



ROZPRAWA DOKTORSKA

Temat:

**KONCEPCJA UŻYCIA BEZZAŁOGOWYCH
STATKÓW POWIETRZNYCH W ZAPEWNIENIU
BEZPIECZEŃSTWA LOTNICTWA**

mgr inż. Katarzyna BOLZ

Promotor: **dr hab. inż. Gabriel NOWACKI, prof. WAT**

Promotor pomocniczy: **dr Krzysztof SZWARC**

STRESZCZENIE

Przedmiotem badań podjętych w ramach niniejszej rozprawy jest system bezpiecznego wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych obejmujący prawidłowy przepływ ruchu w przestrzeni powietrznej, dbałość o utrzymanie niezakłóconej pracy systemów infrastruktury lotniskowej, jak również systemów zamontowanych na samolotach. Przeprowadzona analiza zagadnień w zakresie podjętego tematu skupia się na ocenie możliwości implementacji właściwych środków zaradczych celem utrzymania odpowiedniego, wymaganego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP. Powzięte badania mają umożliwić wskazanie koncepcji minimalizacji ryzyka naruszenia bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej przez BSP.

W ramach uzasadnienia celowości podjętych badań wskazano występowanie istniejących luk w nauce: teoretycznej oraz utylitarnej. W odniesieniu do luki teoretycznej stwierdzono, że mimo coraz większego stanu wiedzy, narastającej liczby naukowych opracowań, ewolucji w literaturze w kontekście szans i zagrożeń wynikających z mobilności dronowej, wciąż niewiele możemy dowiedzieć się na temat niezawodnego rozwiązania, które pozwoliłoby kontrolować intencje działań operatorów BSP, skutecznie wyciągać konsekwencje za niezgodne z przepisami ich użycie, ograniczyć dostęp do zaawansowanych technologicznie oraz doposażonych w materiały niebezpieczne BSP. Rozwój prawodawstwa w tej materii w dalszym ciągu nie zapewnia akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa. Nie jesteśmy bowiem w stanie określić algorytmu postępowania zarówno operatorów profesjonalnych, jak i amatorów na etapie sprzedażowym. Podkreślono również aspekt etyczny jako czynnik motywacyjny do podjęcia badań. Z kolei w obszarze luki utylitarnej zdefiniowano brak narzędzia, schematu postępowania w przypadku nielegalnego zastosowania BSP. Ponadto wskazano potrzebę poszerzenia umocowań w zakresie procedowania sankcji odniesionych do niepoprawnego użycia dronów. Należy dostarczyć metod zapewnienia bezpieczeństwa związanych głównie z szacowaniem i eliminowaniem ryzyka na wczesnym etapie.

Celem poznawczym pracy jest identyfikacja szans i zagrożeń wynikających z wykorzystania BSP w kontekście bezpieczeństwa lotnictwa. Celem utylitarным jest opracowanie koncepcji użycia BSP w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa.

Główny problem badawczy określono następująco: Jak powinny być używane bezzałogowe statki powietrzne w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa? Formuła pytania badawczego stawia zadanie analizy aktualnych gałęzi zastosowań oraz kierunków ewolucji urządzeń bezzałogowych.

Hipoteza główna sformułowana na podstawie wyżej wymienionego problemu badawczego brzmi: BSP powinny być używane z zapewnieniem najwyższego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa, które w głównej mierze zależy od kompetencji personelu, a ponadto od:

- dynamiki rozwoju nowych bezzałogowych technologii na tle koncepcji bezpieczeństwa lotnictwa,*
- monitorowania rejestracji i użycia BSP w celu uzyskania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa,*
- ewolucji zmian systemu bezpieczeństwa lotnictwa z uwagi na wielokierunkowość gałęzi zastosowania,*
- implementacji środków zaradczych celem zapobiegania działaniom niebezpiecznym.*

Problemy szczegółowe określono następująco:

- 1. W jaki sposób aktualne koncepcje bezpieczeństwa lotnictwa uwzględniają nowe technologie związane z wykorzystaniem BSP?*
- 2. Jakie skutki dla bezpieczeństwa lotnictwa wynikają z dynamiki zastosowania BSP?*
- 3. W jakim stopniu współczesne systemy bezpieczeństwa lotnictwa są wydajne w odniesieniu do operacyjności BSP w przestrzeni powietrznej?*
- 4. Jakie zmiany należy wprowadzić w celu utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP?*

Uwzględniając wyżej wymienione problemy, sformułowano następujące hipotezy szczegółowe:

- 1. Aktualnie stosowane (narodowe) koncepcje bezpieczeństwa lotnictwa w niewystarczającym stopniu uwzględniają nowe technologie związane z wykorzystaniem BSP.*

2. *Dynamika zastosowania BSP, w tym jej wielokierunkowość, generuje zarówno szereg szans, jak i zagrożeń dla bezpieczeństwa lotnictwa.*
3. *Współczesne systemy bezpieczeństwa lotów nie są wydajne w odniesieniu do stale poszerzających się gałęzi wykorzystania BSP.*
4. *W celu utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP należy dążyć do implementacji systemu opartego na nowych technologiach, środkach zaradczych o szerszym spektrum działania oraz zaostrzonych zasadach postępowania wobec operatorów, uregulowanych prawnie.*

Zgodnie z przyjętą metodologią badań w toku niniejszej dysertacji wyszczególniono zmienną zależną – wpływ BSP na bezpieczeństwo lotnictwa oraz zmienną niezależną – środowisko stosowania BSP.

W procesie badawczym zastosowano następujące metody teoretyczne: analiza, analiza SWOT, analiza ryzyka, synteza, definiowanie, analogia, indukcja oraz dedukcja. W zakresie metod empirycznych przeprowadzono: obserwację, sondaż diagnostyczny – ankietowanie z wykorzystaniem próby eksperckiej oraz indywidualny wywiad pogłębiony z ekspertami.

W rozdziale pierwszym zaprezentowano zarys koncepcyjny dysertacji. Dokonano uzasadnienia wyboru podjętych badań, omówienia przedmiotu i celu badań. Wskazano problemy badawcze, hipotezy oraz zmienne wraz z ich wskaźnikami. Sprecyzowano metody i techniki badawcze. Dokonano szczegółowego opisu przebiegu prowadzonych badań.

W rozdziale drugim wyjaśniono teoretyczne aspekty bezpieczeństwa lotnictwa z uwzględnieniem genezy i etapów rozwoju zagadnienia. Przeprowadzono analizę aktualnego stanu wiedzy w zakresie bezpieczeństwa lotnictwa i bezzałogowych statków powietrznych. Zaprezentowano rozwój paradygmatu bezpieczeństwa lotnictwa oraz modele przyczynowe wypadków lotniczych. Rozdział zawiera zestawienie obowiązujących aktów prawnych warunkujących zasady bezpiecznego użycia technologii bezzałogowych.

Rozdział trzeci dotyczy analizy ryzyka odniesionej do operacyjności bezzałogowych statków powietrznych w przestrzeni powietrznej. W rozdziale przedstawiono teoretyczne podstawy identyfikacji i oceny ryzyka. Zaprezentowano metodyki dedykowane, określono kryteria właściwej analizy ryzyka odniesione do badanego obszaru dziedzinowego.

Treść rozdziału czwartego obejmuje ocenę aktualnego systemu bezpieczeństwa lotów bezzałogowych statków powietrznych. W rozdziale poddano analizie aktualne zagrożenia dla lotnictwa, wskazano wyniki obserwacji odniesione do incydentów z udziałem BSP. Zestawiono dane statystyczne z obszaru wypadkowości, sformułowano wnioski koncepcyjne. Zaprezentowano algorytm konstrukcji drona FPV (ang. First Person View)¹ gotowego do realizacji działań taktycznych. Podjęto próbę prognozowania nowych zagrożeń w odniesieniu do rozwoju implementacji technologii bezzałogowych.

Rozdział piąty stanowi podsumowanie podjętych dociekań naukowych. Zaprezentowano wyniki badań sondażowych oraz efekty wywiadów z ekspertami. Uzyskane w ramach badań wnioski użytkowo-koncepcyjne umożliwiły zaprojektowanie aplikacji sprzedażowej. Rozdział piąty zamyka szereg prac badawczych, dokonując ewaluacji podjętych badań, konkludując temat ze wskazaniem rozwiązań w formie koncepcji.

Analiza wyników przeprowadzonych badań umożliwiła wskazanie priorytetów w kwestii środków zaradczych, możliwości wdrożenia ograniczeń dla użytkowników prywatnych oraz celowości zmian w systemie. W odniesieniu do aspektu oryginalności i nowatorstwa w rozwiązaniu problemu naukowego opracowano narzędzie kontroli sprzedażowej w postaci aplikacji mobilnej. W świetle otrzymanych rezultatów określono, iż elementami najtrudniejszymi do zweryfikowania są niezmiennie intencje działań operatorów oraz autonomia samodzielnej konstrukcji urządzeń. Wskazywano potrzebę nieprzerwanej profilaktyki względem tematu oraz wdrażania uszczelnień systemu bezpieczeństwa. W odniesieniu do wyników badań uzyskano potwierdzenie założeń koncepcji oraz wypracowano elementarne rozwiązania w kwestii ochrony bezpieczeństwa.

¹ FPV – First Person View – widok z pierwszej osoby.

SUMMARY

The subject of the research undertaken as part of this dissertation is the system of safe use of unmanned aerial vehicles, including the correct flow of traffic in the airspace, care for maintaining the uninterrupted operations of airport infrastructure systems, as well as systems installed on aircraft. The analysis of issues within the scope of the undertaken topic focuses on the assessment of the possibility of implementing appropriate remedial measures in order to maintain the required level of aviation safety in the conditions of UAVs operations. The undertaken research is intended to identify concepts for minimizing the risk of airspace security violations by UAVs.

In order to justify the undertaken research, the existence of current gaps in science: theoretical and utilitarian was indicated. In relation to the theoretical gap, it was stated that despite the increasing level of knowledge, the growing number of scientific studies and the evolution in literature in the context of opportunities and threats resulting from drone mobility, we still cannot learn much about a reliable solution that would allow us to control the intentions of UAVs operators, effectively draw consequences for their use incompatible with the regulations, limit access to technologically advanced and equipped with hazardous materials UAVs. The development of legislation in this matter still does not ensure an acceptable level of safety. We are not able to determine the algorithm of action of both professional and amateur operators at the sales stage. The ethical aspect was also emphasized as a motivational factor for undertaking research. In the area of the utilitarian gap, the lack of a tool, a scheme of action in the case of illegal UAVs usage was defined. In addition, the need to expand the powers in the area of dealing with sanctions in the event of incorrect use of a drone was indicated. It is necessary to provide methods of ensuring safety, mainly related to estimating and eliminating risks at an early stage.

The cognitive aim of the dissertation is to identify opportunities and threats resulting from the use of UAVs in the context of aviation safety. The utilitarian goal is to develop a concept for the use of UAVs in ensuring aviation safety.

The main research problem was defined as follows: How should unmanned aerial vehicles be used to ensure aviation safety? The formula of the research question poses the task of analyzing current branches of application and directions of evolution of unmanned devices.

The main hypothesis formulated on the basis of the above-mentioned research problem is: UAVs should be used to ensure the highest level of aviation safety, which mainly depends on the competence of the personnel and moreover on:

- the dynamics of the new unmanned technologies development against the background of the aviation safety concept,*
- monitoring the registration and use of UAVs in order to achieve an acceptable level of aviation safety,*
- the evolution of changes in the aviation safety system due to the multidirectional nature of the application branches,*
- the implementation of countermeasures to prevent dangerous activities.*

The detailed problems were defined as follows:

- 1. How do current aviation safety concepts take into account new technologies related to the use of UAVs?*
- 2. What are the consequences for aviation safety resulting from the dynamics of UAVs use?*
- 3. To what extent are modern aviation safety systems efficient in relation to the operability of UAVs in airspace?*
- 4. What changes should be introduced to maintain the desired level of civil aviation safety in the conditions of UAVs operability?*

Taking into consideration the above-mentioned problems, the following detailed hypotheses were formulated:

- 1. Currently used (national) aviation safety concepts do not sufficiently take into account new technologies related to the UAVs usage.*

2. *The dynamics of UAVs use including its multidirectionality generates a number of opportunities and threats to aviation safety.*
3. *Modern flight safety systems are not efficient in relation to the constantly expanding branches of UAVs use.*
4. *In order to maintain the desired level of civil aviation safety in the conditions of UAVs operational use it is necessary to strive the implementation of a system based on new technologies, countermeasures with a wider spectrum of action and conduct stricter rules for operators, regulated by law.*

In accordance with the adopted research methodology, in the course of this dissertation, the indicated dependent variable is: the impact of UAVs on aviation safety. The independent variable is specified as: the environment of UAVs use.

The following theoretical methods were used in the research process: analysis, SWOT analysis, risk analysis, synthesis, definition, analogy, induction and deduction. In terms of empirical methods, the following were carried out: observation, diagnostic survey - survey using an expert sample and individual in-depth interviews with experts.

The first chapter presents the conceptual outline of the dissertation. The selection of the undertaken research was justified, the subject and purpose of the research were discussed. Research problems, hypotheses and variables with their indicators were indicated. Research methods and techniques were specified. The course of the conducted research was described in detail.

The second chapter explains the theoretical aspects of aviation safety, including the origins and stages of development of the issue. An analysis of the current state of knowledge in the field of aviation and unmanned aircraft safety was carried out. The development of the aviation safety paradigm and the causal models of aviation accidents were presented. The chapter contains a list of applicable legal acts determining the rules for the safe use of unmanned technologies.

The third chapter concerns risk analysis related to the operability of unmanned aerial vehicles in airspace. The chapter presents the theoretical foundations of risk identification and assessment. Dedicated methodologies were presented, criteria for proper risk analysis related to the studied domain area were defined.

The content of the fourth chapter is the assessment of the current safety system for unmanned aircraft flights. The chapter analyzes current threats to aviation and indicates the results of observations relating to incidents involving UAVs. Statistical data in the area of accidents were compiled and conceptual conclusions were formulated. An algorithm for constructing an FPV (First Person View) drone ready for tactical operations was presented. An attempt was made to forecast new threats in relation to develop the implementation of unmanned technologies.

Chapter five is a summary of the undertaken scientific investigations. The results of the survey research and the effects of interviews with experts were presented. The utilitarian and conceptual conclusions obtained in the research allowed for the design of a sales application. Chapter five closes a series of research works by evaluating the undertaken research, concluding the topic with an indication of solutions in the form of concept.

The analysis of the research results made it possible to identify priorities in terms of remedial measures, the possibility of implementing restrictions for private users and the purposefulness of changes in the system. In relation to the aspect of originality and innovation in solving the scientific problem, a sales control tool was developed in the form of a mobile application. In light of the obtained effects, it was determined that the elements most difficult to verify are constantly the intentions of the operators' actions and the autonomy of the independent construction of devices. The need for continuous prevention in relation to the subject and the implementation of security system seals was indicated. Regarding to the research results, confirmation of the concept assumptions was obtained and elementary solutions in the matter of security protection were developed.

SPIS TREŚCI

WSTĘP	9
ROZDZIAŁ I	
METODOLOGIA BADAŃ.....	12
1.1. Uzasadnienie wyboru tematyki i zakresu podjętych badań	12
1.2. Analiza literatury przedmiotu	16
1.3. Przedmiot badań	22
1.4. Cel badań	24
1.5. Problemy badawcze	25
1.6. Hipotezy robocze	25
1.7. Zmienne i wskaźniki	27
1.8. Metody i techniki badawcze	27
1.9. Organizacja przebiegu badań	36
ROZDZIAŁ II	
TEORETYCZNE ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA LOTNICTWA.....	42
2.1. Aktualny stan wiedzy na temat bezpieczeństwa lotnictwa i BSP	42
2.2. Paradygmat bezpieczeństwa lotnictwa.....	48
2.3. Koncepcja i ewolucja zagadnienia.....	51
2.3.1. Modele przyczynowe wypadku	54
2.3.2. Zasada „Just Culture”	64
2.4. Wymagania prawne w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa lotnictwa ..	66
2.5. Wnioski.....	80
ROZDZIAŁ III	
ANALIZA RYZYKA WYNIKAJĄCEGO Z OPERACYJNOŚCI BSP W PRZESTRZENI POWIETRZNEJ.....	82
3.1. Teoretyczne podstawy oceny ryzyka	82
3.2. Identyfikacja ryzyka – ryzyko operacyjności BSP	87
3.3. Proces analizy ryzyka	96
3.4. Metodyki dedykowane – SORA, PDRA.....	100
3.5. Wnioski.....	111
ROZDZIAŁ IV	
OCENA AKTUALNEGO SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA LOTÓW BSP	114
4.1. Analiza realnych zagrożeń dla lotnictwa	114
4.1.1. Incydenty z udziałem BSP – porty lotnicze.....	119
4.1.2. Wypadkowość – dane statystyczne	130
4.2. Algorytm konstrukcji BSP niezgodnego z legalnym przeznaczeniem	136

4.3. Prognozowanie nowych zagrożeń w odniesieniu do implementacji technologii bezzalogowych	145
4.4. Wnioski.....	155
ROZDZIAŁ V	
WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH.....	157
5.1. Zrównoważone zastosowanie BSP	157
5.2. Wyniki badań empirycznych – sondaż diagnostyczny.....	158
5.2.1. Wyniki badań na podstawie danych metryczkowych	182
5.3. Analiza zidentyfikowanych zależności statystycznych.....	191
5.4. Analiza badań empirycznych – wywiad ekspercki.....	201
5.5. Wnioski.....	211
ROZDZIAŁ VI	
PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ W ZAKRESIE POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA LOTNICTWA W WARUNKACH OPERACYJNOŚCI BSP	214
6.1. Ocena bieżącej sytuacji rynku dronowego.....	214
6.2. Autorska aplikacja – UAVOcheck.....	223
6.3. Koncepcja użycia BSP z zapewnieniem pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa.....	231
6.4. Wnioski.....	239
ZAKOŃCZENIE.....	242
WYKAZ SKRÓTÓW	246
SŁOWNIK POJĘĆ	248
SPIS RYSUNKÓW	252
SPIS TABEL.....	254
SPIS WYKRESÓW	257
BIBLIOGRAFIA.....	259
ZAŁĄCZNIKI.....	271

WSTĘP

W obszarze bezpieczeństwa systemów można wyróżnić dwa kierunki: modelowanie oraz kontrola. Profilaktyka bezpieczeństwa lotnictwa współcześnie odgrywa kluczową rolę w złożonym procesie nabywania kwalifikacji przez operatorów bezzałogowych statków powietrznych. Złożoność tego procesu nie polega na samym szkoleniu oraz certyfikowaniu pilotów dronów, ale raczej na odpowiednim wdrażaniu narzędzi profilujących świadomość prawną użytkowników oraz znajomość odpowiedzialności karnej za działania niezgodne z przeznaczeniem. Dodatkowym aspektem aktualnie zagrażającym akceptowalnemu poziomowi bezpieczeństwa lotnictwa jest autonomia tworzenia scenariuszy misji oraz celowość działań niepożądanych.

