



Dominika Marzec

Akademia Sztuki Wojennej, Port Lotniczy Olsztyn-Mazury

Radosław Fellner

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej
im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy

Wpływ czynnika ludzkiego na bezpieczeństwo lotów bezzałogowych statków powietrznych / *Influence of human factor on the safety flights of unmanned aircraft aircraft*

Abstract

Using theories and models of human factor analysis in aviation, the problems of behavior and actions of unmanned aerial vehicles operators (UAVO) are presented, with particular emphasis on aspects of safety, situational awareness and communication. Besides to literature research, there were made the first in Poland interview surveys of operators and people involved with the industry, about human factor aspect, including threats to aviation safety related to UAV flights.

Key words: safety; unmanned aerial vehicles; UAV; human factor; aviation.

Streszczenie

Wykorzystując teorie i modele analizy czynnika ludzkiego w lotnictwie, przedstawiono problematykę uwarunkowania zachowania i działań operatorów bezzałogowych statków powietrznych (BSP), ze szczególnym uwzględnieniem aspektów bezpieczeństwa, świadomości sytuacyjnej i komunikacji. Oprócz badań literaturowych, przeprowadzono pierwsze w Polsce badania ankietowe operatorów i osób związanych z branżą poświęcone wyłącznie aspektowi czynnika ludzkiego, w tym zagrożeń bezpieczeństwa lotniczego związanych z lotami BSP.

Słowa kluczowe:

bezpieczeństwo; bezzałogowe statki powietrzne; BSP; czynnik ludzki; lotnictwo.

WSTĘP

Czynnik ludzki uważa się za najbardziej znaczące zagrożenie bezpieczeństwa w każdej działalności lotniczej. Niniejszy artykuł powstał w wyniku potrzeby opisanego zagrożeń powstających na styku pracy operatorów bezzałogowych statków powietrznych (Unmanned Aerial Vehicle Operator - UAVO), personelu służb ruchu lotniczego, konstruktorów platform bezpilotowych. Jest to uzasadnione z punktu widzenia rosnącej liczby operatorów/pilotów zarówno profesjonalistów, jak i amatorów. W Polsce, na dzień 28.09.2018 r. świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrznego używanego w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe (komercyjnych, naukowo-badawczych) posiadało 8596 osób¹. Ta liczba nie odzwierciedla jednak rzeczywistej liczby osób, które latają dronami. Dla porównania, największa na Facebooku grupa operatorów i miłośników dronów DRONES Polska liczyła na dzień 9.10.2018 r. – 18338 członków, co przedstawia Tabela 1. Zastrzec trzeba, że oczywiście nie wszyscy członkowie grup są czynnymi operatorami czy w ogóle operatorami.

Tabela 1. Liczba członków grup na Facebooku związanych z dronami

	Nazwa grupy	Liczba członków 6.08.2017	Liczba członków 3.10.2017	Liczba członków 5.02.2018	Liczba członków 9.10.2018
1.	DRONES Polska	11 922	12 787	14138	18338
2.	DRONY PRACA	2391	2657	2850	3236
3.	Drony - latamy bezpiecznie	1718	2398	2995	4823
4.	UAVO Polish Group	1639	1673	1700	1768
5.	Drony centrum			3117	

Źródło: Opracowanie własne na podstawie danych z poszczególnych grup.

Powyższe zestawienie unaocznia skalę zainteresowania bezzałogowymi statkami powietrznymi (BSP) oraz dowodzi dynamicznego wzrostu liczby osób, które swój pierwszy lot dronem mają dopiero przed sobą albo już latają rekreacyjnie tudzież komercyjnie. Co więcej, program szkolenia operatora BSP zakłada przekazywanie wiedzy z zakresu czynnika ludzkiego – w przedmiocie „Człowiek jako operator bezzałogowego statku powietrznego”² uwzględniono temat „Czynnik ludzki w lotnictwie” oraz powiązany z nim temat „Wpływ chorób, leków, alkoholu, środków psychoaktywnych oraz innych czynników zewnętrznych na operatora wykonującego loty”. W ramach tego działu kandydatom na operatorów powinna być przekazywana podstawowa wiedza z zakresu teorii czynnika ludzkiego, stosowane modele i koncepcje, najnowszy stan badań nad czynnikiem ludzkim, a także sposoby unikania i minimalizowania ryzyka popełnienia błędów i naruszeń.

- 1 Szymański P., Prawo lotnicze w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych, prezentacja z dn. 28.09.2018, seminarium „Poszukiwania terenowe osób zaginionych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych”, Szkoła Policji w Katowicach.
- 2 „Program szkolenia teoretycznego i praktycznego do uzyskania uprawnienia podstawowego do wykonywania lotów jedynie w zasięgu wzroku (VLOS) wpisywanego do świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrznego używanego w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe (BSPO), Ogłoszenie nr 12 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 28 kwietnia 2017 r., Dz. Urz. ULC z dn. 28.04.2017, poz. 477.

W obliczu powyższych faktów, zasadne jest zatem ukazanie znaczenia czynnika ludzkiego pod względem jego wpływu na bezpieczeństwo lotów BSP. W tym celu dokonano przeglądu literatury poświęconej teoretycznym aspektom czynnika ludzkiego w lotnictwie, opisu dotychczasowych badań oraz dostępnych danych statystycznych. Przeprowadzono także badania ankietowe w środowisku osób związanych z rynkiem bezałogowców w Polsce.

