia 2021/20
Air-France-KLM	6 281	(6 199)	(6 135)	średnia 2021/20

Lufthansa	2 729	(1 041)	(1 823)	średnia 2021/20
Emirates	13 311	(3 230)	(3 140)	średnia 2021/20
LOT	49	(309)	(278)	2020

Źródło: opracowanie własne

W dalszej analizie wyliczono oszczędności jakie wiązałyby się dla poszczególnych linii lotniczych przy wprowadzeniu systemu z 1 pilotem (o wyższych kwalifikacjach niż obecny 2 pilot, ale niższych niż obecny kapitan załogi) oraz systemu bezpilotowego. Ważną uwagą jaka się nasuwa jest taka, że w przypadku zwłaszcza systemu autonomicznego, jego wdrożenie wiązałoby się z dodatkowymi kosztami szkoleń załogi naziemnej oraz kosztami amortyzacji nowego sprzętu - tych na chwilę obecną nie da się wyliczyć ponieważ na chwilę obecną takie systemy jeszcze nie funkcjonują. Przyjęto koszt roczny 1 pilota jako nieco powyżej 100 tys. USD rocznie, drugiego połowę tej kwoty. W przypadku systemu z 1 pilotem przyjęto koszt poniżej 80 tys. USD. Poniższa tabela 6 zawiera szacunki plac pilotów dla wybranych linii w aktualnie obowiązującym systemie, systemie z 1 pilotem i systemie bezpilotowym.

Tabela 6. Koszty plac pilotów w 3 systemach

Linia (dane w mln \$)	System aktualny	System z 1 pilotem	System bezpilotowy
British Airways	351	176	-
Raynair	403	202	-
Air-France-KLM	312	156	-
Lufthansa	390	195	-
Emirates	312	156	-
LOT	47	23	-

Źródło: opracowanie własne

Kolejna tabela zawiera wyliczenie wskaźnika 3 alternatywnych systemów w stosunku do całkowitych kosztów wynagrodzeń. Przeciętnie obecnie 29% kosztów wynagrodzeń stanowią wynagrodzenia pilotów. System z 1 pilotem zmniejszyłby wskaźnik do 15%.

Tabela 7. Koszty płac pilotów w stosunku do całkowitych kosztów wynagrodzeń

Linia (dane w mln \$)	System aktualny	System z 1 pilotem	System bezpilotowy
British Airways	16%	8%	0%
Raynair	43%	22%	0%
Air-France-KLM	5%	2%	0%
Lufthansa	14%	7%	0%
Emirates	2%	1%	0%
LOT	96%	48%	0%
Średnio	29%	15%	0%

Źródło: opracowanie własne

Poniższa tabela 8 zawiera wyliczenie oszczędności dla wybranych linii z tytułu wprowadzenia systemu z 1 pilotem i systemu bezpilotowego.

Tabela 8. Całkowite oszczędności dla wybranych linii lotniczych z tytułu zmiany systemu pilotażu

Linia (dane w mln \$)	System z 1 pilotem	System bezpilotowy
British Airways	176	351
Raynair	202	403
Air-France-KLM	156	312
Lufthansa	195	390
Emirates	156	312
LOT	23	47
Średnio	176	351

Źródło: opracowanie własne

Oszczędności te reprezentują różne przedziały procentowe w zależności od linii lotniczej, na co ma wpływ ogólna efektywność kosztowa danej linii.

Wyniki symulacji efektów ekonomicznych redukcji personelu lotniczego w systemie z 1 pilotem i systemie bezpilotowym w ujęciu syntetycznym

Dla syntetycznego zobrazowania rozmiaru efektu ekonomicznego dla danej linii lotniczej, wyliczono NPV oszczędności w okresie 10 lat i zdyskontowano kosztem kapitału dla danej linii lotniczej. Stopy dyskonta przedstawia tabela 9.

Tabela 9. Szacunek stóp dyskonta

Linia	Risk free rate	Beta	ERP	Stopa dyskonta
British Airways	2,2%	1,58	5,4%	10,7%
Raynair	1,8%	1,58	5,9%	11,1%
Air-France-KLM	1,8%	1,58	5,2%	10,0%
Lufthansa	1,2%	1,58	4,2%	7,8%
Emirates	3,0%	1,58	5,2%	11,2%
LOT	6,7%	1,58	5,9%	16,0%
Źródło:	investing.com	Damodaran	Damodaran	

Źródło: opracowanie własne

Otrzymane wartości NPV odniesiono do bieżącej wartości rynkowej przedsiębiorstw, przedstawionej w poniższej tabeli 10.