Stale rosnący zakres zastosowań bezzałogowych statków powietrznych (BSP) w połączeniu z algorytmami sztucznej inteligencji niezaprzeczalnie niesie za sobą szereg korzyści w obszarze profesjonalnej politechnizacji wielu branży/gałęzi przemysłu. Z drugiej jednak strony doświadczenia zdobyte w ostatnich latach, m.in. odnoszące się do sposobu prowadzenia walki zbrojnej w ramach wojny rosyjsko-ukraińskiej, jasno scharakteryzowały właściwości bojowe dronów oraz ich imponujące zdolności w zakresie prowadzenia działań hybrydowych. Ponadto przedstawione w niniejszej dysertacji pokazne ukraińskie „podziemie” zdalnie sterowanego uzbrojenia, składającego się w dużej mierze z szybkich dronów FPV (ang. *First Person View*), wskazuje na nieograniczone zdolności precyzyjnego, a zarazem trudnego do wykrycia naprowadzania uzbrojonych dronów na cel. W aktualnych warunkach operacyjności bezzałogowych statków powietrznych dostrzegamy zatem znacznie większą liczbę czynników odpowiedzialnych za utrzymanie pożądanego poziomu bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej niż dotychczas – uprzednio wskazywano głównie kierunek związany z techniką i operatorami (do techniki odnoszą się konstrukcje, technologie i materiały, natomiast do operatorów – dobór, selekcja, kształcenie i trening²) oraz zagrożenie, jakie może stanowić sam statek powietrzny wraz z przestrzenią, w której się porusza.

Jednakże na podstawie przedstawionych w pracy wyników analizy ryzyka, informacji zwrotnej pozyskanej w ramach eksperckiej wymiany doświadczeń, wskazywanej ewolucji zastosowań oraz obserwacji prowadzonej w czasie rzeczywistym, można dostrzec

² P. Sienkiewicz, M. Marszałek, H. Świeboda, *Metodologia badań bezpieczeństwa narodowego*, tom 1, Wyd. AON, Warszawa 2010, s. 39.

zupełnie nowe rodzaje zagrożeń, które na przestrzeni lat mogą stanowić poważne niebezpieczeństwo dla prawidłowego funkcjonowania w przestrzeni powietrznej.

Dobór adekwatnych metod badań odegrał kluczową rolę w procesie lepszego zrozumienia problemu bezpieczeństwa lotów w odniesieniu do stale rosnącej operacyjności BSP. Proces badawczy miał umożliwić wskazanie zarówno szeregu szans, jak i zagrożeń, korelując je analitycznie w ramach aktualnych warunków zastosowań najnowszych technologii. Profilaktyka bezpieczeństwa w lotnictwie, zapewniająca bezpieczne poruszanie się statków powietrznych w przestrzeni powietrznej, jest bowiem sprawą zasadniczą. Każda z operacji lotniczych realizowana jest według ściśle określonych przepisów i procedur. Technologia bezzałogowa wdrożona do systemu lotnictwa konwencjonalnego, przyszłościowo łączona z algorytmami sztucznej inteligencji, może generować konieczność wprowadzenia zmian proceduralnych oraz zachowania szczególnej ostrożności m.in. w odniesieniu do lotów w ramach sił szybkiego reagowania czy zasadniczo – lotów załogowych.

Ogromny postęp cywilizacyjny skutkuje znaczną dynamiką rozwoju techniki, pojawieniem się nowych rozwiązań zbrojeniowych oraz zaskakującym wyedukowaniem autonomicznych konstruktorów dronów dedykowanych na potrzeby własne. W Internecie można znaleźć szereg schematów, wskazówek i filmów instruktażowych umożliwiających tworzenie własnych modeli opatrzonych rejestratorami wideo, z mechanizmami spustowymi i nie tylko. Wojna na Ukrainie pokazała, jak ważną rolę odegrali samodzielni konstruktorzy dronów FPV, zwłaszcza we wczesnym etapie konfliktu. Na podstawie wniosków z analizy pola walki rosyjsko-ukraińskiej dokonano ewaluacji BSP jako narzędzia precyzyjnej neutralizacji obiektów przeciwnika. Kolejne wojny pokazują, że na pewnym etapie walki istotą rolę odgrywają działania o charakterze asymetrycznym, improwizowanym, gdzie łatwość opanowania technologii, masowa produkcja i wykorzystanie do działań bojowych przez ochotników stanowią poważny składnik potencjału obronnego.

W trakcie realizacji dysertacji zwraca się uwagę na postęp ewolucji metod badawczych oraz kwestii koncepcyjnych. W etapie początkowym nikt nie spodziewał się, że drony zrewolucjonizują oblicze wojny. Pierwotna koncepcja pracy zawierała szereg obszarów niepewności, a podkreślanie możliwości przekształcania dronów w wysoce zaawansowane narzędzie prowadzenia walki czy zamierzonego ataku nie budziło powszechnej aprobaty. W ramach wstępnych, niemniej jednak szczegółowych badań oraz obserwacji metod działania ugrupowań terrorystycznych (m.in. ISIS) w miejscach prowadzenia misji stabilizacyjnych, pokojowych czy w ramach operacji kryzysowych,

zidentyfikowano i komunikowano ryzyka, jakie niesie rozwój technologii bezzałogowej. Przewidywania, uznawane ówczesnie za skrajne, urealniły się szybciej niż się tego spodziewano. Tym samym wydźwięk utylitaryzmu niniejszej pracy można sklasyfikować dwójako – wskazując aspekt koncepcyjny oraz praktyczny w odniesieniu do projektu konkretnego rozwiązania (aplikacji mobilnej) jako środka zaradczego.

Rozwój zaawansowanej technologii niezaprzeczalnie łączy się z ewolucją znanych i pojawianiem się nowych zagrożeń (ang. *emerging risks*)³. Wśród kryteriów oceny zagrożeń i ich rodzajów oprócz tych związanych ściśle z lotnictwem coraz częściej wskazuje się bezprawne przekraczanie granic przestrzeni powietrznej, loty bez uprawnień, terroryzm czy zagrożenie bezpieczeństwa infrastruktury krytycznej. Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna (ang. *ISO, International Organization for Standardization*) dostrzegła konieczność unormowania sektora dronowego, tworząc w tym celu komitet ISO/TC 20/SC 16 pn. *Unmanned aircraft systems* zajmujący się opracowaniem norm poprawnego funkcjonowania BSP⁴. Katalog zagrożeń poszerza się wprost proporcjonalnie do rozwoju zastosowań BSP w kolejnych gałęziach przemysłu, co wymaga adekwatnej standaryzacji odpowiadającej dynamicznie zmieniającym się potrzebom.

Koncepcję w proponowanym ujęciu tematycznym można zatem rozumieć jako wizję sposobu postępowania na wypadek narastającego popytu BSP w odniesieniu do ujawnienia się nowych, krytycznych zagrożeń, ale również jako profilaktykę stosowaną celem projektowania odpowiedniej świadomości społecznej w obszarze technologii bezzałogowej. Założona struktura pracy, poprzez praktyczne ujęcie składowych hipotez, ma na celu poprawę warunków operowania dronami personelowi realizującemu loty specjalistyczne, uzmysłowienie potrzeby kategoryzacji zastosowań oraz rodzajów lotów bezzałogowych (zwłaszcza tych na duże odległości), a docelowo wpłynięcie na ograniczenie niezgodnych z przepisami lotów amatorskich, zwłaszcza w obszarze lotów poza zasięgiem wzroku.

³ *Risk management – Guidelines for managing an emerging risk to enhance resilience*, ISO/TS 31050:2023, edition 1, 2023.

⁴ R. Kochańczyk, T. Stechnij, A. Wilisowski, *Aspekty prawne oraz certyfikacyjne bezzałogowych statków powietrznych w świetle wybranych regulacji międzynarodowych*, Szkoła Policji w Katowicach, Katowice 2019, s. 37.

ROZDZIAŁ I

METODOLOGIA BADAŃ

1.1. Uzasadnienie wyboru tematyki i zakresu podjętych badań

Innowacje technologiczne to niezaprzeczalnie szansa rozwoju dla przyszłych pokoleń. Stała ewolucja w zakresie automatyki i mechanizacji wielu gałęzi przemysłu, jak również życia codziennego wiąże się ściśle z szerokim spektrum rozwoju rozwiązań funkcjonalnych, optymalizacją czasu usług oraz racjonalizacją czynnika ludzkiego. Bezzałogowe statki powietrzne (BSP – ang. *UAV, Unmanned Aerial Vehicles*) oraz bezzałogowe systemy latające (BSL – ang. *UAS, Unmanned Aerial Systems*) wpisują się w wizję „inteligentnego rozwoju”, w tym także „inteligentnego miasta” (ang. *smart city*), a co za tym idzie – poszerzenia łańcuchów dostaw, udoskonalenia wielu gałęzi przemysłu, optymalizacji czasu wykonania zadań w powietrzu, jak również rozwoju transportu pasażerskiego. Systematycznie pojawiają się kolejne doniesienia na temat rozwoju nowych koncepcji użycia BSP. Futurystycznych idei oczywiście jest wiele, a korzyści płynące z ich implementacji brzmią obiecująco. Należy jednak w tym miejscu odpowiedzieć sobie na jedno kluczowe pytanie: Czy wdrożenie danej koncepcji nie zakłóci wymaganego poziomu bezpieczeństwa przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej? Podejmując próbę odpowiedzi na ww. pytanie problemowe, trafiamy na szereg kolejnych, m.in.: Czy siły szybkiego reagowania są w stanie komfortowo wykonywać misje planowe (np. Lotnicze Pogotowie Ratunkowe)? Czy znajomość aktualnych przepisów prawa, poziom wyszkolenia operatorów oraz ich świadomość w kwestiach procesów zachodzących w przestrzeni powietrznej zapewniają odpowiedni poziom bezpieczeństwa lotnictwa?

Dynamiczny postęp technologii bezzałogowej cieszy się niezmiennie dużym zainteresowaniem, pojawia się również szereg autonomicznych „konstruktorów” dronów bazujących na patentach projektowych znanych koncernów (np. DJI⁵). Wizje rozwiązań futurystycznych w oparciu o technologie bezzałogowe mimo wielu potencjalnych perspektyw wciąż wzbudzają szereg wątpliwości. Specjaliści z zakresu bezpieczeństwa lotnictwa (BL) oraz przedstawiciele załóg statków powietrznych (SP) podchodzą do pewnych rozwiązań sceptycznie, podkreślając w tym konkretnym przypadku wagę zastosowania oceny ryzyka.

⁵ DJI – pełna nazwa *Shenzhen DJI Sciences and Technologies Ltd* – chińskie przedsiębiorstwo technologiczne z siedzibą w Shenzhen.

Współistnienie lotnictwa bezzałogowego wraz z załogowym stanowi dziś wyzwanie nie tylko dla władz lotniczych w zakresie prawodawstwa, ale przede wszystkim dla ochrony portów lotniczych i użytkowników przestrzeni powietrznej⁶. Mimo generowania czynników niebezpiecznych drony niezaprzeczalnie pełnią wiele pożytecznych funkcji, m.in. mogą stanowić narzędzie służące do monitorowania terenów wysoce zurbanizowanych z powietrza w celu zapewnienia bezpieczeństwa mieszkańcom, kontroli nad przestrzeganiem zasad bezpiecznego poruszania się, wsparcia działań samorządów w procesie analizy zanieczyszczeń powietrza, nadzoru sytuacji na drogach czy lokalizowania źródeł ognia podczas pożarów. To tylko niektóre składowe potencjału, jakim dysponują bezzałogowe statki powietrzne.

Rozpatrując wymienione kwestie oraz biorąc pod uwagę złożoność zagadnienia, nasuwają się pewne wnioski w obszarze utrzymania najwyższego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach stałego rozwoju BSP. Były one podstawą do identyfikacji pewnych deficytów, które stanowią merytoryczne motywacje do podjęcia badań na ten temat. Stwierdzono istnienie:

- a) **Luki teoretycznej** – mimo coraz większego stanu wiedzy, narastającej liczby naukowych opracowań, ewolucji w literaturze w kontekście szans i zagrożeń wynikających z mobilności dronowej wciąż niewiele możemy dowiedzieć się na temat niezawodnego rozwiązania, które pozwoliłoby kontrolować intencje działań operatorów BSP, skutecznie wyciągać konsekwencje za niezgodne z przepisami ich użycie, ograniczyć dostęp do zaawansowanych technologicznie oraz doposażonych w materiały niebezpieczne BSP. Rozwój prawodawstwa w tej materii w dalszym ciągu nie zapewnia akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa. Nie jesteśmy bowiem w stanie określić algorytmu postępowania zarówno operatorów profesjonalnych, jak i amatorów na etapie sprzedażowym – w tym miejscu należy podkreślić również aspekt etyczny jako czynnik motywacyjny do podjęcia badań.
- b) **Luki utylitarnej** – wciąż brakuje narzędzia, schematu postępowania w przypadku nielegalnego zastosowania BSP. Istnieje również potrzeba poszerzenia umocowań w odniesieniu do procedowania sankcji w przypadku drona niepoprawnie wykorzystywanego. Należy dostarczyć metod zapewnienia bezpieczeństwa związanych głównie z szacowaniem i eliminowaniem ryzyka na wczesnym etapie.

⁶ M. Żmigrodzka, E. Krakowiak, *Systemy zabezpieczeń technicznych w ochronie portu lotniczego*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport, Warszawa 2018, s. 110.

Temat z uwagi na swoją aktualność oraz dużą dynamikę rozwoju mobilności dronowej, istotnie wnosi do badań nad bezpieczeństwem nowy katalog środków zaradczych, jak również rozwiązań służących ograniczeniu incydentów z udziałem BSP. Ponadto w ramach niniejszej dysertacji zostało zdefiniowane i opracowane nowe rozwiązanie praktyczne – autorska aplikacja sprzedażowa, wykorzystująca nowe technologie, stanowiąca innowacyjne narzędzie do weryfikacji nabywców dronów oraz ich pogłębionej identyfikacji. Autorska idea w postaci aplikacji może w przyszłości okazać się przełomowym narzędziem profilaktycznym, także w obszarze amatorskiej operacyjności BSP.

Celem potwierdzenia trafności powyższych badań posłużono się metodą analizy SWOT. Analiza SWOT to technika weryfikacji informacji wykorzystywana jako metoda analizy strategicznej (np. przedsiębiorstwa). SWOT to akronim takich angielskich słów jak: *strengths* (mocne strony), *weaknesses* (słabe strony), *opportunities* (szanse), *threats* (zagrożenia). Metoda opisu zagrożeń/szans to uniwersalna metoda analizy strategicznej, która umożliwia dokonywanie przeglądów procesów w sposób uporządkowany i systematyczny, co ma duże znaczenie w dalszych działaniach związanych z planowaniem koncepcji działania i budowania strategii⁷. Analogicznie, jak w przypadku szans i zagrożeń, również siły i słabości należało poddać analizie jako składowej do planowania strategicznego w obszarze bezpieczeństwa.

Tabela 1. Analiza SWOT – schemat (macierz TOWS)

Rodzaj czynnika	Czynniki negatywne	Czynniki pozytywne
Czynniki zewnętrzne	ZAGROŻENIA (ang. <i>threats</i>)	SZANSE (ang. <i>opportunities</i>)
Czynniki wewnętrzne	SŁABOŚCI (ang. <i>weaknesses</i>)	MOCNE STRONY (ang. <i>strengths</i>)

Źródło: opracowanie własne na podstawie G. Gierszewska, M. Romanowska, *Analiza strategiczna przedsiębiorstwa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009, s. 191.