2. CZYNNIK LUDZKI W LOTNICTWIE – ASPEKTY TEORETYCZNE

Analizę wpływu czynnika ludzkiego na bezpieczeństwo lotów bezałogowych statków powietrznych należy poprzedzić opisem teoretycznych podstaw i koncepcji wypracowanych w branży lotniczej oraz przytoczeniem stosownych definicji. Zgodnie z obowiązującymi przepisami, aspektami czynnika ludzkiego (human factor) nazywa się zasady stosowane w lotniczych procesach projektowania, certyfikacji, szkolenia, operacji i działalności eksploatacyjnej, zmierzające do bezpiecznego współdziałania pomiędzy człowiekiem i innymi składowymi systemu, poprzez odpowiednie uwzględnianie możliwości człowieka³. To także nazwa specjalności zawodowej, która zajmuje się analizą:

Tabela 2. Grupa przyczynowa zdarzeń lotniczych „czynnik ludzki”

Kod grupy przyczynowej	Grupa przyczynowa	Opis przykładowych zdarzeń
H1	Postępowanie umyślne	Zamierzone odstępianie od procedur operacyjnych i/lub przepisów np. postępowanie załogi/pilota/skoczka z pamięci (nie według pisemnych instrukcji) lub umyślne lekceważenie standardowych procedur operacyjnych, ograniczeń, instrukcji lub podręczników, itp.
H2	Brak kwalifikacji	Błędne działanie załogi/pilota/skoczka wynikające z braku wiedzy, umiejętności, połączone z brakiem doświadczenia lub wyszkolenia np. niewłaściwe utrzymanie parametrów podczas podejścia do lądowania, (także podczas skoku) lub nieumiejętność wykorzystania komputera pokładowego, innych urządzeń, itp.
H3	Błędy w komunikowaniu	Nieodpowiednie komunikowanie się, błędna interpretacja lub niemożność właściwego porozumiewania się w załodze albo załogi z odbiorcami zewnętrznymi, np. ATC. Niewłaściwe zrozumienie otrzymanego zezwolenia, błędne przekazanie istotnej informacji dotyczącej wykonywanego lotu/skoku, itp.
H4	Błędy proceduralne	Niezamierzone odstępianie od przestrzegania procedur lub przepisów. Intencja działania prawidłowa lecz wykonanie błędne np. sytuacja, w której załoga zapomina lub pomija istotne czynności. Załoga/pilot/skoczek wprowadza niewłaściwą wysokość do komputera pokładowego/innych urządzeń kontroli lub wybiera niewłaściwą wysokość w module kontroli, itp.
H5	Niezdolność	Członkowie (członek) załogi/pilot/skoczek są niezdolni do wykonywania czynności z powodu fizycznej lub psychofizycznej niedyspozycji, itp.

Źródło: Zarządzenie nr 14 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie wprowadzenia klasyfikacji grup przyczynowych zdarzeń lotniczych, Dz. Urz. ULC z dn. 29.12.2006, poz. 43.

3 Załącznik T1 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, "SŁUŻBY RUCHU LOTNICZEGO", ICAO, wydanie 13., Montreal 2001, s. 1-1.

- obszarów wzajemnego oddziaływania pomiędzy człowiekiem i innymi elementami systemu, takimi jak: urządzenia, środowisko, przepisy, ludzie,
- możliwości ludzkich (Human performance) i ograniczeń człowieka, które mają wpływ na bezpieczeństwo i efektywność operacji lotniczych.

Najczęściej pojęcie „czynnik ludzki” kojarzone jest z nieadekwatnym działaniem człowieka, które skutkuje błędem. Jednak tematyka czynnika ludzkiego nie obejmuje jedynie przyczyn popełnianych błędów. Do aspektów czynnika ludzkiego należy zaliczyć także⁴: obciążenie pracą i czujność, pracę w zespole i zarządzanie zasobami załóg (Crew Resource Management), podejmowanie decyzji, wydajność, automatyzację, ergonomię, środowisko pracy, świadomość sytuacyjną. Czynnik ludzki jest jedną z grup przyczynowych badania zdarzeń lotniczych odnoszącą się do personelu latającego⁵.

3. CZYNNIK LUDZKI JAKO ELEMENT MODELI SYSTEMÓW BEZPIECZEŃSTWA W LOTNICTWIE

Czynnik ludzki jest najbardziej elastycznym, wartościowym oraz najlepiej adaptującym się do zmian elementem systemów lotniczych, jak również najbardziej podatnym na wpływ i zawodnym⁶. W celu poznania źródeł zachowań i reakcji człowieka, minimalizowania błędów i przyczyn wypadków opracowano szereg modeli i koncepcji teoretycznych. Poniżej przedstawiono wybrane koncepcje.

3.1. Model SHELL

Podczas badania aspektów bezpieczeństwa, wykorzystuje się tzw. model SHELL, który jest narzędziem koncepcyjnym wykorzystywanym do analizowania wzajemnego oddziaływania różnorodnych komponentów systemu zarządzania bezpieczeństwem sytuując człowieka w centrum tego systemu. Nazwa modelu pochodzi od początkowych liter jego komponentów, które są następujące:

- Oprogramowanie (S - ang. „Software”) - procedury, szkolenie, wsparcie, prawo;
- Sprzęt (H - ang. „Hardware”) - maszyny, sprzęt i wyposażenie;
- Środowisko (E - ang. „Environment”) - pogoda, pora, warunki/środowisko pracy, w którym reszta systemu L-H-S musi funkcjonować;
- Człowiek (L - ang. „Liveware”) - ludzie w miejscu pracy, zdrowie fizyczne i psychiczne, umiejętności.

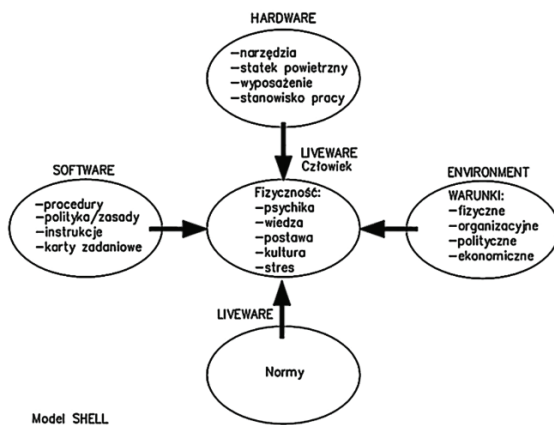
Za pomocą modelu SHELL można badać relacje zachodzące podczas wykonywania lotów z zastosowaniem BSP. Relacja człowiek-sprzęt dotyczy zależności między operatorem a BSP i jego wyposażeniem, niezbędnym sprzętem. Dla przykładu, na

4 Nisser T., Human Factors Challenges in Unmanned Aerial Vehicles (BSPs): A Literature Review, Lund University School of Aviation, 2006, s. III. 5.

5 Zarządzenie nr 14 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie wprowadzenia klasyfikacji grup przyczynowych zdarzeń lotniczych, Dz. Urz. ULG z dn. 29.12.2006, poz. 43.