Tabela 10. Bieżąca wartość rynkowa linii lotniczych

Linia	mln \$	Uwagi
British Airways	5 640	Kapitalizacja giełdowa
Raynair	14 070	Kapitalizacja giełdowa
Air-France-KLM	3 280	Kapitalizacja giełdowa
Lufthansa	7 400	Kapitalizacja giełdowa
Emirates	1 778	Wartość księgową (spółka prywatna)
LOT	159	Wartość księgową (spółka państwowa)

Źródło: opracowanie własne

Tabela 11. Szacunek NPV oszczędności dla wybranych linii lotniczych z tytułu zmiany systemu pilotażu w okresie 10-lat

Linia	System z 1 pilotem	System bezpilotowy
British Airways	1 047	2 094
Raynair	1 181	2 363
Air-France-KLM	958	1 916
Lufthansa	1 318	2 636
Emirates	910	1 821
LOT	113	226

Źródło: opracowanie własne

Jak widać z poniższej analizy, odnosząc NPV korzyści z redukcji personelu latającego w dwóch systemach do bieżącej wartości rynkowej wybranych przewoźników lotniczych, są one znaczące, ale też bardzo zróżnicowane. W dużych o efektywnych kosztowo liniach, takich jak Rayanair są one najmniejsze, wysokie są wśród grupy linii lotniczych o zastanej pozycji (incumbents), jak na przykład w Air France KLM oraz liniach długodystansowych typu Emirates. Nasuwa się jednak uwaga, że w przypadku Emirates oraz PLL LOT brak wyceny rynkowej przedsiębiorstwa na giełdzie prawdopodobnie zawyża ten wskaźnik.

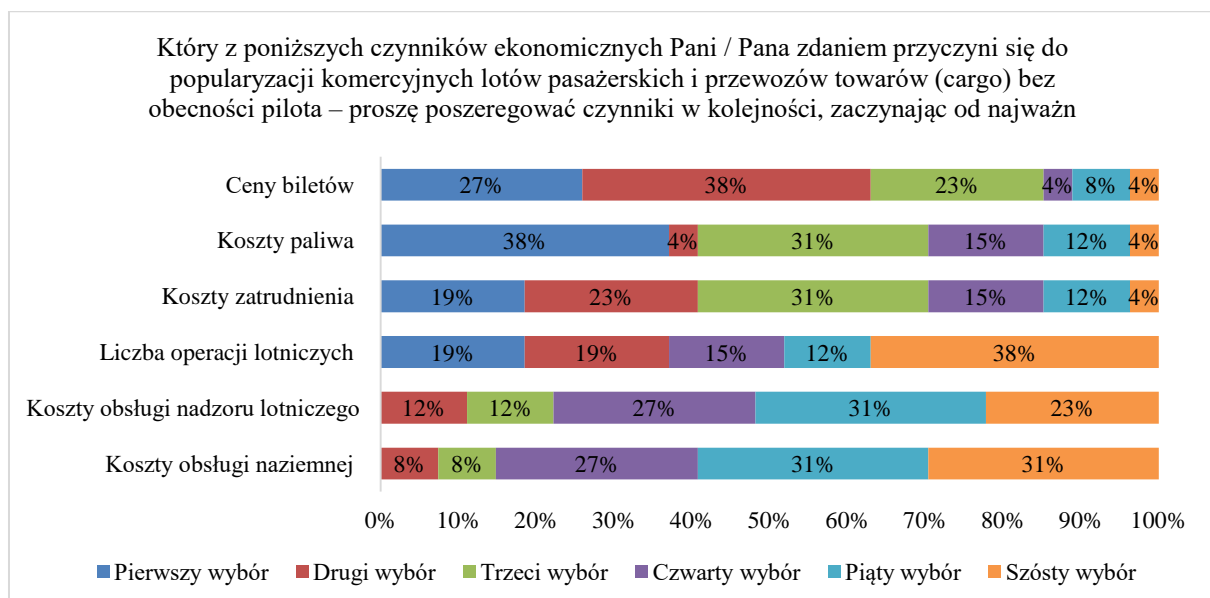
Tabela 12. Szacunek NPV oszczędności dla wybranych linii lotniczych z tytułu zmiany systemu pilotażu w okresie 10-lat względem bieżącej wartości rynkowej przedsiębiorstw

Linia	System z 1 pilotem	System bezpilotowy
British Airways	19%	37%
Raynair	8%	17%
Air-France-KLM	29%	58%
Lufthansa	18%	36%
Emirates	51%	102%
LOT	71%	142%

Źródło: opracowanie własne

Prezentacja wyników badań

W przeprowadzonej ankiecie respondenci wykazali, istotność poszczególnych czynników ekonomicznych mogących mieć wpływ na popularyzację lotów bez obecności i z obecnością jednego pilota na pokładzie. Czynniki te zostały uszeregowane wskazanych czynników ekonomicznych mogących przyczynić się do popularyzacji komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarów (cargo) bez obecności pilota w kolejności od najważniejszego – rysunek 8.