⁷ A. Dawidczyk, J. Jurczak, *Metodologia bezpieczeństwa w przykładach i zastosowaniach*, Podręcznik Akademicki, Wyd. Difin, Warszawa 2022, s. 64.

Skorelowanie elementów wpływających na podjęcie tematu określenia adekwatnej koncepcji utrzymania bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP wymaga usystematyzowania. Hierarchiczny podział czynników na bazie analizy SWOT pozwolił jasno określić obszary, które skłaniają do głębszych rozważań. Na poniższym zestawieniu tabelarycznym ukazano kluczowe kwestie wymagające analizy w odniesieniu do tematu zastosowania BSP w warunkach nieprzerwanego utrzymania bezpieczeństwa lotnictwa.

Tabela 2. Analiza SWOT w odniesieniu do koncepcji zapewnienia bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP

Rodzaj czynnika	Czynniki negatywne	Czynniki pozytywne
Czynniki zewnętrzne	• możliwość samodzielnej konstrukcji BSP osiągających wysokie pułapy i zasięgi lotu, • brak kontroli nad intencjami operatorów, stopniem świadomości obowiązujących sankcji za spowodowanie sytuacji niebezpiecznej, • ryzyko wlotu w strefę lotniskową, trajektorię lotu innych statków powietrznych, • zaginięcie BSP (spowodowane m.in. utratą zasięgu, brakiem umiejętności)	• rozwój rozmaitych gałęzi przemysłu, • wsparcie sił szybkiego reagowania, • optymalizacja kosztów transportu oraz czasu, • kontrola i obsługa lotnisk
Czynniki wewnętrzne	• brak obostrzeń względem nabywania BSP przez osoby nieposiadające uprawnień – brak kontroli sprzedażowej, • wzrost popytu na narzędzia analizy zagrożeń, szacowanie ryzyka, • kwestie etyczne w odniesieniu do zachowań operatorów, • brak medialnej profilaktyki informacyjnej	• aktualnie obowiązujące przepisy prawa Unii Europejskiej implementowane do standardów krajowych, • aktualnie obowiązujące przepisy prawa krajowego, • wdrażanie poprawek do obowiązujących przepisów (zarówno w odniesieniu do lotnictwa cywilnego, jak i wojskowego)

Źródło: opracowanie własne.

Zidentyfikowane w poszczególnych etapach prowadzonej analizy strategicznej zagrożenia i szanse, a także mocne strony i słabości, to podstawowe kategorie planistyczne, które stanowią bazę informacyjną procesu konstruowania koncepcji⁸. Koncepcja

⁸ *Ibidem*, s. 77.

scharakteryzowana konkretnymi kwestiami problemowymi tworzy bazę do badań – jest to wstępny zakres obszaru, w którym badacz będzie realizował założone cele.

1.2. Analiza literatury przedmiotu

Literatura przedmiotu w dziedzinie bezzałogowych statków powietrznych obejmuje wiele aspektów prawnych, technologicznych, etycznych, jak również zastosowań praktycznych i futurystycznych. Możemy doszukać się wielu publikacji opisujących futurystyczne wizje implementacji dronów w ramach kolejnych gałęzi przemysłu. Jednakże rzetelne opracowania w obszarze bezpieczeństwa lotnictwa, zawierające dane szacunkowe, stanowią już mniej popularny kierunek, a dostęp do nich zapewniły przede wszystkim urzędy sprawujące władzę nad kontrolą przestrzeni powietrznej oraz instytuty badawcze.

W ramach interdyscyplinarnego podejścia literaturę można podzielić na poszczególne kategorie:

- prawo/regulacje prawne – w miarę rozwoju technologii, pojawiają się również nowe wyzwania prawne. Publikacje naukowe opisują regulacje dotyczące użytkowania BSP, kwestie prywatności, bezpieczeństwa oraz odpowiedzialności prawnej;
- technologia/inżynieria – opracowania dotyczące konstrukcji BSP, systemów, sensorów, oprogramowania. Publikacje te często koncentrują się na innowacjach w dziedzinie aerodynamiki, materiałów oraz autonomiczności systemów;
- przyszłość – wiele publikacji spekuluje na temat trendów rozwojowych, innowacji technologicznych oraz ich wpływu na różne branże;
- zastosowanie – literatura opisująca kierunki implementacji BSP, efektywność oraz korzyści płynące z ich użycia;
- etyka i społeczeństwo – opracowania obejmujące kwestie etyczne związane z operacyjnością dronów, ich wpływ na społeczeństwo, kwestie inwigilacji, potencjalne zagrożenia dla bezpieczeństwa.

W badaniach własnych celem zapewnienia właściwego procesu dociekań naukowych zastosowano podział oceny literatury w niżej wymienionych obszarach:

- teoria bezpieczeństwa;
- bezpieczeństwo lotnictwa;
- podstawy prawne;
- geneza, rozwój mobilności, zarządzanie ruchem dronów;
- analiza współczesnych zagrożeń;

- przypadki i analizy;
- edukacja i świadomość;
- prognostyka.

Wykonywanie lotów BSP, podobnie jak w przypadku załogowych statków powietrznych, podlega szczegółowemu unormowaniu zarówno na niwie prawa krajowego jak i międzynarodowego. Podstawy prawne opierają się głównie na unijnych przepisach oraz aktach wykonawczych obowiązujących w danym kraju. Do najważniejszych przepisów należą:

- Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, podpisana w Chicago dnia 7 grudnia 1944 r.;
- Ustawa Prawo lotnicze z dnia 3 lipca 2002 r.;
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie klasyfikacji statków powietrznych z dnia 7 sierpnia 2013 r.;
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie wyłączenia zastosowania niektórych przepisów ustawy Prawo lotnicze do niektórych rodzajów statków powietrznych oraz określenia warunków i wymagań dotyczących używania tych statków z dnia 26 marca 2013 r.;
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie przepisów technicznych i eksploatacyjnych dotyczących statków powietrznych kategorii specjalnej, nieobjętych nadzorem europejskiej agencji bezpieczeństwa lotniczego z dnia 26 kwietnia 2013 r.;
- Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej w sprawie świadectw kwalifikacji z dnia 3 czerwca 2013 r.;
- Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 11 czerwca 2010 r. w sprawie zakazów lub ograniczeń lotów na czas dłuższy niż 3 miesiące;
- Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) nr 923/2012 z dnia 26 września 2012 r. ustanawiające wspólne zasady w odniesieniu do przepisów lotniczych i operacyjnych dotyczących służb i procedur żeglugi powietrznej;
- Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego.

Najważniejszą zmianą wobec użytkowników jest wprowadzenie obowiązku rejestracji wszystkich BSP o masie powyżej 250 gram. Od 31 grudnia 2020 r. na stronie internetowej Urzędu Lotnictwa Cywilnego został udostępniony rejestr operatorów bezzałogowych

statków powietrznych. W rozporządzeniu 2019/947⁹ przedstawiono całościowy system zunifikowanych regulacji prawnych dotyczących BSP w trzech kategoriach, wyodrębnionych poprzez analizę ryzyka operacji wykonywanych przez BSP dla poszczególnych rodzajów BSP, ich masy i zastosowania. Rozporządzenie określa szczegółowe przepisy dotyczące eksploatacji, personelu oraz organizacji zaangażowanych w operacje BSP.

W obszarze danych specjalistycznych, opracowań naukowych obejmujących badania nad operacyjnością dronów największe znaczenie miały materiały źródłowe pochodzące ze światowych instytutów badawczych oraz organizacji wdrażających nowe rozwiązania w dziedzinie implementacji dronów. Zaliczono do nich m.in. Raport Techniczny Uniwersytetu Alaski *Investigation of Drone Applications to Improve Traffic Safety in RITI Communities*¹⁰, opracowanie Uniwersytetu Michigan *Drones and suport for the use of Force*¹¹ oraz zwartą publikację Uniwersytetu Southampton *Advanced UAV aerodynamics, flight stability and control: novel concepts, theory and applications*¹². Ponadto celem zachowania precyzji i aktualności wobec ostatnich doniesień korzystano z dokumentów standaryzacyjnych oraz bieżących dokumentów doktrynalnych – *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*¹³. Merytoryczny zakres pracy bazuje również w dużej mierze na dorobku naukowym krajowych instytutów, przede wszystkim Instytutu Lotnictwa – Sieć Badawcza Łukasiewicz *Przewodnik po analizie ryzyka metodą SORA – Specific Operations Risk Assessment*¹⁴ oraz materiałów uzyskanych w ramach spotkań organizowanych w Instytucie, jak również za pośrednictwem seminariów on-line. Otwartość wymiany doświadczeń i dzielenia się wiedzą w ramach Sieci Badawczej odegrały kluczową rolę w poszerzaniu horyzontu badacza poza obszar krajowy, przewidywania futurystycznych kierunków rozwoju oraz nawiązywaniu kontaktów branżowych.

Opisując teoretyczne kwestie bezpieczeństwa, odpowiedzi na zadane pytania badawcze poszukiwano w publikacjach uznanych specjalistów w dziedzinie, do których

⁹ Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.

¹⁰ Ban X., Abramson D., Zhang Y., Cano Calhoun C., *Investigation of Drone Applications to Improve Traffic Safety in RITI Communities*, Technical Report, University of Alaska 2023.

¹¹ Walsh J., Schulzke M., *Drones and suport for the use of Force*, University of Michigan Press, Michigan 2018.

¹² Pascual M., Da Ronch A., Wiley J., *Advanced UAV aerodynamics, flight stability and control: novel concepts, theory and applications*, Wyd. Wiley, University of Southampton, United Kingdom 2017.

¹³ *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*, AJP-3.3, edition B, version 1, NATO Standardization Office, Bruksela 2016.

¹⁴ *Przewodnik po analizie ryzyka metodą SORA – Specific Operations Risk Assessment (dla osób fizycznych)*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa, Warszawa 2021.

zaliczono opracowania Compy wydane przez Lotniczą Akademię Wojskową *Teoretyczne aspekty bezpieczeństwa w lotnictwie*¹⁵, *Bezpieczeństwo transportu lotniczego w systemie bezpieczeństwa narodowego*¹⁶, *Współczesne zagrożenia bezpieczeństwa transportu lotniczego*¹⁷ oraz Klicha – *Bezpieczeństwo lotów, wybrane zagadnienia*¹⁸, *Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie*¹⁹. Ponadto cennym źródłem wiedzy w ramach wspomnianej tematyki okazały się opracowania Siadkowskiego – *Bezpieczeństwo i ochrona w cywilnej komunikacji lotniczej na przykładzie Polski, Stanów Zjednoczonych i Izraela*²⁰, *Przygotowanie kadr w ochronie lotnictwa cywilnego*²¹.

W dziedzinie metodologii najczęściej odnoszono się do literatury Dawidczyka – *Metodologia bezpieczeństwa w przykładach i zastosowaniach*²², Apanowicza – *Metodologia ogólna*²³ i Sztumskiego – *Wstęp do metod i technik badań społecznych*²⁴.

W odniesieniu do krytycznej analizy literatury przedmiotu przyjęto założenie zdefiniowania i uzasadnienia celu literatury przedmiotu, prezentując kategorie pojęciowe związane z tematem pracy. Sformułowano definicje wykorzystywane w procesie badawczym. Posługując się słowami kluczowymi poszukiwano w zbiorach bibliotecznych, bibliotekach cyfrowych oraz repozytoriach internetowych literatury związanej z tematem pracy. Po wykonaniu selekcji uzyskanych źródeł zweryfikowano oraz zinterpretowano treści przy uwzględnieniu założonego celu pracy oraz postawionych problemów badawczych. Zwrócono uwagę na trudności napotkane w trakcie analizy literatury, które opierały się głównie na konieczności poszukiwania odpowiedzi na postawione pytania badawcze w ramach wydawnictw światowych ośrodków naukowych prowadzących bieżące badania w obszarze przepustowości przestrzeni powietrznej oraz jej ochrony. W ramach opracowania niniejszej dysertacji w dużej mierze korzystano z literatury anglojęzycznej.

¹⁵ Compa T., *Teoretyczne aspekty bezpieczeństwa w lotnictwie*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2012.

¹⁶ Compa T., *Bezpieczeństwo transportu lotniczego w systemie bezpieczeństwa narodowego*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2014.

¹⁷ Compa T., *Współczesne zagrożenia bezpieczeństwa transportu lotniczego*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2018.

¹⁸ Klich E., *Bezpieczeństwo lotów, wybrane zagadnienia*, Wyd. AON, Warszawa 1999.

¹⁹ Klich E., Karpowicz J., *Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2011.

²⁰ Siadkowski A.K., *Bezpieczeństwo i ochrona w cywilnej komunikacji lotniczej na przykładzie Polski, Stanów Zjednoczonych i Izraela*, Wyd. WSPol w Szczytnie, Szczytno 2013.

²¹ Siadkowski A.K., *Przygotowanie kadr w ochronie lotnictwa cywilnego*, Wyd. WSB, Dąbrowa Górnicza 2015.

²² Dawidczyk A., Jurczak J., *Metodologia bezpieczeństwa w przykładach i zastosowaniach*, Podręcznik Akademicki, Wyd. Difin, Warszawa 2022.

²³ J. Apanowicz, *Metodologia ogólna*, Wyd. Bernardinum, Gdynia 2002, s. 60.

²⁴ Sztumski J., *Wstęp do metod i technik badań społecznych*, Wyd. Śląsk, Katowice 2004.

Poprawne sformułowanie odpowiedzi na zadane problemy badawcze wymagało bowiem pozyskania informacji z krajów wysoko rozwiniętych, finansujących prowadzenie praktycznych testów nad badaniem zdolności BSP w warunkach realnej przepustowości, inwestujących kapitał w najnowsze rozwiązania bezpilotowe.

W przypadku literatury oraz opracowań zwartych celujących w sedno tematu, tj. analizy bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej w warunkach zwiększonej mobilności dronowej należy stwierdzić, że baza literaturowa z tego zakresu nie jest wystarczająca. W tej kwestii z pomocą przychodzą raporty naczelných organizacji lotniczych oraz ośrodków badawczych. Aktualnie panuje pewnego rodzaju niedobór naukowy w zakresie rzetelnej analizy ryzyka względem kooperacji lotnictwa bezzałogowego z załogowym. Kwestie braku aktualnych, kompleksowo opisanych zwartych opracowań mogą być związane ze zmianą prawodawstwa na mocy Rozporządzeń Komisji UE (lata 2019-2020), które spowodowały przełom w dziedzinie zastosowania technologii bezzałogowej w ramach m.in. wprowadzenia konieczności rejestracji operatorów, zwiększenia nadzoru nad użytkownikami BSP.

Celem właściwej interpretacji występujących w pracy pojęć i skrótów, dokonano szeregu uściśleń terminologicznych, umożliwiających zrozumienie zakresu tematycznego pracy. Mimo rozróżnienia pozycji literaturowych, poruszających tematykę bezpieczeństwa lotnictwa oraz systemowych metod radzenia sobie z zagrożeniami, trudno odnaleźć takie, które przedstawiałyby temat z włączeniem operacyjności BSP, prezentując podejście koncepcyjne. Zakres pracy koncentruje się zatem na literaturze interdyscyplinarnej. Poruszane są w niej przede wszystkim kwestie bezpieczeństwa lotnictwa, modeli jego ochrony oraz podstawy prawne. Wątki specjalistyczne z obszaru aktualnych danych odniesionych do liczby operatorów, realnego poziomu operacyjności BSP oraz powodowanych zagrożeń prezentowane są dzięki udostępnionym raportom wypadkowości, krajowym rejestrom zagrożeń, analizom wskaźników ryzyka. Mimo, iż istotność zagadnienia jest dostrzegana przez coraz szersze grono osób zainteresowanych tym obszarem, problem badawczy w kraju postrzegany jest przez pryzmat działań na arenie europejskiej (tudzież światowej). Wspomniany stan rzeczy może być efektem implementacji prawa europejskiego, na bazie którego tworzy się procedury krajowe.

W zakresie praktycznym, niezwykle przydatne stały się pozycje opisujące metodologię badań. Podjęta w nich problematyka stanowiła element wyjścia do rozważań, kształtując niniejszym merytoryczne podłoże omawianej problematyki. Literatura wykorzystana w procesie opracowania rozprawy pochodzi głównie z lat współczesnych.

Wybór ten był celowy ponieważ aktualność źródeł w tym przypadku stanowi podstawę do trafnej analizy poruszanych zagadnień.