6 HUMAN FACTORS TRAINING MANUAL, Doc 9683iAN/950, ICAO, wydanie 1., Montreal 1998, s. 1-1-1.

styku człowiek-aparatura/kontroler pojawia się ryzyko złego odczytania danych, gdy podświetlenie ekranu jest słabe albo ekran jest nieosłonięty od światła słonecznego. Istotna jest także niezawodność urządzeń i ryzyko nadmiernego polegania na dostępnej technologii. Zdarzało się bowiem, że aplikacja DroneRadar błędnie wskazała czy w danej lokalizacji można wykonać lot.



Rys. 1. Model SHELL

Źródło: Dąbrowska J., Czynniki ludzkie w lotnictwie, „Prace Instytutu Lotnictwa 221”, Warszawa 2011, s. 67.

W relacji człowiek-procedury należy mieć na uwadze nabywanie przez operatora aktualnej i sprawdzonej wiedzy regulującej wykonywania lotów BSP, a następnie postępowania według narzuconych procedur.

Zależność człowiek-człowiek dotyczy komunikacji w zespole (operator, obserwator, dowódca, mechanik), między operatorem a służbami kontroli ruchu lotniczego, między operatorami, przedstawicielami władzy lotniczej. Co więcej, przygotowanie do pracy w konfiguracji pilot-operator kamery wymaga uwzględnienia w programach szkolenia odpowiednich treści (software).

3.2. Model HFACS

System analizy i klasyfikacji wpływu czynnika ludzkiego HFACS (Human Factors And Classification System) jest najbardziej rozbudowanym modelem i narzędziem analizy ryzyka. Opiera się na teorii sera szwajcarskiego Jamesa Reasona zakładającej istnienie ukrytych i jawnych barier i luk oraz czynników powodujących zagrożenie. Wyróżniono cztery obszary przyczyn⁷:

1. Niebezpieczne działanie, postępowanie załogi – w ramach tego obszaru wyszczególniono popełniane nieświadomie błędy (powiązane z umiejętnościami, decyzyjne, percepcyjne) oraz świadome naruszenia (rutynowe, wyjątkowe),

⁷ [https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_\(HFACS\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_(HFACS)), Szymaniec K., Systemowe zarządzanie ryzykiem zagrożeń w lotnictwie transportowym, rozprawa doktorska, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa 2018, s. 44-52.

2. Warunki sprzyjające niebezpiecznemu postępowaniu – obejmują czynniki: środowiskowe, kondycyjne operatorów, osobowe,
3. Niewłaściwy nadzór – dotyczy niewystarczająco dokładnego nadzoru, niewłaściwego planowania operacji, braku korekcji znanych problemów, naruszeń w nadzorze polegających na lekceważeniu przepisów,
4. Wpływy organizacyjne - związane z zarządzaniem zasobami, klimatem w organizacji, procesami operacyjnymi, decyzyjnymi.

Powyższa charakterystyka umożliwia dalszą analizę problematyki czynnika ludzkiego w kontekście rodzajów użytkowników BSP. Stosunek do procedur i norm, sposób wykorzystania drona (“hardware’u”), podatność na wpływy i świadomość istnienia nadzoru, pozwala na wyodrębnienie 5 grup operatorów⁸:

1. „Władca przestworzy” – to licencjonowany operator “wszystkowiedzący” najlepiej, szeryf przestworzy, który jakiegokolwiek odstępstwo od przepisów prawa lotniczego, publicznie karci i wyszydza, a jego aktywnością biznesową jest kręcenie filmów weselnych i okolicznościowych; szacuje się, że stanowią 0,35% wszystkich użytkowników dronów,
2. Przedsiębiorca – drony traktuje jako narzędzie pracy, szanuje prawo lotnicze, lecz większą wagę przykładają do niespójności prawa geodezyjno-kartograficznego czy też ochrony prywatności, zaś certyfikację i rejestrację dronów postrzega jako szansę dla siebie, ponieważ jego bezpośrednią konkurencją są amatorzy z uprawnieniami oraz hobbyści bez UAVO; szacunkowo stanowią 2,85 % społeczności,
3. Amator licencjonowany operator – zwykle są pokorni wobec prawa, ale najszybciej dostrzegają jego ograniczenia i niespójności, zderzając się na co dzień z lękami i histerią wobec dronów służb mundurowych, ochroniarzy i swoich sąsiadów; stanowią ok. 3,74 % środowiska,
4. Hobbysta bez uprawnień – nie widzi potrzeby w przechodzeniu szkolenia VLOS i uzyskiwania świadectwa kwalifikacji, lata rekreacyjnie w celu pozyskiwania ładnych ujęć z powietrza lub sportowo w wyścigach dronów; ich udział ocenia się na 91,06 %,
5. Anarchista bez uprawnień UAVO – bezgranicznie ufa swoim umiejętnościom i maszynom, najchętniej latałby w środku miast i nad głowami ludzi, jest przekonany, że zawsze da radę polecieć, ponieważ nadrzędnym dla niego celem jest zaimponowaniem innym; to ok. 2 % społeczności.

4. BSP A CZYNNIK LUDZKI – PRZEGLĄD BADAŃ

Problematyka czynnika ludzkiego (human factor) w wykonywaniu operacji z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych jest w polskiej literaturze naukowej bardzo słabo opisana i zbadana. Częściej temu zagadnieniu uwagę poświęcają zagraniczni badacze⁹. Dostępna literatura naukowa skupia się na procesie szkolenia

8 Drozdowski T., Kosieliński S., “Droniarzy portret własny”, Jutrzenka – Rynek dronów w Polsce, Warszawa 2018, s. 27-31.

9 Nisser, T., & Westin, C. (2006). op. cit..

wojskowych operatorów BSP oraz wypadkach spowodowanych czynnikiem ludzkim podczas misji wojskowych¹⁰. Niemniej, w przypadku militarnego wykorzystania dronów, dane są systematycznie zbierane i gromadzone oraz kompleksowe (zawierają m.in. rodzaj, czas i parametry lotu), dzięki czemu baza statystyczna jest niezwykle bogata i pozwala na prowadzenie szczegółowych analiz, zaobserwowanie interesujących zależności czy prawidłowości. Co więcej, wskaźnik zdarzeń z udziałem bezzałogowych statków powietrznych jest znacznie wyższy niż w przypadku załogowych statków powietrznych. W okresie 1986-2002, wskaźnik zdarzeń dla 3 typów wojskowych bezzałogowych statków powietrznych Predators, Hunter, i Pioneers wynosił odpowiednio 32, 55 i 334 na 100 000 godzin lotu, podczas gdy dla lotnictwa ogólnego ten wskaźnik wynosi na ogół 1 na 100 000 godzin¹¹. W 2015 r. wskaźnik ten wyniósł 13,76, zaś w 2016 r. – 24,88 zdarzeń na 100 000 godzin lotu¹².