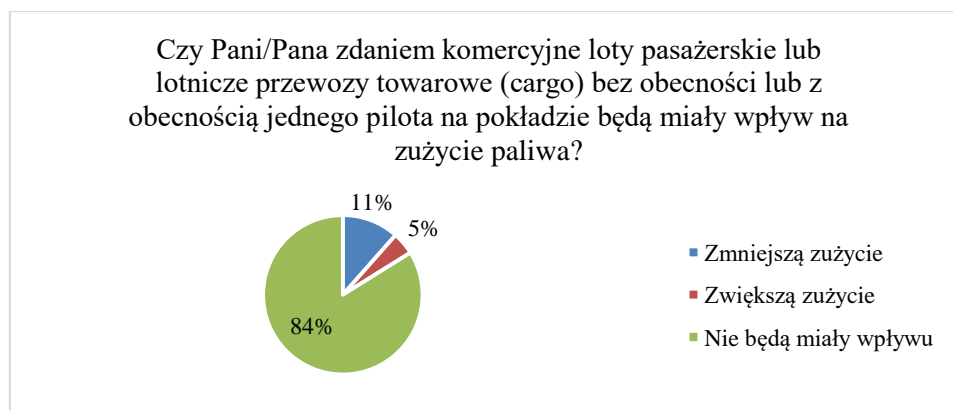


Rysunek 48. Istotność czynników ekonomicznych popularyzacji komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarów (cargo) bez obecności pilota.

Źródło: opracowanie własne.

Jako najważniejsze czynniki ekonomiczne przyczyniające się do popularyzacji komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarów (cargo) bez obecności pilota respondenci wskazali w pierwszej kolejności koszty paliwa (38%) oraz ceny biletów (27%). Czynniki w najmniejszym stopniu oddziałujące na popularyzację wskazanych lotów, zdaniem respondentów to liczba operacji lotniczych (38% - ostatni wybór) oraz koszty obsługi naziemnej (31% - ostatni wybór).

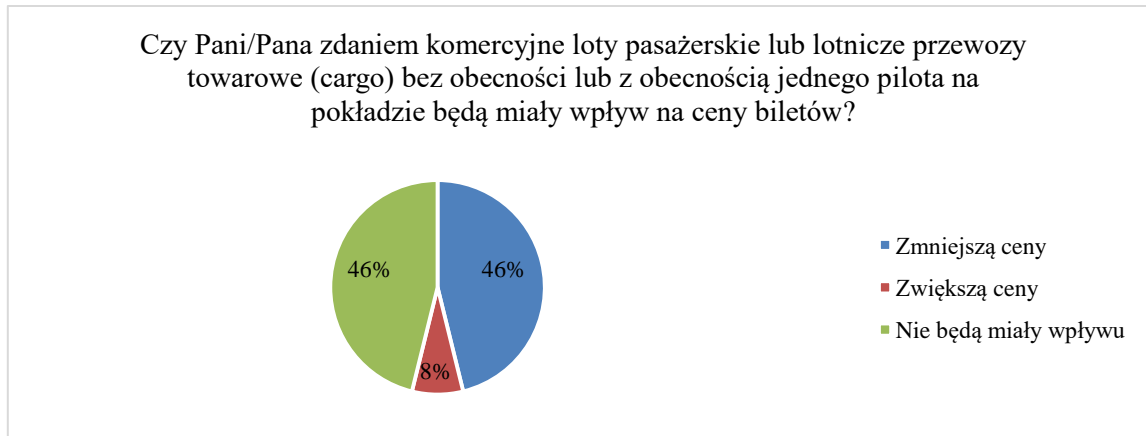
W pierwszej kolejności zapytano badanych o wpływ komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarowych (cargo) bez obecności pilota lub z udziałem tylko jednego pilota na zużycie paliwa – rysunek 9.



Rysunek 49. Koszty paliwa w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem na pokładzie
Źródło: opracowanie własne.