W odniesieniu do polskiego dorobku naukowego nie zdefiniowano pozycji literaturowej, która wykorzystując dane empiryczne ukazałaby koncepcję bezpiecznego zastosowania BSP. Nie zidentyfikowano również opracowania wskazującego działania profilaktyczne mające na celu wpływanie na świadomość nabywców dronów, w tym operatorów. Oprócz widniejących w archiwum zasobów internetowych spotów informacyjnych, ostrzegających użytkowników przed powodowaniem zagrożeń (np. spot dotyczący oślepienia pilotów laserem), nie znajdziemy konkretnych narzędzi wpływania na morale i świadomość nabywców, w tym ograniczenia działań niebezpiecznych pod rygorem odpowiedzialności karnej. Należy podkreślić, że aktualnie każdy może zostać nabywcą drona, nie każdy z kolei musi być zarejestrowanym operatorem. Aktualnie nie ma aparatu kontroli nabywców BSP, a co więcej, większość amatorów nabywa umiejętności w locie metodą samokształcenia, często zapominając lub celowo pomijając obowiązek rejestracji w systemie Urzędu Lotnictwa Cywilnego.

Podsumowując, literatura przedmiotu w dziedzinie bezzałogowych statków powietrznych jest bogata i różnorodna, oferuje cenne informacje w kwestiach regulacji prawnych, danych sprzętowych, zdolności, zastosowania praktycznego, kształcenia operatorów, inżynierów oraz dedykowanych osobom zainteresowanym tym dynamicznie rozwijającym się obszarem. Tempo rozwoju operacyjności BSP jest jednak przesłanką do podejmowania coraz nowszych badań w tym zakresie, prowadzenia bieżących analiz. Wiele prac bada w jaki sposób drony mogą stanowić zagrożenie dla załogowych statków powietrznych, zwłaszcza w kontekście kolizji. Publikacje te często analizują przypadki incydentów oraz proponują rozwiązania mające na celu minimalizację ryzyka. Mimo gromadzenia wspomnianych danych często brakuje krytycznej analizy ryzyka, która wskazywałaby kierunek działań. Co więcej, omawiane są przepisy dotyczące użytkowania dronów w przestrzeni powietrznej, w tym regulacje krajowe i międzynarodowe. Autorzy często wskazują na potrzebę harmonizacji przepisów oraz wprowadzenia standardów bezpieczeństwa dla operatorów dronów. Wciąż brakuje katalogu działań ograniczających nieświadome traktowanie BSP przez amatorów. Opracowania często dotyczą również systemów zarządzania ruchem powietrznym, uwzględniających drony. Tak naprawdę wciąż trwa analiza możliwości integracji dronów z istniejącymi systemami, celem zapewnienia bezpieczeństwa i efektywności operacji lotniczych. Wiele publikacji podkreśla znaczenie edukacji operatorów dronów oraz świadomości społecznej w temacie bezpieczeństwa

lotnictwa. Wskazywana jest potrzeba szkoleń oraz kampanii informacyjnych, które mogą pomóc w zmniejszeniu ryzyka. Ponadto w literaturze możemy znaleźć analizy konkretnych przypadków incydentów z udziałem dronów, które miały wpływ na zachwianie bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej oraz dane dotyczące futurystycznych, innowacyjnych rozwiązań z zastosowaniem BSP. Biorąc pod uwagę opisaną powyżej krytyczną analizę literatury oraz fakt, że wciąż brakuje koncepcji bezpiecznego zastosowania BSP oraz opublikowanego rozwiązania kontroli nabywców dronów można stwierdzić, że temat dysertacji jest aktualny oraz powszechnie akceptowalny przez gremium zajmujące się wskazaną problematyką. Wartością dodaną jest aspekt nowego spojrzenia na zagadnienie oraz racjonalizm odniesiony do analiz badań własnych, skorelowany z danymi pochodzącymi z ośrodków światowych (Chiny, Stany Zjednoczone).

1.3. Przedmiot badań

Przedmiot badań naukowych mogą stanowić twory materialne (obiekty), jak również niematerialne (zjawiska). Na przedmiot badań mogą więc składać się podmioty, instytucje, struktury, rzeczy, osoby i grupy ludzkie, stosunki, procesy, związki i zależności²⁵, a zatem elementy podlegające wyjaśnieniu w toku procesu badań. Celem zbadania określonego przedmiotu jest jego naukowe poznanie, projektowanie, prognozowanie czy planowanie rzeczywistości z nim związanej²⁶. Przedmiot badań standardowo wynika z treści tematu pracy. Kluczowym zatem jest wyznaczenie konkretnego obszaru badanych zjawisk i procesów.

Przedmiotem badań niniejszej dysertacji jest system bezpiecznego wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych, obejmujący prawidłowy przepływ ruchu w przestrzeni powietrznej, dbałość o utrzymanie niezakłóconej pracy systemów infrastruktury lotniskowej, jak również systemów zamontowanych na samolotach. Przeprowadzona analiza zagadnień w zakresie podjętego tematu skupia się na ocenie możliwości implementacji właściwych środków zaradczych celem utrzymania odpowiedniego, wymaganego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP. Powzięte badania mają umożliwić wskazanie koncepcji minimalizacji ryzyka naruszenia bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej przez BSP.

²⁵ J. Sztumski, *Wstęp do metod i technik badań społecznych*, Wyd. Śląsk, Katowice 2004, s. 19.

²⁶ M. Kwiecińska, *Przedmiot badań w naukach o obronności*, *Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej*, Warszawa 2016, nr 3(19), s. 140.

W odniesieniu do realizacji zadań w sferze lotniczej przez bezpieczeństwo lotów rozumie się ogół działań zapobiegających zaistnieniu sytuacji awaryjnych (niebezpiecznych) oraz tworzenie perspektywy maksymalnej redukcji skutków powstania sytuacji niebezpiecznych, korzystając z odpowiednich procedur i systemów zabezpieczających zdrowie i życie osób znajdujących się na pokładzie statku powietrznego, chroniących bezpieczeństwo ruchu lotniczego, eliminujących niekorzystne oddziaływanie niebezpiecznych czynników środowiska, a także zwiększających niezawodność statków powietrznych²⁷. Zapewnienie nieprzerwanego funkcjonowania lotnictwa konwencjonalnego w warunkach operacyjności bezzałogowych statków powietrznych stanowi priorytet systemu obejmującego współdziałanie lotnictwa załogowego z bezzałogowym. Bezpieczne funkcjonowanie lotnictwa konwencjonalnego, utrzymanie prawidłowego przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej, praca systemów pokładowych i lotniskowych stanowią bowiem sprawę pierwszorzędą.

Doniesienia o zamachach, aktach terroru, działaniach w strefach operacji wojennych, jak również narastająca liczba incydentów lotniczych z udziałem UAV²⁸ w obszarach portów cywilnych w skali międzynarodowej wskazują na potrzebę weryfikacji obecnych założeń systemów bezpieczeństwa lotnictwa w zakresie wyzwań związanych z monitoringiem, jak również rozpoznaniem operacyjnym w strefach przestrzeni powietrznej w celu zastosowania zmodernizowanych środków zaradczych. Systemy wywiadowcze oraz ostatnie raporty występowania dronów ewidencjonowanych m.in. jako meteorologiczne ujawniają powagę sytuacji i absolutną konieczność opracowania systemu zapobiegania narastającym incydom. Dynamika rozwoju terroryzmu, szczególnie stosowanie nowych technologii bezzałogowych tworzących również rozwiązania bojowe, ma zasięg globalny o nieograniczonych uwarunkowaniach i nie uwzględnia przestrzegania zasad moralnych.

Przedmiot badań wskazuje poniekąd na złożoność zagadnienia w odniesieniu do m.in. przestrzegania przepisów prawa przez operatorów, faktycznych umiejętności praktycznych i świadomości operatorów, aspektu moralnego, celowości użycia BSP w sposób niebezpieczny/niezgodny z przyjętymi regulacjami oraz możliwości neutralizacji niepożądanych BSP. Dzisiejsze zagrożenia oraz dynamiczny postęp technologii bezzałogowej wymagają jednak nieprzerwanej ewolucji w zakresie środków zaradczych,

²⁷ E. Klich, *Bezpieczeństwo lotów, wybrane zagadnienia*, Akademia Obrony Narodowej, Warszawa 1999.

²⁸ UAV – *Unmanned Aerial Vehicle* – bezzałogowy statek powietrzny.

narzędzi szacowania ryzyka, badania bilansu zysków i strat w odniesieniu do wdrażania technologii BSP w kolejnych gałęziach przemysłu, jak również życia codziennego.

1.4. Cel badań

Celem badania przedmiotu zainteresowania naukowego jest jego sprawdzone metodą naukową poznanie, kreowanie, dalsze modelowanie, prognozowanie i planowanie związanych z nim elementów rzeczywistości. Według W. Zaczyńskiego cel badań to bliższe określenie, do czego zmierza badacz i co pragnie osiągnąć w swoim działaniu. Podany w koncepcji cel musi legitymować się konkretnością, jasnością i realnością. Realność celu polega z kolei na wytyczeniu takich zamierzeń, które leżą w granicach możliwości danego badacza²⁹.

Celem poznawczym pracy jest identyfikacja szans i zagrożeń wynikających z obecności BSP w przestrzeni powietrznej.

Celem użytecznym pracy jest stworzenie koncepcji użycia BSP w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa.

W ramach niniejszego celu zostały określone następujące **założenia badawcze**:

1. Dynamiczny rozwój BSP operujących w przestrzeni powietrznej ewoluuje w zróżnicowanych gałęziach przemysłu, co wymaga analizy potrzeb wdrożenia systemu adekwatnych środków zaradczych.
2. Istnieje wiele cenionych koncepcji użycia nowoczesnych technologii BSP w procesie monitoringu, wsparcia lotnisk, detekcji zagrożeń oraz transferu, jednakże do rzetelnej oceny brakuje opartej na badaniach korelacji zysków i strat.
3. Praktyczne rozwiązania dotyczące ochrony bezpieczeństwa lotnictwa są uwarunkowane teoretycznie i legislacyjnie, nie istnieje jednak konkretna procedura reagowania natychmiastowego w przypadkach szczególnych.
4. Brakuje aparatu kontroli sprzedażowej odniesionego do ulepszenia systemu kontroli niepożądanych zachowań operatorów BSP. Uproszczone modele nierejestrowanych BSP z możliwością przeznaczenia do działalności terrorystycznej są osiągalne do samodzielnej konstrukcji, istnieje możliwość zamówienia nieograniczonej usługi konstrukcji spersonalizowanego drona.

²⁹ W. Zaczyński, *Praca badawcza nauczyciela*, Wyd. PWN, Warszawa 1995, s. 86.

1.5. Problemy badawcze

Sformułowanie problemu w badaniach polega na określeniu i objaśnieniu pewnego, obiektywnego stanu niewiedzy na gruncie dotychczasowej wiedzy. Należy zdawać sobie sprawę, że problemem badawczym może być jedynie takie pytanie, które stanowi punkt wyjścia do badań naukowych lub chociażby do działań częściowych w zakresie szeroko pojętej metody naukowej, to jest aktywnego studiowania literatury, do gromadzenia spostrzeżeń naukowych, do czynności ich opracowania³⁰. Podstawowym warunkiem podejmowania wszystkich badań naukowych jest uświadomienie i prawidłowe sformułowanie problemów badawczych i hipotez roboczych.

Główny problem badawczy sformułowano w postaci pytania:

Jak powinny być używane bezzalogowe statki powietrzne w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa?

Zaprezentowane poniżej **problemy szczegółowe** precyzują istotę głównego problemu badawczego:

1. W jaki sposób aktualne koncepcje bezpieczeństwa lotnictwa uwzględniają nowe technologie związane z wykorzystaniem BSP?
2. Jakie skutki dla bezpieczeństwa lotnictwa wynikają z dynamiki zastosowania BSP?
3. W jakim stopniu współczesne systemy bezpieczeństwa lotnictwa są wydajne w odniesieniu do operacyjności BSP w przestrzeni powietrznej?
4. Jakie zmiany należy wprowadzić w celu utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP?

1.6. Hipotezy robocze

Kolejnym krokiem postępowania badawczego było doprecyzowanie przypuszczalnych rozwiązań problemów badawczych. W metodologii postępowanie takie nazywa się formułowaniem hipotez. „Hipoteza” wywodzi się od greckiego słowa *hypothesis*, jego polskim odpowiednikiem jest słowo „przypuszczenie” tudzież „domysł” – mamy tu wobec tego do czynienia z przypuszczeniem lub domysłem wysuniętym prowizorycznie dla określenia bądź wyjaśnienia czegoś, który wymaga weryfikacji poprzez odpowiednie badania stosowane w nauce³¹. Według M. Łobockiego hipoteza powinna zostać wyrażona

³⁰ J. Apanowicz, *Zarys metodologii prac dyplomowych z organizacji i zarządzania*, Wyd. WSAiB, Gdynia 1997, s. 30.

³¹ J. Sztumski, *op. cit.*, s. 53.

w możliwie prostych słowach i dotyczyć istotnych dla danej nauki spraw³². Poprawnie sformułowaną hipotezę charakteryzuje: weryfikowalność, niesprzeczność, zupełność, rozstrzygalność, prostota, jednoznaczność jej sformułowania³³. Wyodrębnienie hipotezy badawczej dokonywane jest głównie na podstawie:

- realizacji badań eksploracyjnych (np. wywiadów, ankiet),
- bezpośrednich kontaktów z danym zjawiskiem podczas badań praktycznych,
- korzystania z doświadczeń innych ludzi,
- rozumowania przez analogię.

Rozwiązywanie głównego problemu naukowego realizowano drogą weryfikacji **hipotezy głównej**:

BSP powinny być używane z zapewnieniem najwyższego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa, które w głównej mierze zależy od kompetencji personelu, a ponadto od:

- **dynamiki rozwoju nowych bezzałogowych technologii na tle koncepcji bezpieczeństwa lotnictwa,**
- **monitorowania rejestracji i użycia BSP w celu uzyskania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa,**
- **ewolucji zmian systemu bezpieczeństwa lotnictwa z uwagi na wielokierunkowość gałęzi zastosowania BSP,**
- **implementacji środków zaradczych celem zapobiegania działaniom niebezpiecznym.**

Konsekwentnie w odniesieniu do problemów szczegółowych sformułowano również następujące twierdzenia – **hipotezy szczegółowe**:

1. Aktualnie stosowane (narodowe) koncepcje bezpieczeństwa lotnictwa w niewystarczającym stopniu uwzględniają nowe technologie związane z wykorzystaniem BSP.
2. Dynamika zastosowania BSP, w tym jej wielokierunkowość, generuje zarówno szereg szans, jak i zagrożeń dla bezpieczeństwa lotnictwa.
3. Współczesne systemy bezpieczeństwa lotów nie są wydajne w odniesieniu do stale poszerzających się gałęzi wykorzystania BSP.
4. W celu utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP należy dążyć do implementacji systemu opartego

³² M. Łobocki, *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2009, s. 28.

³³ W. Zaczynski, *Problematyka badawcza marketingu*, Wyd. PWN, Warszawa 1996, s. 57.

na nowych technologiach, środkach zaradczych o szerszym spektrum działania oraz zaostrzonych zasadach postępowania wobec operatorów, uregulowanych prawnie.

1.7. Zmienne i wskaźniki

Zmienne wyszczególnione na podstawie celów, problemów i hipotez badawczych nazywamy zmiennymi zależnymi, natomiast te, których wpływ na zmienne zależne chcemy badać, określamy mianem zmiennych niezależnych³⁴. Zgodnie z przyjętą metodyką badań w toku niniejszej dysertacji wyszczególniono **zmienną zależną**: wpływ BSP na bezpieczeństwo lotnictwa. W ramach zmiennej zależnej przyjęto **wskaźniki**:

- występowanie luk systemowych zagrażających bezpieczeństwu lotnictwa,
- stosowane systemy bezpieczeństwa,
- skuteczność systemu bezpieczeństwa,
- zjawiska negatywne wynikające z użycia BSP,
- nakłady finansowe przeznaczone na ochronę przestrzeni powietrznej.

Zmienną niezależną zdefiniowano następująco: środowisko stosowania bezzałogowych statków powietrznych. W odniesieniu do zmiennej niezależnej wyodrębniono **wskaźniki**:

- liczba wypadków, incydentów z udziałem BSP,
- zaostrzenie przepisów prawnych,
- implementacja środków zaradczych bazujących na nowych, skonsolidowanych technologiach.

1.8. Metody i techniki badawcze

Każde działanie podejmowane w dziedzinie bezpieczeństwa musi być ukierunkowane na osiągnięcie konkretnych rezultatów, a zatem warunkowane istnieniem ściśle określonych, mierzalnych celów potwierdzonych badaniami naukowymi. Niniejsza dysertacja dotyczy określenia odpowiedniej koncepcji celem zapewnienia należytego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności bezzałogowych statków powietrznych. Według A. Dawidczyka koncepcja to układ elementów wyznaczony określoną ilością składowych, ukierunkowany na osiągnięcie racjonalnie wyznaczonego celu przy zastosowaniu ustalonych środków³⁵, technik i metod badawczych. Proces

³⁴ J. Sztumski, *op. cit.*, s. 62.

³⁵ A. Dawidczyk, J. Jurczak, *op. cit.*, s. 136.

badawczy to niezaprzeczalnie zadanie wieloetapowe, celowe i świadome. Nie ma tu miejsca na przypadkowość lub dowolność w odniesieniu do metod potwierdzenia wyznaczonej hipotezy.