W latach 1994-2003, na 221 wypadków amerykańskich wojskowych bezzałogowców 133 (60,2 %) spowodował czynnik ludzki¹³. Można spotkać się z opiniami wyrażonymi przez samych producentów dronów, którzy nie ukrywają, że możliwa jest utrata jednego statku powietrznego co 300 godzin lotu - co odpowiada stopie 330 wypadków na 100 000 godzin¹⁴.

Analiza 325 zgłoszeń i raportów zawartych w bazach FAA oraz NTSB z lat 1978-2014 wykazała, że w 231 przypadkach (73%) zawiodło wyposażenie. W tej grupie 120 zdarzeń dotyczyło awarii awioniki, układów elektrycznych i konstrukcji drona a 95 (41%) awarii utraty kontroli i łączności nad dronem¹⁵. Z kolei 88 (27%) wypadków i incydentów było spowodowanych błędem pilota/operatora. Natomiast analiza 152 przypadków z lat 2006-2015 pochodzących z baz danych organów badających wypadki lotnicze oraz systemów raportowania o bezpieczeństwie (m.ni. z USA, UE, Wielkiej Brytanii i Australii) wskazuje, że o ile czynnik ludzki był przyczyną 75 % zdarzeń w załogowym lotnictwie zarobkowym (CAT), o tyle w przypadku BSP tylko w 23 %¹⁶.

W przypadku cywilnych dronów, w Polsce na poziomie państwowym rejestrowane są jedynie zgłaszane zdarzenia z ich udziałem (do PKBWL i ULC). Dane na temat liczby wykonanych lotów, czasu i rodzaju operacji są odnotowywane w aplikacji DroneRadar, ale dotyczy to tylko operatorów, którzy są zarejestrowani. Analizy statystyczne uwzględniające czynnik ludzki jako źródło zdarzeń nie są prowadzone.

-
- 10 Adamski, M., *Proces szkolenia operatorów Bezzałogowych Statków Powietrznych*, Logistyka, 2015, nr 3, s. 16-24, Jabłoński J., *Czynnik ludzki w wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych*, (w:) Cymerski J., Wiciak K., „Przeciwdziałanie zagrożeniom powstałym w wyniku bezprawnego i celowego użycia bezzałogowych platform mobilnych”, Szczytno 2015, s. 195-206. Oncu M., Yildiz S., *An analysis of human causal factors in Unmanned Aerial Vehicle (BSP) accidents*, MBA Professional Report, Naval Postgraduate School, 2014.
- 11 Hobbs A., *Unmanned Aircraft Systems*, (w:) Salas E., Maurino D., *Human Factors in Aviation*, 2nd Edition, Academic Press, 2010, s. 509.
- 12 <https://safety.army.mil/Portals/0/Documents/ON-DUTY/AVIATION/FLIGHTFAX/Standard/2017/January-February-2017-Flightfax.pdf>.
- 13 Tvaryanas A., Thompson B., Constable S., *U.S. Military Unmanned Aerial Vehicle Mishaps: Assessment of the Role of Human Factors Using HFACS*, United States Air Force, 2005, s. 2-3.
- 14 Hobbs A., *op. cit.*, s. 509.
- 15 Joslin, R. (2015). *Synthesis of unmanned aircraft systems safety reports*. *Journal of Aviation Technology and Engineering*, 5(1), s. 5-6.
- 16 Wild, G., Murray, J., & Baxter, G. (2016). *Exploring civil drone accidents and incidents to help prevent potential air disasters*. *Aerospace*, 3(3), s. 5.

W polskim środowisku dronowym przeprowadzono za to szereg badań ankietowych dotyczących bezzałogowych statków powietrznych i bezpieczeństwa ich lotów. Do najważniejszych dotychczas zorganizowanych badań należy zaliczyć:

- „Ankieta ULC dotycząca bezzałogowych statków powietrznych w Polsce”, w której wzięło udział 139 uczestników¹⁷ – ankietowani wskazali, że najczęstszą przyczyną wystąpienia awarii jest błąd w pilotażu lub niedokładne sprawdzenie BSP przed lotem,
- pierwszy narodowy test wiedzy dla operatorów i kandydatów na operatorów bezzałogowych statków powietrznych przeprowadzony przez DroneRadar na próbie 633 uczestników¹⁸ – sprawdzono znajomość podstawowych zasad i terminów lotniczych i wykazano, że program szkolenia do uzyskania Świadectwa Kwalifikacji wydawanego przez Urząd Lotnictwa Cywilnego podnosi świadomość operatorów i osoby z świadectwem kwalifikacji uzyskały znacząco lepsze wyniki z testu (76 % w porównaniu do 54 %),
- „Latanie dronem w pobliżu portów lotniczych – perspektywa kontrolerów ruchu lotniczego”
- w badaniu wzięło udział 44 kontrolerów ruchu lotniczego, którzy zwracali uwagę na częsty brak świadomości ze strony operatorów dronów na temat generowanego zagrożenia, a także braki w znajomości przepisów; co więcej 14 kontrolerów przyznało, że w swojej pracy spotkało się z niebezpieczną sytuacją lub zdarzeniem lotniczym w pobliżu lotniska, w którym uczestniczył bezzałogowy statek powietrzny,
- „Latanie dronem nad i w pobliżu portów lotniczych – perspektywa pracowników odpowiedzialnych za bezpieczeństwo” – wzięło w niej udział 22 uczestników, a do głównych wniosków należy zaliczyć fakt, że w 9 instrukcjach operacyjnych lub Planach Działania w Sytuacji Zagrożenia nie zawarto procedur na wypadek nieuprawnionego wlotu BSP nad teren lotniska (użytego także jako narzędzie ataku), a zdaniem 10 przedstawicieli lotnisk służby pracujące w porcie lotniczym (np. Straż Graniczna, Straż Ochrony Lotniska, policja, ABW) nie są przygotowane do ochrony przestrzeni powietrznej przed nielegalnie latającymi BSP.