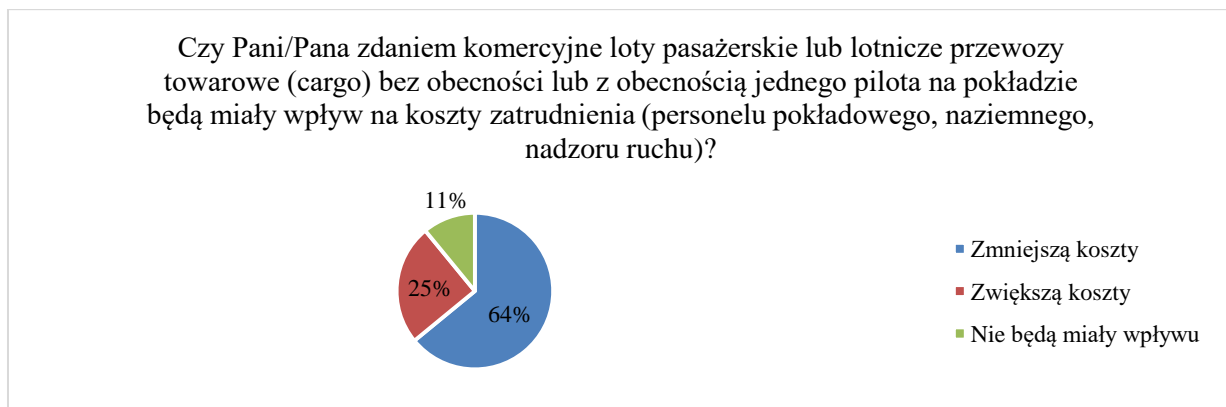
Aż 84% badanych uważa, że przedmiotowe loty nie będą miały wpływu na zużycie paliwa. 11% respondentów jest zdania, że loty te zmniejszą zużycie paliwa. Odmiennego zdania jest 5% badanych.

Odnosząc się do wpływu komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarowych (cargo) bez obecności pilota lub z udziałem tylko jednego pilota na ceny biletów (rysunek 10), 46% badanych uważa, że działania te zmniejszą ceny lub nie będą miały wpływu na ceny biletów. Jedynie 8% badanych jest zdania, że przedmiotowe działania będą przyczyną wzrostu cen biletów.



Rysunek 50. Ceny biletów w aspekcie koncepcji bezzałogowych i z obecnością jednego pilota na pokładzie
Źródło: opracowanie własne.

Kolejne pytanie dotyczyło wpływu komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarowych (cargo) bez obecności pilota lub z udziałem tylko jednego pilota na koszty zatrudnienia (personelu pokładowego, naziemnego oraz nadzoru ruchu) – rysunek 11.



Rysunek 51. Koszty zatrudnienia w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i jednym pilotem na pokładzie
Źródło: opracowanie własne.

64% ankietowanych jest zdania, że przedmiotowe działania zmniejszą koszty zatrudnienia. Odmiennego zdania jest 25% badanych. Z kolei 11% respondentów uważa, że komercyjne loty pasażerskie lub lotnicze przewozy towarowe (cargo) bez obecności pilota lub z udziałem tylko jednego pilota nie będą miały wpływu na koszty zatrudnienia.

Kolejne pytanie dotyczyło kosztów obsługi naziemnej.

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie lub lotnicze przewozy towarowe (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie będą miały wpływ na koszty obsługi naziemnej?



Rysunek 52. Koszty obsługi naziemnej w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem
Źródło: opracowanie własne.

62% badanych uważa, że komercyjne loty pasażerskie lub lotnicze przewozy towarowe (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie nie będą miały wpływu na koszty obsługi naziemnej (wykres 42). Po 19% respondentów jest natomiast zdania, że działania takie zwiększą lub zmniejszą koszty obsługi naziemnej.

Następnie ustalono wpływ komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarowych (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie na liczbę operacji lotniczych - rysunek 13.

Czy Pani/Pana zdaniem komercyjne loty pasażerskie lub lotnicze przewozy towarowe (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie będą miały wpływ na liczbę operacji lotniczych?

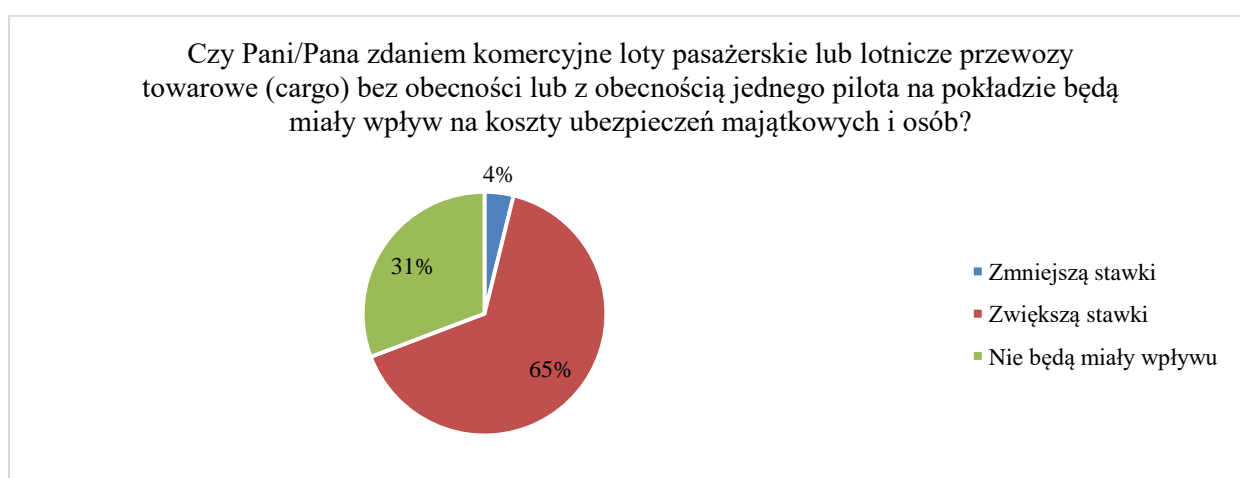


Rysunek 53. Liczba operacji lotniczych w koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem
Źródło: opracowanie własne.