Przez metodę bowiem rozumie się na ogół system założeń i reguł pozwalających na takie uporządkowanie praktycznej lub teoretycznej działalności, aby można było osiągnąć cel, do jakiego się zmierza. J. Apanowicz precyzuje pojęcie metody badawczej: należy przyjąć, że jest to sposób pracy badawczej charakteryzujący się zarówno określonymi czynnościami postępowania (procedurą badawczą), jak i zastosowaniem odpowiednich narzędzi badawczych, ponadto w sposób powtarzalny. Istota metody badawczej powinna zmierzać do skoordynowania sposobu postępowania z zakładanym celem badań³⁶. Podobnie jak działalność praktyczna, aktywność poznawcza jako czynność teoretyczna przyczynia się do powstawania coraz to nowych metod badawczych. Ich liczba rośnie wraz ze zwiększającymi się możliwościami bardziej dogłębnego wnikania w prawidłowości zjawisk świata³⁷.

Mając na uwadze charakterystykę nowych zagrożeń, skierowanych zarówno na statki powietrzne wykonujące zadanie w przestrzeni powietrznej, jak również twardą infrastrukturę portów lotniczych oraz miękkie komponenty (np. hale odlotowe, parkingi, lotniskowa baza noclegowa), nasuwa się wątpliwość, czy stosowane do tej pory rozwiązania systemowe są w stanie efektywnie i skutecznie przeciwdziałać nowym zagrożeniom. Do rozwiązania sformułowanych problemów oraz realizacji wyznaczonych celów badawczych wykorzystane zostały zarówno teoretyczne, jak i empiryczne metody badawcze. W celu przeprowadzenia badań i weryfikacji hipotez w pracy zastosowane zostały następujące metody teoretyczne: **analiza, analiza SWOT, analiza ryzyka, synteza, definiowanie, analogia, indukcja oraz dedukcja**.

Analiza i synteza pozwoliły na dokonanie oceny badanej problematyki oraz syntezy wiedzy niezbędnej do osiągnięcia celu niniejszej rozprawy. Analizie została poddana literatura dotycząca przedmiotu badań – przepisy prawa, podręczniki, skrypty, instrukcje, regulaminy, publikacje i wydawnictwa, dysertacje innych autorów, prowadzone szkolenia specjalistyczne. Synteza służyła łączeniu składowych informacji, uzyskując w ten sposób elementarną całość. Twórczy charakter syntezy występuje naturalnie wtedy, gdy do nowych, nieoczekiwanych wyników dochodzi ona przez splątane drogi rozważań.

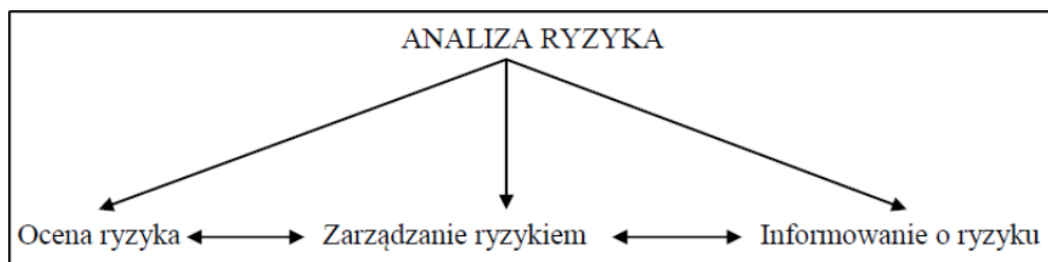
³⁶ J. Apanowicz, *Metodologia ogólna*, Wyd. Bernardinum, Gdynia 2002, s. 60.

³⁷ J. Sztumski, *op. cit.*, s. 68.

Podstawą oceny istniejących osiągnięć i wytyczania kierunków badań na przyszłość jest systematyczne opracowywanie syntez.

Analiza SWOT pozwoliła jasno określić mocne i słabe strony oraz szanse i zagrożenia w zakresie podjętej tematyki. Analiza SWOT poprzedziła doprecyzowanie tematu dysertacji. Umożliwiła ona skonkretyzowanie czterech wspomnianych powyżej grup czynników, opisując ich wpływ na badane zagadnienie, możliwości wykorzystania, wprowadzenia zmian niezbędnych do dalszego rozwoju przemysłu BSP w odniesieniu do utrzymania najwyższego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa. Analiza nie jest wolna od subiektywnych ocen obszarów trudnych do pogrupowania, co można zminimalizować, poddając dany czynnik ocenie zespołowej przez osoby postronne, np. specjalistów zewnętrznych weryfikujących wtórnie celowość tematyki dysertacji w późniejszym etapie badań.

Analizę ryzyka zastosowano w związku z badaniem sytuacji niebezpiecznych aktualnych, jak również nowych zagrożeń wynikających ze stale rosnącej operacyjności BSP. W analizie tej stosowane są oceny jakościowe i ilościowe, by oszacować zagrożenia i szanse dotyczące danej sytuacji. Identyfikowane są ryzyka, dla których należy wprowadzić działania zapobiegające przyczynom ich wystąpienia. Bieżąca rzeczywistość w odniesieniu do kooperacji lotnictwa załogowego z bezzałogowym wymaga racjonalnych narzędzi w obszarze eliminowania zagrożeń, celem utrzymania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej. Aby poprawnie dokonać analizy ryzyka powodowanego wzmożoną implementacją dronów w wielu gałęziach przemysłu, należy niezaprzeczalnie określić rodzaj zagrożeń oraz skategoryzować je względem możliwości przeciwdziałania. Metoda ta umożliwia identyfikację oraz ewentualne zarządzanie ryzykiem celem jego obniżenia do poziomu akceptowalnego. Istotną rolę w tym procesie pełniły konsultacje z ekspertami, których celem było poprawne rozpoznanie oraz analiza ryzyka związanego z działalnością BSP. Na rysunku nr 1 przedstawiono schemat zależności w ramach procesu naukowej analizy ryzyka.



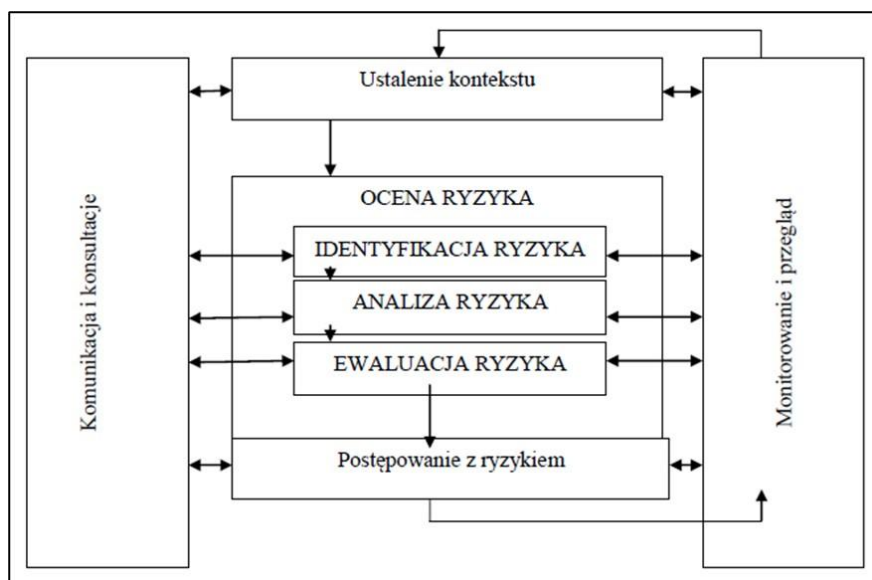
Rysunek 1. Proces naukowej analizy ryzyka

Źródło: E. Czernyszewicz, *Aspekty, podejścia, narzędzia i techniki stosowane w ocenie ryzyka* [w:] *Jakość i zarządzanie w agrobiznesie, wybrane aspekty*, Wyd. Katedry Zarządzania i Marketingu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Lublin 2018, s. 25.

Do powszechnie przyjętych procesów analizy ryzyka zaliczamy:

- identyfikację ryzyka,
- szacowanie i ewaluację ryzyka,
- planowanie reakcji na ryzyko.

Te trzy elementy stanowią warunek konieczny w procesie poszukiwania kompletnych rozwiązań badanego problemu. Na tle cyklu zarządzania ryzykiem zobrazowano przebieg procesu oceny ryzyka (rysunek nr 2).



Rysunek 2. Schemat zarządzania ryzykiem

Źródło: PN-ISO 31000:2018-08 (wersja pierwotna: PN-ISO 31000:2012).

Złożoność procesu badań nad ryzykiem jedynie podkreśla potrzebę dokonania adekwatnego doboru próby eksperckiej oraz pozyskania wysoce wykwalifikowanych ekspertów

w zakresie dziedzinowym. Analiza ryzyka podparta ekspercką wymianą doświadczeń stanowi czynnik decydujący zarówno w kwestii odniesionej do trafności zastosowania elementu nowatorstwa w rozwiązaniu problemu naukowego – prototyp aplikacji sprzedażowej, jak również sformułowania optymalnych wniosków koncepcyjnych.

Przy stawianiu hipotez zastosowana została **analogia** pozwalająca na identyfikację oraz porównanie pewnych danych i zdarzeń. Mimo że analogia nie ma siły dowodowej, metoda ta odegrała istotną rolę w procesie naprowadzenia na zamierzony cel, wplatając się pośrednio w procesy indukcyjno-dedukcyjne. Stanowi metodę pośrednią pomiędzy indukcją a dedukcją, przenoszone są bowiem spostrzeżenia z jednego przedmiotu na drugi. Zastosowanie metod porównawczych polegających na uszeregowaniu faktów, porównywaniu, łączeniu lub właśnie oddzielaniu i przeciwstawianiu sobie opracowanych zjawisk i wyników, dostrzeganiu różnic i podobieństw ułatwiło proces usystematyzowania otrzymanych wyników prowadzonych badań.

Indukcja (od szczegółu do ogółu) i **dedukcja** (od ogółu do szczegółu) umożliwiły na podstawie spostrzeżeń szczegółowych dokonanie w teorii diagnozy dotychczasowego stanu wiedzy na zasadzie uzyskania ogólnych wniosków. Dedukcja miała za zadanie zaprezentować określone wnioski, wykorzystując przyjęty wcześniej zbiór przesłanek, bez tworzenia nowych twierdzeń czy pojęć. Jest odpowiednikiem racjonalistycznej metody badawczej. Oparta na przyjęciu z góry tzw. pewników i rozwijaniu ich logicznych następstw. Służy do postawienia problemu, który dopiero będzie badany na drodze indukcyjnej. Indukcja to nic innego jak sprawdzenie twierdzenia na doświadczeniu, tu odwrotnie niż w dedukcji – przesłanki wynikają z wniosku.

W procesie realizacji badań zastosowane zostały takie metody empiryczne jak: **obserwacja, sondaż diagnostyczny – ankietowanie z wykorzystaniem próby eksperckiej oraz indywidualny wywiad pogłębiony z ekspertami.**

Obserwacja stanowiła narzędzie do świadomego i celowego spostrzegania zdarzeń, nieprawidłowości pojawiających się w przepływie ruchu lotniczego. Wykorzystywana jako zestawienie zdarzeń pochodzących z danych statystycznych umożliwiła porównanie wyników badań na tle pożądanых wskaźników bezpieczeństwa lotnictwa. Celowość, systematyczność, planowość, selektywność oraz obiektywność to cechy obserwacji, które zostały szczególnie uwzględnione w procesie posługiwania się niniejszą metodą. Obserwacja z założenia może być stosowana jako samodzielna technika lub może stanowić uzupełnienie innych metod – w przypadku niniejszej dysertacji pełniła funkcję wspierającą, charakteryzując się spostrzeganiem planowym w ramach założonych pierwotnie kryteriów.

Zastosowana obserwacja jako metoda jakościowa pozwoliła na sformułowanie wstępnych wniosków co do potrzeb w zakresie implementacji środków mających na celu poprawę sytuacji bezpieczeństwa. Bazowanie na potwierdzonych, autentycznych danych w powyższym przypadku umożliwiło uzyskanie rzetelnych rezultatów w odniesieniu do badanego zagadnienia.

Zastosowana metoda badania sądów i opinii podczas próby eksperckiej na bazie **sondażu diagnostycznego** pozwoliła na uzyskanie dodatkowej wiedzy uzupełniającej, głównie w zakresie opinii z zewnątrz, dotyczącej zestawienia szans i zagrożeń wynikających z dynamicznej implementacji BSP w wielu gałęziach przemysłu oraz obszarach życia codziennego. Sondaż przeznaczony został do badania postaw i poglądów większej populacji funkcjonującej zawodowo w obszarze badanej tematyki – ustawodawcy, specjaliści branżowi, kadra naukowo-dydaktyczna. W kwestionariuszu ankiety zostały ujęte zarówno pytania zamknięte, jak i półotwarte celem zwiększenia spektrum poznania opinii wytypowanego personelu/kadry naukowej. Odpowiedzi poddano operacjonalizacji oraz analizie ilościowej i jakościowej. Do analizy statystycznej wykorzystano program IBM SPSS Statistics 24 oraz Microsoft Office Excel 2016. Różnice statystyczne pomiędzy wartościami zmiennych zostały wyprowadzone z wykorzystaniem tablic przedziałów frakcji, przy założonym przedziale istotności $P=95\%$. Celem przeprowadzenia analiz dwuzmiennowych zastosowano test istotności różnicy chi-kwadrat, a w przypadku siły związku – współczynnik V Kramera.

Indywidualny wywiad pogłębiony z ekspertami jako oparta na kwestionariuszu wywiadu eksperckiego rozmowa, przygotowana i zaplanowana w swoim przebiegu, miał za zadanie pozyskanie fachowych opinii i ocen profesjonalistów zajmujących się branżą ściśle związaną z przedmiotem powziętych badań. W wywiadzie bezpośrednim dążono do skorelowania opinii osoby badanej z przedstawionymi problemami badawczymi celem naprowadzenia ściśle na konkretne, omawiane na potrzeby rozprawy zagadnienia. W ten sposób do autora wywiadu zostały dostarczone również istotne dane drugoplanowe (dodatkowe) umożliwiające szersze ujęcie definiowanej koncepcji uwzględniającej bezpieczeństwo lotnictwa w warunkach operacyjności BSP.

W ramach trudności występujących podczas realizacji badań własnych wskazano następujące fakty:

- mała liczba dostępnych uznanych ekspertów,
- konieczność proceduralnego wnioskowania w kwestii realizacji wywiadów oraz długi czas oczekiwania na rozmowę,

- proces opracowania wyników (ankiet oraz wywiadów) wymagał większych nakładów czasowych, ze względu na ich realizację w języku angielskim.

Proces ankietowania z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety oraz wywiadu swobodnego opartego na kwestionariuszu wywiadu został przeprowadzony pośród przedstawicieli takich instytucji oraz jednostek dydaktycznych jak:

Instytucje Międzynarodowe:

- Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (ang. *European Union Aviation Safety Agency – EASA*).

Instytucje Krajowe:

- Urząd Lotnictwa Cywilnego,
- Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego SZ RP (SSRL SZ RP),
- Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych,
- Lotnicze Pogotowie Ratunkowe,
- jednostka specjalna.

Międzynarodowy i narodowy sektor specjalistów:

- piloci (samolotowi i śmigłowcowi),
- przedstawiciele krajów członkowskich NATO w ramach współpracy militarnej,
- komercyjny i amatorski sektor operatorów BSP.

Wyspecjalizowane jednostki dydaktyczne:

- kadra naukowo-badawcza,
- studenci kierunku obronność państwa.

Łącznie przeprowadzono 100 ankiet, badanie sondażowe zakończono 23.02.2024 r. Ilościową specyfikację realizacji sondażu diagnostycznego przedstawiono w tabeli nr 3.

Tabela 3. Próba badawcza biorąca udział w sondażu diagnostycznym

SONDAŻ DIAGNOSTYCZNY	
INSTYTUCJA	LICZBA PRZEPROWADZONYCH ANKIET
Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego SZ RP	20
Piloci śmigłowcowi	5
Przedstawiciele krajów członkowskich NATO w ramach współpracy militarnej	30
Kadra naukowo-badawcza	22

Komercyjny i amatorski sektor operatorów BSP	15
Studenci kierunku obronność państwa	8
ŁĄCZNIE: (stan na dzień 23.02.2024 r.)	100

Źródło: opracowanie własne.

W odniesieniu do kwestii szczegółowego badania sądów i opinii ekspertów przeprowadzono 15 indywidualnych wywiadów pogłębionych. Specyfikację przedstawicieli grupy eksperckiej oraz rozliczenie ilościowe metody badawczej zaprezentowano w tabeli nr 4.

Tabela 4. Próba badawcza biorąca udział w wywiadzie eksperckim

WYWIAD EKSPERCKI	
INSTYTUCJA	LICZBA PRZEPROWADZONYCH WYWIADÓW
Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (ang. <i>European Union Aviation Safety Agency – EASA</i>)	1
Urząd Lotnictwa Cywilnego	1
Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego SZ RP	1
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych	4
Jednostka Specjalna – Sekcja <i>FlyEye</i>	1
Lotnicze Pogotowie Ratunkowe	1
Pilot samolotu lekkiego Cessna	1
Pilot śmigłowca wojskowego	1
ŁĄCZNIE: (stan na dzień 10.10.2024 r.)	15

Źródło: opracowanie własne.