Aby możliwie wyczerpująco ująć problematykę tematu niniejszego artykułu oraz w celu wypełnienia luki badawczej przeprowadzono badanie ankietowe pn. „Czynnik ludzki a przyczyny zagrożeń bezpieczeństwa lotów bezzałogowych statków powietrznych”. Badanie miało na celu zebranie informacji związanych z zagrożeniami i czynnikiem ludzkim oraz określenie stanu wiedzy operatorów BSP nt. czynnika ludzkiego¹⁹. Ankieta zestandaryzowaną zawierającą 6 pytań zamkniętych i 2 otwarte rozesłano do: 83 ośrodków szkolenia BSPO, 23 egzaminatorów, instruktorów.

17 <http://docplayer.pl/43235443-Wyniki-ankiety-dotyczacej-bezzałogowych-statkow-powietrznych-w-polsce-urząd-lotnictwa-cywilnego-zespol-ds-bezzałogowych-statkow-powietrznych.html>

18 <https://droneradar.eu/blog/2017/05/14/wyniki-pierwszego-narodowego-testu-wiedzy-dla-operatorow-i-kandydatow-na-operatorow-bezzałogowych-statkow-powietrznych/>

19 Ankieta została opracowana w Formularzu Google na potrzeby referatu przygotowanego na VII Międzynarodową Konferencję „Nauki społeczne i techniczne – zakres współpracy na rzecz poprawy bezpieczeństwa”, która odbyła się 22 czerwca 2018 r. w Międzynarodowym Porcie Lotniczym Katowice w Pyrzowicach. Autorami ankiety są inż. Dominika Marzec (Port Lotniczy Olsztyn - Mazury) oraz mgr Radosław Fellner (Centrum Kształcenia Kadr Lotnictwa Cywilnego Europy Środkowo-Wschodniej Politechniki Śląskiej).

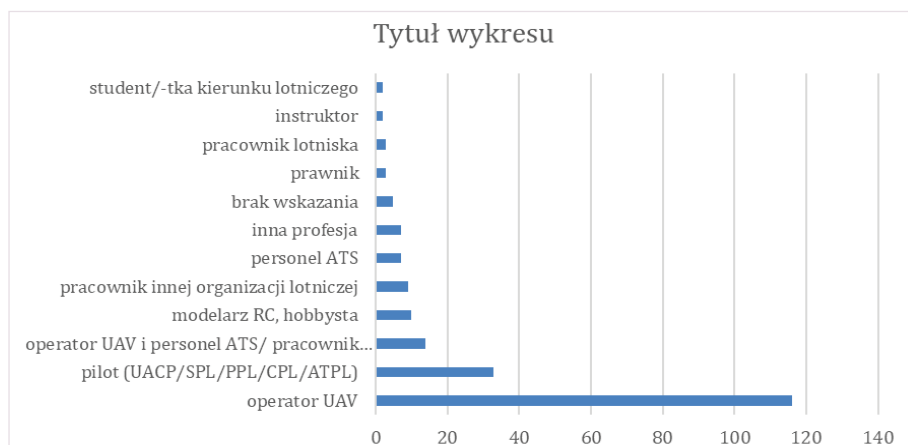
Informację o ankiecie zamieszczono w serwisach społecznościowych: LinkedIn, Twitter i Facebook, w przypadku tego ostatniego – dodatkowo w największych pod względem liczby członków grupach dla operatorów dronów: DRONES Polska, DRO- NY PRACA, Drony – latamy bezpiecznie, BSPO Polish Group. Ponadto informację opublikowały profesjonalne portale lotnicze: prtl.pl, dlapilota.pl, pkl.org.pl. Link do ankiety zamieszczono na forach internetowych: rc-fpv.pl, forumdron.pl, droneclub. pl, forum.dronepilot.pl, lotnictwo.net.pl, Kontrola ruchu lotniczego, Polscy piloci wojskowi. Informację z prośbą o wypełnienie kwestionariusza wysłano do znanych autorom artykułu operatorów bezzałogowych statków powietrznych i modeli RC, a także do organizatorów imprez modelarskich Aeroklubu Polskiego na rok 2018. Posłużono się także metodą kuli śniegowej – adresatów i ankietowanych poproszono o przesłanie linku do formularza osobom mogącym być zainteresowanymi wypełnieniem ankiety. Badanie przeprowadzono w terminie 26.04.- 12.07.2018 r. Otrzymano łącznie 211 odpowiedzi.

5. WYNIKI BADAŃ

Spśród 211 kwestionariuszy, tylko w 206 ankietowani zaznaczyli swoją profesję. Ankietę wypełniło 116 operatorów BSP, 14 operatorów będących jednocześnie personelem ATS lub pracownikiem organizacji lotniczej, 33 pilotów (ze świadectwem kwalifikacji UACP/PPG, a także licencjami SPL/PPL/CPL/ATPL), 9 pracowników innej organizacji lotniczej, 10 modelarzy RC i hobbystów, 7 przedstawicieli personelu ATS, 2 studentów kierunków lotniczych, 2 instruktorów, 3 prawników, 3 pracowników lotnisk, 7 przedstawicieli innych profesji (m.in. 1nauczyciel akademicki, 1producent bezzałogowych statków powietrznych, 1konstruktor BSP, 1kursant BSPO, 1pracownik administracji, 1policjant, 1inżynier w branży BSP, 1 instruktor BSPO), 5 osób nie określiło swojej profesji.

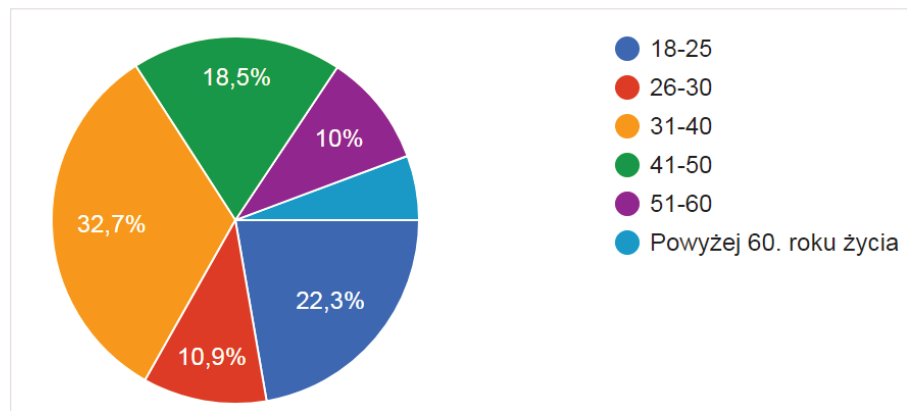
Profesje ankietowanych przedstawia wykres 1. Największą grupę wiekową stanowiły osoby w wieku od 31 do 40 lat, co przedstawia wykres 2. Zapytano także, czy ankietowany posiada uprawnienie BSPO – rozkład odpowiedzi na to pytanie przedstawia wykres 3.