62% badanych jest zdania, że komercyjne loty pasażerskie lub lotnicze przewozy towarowe (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie zwiększą liczbę operacji

lotniczych. Odmiennego zdania jest 11% badanych. 27% respondentów uważa natomiast, że nie będą miały one wpływu na liczbę operacji lotniczych.

Następnie zapytano o wpływ komercyjnych lotów pasażerskich lub lotniczych przewozów towarowych (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie na koszty ubezpieczeń majątkowych i osób – rysunek 14.



Rysunek 54. Koszty ubezpieczeń w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem

Źródło: opracowanie własne.

65% ankietowanych uważa, że komercyjne loty pasażerskie lub lotnicze przewozy towarowe (cargo) bez obecności lub z obecnością jednego pilota na pokładzie zwiększą stawki ubezpieczeń majątkowych i osób. Odmiennego zdania jest 4% badanych. 31% uważa natomiast, że działania te nie będą miały wpływu na stawki ubezpieczeń majątkowych i osób.

Podsumowanie – aspekty ekonomiczne

Czynniki ekonomiczne będą mieć znaczący wpływ na popularyzację komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarowych. Najistotniejszym czynnikiem, zdaniem respondentów ankiety, będą odgrywać ceny biletów i frachtu oraz kosztów paliwa, następnie koszty: zatrudnienia, obsługi nadzoru lotniczego i naziemnej.

Natomiast analiza szacunkowa koncepcji lotów bezałogowych i z jednym pilotem w dużych przedsiębiorstwach przewozowych (tabela 11) wskazuje, że redukcja kosztów wynosi 8% i 17% w przypadku przewoźnika Ryanair, a w przypadku linii o większym zasięgu, np. Air-France-KLM redukcja kosztów jest większa 29% i 58%.

Wiadomym jest że komercyjne loty oparte są na korzyściach płynących z działalności operacyjnej. Trudna sytuacja na rynku pracy wśród personelu pokładowego oraz obsługi nadzoru ruchu i naziemnej stwarza konieczność szukania alternatywnych rozwiązań. Z jednej strony brak personelu powoduje konieczność zastąpieniem go nową technologią powoduje niepokoje społeczne. Kolejną czynnikiem osłabiającym popularyzację tego rozwiązania jest czynnik prawny, który winien obejmować rozwiązania globalne. Rozwiązanie globalne pozwoli przewoźnikom opracować działalność operacyjną co z kolei przeniesie się na oszacowanie opłacalności przedsięwzięcia.

Podsumowanie wyników badań

Okres pandemii COVID-19 był trudny dla sektora przewozów lotniczych. Ograniczenia pracy przewozowej pozostawiły negatywne skutki odczuwalne po dziś dzień. Redukcja personelu latającego, obsługi naziemnej, ograniczona praca kontroli ruchu lotniczego zmusza do poszukiwania rozwiązań w szerokim spektrum umożliwiającym zastąpić występujące braki personelu.

Jednym z takich rozwiązań wydawać się może uruchomienie i wprowadzanie komercyjnych lotów pasażerskich i towarowych z ograniczoną do jednego pilota załogą, a dalej do uruchomienia w pełni autonomicznych lotów bezzałogowych. Analiza istniejących obecnie rozwiązań w aspektach: społecznym, technicznym i technologicznym, bezpieczeństwa, prawnym oraz ekonomicznym pozwala stwierdzić, że rozwiązania wprowadzenie tego typu rozwiązań pomimo wielu testów nie jest jeszcze taka bliska dla całej branży przewozów lotniczych. Potwierdzeniem tej tezy mogą być zaprezentowane wyniki badań ankietowych przeprowadzonych w ramach niniejszego badania. Wskazano, że pomimo możliwości technicznych i technologicznych komercyjne loty nie będą możliwe z uwagi na istniejące ograniczenia prawne w zakresie redukcji załogi do jednego pilota, co wydaje się bardziej blizszym rozwiązaniem niż loty bez obecności pilota na pokładzie.