W tabeli nr 5 przedstawiono z kolei dobrane do metod techniki oraz narzędzia badawcze.

Tabela 5. Przyporządkowanie technik i narzędzi badawczych do metod empirycznych

METODA BADAWCZA	sondaż diagnostyczny	wywiad	obserwacja
TECHNIKA BADAWCZA	ankietowanie	wywiad swobodny (ukierunkowany)	obserwacja postronna
NARZĘDZIE BADAWCZE	kwestionariusz ankiety	arkusz wywiadu	arkusz obserwacji

Źródło: opracowanie własne.

Metodę ilościową zaprezentowano w ramach sondażu diagnostycznego, natomiast metody jakościowe stanowiły wywiad i obserwacja. Oczywiście nie zawsze podział na metody ilościowe i jakościowe jest jednoznaczny, zasadniczo mogą one w swoim zastosowaniu łączyć cechy charakteryzujące oba rodzaje metod. Badania ilościowe można bowiem uzupełnić i wzbogacić badaniami jakościowymi (i na odwrót). Takie pluralistyczne podejście stwarza możliwość poznawania rzeczywistości społecznej na różne sposoby. Podejście służące zbieraniu danych specjalistycznych oraz ich interpretacji celem wypracowania wniosków prowadzących do pogłębienia warsztatu badawczego w efekcie umożliwia uzyskanie podstaw do opracowania koncepcji. Powyższa klasyfikacja wskazanych metod była podyktowana indywidualnymi, skonkretyzowanymi w ramach niniejszej dysertacji potrzebami. Uwzględnienie obserwacji jako metody pośredniej w ramach metod jakościowych stanowiło analizę udokumentowanych danych dotyczących incydentów w przestrzeni powietrznej związanych z niewłaściwymi zachowaniami operatorów BSP, z wyszczególnieniem sytuacji niebezpiecznych zarówno w powietrzu, jak i strefie lotniskowej, pozyskanych z raportów służb kontroli ruchu lotniczego lotnisk wojskowych. Sondaż diagnostyczny – ankietowanie z wykorzystaniem próby eksperckiej zaliczono natomiast do metod ilościowych z uwagi na charakterystykę i strukturę badania. Wywiad ekspercki z kolei pozwolił uwieńczyć cykl dociekań oraz umożliwił uzyskanie skonkretyzowanych wniosków koncepcyjnych. Zachowanie kolejności następujących po sobie procesów badawczych oraz hierarchizacja cyklu badawczego pozwoliły na uzyskanie zakładanych efektów badań w ramach dysertacji.

1.9. Organizacja przebiegu badań

Celem rozwiązania postawionych problemów badawczych oraz dokonania weryfikacji przyjętej hipotezy zaplanowano i przeprowadzono badania według następującego porządku³⁸:

- I. Etap wstępny, w którym określone fakty zostały skompletowane i opisane w sposób charakterystyczny dla tworzenia informacji naukowych. W tym etapie pojawia się indukcyjne uogólnianie zebranych faktów, dając podstawę do wskazania problemu naukowego.
- II. Etap zasadniczy stanowiący fazę dociekań z wykorzystaniem wnioskowania dedukcyjnego. Hipoteza traktowana jest jako podstawa – racja, a działania zmierzają do wyprowadzenia logicznych konsekwencji z niej wynikających.
- III. Etap finalizacji badań polegający na zastosowaniu weryfikacji empirycznej. Jest to niejako sprawdzenie, czy przewidziane w fazie drugiej następstwa faktycznie znajdują potwierdzenie w praktyce. Na tym etapie dokonywana jest analiza, ocena i stosowna synteza zgromadzonego materiału badawczego, następuje opracowanie pozyskanego materiału i finalne przedstawienie wyników badań w postaci rozprawy naukowej.

Oczywistym jest, że w opisanym procesie miejscem badań winny stać się nie tylko podmioty realizujące zadania związane z utrzymaniem bezpieczeństwa lotnictwa czy wykorzystujące w swojej działalności technologie bezzałogowe, ale również zasoby biblioteczne, zbiory w postaci opracowań naukowych, które zostały poddane krytycznej analizie.

Niniejsza dysertacja stanowi syntetyczne opracowanie naukowe, obejmujące swoim zakresem analizę wpływu narastającej operacyjności BSP w odniesieniu do generowanych zagrożeń uderzających w przerwanie ciągłości zadań wykonywanych przez lotnictwo cywilne (konwencjonalne). Tak ujęty bilans zysków i strat zaprezentowany w warunkach konieczności utrzymania najwyższych standardów bezpieczeństwa umożliwił sformułowanie wniosków koncepcyjnych. Opracowanie może stanowić podstawę do podjęcia dalszych rozważań z uszczegółowieniem badań nad wyłonionymi problemami. Ponadto wskazywane w rozprawie zagadnienia problemowe nawiązujące do etyki zachowań operatorów w przestrzeni powietrznej oraz konieczność budowania ich powszechnej świadomości niosą za sobą potrzebę zastosowania czynności profilaktycznych,

³⁸ M. Pelc, *Elementy metodologii badań naukowych*, Wyd. AON, Warszawa 2012, s. 23.

z uwzględnieniem wykorzystania zasięgów medialnych. Bez tych elementarnych działań proces implementacji technologii bezzałogowej w pewnym, krytycznym momencie będzie wymagał regresu do poziomu „bezpiecznego”³⁹.

Do badania na bazie kwestionariusza ankiety wyznaczono grupę ekspercką, powiązaną zawodowo lub naukowo z analizowanymi zagadnieniami. Ankietowani mieli wskazać ogólny punkt widzenia rozpatrywanych problemów badawczych, potwierdzić potrzebę szacowania ryzyka na etapie wstępnym, implementacji zmian oraz zaprezentować ich ewentualny kierunek. Wypełnione ankiety były odbierane przez autora badań osobiście lub zostały odesłane pocztą tradycyjną. Ankiety najczęściej przeprowadzano w czasie rzeczywistym w ramach umówionych spotkań w instytucjach badanych i były wypełniane w formie papierowej.

Należy wspomnieć, że uzyskanie finalnej struktury arkusza ankiety poprzedzono realizacją badania pilotażowego w liczbie 30 ankiet, które skupiało się głównie na badaniu świadomości prawnej oraz odpowiedzialności karnej w ramach obowiązujących przepisów dotyczących bezzałogowych statków powietrznych. Badanie pilotażowe (załącznik nr 4 do dysertacji) miało za zadanie wskazanie kwestii problemowych w odniesieniu do operatorów oraz potencjalnych użytkowników dronów, jak również wypracowanie kierunku dociekań na wczesnym etapie. Takie podejście umożliwiło dokonanie adekwatnej modyfikacji zakresu pytań. Skupiono się na dodatkowych kwestiach problemowych wskazanych w toku badania pilotażowego oraz zastosowano poprawki stylistyczne celem jaśniejszego przekazu. Ponadto badanie wstępne jako potwierdzenie przyjętych tez naukowych stanowiło skuteczną weryfikację poprawności głoszonych założeń.

Właściwa ankieta składała się z 13 pytań głównych oraz 7 pytań metryczkowych. Łącznie, zgodnie z założeniami, wypełniono 100 ankiet.

W wywiadzie natomiast wzięła udział precyzyjnie dobrana grupa wykwalifikowanych specjalistów, ściśle związana z bezpieczeństwem przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej, lotnictwa, jak również technologią bezzałogową. Proces poszukiwania sieci kontaktów, prowadzenia uzgodnień z wytypowanymi specjalistami, selekcji omawianych zagadnień oraz dostosowania zakresu wywiadów zarówno do rozmówcy, jak i postawionych celów dysertacji stanowił zadanie wieloetapowe,

³⁹ *Acceptable Level of Safety Performance (ALoSP)* – poziom bezpieczeństwa uzgodniony przez władze państwa, który ma zostać osiągnięty w lotnictwie cywilnym w danym państwie, zdefiniowany w krajowym programie bezpieczeństwa, wyrażony w formie docelowych poziomów bezpieczeństwa i wskaźników poziomu bezpieczeństwa.

wymagające dokładności i przemyślanego systemu planowania strategicznego. Łącznie przeprowadzono 15 indywidualnych wywiadów pogłębionych z ekspertami.

Projekt badawczy został opatrzony harmonogramem prac zgodnym z założeniami Indywidualnego Planu Badawczego. Założone terminy finalizacji postępów badań w ramach poszczególnych etapów zostały zaprezentowane w tabeli nr 6.

Tabela 6. Przebieg badań empirycznych

Metody, techniki badawcze	Zrealizowane czynności	Narzędzia badawcze	Termin realizacji	Zrealizowane działania (liczebnie)
sondaż diagnostyczny	opracowanie kwestionariusza do ankiety pilotażowej	kwestionariusz ankiety	I półrocze 2022	100 ankiet
	przeprowadzenie badania pilotażowego		II półrocze 2022	
	opracowanie kwestionariusza ankiety oraz bazy respondentów		2022–2023	
	przeprowadzenie badań sondażowych z wykorzystaniem kwestionariusza ankiety		2022–2023	
	zestawienie i analiza wyników		2024	
obserwacja	opracowanie wytycznych obserwacji	zestawienie danych pochodzących z raportów ATM/CNS SSRL SZ RP	2023–2024	wyselekcjonowano 15 zgłoszeń ATM/CNS w odniesieniu do obszaru badań, syntetyczny opis zgłoszeń zestawiono w arkuszu obserwacji
	analiza udostępnionych raportów			
	przeprowadzenie i podsumowanie obserwacji			

indywidualny wywiad pogłębiony	opracowanie arkusza kwestionariusza ankiety	kwestionariusz wywiadu	2022–2023	15 wywiadów
	analiza merytoryki wywiadu w ramach ustaleń z instytucjami współpracującymi		2023	
	przeprowadzenie wywiadów docelowych		2023–2024	

Źródło: opracowanie własne.

Natomiast tabele nr 7 i 8 wskazują teren badań wraz z charakterystyką danych ilościowych w zakresie populacji badanych specjalistów.

Tabela 7. Charakterystyka metody badawczej – sondaż diagnostyczny

Teren badań	Badana populacja	Liczebność	Termin badań – rok
Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP	Oddział Zarządzania Przestrzenią Powietrzną	20	2023
sektor międzynarodowy	przedstawiciele krajów członkowskich NATO – współpraca militarna	30	2023
Uniwersytet Technologiczno- Humanistyczny im. Kazimierza Pułaskiego w Radomiu	kadra naukowo-badawcza Uniwersytetu	22	2023
Baza Lotnicza	piloci śmigłowcowi	5	2023
komercyjny i amatorski sektor operatorów BSP	operatorzy BSP	15	2023
Wojskowa Akademia Techniczna	studenci kierunku obronność państwa	8	2023
RAZEM: 100 arkuszy ankiet BADANIE ZAKOŃCZONO dn. 15.12.2023 r. (zgodnie z założeniami Indywidualnego Planu Badawczego)			

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 8. Charakterystyka metody badawczej – indywidualny wywiad pogłębiony

Teren badań	Badana populacja	Liczebność	Termin badań – rok
Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP (SSRL SZ RP)	Oddział Zarządzania Przestrzenią Powietrzną	1	2022
Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA – <i>European Union Aviation Safety Agency</i>)	Kierownik Projektu – <i>Drones Project Manager</i>	1	2023
Urząd Lotnictwa Cywilnego (ULC)	Departament Bezzałogowych Statków Powietrznych (<i>Unmanned Aircraft Department</i>)	1	2023
Jednostka Specjalna Sekcja <i>FlyEye</i>	operator drona	1	2023
Instytut Techniczny Wojsk Lotniczych	Laboratorium Badania Bezzałogowych Systemów Powietrznych	4	2023/2024
sektor komercyjny	operator komercyjnego BSP z rejestracją obrazu	1	2023
	operator drona FPV	1	2024
sektor lotnictwa wojskowego	pilot śmigłowca	1	2024
	operator drona wojskowego	1	
Lotnicze Pogotowie Ratunkowe	pilot śmigłowca	1	2024
lotnictwo niezawodowe – licencja turystyczna	pilot samolotu lekkiego (Cessna)	1	2024
sektor lotnictwa wojskowego (załoga statku powietrznego)	nawigator samolotu C-130 Hercules	1	2024
RAZEM: 15 wywiadów eksperckich BADANIE ZAKOŃCZONO dn. 30.09.2024 r. (zgodnie z założeniami Indywidualnego Planu Badawczego)			

Źródło: opracowanie własne.

Kwestionariusz ankiety oraz charakterystyka pytań wchodzących w skład indywidualnego wywiadu pogłębionego z ekspertami zostały zamieszczone w załącznikach nr 1 i 2 do niniejszej rozprawy.

ROZDZIAŁ II

TEORETYCZNE ASPEKTY BEZPIECZEŃSTWA LOTNICTWA

2.1. Aktualny stan wiedzy na temat bezpieczeństwa lotnictwa i BSP

Bezpieczeństwo w lotnictwie jest niezaprzeczalnie sprawą ważną i zasadniczą. Każda z przeprowadzanych operacji lotniczych realizowana jest według ściśle określonych przepisów i procedur. Postęp cywilizacyjny jest wynikiem dynamicznego rozwoju techniki, z drugiej jednak strony doprowadza do wzrostu nowych zagrożeń. Wypadki i zdarzenia lotnicze stanowią negatywne zjawisko towarzyszące człowiekowi od początku podjęcia prób zawładnięcia przestrzeni powietrznej. W ich wyniku niejednokrotnie doszczętnemu zniszczeniu ulegał cały statek powietrzny, a wykwalifikowana załoga – śmierci lub trwałemu kalectwu. Skutki katastrof szacuje się również miarą ekonomiczną – wysokie koszty katastrof to jeden z negatywnych czynników ograniczających zasadność wykorzystania lotnictwa. W systemie ochrony lotnictwa podmiot jest elementem kluczowym. Przy czym może to być zarówno podmiot bezpieczeństwa, podmiot zagrażający bezpieczeństwu, jak i ten, który jest za bezpieczeństwo odpowiedzialny.

Według autorów słownika języka polskiego, w najprostszym ujęciu, bezpieczeństwo to stan niezagrożenia, spokoju, pewności⁴⁰. „Bezpieczeństwo” stanowi pojęcie odzwierciedlające brak zagrożenia i jego poczucia. To również zdolność narodu do ochrony jego wewnętrznych wartości przed zewnętrznymi zagrożeniami. Współczesny miernik szans istnienia, przetrwania i rozwoju państwa, społeczeństwa oraz jego obywateli⁴¹. Brak bezpieczeństwa związany jest z wystąpieniem sytuacji zagrożenia lub kryzysu. Bezpieczeństwo i zagrożenie bezpieczeństwa można rozpatrywać ogólnie lub też uściślać jego podmiotowość, przedmiotowość, zakres, koncentrować się na jego dziedzinie, dzieląc je tym samym m.in. na bezpieczeństwo militarne, techniczne, transportu czy lotnicze. Bezpieczeństwo w ujęciu przedmiotowym można analizować w aspektach: procesualnym, teoretycznym, organizacyjnym.

Przyczyny wypadków lotniczych są wielopłaszczyznowe. Przykładem takim może być atak terrorystyczny na *World Trade Center* z 11.09.2001 r. To przełomowy moment determinujący podejście do bezpieczeństwa w komunikacji lotniczej oraz wprowadzenie

⁴⁰ *Słownik języka polskiego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978, s. 147.

⁴¹ J. Kunikowski, A. Turek, *Bezpieczeństwo i dyplomacja. Słownik terminów*, Wydawnictwo Pedagogium, Warszawa 2008, s. 16.

określonych modeli systemów ochrony. Od tego czasu „zadziałała odwrócona proporcja: wzrost bezpieczeństwa pociąga za sobą ograniczenie wolności⁴²”. Doświadczenia m.in. ze Stanów Zjednoczonych pokazują, że mimo upływu lat i przeznaczenia ogromnych funduszy na cel utrzymania bezpieczeństwa państwa nie są w stanie całkowicie zapobiec groźbie użycia metod terrorystycznych w komunikacji lotniczej. Doskonały system zapobiegający atakom terrorystycznym bowiem nie istnieje, można jednak zmniejszyć prawdopodobieństwo ich dokonania lub ograniczyć skutki.

Przeciwdziałanie zagrożeniom w komunikacji lotniczej niesie za sobą szerszy zakres pojęciowy, a czynne działania opierają się na tworzeniu systemów ochrony w celu zapobiegania aktom bezprawnej ingerencji⁴³. W odniesieniu do realizacji zadań w sferze lotniczej przez bezpieczeństwo lotów (BL) rozumie się ogół właściwości zapobiegających zaistnieniu sytuacji awaryjnych/niebezpiecznych oraz tworzenie perspektyw maksymalnego zredukowania skutków powstania takich sytuacji. Proces osiągnięcia ww. stanu wymaga wykorzystania odpowiednich procedur i systemów zabezpieczających zdrowie i życie osób znajdujących się na pokładzie statku powietrznego, chroniących bezpieczeństwo ruchu lotniczego, eliminujących niekorzystne oddziaływanie niebezpiecznych czynników środowiska, a także zwiększających niezawodność statków powietrznych. Mówiąc o bezpieczeństwie lotnictwa państwowego, należy zdefiniować Akceptowalny Poziom Bezpieczeństwa (*Acceptable Level of Safety Performance – ALoSP*). Określa on poziom bezpieczeństwa uzgodniony przez władze państwa, który ma zostać osiągnięty w lotnictwie cywilnym w danym państwie, zdefiniowany w krajowym programie bezpieczeństwa, wyrażony w formie docelowych poziomów bezpieczeństwa i wskaźników poziomu bezpieczeństwa⁴⁴.