Wykres 1. Profesje ankietowanych



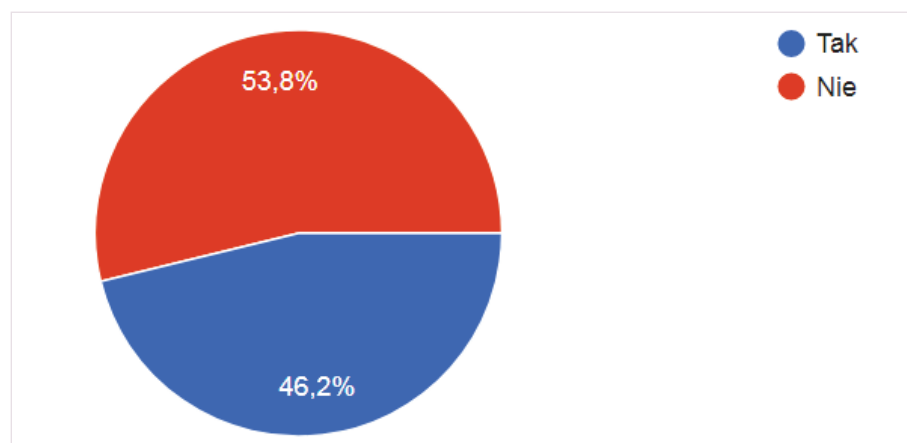
Źródło: Opracowanie własne na podstawie zebranych danych.

Wykres 2. Wiek ankietowanych



Źródło: Opracowanie własne na podstawie zebranych danych.

Wykres 3. Posiadanie świadectwa kwalifikacji UAVO (210 odpowiedzi)



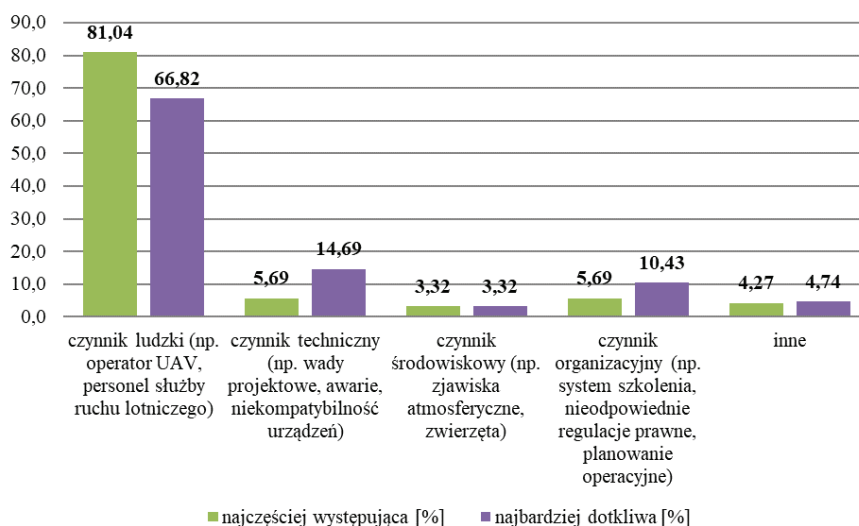
Źródło: Opracowanie własne na podstawie zebranych danych.

Zadano dwa pytania dotyczące zagrożeń bezpieczeństwa lotniczego związanych z lotami BSP: „Jaka jest, Twoim zdaniem, najczęściej występująca przyczyna zagrożeń bezpieczeństwa lotniczego związanych z lotami BSP?” oraz „Jaka jest, Twoim zdaniem, najbardziej dotkliwa przyczyna zagrożeń bezpieczeństwa lotniczego związanych z lotami BSP?”. Opcjami, które przedstawiono ankietowanym do wyboru, były grupy przyczynowe zdarzeń lotniczych zgodnie z klasyfikacją Urzędu Lotnictwa Cywilnego²⁰. Ankietowani mogli też dopisać swoją propozycję. Na poniższym wykresie zaprezentowano uzyskane wyniki.

Znacząca większość ankietowanych (ponad 80%) wskazała czynnik ludzki jako ten, który najczęściej powoduje zagrożenia bezpieczeństwa. Drugą najczęściej wskazywaną odpowiedzią był czynnik techniczny oraz z taką samą liczbą wskazań –

²⁰ Zarządzenie nr 14 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego..., op. cit.

Wykres 4. Najczęściej występująca oraz najbardziej dotkliwa przyczyna zagrożeń bezpieczeństwa lotniczego związanych z lotami BSP według ankietowanych.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie zebranych danych.

czynnik organizacyjny. Respondenci wskazywali w tym miejscu na problemy z wadliwym system szkolenia operatorów BSP, brakiem odpowiednich regulacji prawnych czy złym przygotowaniem służb mogących egzekwować wdrożone przepisy prawa. Warto zwrócić uwagę, że jako najbardziej dotkliwą przyczynę również najczęściej wskazywano czynnik ludzki, jednak różnica punktów procentowych pomiędzy tą a drugą w kolejności najczęściej wskazywaną odpowiedzią jest mniejsza niż w przypadku pierwszego pytania. Czynnik techniczny był znacznie częściej wybieraną odpowiedzią (ponad 14%) w przypadku dotkliwości niż w przypadku częstości występowania (ponad 5%).