Więcej problemów zdaje się stawiać rozwiązanie lotów bez obecności pilota na pokładzie. Analiza literatury wskazuje, że istnieje wiele ograniczeń poza prawnymi. Do takich można zaliczyć m.in. sprawa nadzoru parametrów lotu przez przewoźnika w czasie rzeczywistym, zarządzanie operacyjne lotami floty wśród przewoźników, manewrowania na płycie lotniska. Poza nimi tymi barierami należy także spojrzeć na proces szkolenia pilotów i zdobywania przez nich doświadczenia do samodzielnych lotów.

Jednocześnie należy zaznaczyć, że powyższe rozważania dotyczą perspektyw zmian dla statków powietrznych obsługujących większe odległości i realizujące przewozy dużej ilości pasażerów i towarów. W lepszej perspektywie przedstawia się rozwój floty, tzw. lokalnej operującej na mniejszych odległościach i oferującej mniejsze przewozy pasażerów i towarów. Obecne testowane rozwiązania pozwalają już na przewożenie w lotach autonomicznych pasażerów na odległość do 200 km. Statki takie jako pionowzloty z nowymi napędami elektrycznymi nie będą potrzebować dużych lądowisk do obsługi, co pozwoli na ich lokowanie w bliskim sąsiedztwie centrów logistycznych, zwiększyć operatywność transportu medycznego, jak i też pasażerskiego. Zatem wydaje się, że tego rodzaju transport na skalę lokalną będzie mieć znacznie większą szansę na wdrożenie niż przeniesienie tych rozwiązań na większą skalę – lotów międzynarodowych.

Literatura

Bibliografia:

1. Cobel-Tokarska. „Przestrzeń społeczna. Krótkie wykłady z socjologii”
2. Wpływ czynników społecznych na rynek pracy - <https://aniolowiekonsultingu.pl/wplyw-czynnikow-spoecznych-rynek-pracy/>[dostęp: 11.07.2022 r.]
1. Raport GUS, prognoza ludności na 2014-2050, https://stat.gov.pl/files/gfx/portalinformacyjny/pl/defaultaktualnosci/5469/1/5/1/prognoza_ludnosci_na_lata____2014_-_2050.pdf,[dostęp 11.07.2022 r.]
2. <https://biznes.newseria.pl/news/drony-realizuja-coraz,p324112633>
3. *Volocopter_Whitepaper_Singapore-Roadmap_Web-2 (2).pdf, 2019 r.*
4. *Volocopter_Whitepaper_Singapore-Roadmap_Web-2.pdf*
5. J.Lewitowicz, *Podstawy eksploatacji statków powietrznych*, Warszawa 2006.
6. Nogalski B. *Kultura organizacyjna, duch organizacji*, 1998, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu Organizacyjnego, Bydgoszcz
7. Zbiegień-Maciąg L. *Kultura w organizacji*, 1999, PWN, Warszawa
8. Sikorski Cz. C. H. Beck. *Kultura organizacyjna*, 2012, Warszawa
9. IAEA International Atomic Energy Agency, „ Safety culture in nuclear installations, Guidance for use in the enhancement of safety culture” Grudzień 2002, Wiedeń
10. IAEA (1991) *Kultura bezpieczeństwa* (Safety Series No 75-INSAG-4) Międzynarodowa Agencja Energii Atomowej w Wiedniu: : <https://www.iaea.org/search/google/safety%20culture>
11. *Encyklopedia zarządzania*, https://mfiles.pl/pl/index.php/Kultura_organizacyjna
12. P. Kowalski *Kultura bezpieczeństwa* <http://kulturabezpieczenstwa.pl/bezpieczenstwo/835-kultura-bezpieczenstwa>
13. James Reason , *Managing the risks of organizational accidents.*, 1997 by Ashgate Publishing
14. Insight, Aerospace Technology Institute, [<https://www.ati.org.uk/resources/publications/#insight>]
15. E-Planes and Drones: Flying with Electricity [<https://www.infineon.com/cms/en/discoveries/electrified-aircraft/>]
16. Are Flying Cars Preparing for Takeoff, Morgan Stanley, Styczeń 2019, [<https://www.morganstanley.com/ideas/autonomous-aircraft>]
17. Xiao-Guang Yang, Teng Liu, Shanhai Ge, Eric Rountree, Chao-Yang Wang, Challenges and key requirements of batteries for electric vertical takeoff and landing aircraft, *Joule*, Volume 5(7), 2021,1644-1659, [<https://doi.org/10.1016/j.joule.2021.05.001>]