Według Podręcznika ICAO bezpieczeństwo lotnicze określa się jako „stan, w którym ryzyka związane z różnymi rodzajami działalności lotniczej, związanymi lub stanowiącymi bezpośrednie wsparcie operacji statku powietrznego, są obniżone do akceptowalnego poziomu i kontrolowane”⁴⁵. Bezpieczeństwo lotu natomiast definiowane jest jako „warunki zapewniające wykonanie lotu przez statek powietrzny bez zagrożenia bezpieczeństwa załogi, pasażerów i samego statku oraz ludności i naziemnych urządzeń”⁴⁶.

⁴² A.K. Siadkowski, *Bezpieczeństwo i ochrona w cywilnej komunikacji lotniczej na przykładzie Polski, Stanów Zjednoczonych i Izraela*, Wyd. WSPol w Szczytnie, Szczytno 2013, s. 9.

⁴³ *Ibidem*, s. 9.

⁴⁴ *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 4, ICAO, 2018, s. 7.

⁴⁵ *Ibidem*, s. 7.

⁴⁶ *Leksykon wiedzy wojskowej*, Wyd. MON, wyd. 1, Warszawa 1979.

Biorąc pod uwagę wyżej czynione rozważania w odniesieniu do realizacji zadań w sferze lotniczej, przez bezpieczeństwo lotów rozumie się ogół właściwości zapobiegających zaistnieniu sytuacji awaryjnych (niebezpiecznych) oraz tworzenie perspektyw maksymalnego zredukowania skutków powstania takich sytuacji. Proces osiągnięcia ww. stanu wymaga wykorzystania odpowiednich procedur i systemów zabezpieczających zdrowie i życie osób znajdujących się na pokładzie statku powietrznego, chroniących bezpieczeństwo ruchu lotniczego, eliminujących niekorzystne oddziaływanie niebezpiecznych czynników środowiska, a także zwiększających niezawodność statków powietrznych.

Pojęcie bezpieczeństwa w lotnictwie charakteryzuje się szerokim zakresem zastosowania z uwagi na to, że zawiera w sobie wszystkie elementy bezpośrednio lub pośrednio związane z wykonaniem zadania lotniczego. Bezpieczeństwo jest trudno mierzalne, ponieważ nie wszystkie jego elementy mogą być zbadane lub zidentyfikowane, a jego poziom znany jest zazwyczaj *post factum*. W lotnictwie cywilnym bezpieczeństwo (ang. *safety*) oraz ochrona (ang. *security*) posiadają odmienne znaczenie, nie są synonimiczne. *Safety* odnosi się do przepisów skierowanych do produkcji oraz użytkowania statków powietrznych, koncentruje się wokół zagrożeń nieintencjonalnych. *Security* obejmuje z kolei ogół ram organizacyjno-prawnych oraz operacyjno-technicznych zapobiegania nielegalnym aktom wymierzonym w lotnictwo cywilne, mieści się wokół problemów intencjonalnych, których przykładem są akty bezprawnej ingerencji, w tym terroryzm. Z uwagi na to, że nie ma skutecznej ochrony lotnictwa bez zapewnienia bezpieczeństwa oraz odwrotnie, terminy są wzajemnie komplementarne. Podział ten jest istotny, ponieważ wpływa na instrumenty redukcji zagrożeń z dwóch wymienionych grup, jak również na obowiązki ciążące na poszczególnych organizacjach lotniczych z tym związanych. Bezpieczeństwo (*safety*) osiąga się przez działania prewencyjne, takie jak:

- zabezpieczenia techniczne,
- przedsięwzięcia organizacyjne,
- gotowość interwencyjną.

Zabezpieczenia techniczne portu lotniczego można z kolei podzielić na⁴⁷:

a) Zabezpieczenie obszaru wewnętrznego:

⁴⁷ J. Sztucki, M. Gąsior, G. Zajac, M. Szczelina, *Zarządzanie bezpieczeństwem lotnictwa cywilnego*, Wydawnictwo Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej, Wrocław 2011, s. 31–32.

- zabezpieczenie obszaru w obrębie terminali,
- obsługę ruchu pasażerskiego i bagażowego.

b) Zabezpieczenie obszaru zewnętrznego:

- obsługę ruchu i pasy startowe samolotów,
- zabudowania infrastruktury lotniska (skład paliw, hangarów itd.),
- ochronę terenu lotniska – ogrodzenie.

Dla osiągnięcia celu, jakim jest bezpieczne wykonywanie transportu lotniczego, stworzono wiele mechanizmów, które składają się na zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym. Zdecydowana większość z nich oparta jest na określonych przepisach, które mają zagwarantować powstanie systemu zarządzania bezpieczeństwem przez najważniejsze podmioty związane z lotnictwem cywilnym, tj. przez przewoźnika lotniczego oraz zarządzającego portem lotniczym. Celem zagwarantowania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa podczas podróży statkami powietrznymi konieczne było uzgodnienie jednolitych przepisów prawnych, które miały stać się podstawą do skutecznego działania państw w tym obszarze⁴⁸.

Powszechna dostępność bezzałogowych statków powietrznych nakazuje postawić pytania o bezpieczeństwo ich działania oraz wpływ na bezpieczeństwo lotnictwa konwencjonalnego. Omawiając ten aspekt, należy konkretnie zdefiniować, czym jest bezzałogowy statek powietrzny w rozumieniu prawa.

Zgodnie z art. 3 pkt 1 Rozporządzenia 2019/945 dronem jest bezzałogowy statek powietrzny, który oznacza dowolny statek powietrzny eksploatowany lub przeznaczony do eksploatacji bez pilota na pokładzie, a który może działać samodzielnie lub być pilotowany zdalnie⁴⁹. Zdefiniowane urządzenia początkowo stały się przystępnym w obsłudze źródłem informacji w postaci obrazowań czy zdjęć z powietrza. Możliwość doposażania BSP w środki materiałowe powoduje jednak, że mogą one stanowić nośnik niebezpiecznego ładunku (np. ładunków wybuchowych).

Wyprodukowane w Turcji drony typu Bayraktar TB2, używane podczas wojny rosyjsko-ukraińskiej (inwazja na Ukrainę rozpoczęta 24.02.2022 r.), z powodzeniem radziły sobie z najeźdźcą, likwidując nie tylko pojedyncze pojazdy, ale nawet ich całe kolumny. Mimo że Rosjanie doskonale znali ten sprzęt, a jego możliwości nie były owiane tajemnicą, wydawali się być bezbronni wobec zastosowanej technologii o charakterze rozpoznawczo-

⁴⁸ *Ibidem*, s. 120.

⁴⁹ *Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r.*

bojowym. Współcześnie podobnych konstrukcji jest całkiem sporo, w związku z czym podzielono je na kilka klas. TB2 są w klasie średniej (ang. *Medium-Altitude Long-Endurance, MALE*), latają zatem na średnich wysokościach, ale mogą bardzo długo utrzymywać się w powietrzu. To małe i szybkie urządzenia, którymi można sterować z odległości nawet do 300 km (w zależności od modelu). Mogą zabierać prawie 200 kg uzbrojenia. W odniesieniu do tematyki bezpieczeństwa nie bez znaczenia jest fakt, że operator drona znajdujący się w bezpiecznej odległości od działań wojennych jest bardziej skory do ryzykownych zachowań niż pilot siedzący w kabinie samolotu. Przy miernej obronie i praktycznym braku systemu walki elektronicznej działania z użyciem BSP mocno się opłacają.



Rysunek 3. Bayraktar TB2

Źródło: www.baykartech.com (dostęp: 12.03.2023 r.).

Definicje bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności bezzałogowych statków powietrznych nabierają nieco innego znaczenia. Prawodawstwo w tej materii jest w procesie nieustającej ewolucji. Mimo wielu zalet, jakie niesie wykorzystanie technologii bezzałogowej, niska świadomość operatorów, brak znajomości prawa, nieumyślne utrudnianie pracy poprzez wlot do stref niedozwolonych czy baz lotniskowych powodują obniżenie poziomu komfortu realizacji zadań przez lotnictwo konwencjonalne. Siły szybkiego reagowania opisują kolejne przypadki operowania dronami amatorskimi w przestrzeniach niedozwolonych (m.in. w strefach baz przyszpitalnych, z których wykonywany jest start śmigłowca LPR). Sytuacje mnożą się wraz ze wzrostem

popularyzacji BSP. Coraz częściej spotykane są przypadki nieprawdopodobnego braku odpowiedzialności wskazujące, że użytkownicy BSP bez przeszkolenia i odpowiedniego treningu oczekują możliwości latania dronami w strefach zastrzeżonych/niedozwolonych. Wciąż nie można rozgraniczyć intencji operatorów BSP na etapie sprzedaży.

Latające obiekty w przypadku utraty kontroli lub wykonywania niedozwolonych manewrów podczas pilotażu mogą stanowić poważne zagrożenie dla ludzi znajdujących się w ich pobliżu. Pojawia się tu aspekt celowego nękania, dekoncentracji przy użyciu dronów osób pracujących w niebezpiecznych warunkach (np. ludzi pracujących na wysokościach, kierowców). Bezprawne operowanie dronem w zastrzeżonej przestrzeni powietrznej może całkowicie zdeorganizować funkcjonowanie lotnisk, jak również stanowić krytyczne zagrożenie dla osób przebywających na pokładach samolotów. Pozytywnie zapowiadającym się zjawiskiem jest zwiększony obowiązek rejestracji operatorów, co zdecydowanie ułatwia identyfikację nielegalnych zachowań BSP. Prawne konsekwencje niewłaściwego zastosowania dronów mogą być częściowym straszakiem, jednak niektórzy operatorzy po prostu nie są świadomi następstw, inni natomiast postrzegają dron jako urządzenie służące jedynie do osiągnięcia swoich celów. Niezależnie od tego, czy będzie to środek do przeprowadzenia ataku terrorystycznego, czy forma protestu, możliwość niewłaściwego wykorzystania drona jest jak najbardziej realna. Należy podkreślić fakt, że aktywne środki zaradcze w warunkach gęstej infrastruktury, terenów zurbanizowanych, nad zgromadzeniami ludzi nie są osiągalne w zastosowaniu – używanie laserów czy rakiet do niszczenia dronów wymaga zapewnienia określonych przepisami warunków bezpieczeństwa.

Niezbędne jest zatem nieustanne monitorowanie zjawisk bezprawnego użycia BSP oraz doskonalenie procedur i zasad współpracy podmiotów uczestniczących w procesie wymiany informacji na temat zdarzeń niepożądanych. Poszukiwanie nowych źródeł informacji o zdarzeniach z włączeniem systemu wymiany doświadczeń wydaje się być kluczowe. W kwestii wdrażania innowacyjnych rozwiązań zapobiegania niewłaściwemu wykorzystaniu BSP należy bazować na doświadczeniach uzyskanych w ramach konfliktów zbrojnych. Większość nowych technologii, które zostały pozytywnie zweryfikowane na polu walki, znajduje szersze zastosowanie, również na rynku cywilnym. W świecie zdalnie obsługiwanych statków powietrznych, oprócz zaostrzenia przepisów prawnych, jak również sankcji karnych, należy stale modelować system zapewniający bezpieczeństwo państwa – m.in. opierając się na metodach uwzględniających wykrywanie i łagodzenie

częstotliwości radiowych, zakłócanie komunikacji poprzez zmuszenie do lądowania, rozmieszczanie platform zwalczających nieprzyjazne BSP w środowiskach operacyjnych.

2.2. Paradygmat bezpieczeństwa lotnictwa

Wraz z globalizacją działalności lotniczej i jej rosnącym poziomem skomplikowania, głęboko zmienione warunki operacyjne i związane z tym nowe wyzwania powodują, że tradycyjne metody zarządzania bezpieczeństwem do pewnego akceptowalnego poziomu są mniej efektywne i wydajne. Innymi słowy, stały rozwój metod rozumienia i zarządzania bezpieczeństwem jest niezbędny. Obecnie w międzynarodowym lotnictwie cywilnym obserwuje się przemianę, która odzwierciedla istotne odejście od paradygmatu wypracowanego przez wysiłki z przeszłości⁵⁰.

Paradygmat to przyjęty sposób postępowania, wzorzec utrwalony dla określonej doktryny, środowiska, religii, firmy, rodziny, osoby. Słownik języka polskiego definiuje pojęcie jako przyjęty sposób widzenia rzeczywistości w danej dziedzinie, doktrynie itp. Teorii i pojęć tworzących paradygmat raczej się nie kwestionuje, przynajmniej do czasu, kiedy jest on twórczy poznawczo – tzn. za jego pomocą można tworzyć teorie szczegółowe zgodne z danymi doświadczalnymi, którymi zajmuje się dana nauka.

Najogólniejszym paradygmatem jest paradygmat metody naukowej. Jest to kryterium uznania jakiejś działalności za naukową i pod tym względem najwyraźniej widać, jak bardzo ważne jest określenie paradygmatu oraz jak to wpływa na pojmowanie „co”, „w jakim zakresie” i „przez kogo” uznawane jest za naukę.

W myśl koncepcji T.S. Kuhna, aby dana teoria mogła zostać uznana za paradygmat, powinna być lepsza od innych teorii, które z nią konkurują. Jednakże nie musi tłumaczyć wszystkich zjawisk, jakie winna obejmować. Z przyjęcia, że paradygmatem będzie ta teoria, która nie tylko wyprzedziła, ale i podważyła inne teorie, stając się bezdyskusyjnie lepszą od nich, wynika owa rewolucja naukowa. Teza uczonego głosi, że każda nauka odbywa się zawsze według pewnego wzoru, który uważany jest w danym czasie za prawidłowy. O rewolucyjnym podejściu Kuhna świadczy jego antykumulatywizm⁵¹ zakładający, że nauka rozwija się poprzez krytykę zastanych wzorców oraz sformułowanie na ich pozostałościach nowych teorii. Było to odmienne od ustabilizowanego wcześniej w nauce poglądu, że rozwija się ona w sposób stały i stopniowalny. Neguje on postrzeganie rozwoju

⁵⁰ *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 2, ICAO, 2009, s. 3–13.

⁵¹ *Antykumulatywizm* – nauka rozwija się poprzez krytykę tego, co zastane, i formułowanie nowych teorii, a więc przez tak zwaną rewolucję w nauce.

naukowego sprowadzające się do wzbogacania i dokładania nowych elementów do istniejących opracowań naukowych. Przekonuje, że w nauce zachowawcze podejście jej przedstawicieli jest wysoce niewskazane⁵². W swojej publikacji stwierdza, że paradygmat tworzą „powszechnie uznawane osiągnięcia naukowe, które w pewnym czasie dostarczają społeczności uczonych modelowych problemów i rozwiązań”⁵³. Fundamentalnym argumentem Kuhna jest to, że dla dojrzałej nauki typową drogą rozwojową jest kolejne przechodzenie w procesie rewolucji od jednego do innego paradygmatu. Gdy ma miejsce taka zmiana paradygmatu, „świat naukowy zmienia się jakościowo i jest jakościowo wzbogacany przez fundamentalnie nowe zarówno fakty, jak i teorie”. Paradygmat podważa sens tak zwanej absolutnej słuszności, ukazuje różne podejścia czasami nawet do tego samego zagadnienia.

Twórcy tradycyjnego paradygmatu bezpieczeństwa lotnictwa za główne metody i zabiegi dotyczące bezpieczeństwa przyjmowali proces badania wypadków i poważnych incydentów. Charakteryzował się on trzema głównymi założeniami⁵⁴:

1. System lotniczy działa przez większość czasu zgodnie z warunkami, według których został zaprojektowany.
2. Zgodność z przepisami gwarantuje działanie podstawowe systemu i dlatego zapewnia bezpieczeństwo.
3. Z uwagi na to, że zgodność z przepisami gwarantuje podstawowe działanie systemu, niewielkie, głównie pozbawione konsekwencji odchylenia podczas rutynowych operacji (procesy) nie mają znaczenia, tylko poważne odchylenia prowadzące do negatywnych rezultatów mają znaczenie (nakierowane na wyniki).

Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem w wydaniu II daje przywilej współcześnie powstającemu, kontrastującemu paradygmatowi bezpieczeństwa. Opiera się on na zarządzaniu bezpieczeństwem lotniczym poprzez kontrolę procesu poza badaniem wypadków, tak samo bazując na trzech podstawowych założeniach⁵⁵:

1. System lotnictwa nie działa przez większość czasu zgodnie z warunkami jego budowy (działanie operacyjne prowadzi do „odchylenia praktycznego”).
2. Zamiast polegać tylko na zgodności z przepisami, monitoruje się działanie systemu w czasie rzeczywistym (oparcie na działaniu).