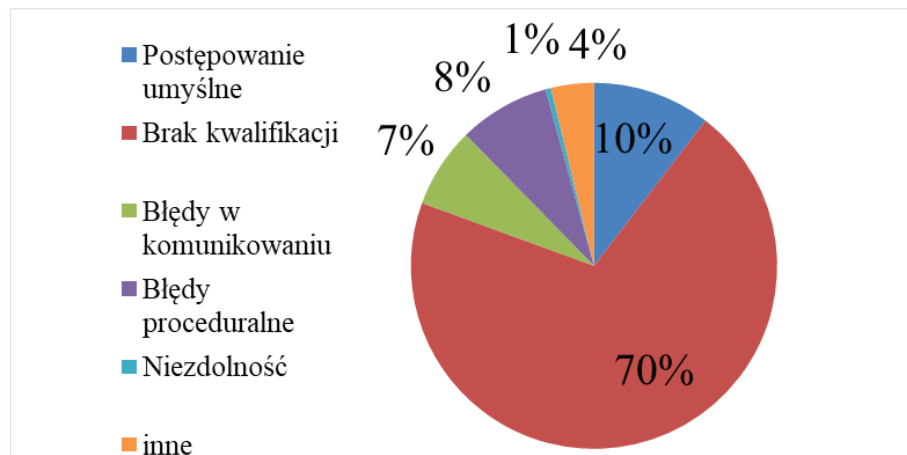
Spodziewając się wysokiej liczby wskazań czynnika ludzkiego jako przyczyny występujących zagrożeń bezpieczeństwa, kolejne pytanie dotyczyło doprecyzowania, która z grup przyczynowych spośród niżej wymienionych jest najczęściej występującą:

- Postępowanie umyślne – Zamierzone odstępianie od procedur operacyjnych i/lub przepisów,
- Brak kwalifikacji – Błędne działanie wynikające z braku wiedzy, umiejętności, połączone z brakiem doświadczenia lub wykszolenia,
- Błędy w komunikowaniu – Nieodpowiednie komunikowanie się, błędna interpretacja lub niemożność właściwego porozumiewania się personelu albo personelu z podmiotami zewnętrznymi, np. ATC, użytkownikami lotniska. Niewłaściwe zrozumienie otrzymanego zezwolenia, błędne przekazanie istotnej informacji dotyczącej wykonywanego zadania,
- Błędy proceduralne – Niezamierzone odstępianie od przestrzegania procedur lub przepisów. Intencja działania prawidłowa lecz wykonanie błędne,

- Niezdolność – Personel jest niezdolny do wykonywania czynności z powodu fizycznej lub psychofizycznej niedyspozycji, itp.

Odpowiedzi przedstawiono na poniższym wykresie kołowym.

Wykres 5. Najczęściej występująca grupa przyczynowa w kategorii „czynnik ludzki” dla zagrożeń bezpieczeństwa lotniczego związanych z lotami BSP.



Źródło: Opracowanie własne na podstawie zebranych danych.

70% respondentów wskazało brak kwalifikacji (niewłaściwe szkolenie) jako przyczynę błędów (zarówno operatorów BSP jak i personelu służby ruchu lotniczego czy innego, mogącego mieć wpływ na bezpieczeństwo lotu BSP). Rzadko wybieraną odpowiedzią (10%) było „postępowanie umyślne”, co wskazuje, że zagrożenia bezpieczeństwa związane z czynnikiem ludzkim można zminimalizować, ponieważ w większości nie wynikają z zamiaru ich powodowania. Ponadto 8% ankietowanych wskazało na popełniane błędy proceduralne i kolejnych 7% na błędy w komunikowaniu.

Ostatnim zadaniem pytaniem było „Jak zminimalizować ryzyko zagrożeń wskazanych przez Ciebie w poprzednich pytaniach?” – pozostawiono je jako pytanie otwarte, dając możliwość swobodnej wypowiedzi ankietowanym. Najczęściej odpowiedzi wskazywały na edukację – poprzez uzupełnienie treści szkoleń, poprzez wprowadzenie obowiązku szkoleń dla wszystkich operatorów BSP oraz poprzez popularyzację wiedzy nt. procedur w ramach kampanii społecznych. Jeden z ankietowanych opisał to słowami: Rozbudować wiedzę ULC przy pomocy zaawansowanych modelarzy/inżynierów o bardziej szczegółowe informacje, które muszą zostać przekazane operatorom w obowiązkowym szkoleniu, ponieważ tak naprawdę, są oni najczęściej nieświadomi ograniczeń swojego modelu, a to właśnie te „nieznane problemy” które występują w trakcie lotu, są najczęściej przyczyną poważnych kłopotów. Pomijam latanie nad tłumami, uderzenie w linie napowietrzne itd. - to już można chyba poprawić tylko przygotowując odpowiednie pola treningowe, żeby oprócz suchej teorii, każdy mógł przećwiczyć to w trakcie treningów na szkoleniu. Zwracano także uwagę na potrzebę przekazywania wiedzy prawniczej oraz proceduralnej w sposób przystępny dla przeciętnego operatora BSP lub jego potencjalnego operatora oraz

kompilacji wymagań w jednym miejscu. Jedną z wypowiedzi brzmiała: Mniej skomplikowanych i trudnych do zrozumienia zakazów, więcej działań podnoszących świadomość. Współpraca z mediami w celu przekazywania rzeczywistych informacji dotyczących BSP zamiast epatowania tanią sensacją. Wsparcie lokalnych kół i stowarzyszeń modelarskich w celu poszerzania wiedzy na temat BSP. Odpowiedzi dotyczyły także konieczności poprawy systemu komunikacji i wagi świadomości sytuacyjnej służby ruchu lotniczego i wszystkich użytkowników danej przestrzeni powietrznej: Przeprowadzać więcej szkoleń dla operatorów dronów z zasad współdziałania z personelem ATS. Uświadamiać wszystkich operatorów dronów i służby ATS jak ważny wpływ na bezpieczeństwo ma współpraca i wymiana danych w czasie rzeczywistym. Pojawiały się także rekomendacje dotyczące obowiązkowego rejestrowania bezzałogowych statków powietrznych, poprawy system kontroli (policja, straż miejska, ABW) także poprzez wprowadzenie „taryfikatora kar jako straszak”.