18. Aomar, H., Bentley, P.J. Autonomous flight cycles and extreme landings of airliners beyond the current limits and capabilities using artificial neural networks. *Applied Intelligence* (2021) 51:6349–6375 [https://doi.org/10.1007/s10489-021-02202-y]
19. Roland Berger [https://www.rolls-royce.com/media/press-releases/2022/16-02-2022-rr-and-roland-berger-forecast-advanced-air-mobility-market-opportunity.aspx]
20. , <http://uavo.com.pl/bez-kategorii/najnowsze-statystyki-uavo-okres-2013-2017>
21. Magdalena Ostriansky, Maciej Szmigiero, Prawo dronów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym, WARSZAWA 2020
22. Ustawa z 3.07.2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. z 2019 r. poz. 1580 ze zm.).
23. Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym podpisana w Chicago dnia 7.12.1944 r. (Dz.U. z 1959 Nr 35, poz. 212 ze zm.).
24. Piotr Rutkowski, Maciej Zych, Sławomir Kosieliński, Tomasz Drozdowski, Zastosowanie usług świadczonych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych (usługi BSP) dla wzrostu skuteczności i efektywności oraz jakości świadczenia usług publicznych przez samorząd terytorialny, Opracowanie wykonane na zlecenie Ministerstwa Przedsiębiorczości i Technologii w ramach umowy nr DIN/BDG-VIII-POIR-4/18, Warszawa kwiecień 2018.
25. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady nr 216/2008 z dnia 20 lutego 2008 r. w sprawie wspólnych zasad w zakresie lotnictwa cywilnego i utworzenia Europejskiej Agencji Bezpieczeństwa Lotniczego oraz uchylające dyrektywę Rady 91/670/EWG, rozporządzenie (WE) nr 1592/2002 i dyrektywę 2004/36/WE.
26. „Competency Matrix” Aviation Valley.
27. <https://kwalifikacje.gov.pl/k>
28. <https://kwalifikacje.gov.pl/57-podstawowe-pojecia/225-kwalifikacje-czastkowe>
29. <http://www.coslychacwbiznesie.pl/gospodarka/bezzaalogowe-samoloty-pasazerskie-juz-lataja>
30. <https://mlodytechnik.pl/technika/28737-bezpilotowe-samoloty-pasazerskie>
31. <https://medianarodowe.com/2017/09/23/przyszloscia-sa-bezzaalogowe-samoloty-pasazerskie/>
32. <https://kopalniawiedzy.pl/samolot-pasazerski-katastrofa-Alpy-zaloga-pilot-samolot-bezzaalogowy,22180>
33. <https://elektrotechnikautomatyk.pl/artykuly/bezzaalogowe-taksowki-powietrzne-to-przyszlosc-transportu>
34. <https://innovacje.newseria.pl/news/bezzaalogowe-drony,p360465128>
35. <https://biznes.interia.pl/gospodarka/news-lotnictwo-z-bezzaalogowym-samolotem,nId,5222769>
36. <https://dlapilota.pl/wiadomosci/dlapilota/ponad-8-dni-w-powietrzu-rekordowa-dlugotrwalosc-lotu-drona>
37. <https://www.meil.pw.edu.pl/zsis/ZSiS/Programy-Badawcze/Projekty-krajowe/SAMONIT2>
38. https://www.pansa.pl/wp-content/uploads/2022/01/SafeSky_NR15.pdf

Spis rysunków

Rysunek 1. Grupa respondentów	8
Rysunek 2. Przedział wiekowy respondentów	9
Rysunek 3. Przykładowa podróż użytkownika.....	15
Rysunek 4. Istotność czynników społeczny na popularyzację lotów bezzałogowych	19
Rysunek 3. Zainteresowanie lotami bezpilotowymi.....	20
Rysunek 4. Opinie grup społecznych sektora lotnuczego na loty bezpilotowe.....	20
Rysunek 5. Wpływ lotów bezpilotowych na zatrudnienie	21
Rysunek 6. Wpływ bezpilotowych lotów na organizację lotów	22
Rysunek 7. Wpływ lotów bezpilotowych na środowisko naturalne	22
Rysunek 8. Wpływ udziału jednego pilota na zainteresowanie lotami.....	23
Rysunek 9. Wpływ lotów z jednym pilotem na opinie grup społecznych	24
Rysunek 10. Wpływ lotów z jednym pilotem na zatrudnienie personelu nadzoru lotów	24
Rysunek 11. Wpływ lotu z jednym pilotem na organizację lotów.....	25
Rysunek 12. Wpływ lotu z jednym pilotem na środowisko naturalne	25
Rysunek 13. Wpływ lotów bezpilotowych na popyt	26
Rysunek 14. Wpływ lotów bezpilotowych na opinie grup zawodowych	27
Rysunek 15. Wpływ lotów towarowych bezpilotowych na zatrudnienie nadzoru lotów	27
Rysunek 16. Wpływ lotów towarowych bezpilotowych na organizację lotów	28
Rysunek 17. Wpływ towarowych lotów bezpilotowych na środowisko naturalne.....	28
Rysunek 18. Wpływ towarowych lotów z jednym pilotem na popyt.....	29
Rysunek 19. Wpływ lotów towarowych z jednym pilotem na opinie grup zawodowych.....	30
Rysunek 20. Wpływ towarowych lotów na zatrudnienie nadzoru lotów	30
Rysunek 21. Wpływ lotów towarowych z jednym pilotem na organizację lotów.....	31
Rysunek 22. Wpływ towarowych lotów z jednym pilotem na środowisko naturalne	31
Rysunek 23. Sytuacje awaryjne mogące wpływać na bezpieczeństwo lotów bezpilotowych	42
Rysunek 24. Wpływ bezpilotowej obsługi na stan bezpieczeństwa lotów	42
Rysunek 25. Sytuacje kryzysowe wpływające na bezpieczeństwo bezpilotowych lotów	43
Rysunek 26. Wpływ obecności jednego pilota na bezpieczeństwo lotów	44
Rysunek 27. Sytuacje awaryjne mogące mieć wpływ na bezpieczeństwo lotów z jednym pilotem.....	44
Rysunek 28. Sytuacje kryzysowe wpływające na bezpieczeństwo lotu z jednym pilotem	45
Rysunek 29. Sytuacje awaryjne wpływające na bezpieczeństwo przewozów towarowych z jednym pilotem	46
Rysunek 30. Sytuacje kryzysowe wpływające na bezpieczeństwo przewozów towarowych z jednym pilotem	46
Rysunek 31. Ramy czasowe wdrożenia bezpiecznych bezzałogowych lotów	47
Rysunek 32. Ramy czasowe wdrożenia bezpiecznych lotów z jednym pilotem	47
Rysunek 33. Prognozy dla sektora eVTOL	49