Poza nieodpowiednim przeszkoleniem operatorów oraz niekompletnością istniejących programów szkoleniowych zwrócono także uwagę na przypadki, w których nieuprawniony lot dronem (w pobliżu lotniska kontrolowanego) został zidentyfikowany i poprawnie zareportowany, zabrakło jednak zdecydowanej i skutecznej reakcji ze strony uprawnionych służb. Jeden z ankietowanych napisał, że należy lepiej egzekwować przepisy, oraz przeskolić policję w mniejszych miastach z ich zakresu (oraz uświadomić, jakie mają metody reakcji na operatorów wykonujących nieuprawnione loty. Inni zwracali uwagę na zbyt dużą dostępność BSP: „Niestety wiązałoby się to z ograniczeniami na rynku sprzedaży dronów i większej kontroli. Tylko operatorzy przeszkoleni i posiadający ŚK mogliby kupować drony pow. 600 gr. Jeśli samochodami mogą poruszać się tylko osoby z uprawnieniami to nie wiem dlaczego taka sama zasada miałaby nie dotyczyć dronów”.

6. PODSUMOWANIE

Czynnik ludzki jest najczęstszą przyczyną występowania wszelkich zagrożeń bezpieczeństwa w lotnictwie, nie tylko tych związanych z lotami bezzałogowych statków powietrznych. W analizie bezpieczeństwa lotów BSP warto jednak zwrócić uwagę, że wiele jest czynników, które sprzyjają błędom ludzkim – niewłaściwe programy szkolenia, nieefektywny system łączności, przeciążenie pracą personelu zarządzającego przestrzenią powietrzną, mało skuteczne regulacje prawne, niska świadomość i znajomość prawa wśród części operatorów, nieefektywny system kontroli jakości szkoleń. Eliminując lub chociażby minimalizując wpływy wszystkich tych czynników możemy uchronić się przed skutkami błędu ludzkiego – wymaga to zbudowania barier, które zatrzymają bieg wydarzeń w przypadku kiedy cokolwiek „pójdzie nie po naszej myśli”. W tym celu warto upowszechnić wśród operatorów (a w szczególności amatorów, hobbystów, modelarzy) stosowanie, list kontrolnych, algorytmów postępowania, aplikacji na urządzenia mobilne wspomagających przygotowanie do lotu.

W przyszłości warto podjąć dalsze badania, w tym badania panelowe, by sprawdzić dynamikę zmian lub ewentualną stałość opinii operatorów BSP. Interesujące może być także zbadanie niezawodności, awaryjności bezzałogowych statków powietrznych. Istotną zatem będzie analiza przyczyn wypadków BSP na podstawie danych PKBWL i ULC.

LITERATURA:

- Adamski, M., Proces szkolenia operatorów Bezzałogowych Statków Powietrznych, *Logistyka*, 2015, nr 3, s. 16-24,
- Dąbrowska J., Czynniki ludzkie w lotnictwie, „Prace Instytutu Lotnictwa 221”, Warszawa 2011, s. 67.
- Drozdowski T., Kosieleński S., „Droniarzy portret własny”, *Jutrzenka – Rynek dronów w Polsce*, Warszawa 2018, s. 27-31.
- Hobbs A., *Unmanned Aircraft Systems*, (w:) Salas E., Maurino D., *Human Factors in Aviation*, 2nd Edition, Academic Press, 2010, s. 509.
- <https://droneradar.eu/blog/2017/05/14/wyniki-pierwszego-narodowego-testu-wiedzy-dla-operatorow-i-kandydatow-na-operatorow-bezzaalogowych-statkow-powietrznych/> [https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_\(HFACS\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Human_Factors_Analysis_and_Classification_System_(HFACS))
- <http://docplayer.pl/43235443-Wyniki-ankiety-dotyczacej-bezzaalogowych-statkow-powietrznych-w-polsce-urzed-lotnictwa-cywilnego-zespol-ds-bezzaalogowych-statkow-powietrznych.html>
- <https://safety.army.mil/Portals/0/Documents/ON-DUTY/AVIATION/FLIGHTFAX/Standard/2017/January-February-2017-Flightfax.pdf>
- HUMAN FACTORS TRAINING MANUAL, Doc 9683iAN/950, ICAO, wydanie 1., Montreal 1998, s. 1-1-1.
- Jabłoński J., Czynniki ludzkie w wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych, (w:) Cymerski J., Wiciak K., „Przeciwdziałanie zagrożeniom powstałym w wyniku bezprawnego i celowego użycia bezzałogowych platform mobilnych”, *Szczytno* 2015, s. 195-206.
- Joslin, R. (2015). Synthesis of unmanned aircraft systems safety reports. *Journal of Aviation Technology and Engineering*, 5(1), s. 5-6.
- Nisser T., *Human Factors Challenges in Unmanned Aerial Vehicles (BSPs): A Literature Review*, Lund University School of Aviation, 2006, s. III.
- Oncu M., Yildiz S., *An analysis of human causal factors in Unmanned Aerial Vehicle (BSP) accidents*, MBA Professional Report, Naval Postgraduate School, 2014.
- „Program szkolenia teoretycznego i praktycznego do uzyskania uprawnienia podstawowego do wykonywania lotów jedynie w zasięgu wzroku (VLOS) wpiśwanego do świadectwa kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrznego używanego w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe (BSPO), Ogłoszenie nr 12 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 28 kwietnia 2017 r., *Dz. Urz. ULC* z dn. 28.04.2017, poz. 477.
- Szymaniec K., *Systemowa zarządzanie ryzykiem zagrożeń w lotnictwie transportowym*, rozprawa doktorska, Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych, Warszawa 2018, s. 44-52.
- Szymański P., *Prawo lotnicze w odniesieniu do bezzałogowych statków powietrznych*, prezentacja z dn. 28.09.2018, seminarium „Poszukiwania terenowe osób zaginionych z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych”, Szkoła Policji w Katowicach
- Tvaryanas A., Thompson B., Constable S., *U.S. Military Unmanned Aerial Vehicle Mishaps: Assessment of the Role of Human Factors Using HFACS*, United States Air Force, 2005, s. 2-3.
- Wild, G., Murray, J., & Baxter, G. (2016). Exploring civil drone accidents and incidents to help prevent potential air disasters. *Aerospace*, 3(3), s. 5.
- Wyniki ankiety dotyczącej bezzałogowych statków powietrznych w Polsce, ULC, Warszawa 2013,

- Załącznik 11 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, "SŁUŻBY RUCHU LOTNICZEGO", ICAO, wydanie 13., Montreal 2001, s. 1-1.
- Zarządzenie nr 14 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 14 grudnia 2006 r. w sprawie wprowadzenia klasyfikacji grup przyczynowych zdarzeń lotniczych, Dz. Urz. ULC z dn. 29.12.2006, poz. 43.