Rysunek 34. Zapotrzebowanie na energię podczas typowej trajektorii lotu eVTOL.....	52
Rysunek 35. Porównanie wymagań dotyczących baterii dla eVTOL względem baterii dla EV	53
Rysunek 36. Porównanie wymagań dotyczących baterii dla eVTOL względem baterii dla EV	53
Rysunek 37. Wydajność energetyczna wybranych eksperymentalnych eVTOL względem EV	54
Rysunek 38. Porównanie między IAS a pilotem	58
Rysunek 39. Bezzałogowe rozwiązania techniczne i technologiczne	62
Rysunek 40. Jednopilotowe rozwiązania techniczne i technologiczne	62
Rysunek 41. Bezpilotowe techniczne i technologiczne możliwości przewozów towarów.....	63
Rysunek 42. Jednopilotowe możliwości techniczne i technologiczne przewozów cargo	64
Rysunek 43. Wymagania dotyczące ekosystemu Advanced Air Mobility	66
Rysunek 44. Istnienie przepisów prawa umożliwiających loty bezpilotowe i z jednym pilotem	86
Rysunek 45. Odpowiedzialność prawna w aspekcie koncepcji lotów bezpilotowych i z jednym pilotem	87
Rysunek 46. Istotność czynników ekonomicznych popularyzacji komercyjnych lotów pasażerskich i przewozów towarów (cargo) bez obecności pilota.	96
Rysunek 47. Koszty paliwa w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem na pokładzie	97
Rysunek 48. Ceny biletów w aspekcie koncepcji bezzałogowych i z obecnością jednego pilota na pokładzie	98
Rysunek 49. Koszty zatrudnienia w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i jednym pilotem na pokładzie	98
Rysunek 50. Koszty obsługi naziemnej w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem	99
Rysunek 51. liczba operacji lotniczych w koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem.....	99
Rysunek 52. Koszty ubezpieczeń w aspekcie koncepcji lotów bezzałogowych i z jednym pilotem....	100

Spis tabel

Tabela 1. Rodzaje czynników społecznych	32
Tabela 2. Wyzwania stojące przed przejściem na wyższy poziom mobilności powietrznej.....	50
Tabela 3. Prognozy rozwoju pasażerskich eVTOL (2020-2030+)	51
Tabela 4. Podstawowe dane operacyjne wybranych linii lotniczych	91
Tabela 5. Podstawowe dane operacyjne wybranych linii lotniczych	91
Tabela 6. Koszty płac pilotów w 3 systemach	92
Tabela 7. Koszty płac pilotów w stosunku do całkowitych kosztów wynagrodzeń.....	93
Tabela 8. Całkowite oszczędności dla wybranych linii lotniczych z tytułu zmiany systemu pilotażu....	93
Tabela 9. Szacunek stóp dyskonta.....	94
Tabela 10. Bieżąca wartość rynkowa linii lotniczych.....	94
Tabela 11. Szacunek NPV oszczędności dla wybranych linii lotniczych z tytułu zmiany systemu pilotażu w okresie 10-lat.....	95
Tabela 12. Szacunek NPV oszczędności dla wybranych linii lotniczych z tytułu zmiany systemu pilotażu w okresie 10-lat względem bieżącej wartości rynkowej przedsiębiorstw.....	95