⁵² B. Chrzęszcz, *Paradygmat według koncepcji Thomasa Samuela Kuhna. Analiza metodologiczno-prawna* [w:] *Czasopismo naukowe „Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis”*, vol. 10(1), Wrocław 2021, s. 45.

⁵³ T. Kuhn, *Struktura rewolucji naukowych*, Wydawnictwo Aletheia, Warszawa 2000, s. 20.

⁵⁴ *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 2, ICAO, 2009, s. 3–13.

⁵⁵ *Ibidem*.

3. Odchylenia mniejsze, bez konsekwencji podczas rutynowych operacji, są ciągle śledzone i analizowane (nakierowanie na proces).

Od pewnego czasu zauważamy przemianę w międzynarodowym lotnictwie cywilnym, która odzwierciedla istotne przesunięcie od paradygmatu wypracowanego w przeszłości. Głęboko zmienione warunki operacyjne oraz związane z tym nowe wyzwania sprawiają, że tradycyjne metody zarządzania bezpieczeństwem do określonego akceptowalnego poziomu są mniej efektywne i wydajne, co oznacza, że niezbędny jest stały rozwój metod postrzegania i zarządzania bezpieczeństwem. W tym miejscu należałoby przytoczyć elementy warunkujące proces zarządzania bezpieczeństwem – osiem części składowych, do których należą:

1. **Zaangażowanie sił w problemy bezpieczeństwa przez wyższy zarząd organizacji.** Zarządzanie bezpieczeństwem wymaga przydzielania środków (jak każde inne zarządzanie). Przydzielanie środków jest funkcją wyższego zarządu, stąd potrzebne jest jego zaangażowanie w sprawy bezpieczeństwa. Bez nakładów finansowych nie ma możliwości zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa.
2. **Skuteczne raportowanie o bezpieczeństwie.** W celu zarządzania bezpieczeństwem organizacje muszą posiadać dane o ryzyku, które pozwolą je zmierzyć. Większość takich danych będzie zdobywana poprzez dobrowolne osobiste raportowanie personelu operacyjnego. W związku z powyższym istotne jest, aby organizacje rozwijały warunki pracy w sposób umożliwiający skuteczne raportowanie personelu operacyjnego o bezpieczeństwie.
3. **Ciągły monitoring.** To ciągła kontrola poprzez systemy zbierające dane o ryzyku podczas zwykłych operacji. Gromadzenie danych stanowi zaledwie pierwszy krok. Poza zbieraniem danych organizacje zobligowane są do analizy i wydobywania informacji o bezpieczeństwie. Ważnym aspektem jest dzielenie się uzyskanymi informacjami o bezpieczeństwie z personelem obsługującym system na co dzień, bowiem te osoby wciąż stykają się z ryzykiem – konsekwencje mogą zostać złagodzone dzięki skutecznemu raportowaniu o bezpieczeństwie.
4. **Badanie wypadków.** Skupia się na identyfikacji braków w systemie (a nie orzekaniu o winie). Istotą badania wypadków jest poszukiwanie odpowiedzi na pytanie: „jak to się stało?” (a nie „kto zawinił?”). Elastyczność systemu zostanie skuteczniej wzmocniona poprzez usunięcie braków systemowych niż usuwanie „nieodpowiednich” jednostek.

5. **Dzielenie się wiedzą o bezpieczeństwie i doświadczeniami.** Odbywa się przez aktywną wymianę informacji. Wspaniała tradycja branży lotniczej polegająca na dzieleniu się danymi musi być podtrzymywana, a w miarę możliwości – wzmacniana.
6. **Integracja szkoleń bezpieczeństwa dla personelu operacyjnego.** Programy szkoleniowe dla personelu operacyjnego rzadko zawierają osobne części dotyczące kwestii bezpieczeństwa. Istnieje założenie, że odkąd „bezpieczeństwo jest odpowiedzialnością wszystkich”, personel operacyjny jest ekspertem sam w sobie. Zachodzi nagła potrzeba włączenia osobnych szkoleń w obszarze podstaw zarządzania bezpieczeństwem na wszystkich poziomach szkoleń dla personelu operacyjnego.
7. **Skuteczne wdrażanie standardowych procedur działań (ang. *Standard Operating Procedures – SOPs*).** Nie powinno się bagatelizować wartości poprawnie napisanych i dostosowanych do standardowych procedur działania (SOPs) list czynności kontrolnych oraz odpraw. Listy czynności kontrolnych załogi oraz odprawy są jednymi z najskuteczniejszych mechanizmów bezpieczeństwa, które personel operacyjny musi spełnić jako swoje codzienne obowiązki bez względu na miejsce zastosowania – na pokładzie statku powietrznego, w dziale kontroli ruchu lotniczego, w dziale obsługi czy też na płycie lotniska. To upoważnienie organizacji do przeprowadzania operacji zgodnie z wolą wyższego zarządu.
8. **Ciągłe doskonalenie ogólnego poziomu bezpieczeństwa.** Zarządzanie bezpieczeństwem to nieprzerwana działalność, która może być efektywna tylko w ramach ciągłego doskonalenia.

Wdrożenie wyżej wymienionych ośmiu części składowych będzie skutkowało odpowiednim poziomem organizacyjnym, który z kolei sprzyja bezpiecznym praktykom, aktywnie zarządza bezpieczeństwem, jak również zachęca do skutecznej komunikacji w zakresie bezpieczeństwa.

2.3. Koncepcja i ewolucja zagadnienia

Bezpieczeństwo lotnicze ma charakter dynamiczny. Generowane zagrożenia i ryzyka bezpieczeństwa ewoluują w swojej istocie, a tym samym muszą być łagodzone w adekwatny sposób. Dopóki ryzyka bezpieczeństwa są utrzymywane na odpowiednim poziomie kontroli, system tak otwarty i dynamiczny, jakim jest lotnictwo, może być nadal bezpieczny.

Na akceptowalny poziom bezpieczeństwa notabene często mają wpływ krajowe i międzynarodowe normy oraz czynniki kulturowe.

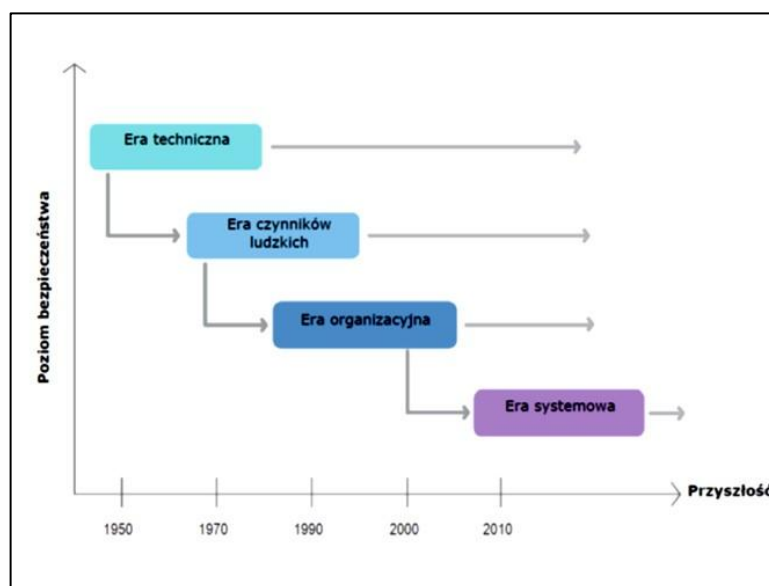
Postęp w zakresie bezpieczeństwa lotniczego można opisać za pomocą czterech podejść⁵⁶, które w przybliżeniu pokrywają się z erami działalności (rysunek nr 4). Podejścia zostały wymienione poniżej:

- 1) Podejście techniczne. Od początku XX wieku do końca lat sześćdziesiątych lotnictwo stało się środkiem transportu masowego, w którym zidentyfikowane niedostatki w zakresie bezpieczeństwa były początkowo związane z czynnikami technicznymi i wadami technologicznymi. Przedsięwzięcia z zakresu bezpieczeństwa skupiały się na badaniu i poprawie czynników technicznych (na przykład statku powietrznego). Do lat pięćdziesiątych postęp technologiczny doprowadził do stopniowego zmniejszenia częstotliwości wypadków, a procesy w zakresie bezpieczeństwa zostały poszerzone o zgodność z przepisami oraz nadzór.
- 2) Podejście z uwzględnieniem czynników ludzkich. Na początku lat siedemdziesiątych ze względu na duży postęp technologiczny oraz poprawę przepisów bezpieczeństwa częstotliwość wypadków lotniczych znacznie spadła. Lotnictwo stało się bezpieczniejszym środkiem transportu, a przedsięwzięcia z zakresu bezpieczeństwa poszerzone zostały o czynniki ludzkie, w tym takie jak „interfejs człowiek-maszyna”. Pomimo inwestowania zasobów w łagodzenie błędów czynniki ludzkie nadal są wymieniane jako element (przyczyna) powtarzalny w wypadkach. Czynniki ludzkie skupiały się na jednostce, bez pełnego uwzględnienia kontekstu operacyjnego i organizacyjnego. Dopiero na początku lat dziewięćdziesiątych uznano, że jednostki działają w złożonym środowisku zawierającym wiele czynników, które mogą wpływać na zachowanie.
- 3) Podejście organizacyjne. W połowie lat dziewięćdziesiątych bezpieczeństwo zaczęto postrzegać z perspektywy systemowej, włączając czynniki organizacyjne, ludzkie i techniczne. Wprowadzono pojęcie „wypadku organizacyjnego”. Perspektywa ta uwzględniała wpływ takich kwestii jak kultura organizacyjna oraz polityka w odniesieniu do skuteczności kontroli ryzyka bezpieczeństwa. Ponadto rutynowe gromadzenie i analiza danych bezpieczeństwa przy użyciu reaktywnych i proaktywnych metod umożliwiły organizacjom monitorowanie znanych zagrożeń bezpieczeństwa oraz wykrywanie pojawiających się trendów w tematyce

⁵⁶ Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem, Doc. 9859, wyd. 4, ICAO, 2018, s. 2–1.

bezpieczeństwa. Wymienione ulepszenia zapewniły wiedzę i podstawy, które doprowadziły do obecnego podejścia do zarządzania bezpieczeństwem.

- 4) Kompleksowe podejście systemowe. Od początku XXI wieku wiele państw i podmiotów lotniczych przyjęło podejście do bezpieczeństwa z przeszłości i rozwinęło je do wyższego poziomu dojrzałości. Rozpoczęły one wdrażanie SSP (ang. *State Safety Programme* – Krajowy Program Bezpieczeństwa) lub SeMS (ang. *Security Management System* – System Zarządzania Ochroną), czerpiąc korzyści z bezpieczeństwa. Dotychczasowe systemy bezpieczeństwa koncentrowały się jednak głównie na poziomie bezpieczeństwa oraz kontroli lokalnej, przy minimalnym uwzględnieniu całego systemu lotniczego w szerszym kontekście. Doprowadziło to do rosnącego zrozumienia złożoności systemu lotniczego i różnych organizacji, które odgrywają istotną rolę w bezpieczeństwie lotniczym. Możemy wskazać wiele przykładów wypadków i incydentów pokazujących, że interfejsy między organizacjami przyczyniły się do negatywnych wyników.



Rysunek 4. Ewolucja bezpieczeństwa

Źródło: *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 4, ICAO, 2018, s. 2–2.

Opisana na rysunku nr 4 ewolucja bezpieczeństwa doprowadziła podmioty lotnicze i państwa do punktu, w którym kluczowym elementem rozważań są interakcje oraz interfejsy pomiędzy elementami systemu: ludźmi, procesami i technologiami. W ten sposób osiągnięto swego rodzaju zrozumienie pozytywnej roli czynnika ludzkiego. Perspektywa kooperacji pomiędzy podmiotami prowadzącymi działalność w lotnictwie

cywilnym oraz pomiędzy podmiotami a państwami przyczyniła się do powstania wielu inicjatyw współpracy pomiędzy podmiotami lotniczymi, co więcej wpłynęła na docenienie korzyści wynikających ze współpracy przy rozwiązywaniu problemów związanych z bezpieczeństwem (czego przykładem jest m.in. Program ICAO ds. bezpieczeństwa na drodze startowej). Celem dalszego rozwoju kompleksowego podejścia systemowego zarówno interfejsy, jak i interakcje pomiędzy organizacjami (również państwa) muszą być dobrze zrozumiane i zarządzane.

2.3.1. Modele przyczynowe wypadku

Nie od dziś wiadomo, że spełnienie warunku bezpiecznego wykonywania lotów jest podstawowym fundamentem rozwoju lotnictwa – zarówno cywilnego, jak i wojskowego. Z uwagi na wielkość strat finansowych ponoszonych w wyniku wypadków lotniczych niezmiennie istnieje konieczność stopniowego ich zmniejszania.

W odniesieniu do przesłanek wypadków lotniczych tworzy się algorytmy, które kreują tzw. modele przyczynowe wypadków. Analiza zdarzeń lotniczych, a tym samym analiza stanu bezpieczeństwa lotów jest procesem złożonym zawierającym w sobie dużo uwarunkowań i zależności pomiędzy poszczególnymi elementami lotnictwa. Nie ma jednego, zdefiniowanego modelu, według którego dane zdarzenie lotnicze powinno być badane. Powodem tego stanu jest złożoność przyczyn wypadków lotniczych. W miarę rozwoju lotnictwa powstawały teorie bezpieczeństwa lotów, które później były udoskonalane przy wykorzystaniu wniosków z analiz poprzednich zdarzeń lotniczych. Do najważniejszych można zaliczyć:

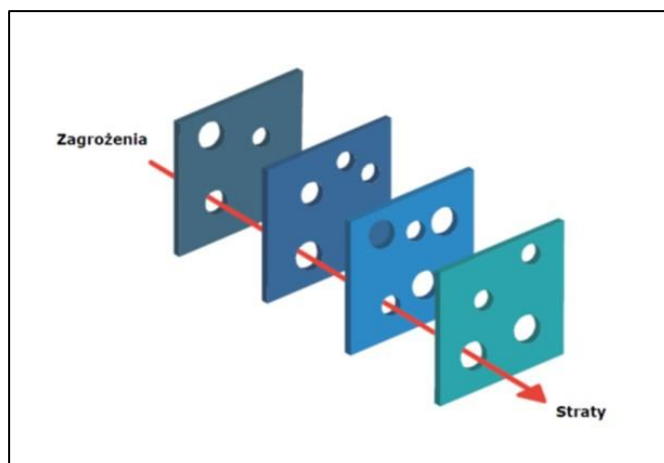
- Teorię J. Reasona,
- Teorię W.T. Singletona,
- Teorię F.H. Hawkinsa – model SHELL,
- Teorię E. Edwardsa – model SHEL,
- Teorię C.O. Millera – model 4M,
- Teorię 5M,
- HFACS – system analizy i klasyfikacji wpływu czynnika ludzkiego.

Jednym z wymienionych modeli jest opracowany przez profesora J. Reasona, dobrze znany branży lotniczej model „sera szwajcarskiego”, który pokazuje, że wypadki związane są z kolejnymi naruszeniami wielu zabezpieczeń systemu. Aktywację naruszeń powoduje szereg czynników wspomagających, np. awarie sprzętu czy błędy operacyjne. Model „sera

szwajcarskiego” zakłada, że system lotniczy jest szczególnie dobrze chroniony przez poziomy zabezpieczeń nazywane również „barierami”. Poważne i niebezpieczne w skutkach sytuacje odniesione do przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej z reguły nie są spowodowane pojedynczą nieprawidłowością czy awarią. Naruszenie zabezpieczeń może być następstwem decyzji podejmowanych na wyższych szczeblach organizacji, które mogą pozostawać niezauważone (mawia się również, że są „uśpione”) do czasu, kiedy ich skutki lub szkodliwy potencjał uaktywnią się w wyniku określonych warunków operacyjnych definiowanych jako *stany ukryte*. To właśnie uchybienia człowieka (określane jako *uchybień aktywne*) na poziomie operacyjnym przyczyniają się do naruszenia ostatecznych poziomów zabezpieczeń. Model J. Reasona zakłada, że wszystkie wypadki stanowią połączenie zarówno uchybień aktywnych, jak i stanów ukrytych.

Model „sera szwajcarskiego” pomaga w zrozumieniu wzajemnego oddziaływania czynników organizacyjnych i zarządczych w związkach przyczynowych wypadku. System lotnictwa charakteryzuje się wieloma wbudowanymi zabezpieczeniami, mającymi za zadanie ochronę przed zmiennością działań lub decyzji człowieka na wszystkich poziomach organizacji. Każda warstwa ma jednak zazwyczaj słabe punkty, co zostało przedstawione w postaci otworów w plastrach „sera szwajcarskiego” wspomnianego modelu. Czasami wszystkie słabe punkty (luki w warstwach modelu) układają się w jednej linii, prowadząc do naruszenia, które przenika przez bariery obronne i może skutkować katastrofalnymi następstwami. Model „sera szwajcarskiego” przedstawia sposób, w jaki stany ukryte są zawsze obecne w systemie i w jaki mogą się objawiać w wyniku lokalnych czynników uruchamiających⁵⁷. Przyczyn zawodności systemu bezpieczeństwa jest wiele, tak jak ogniów we wspomnianym łańcuchu. Możemy zaliczyć do nich m.in.: brak wykwalifikowanego personelu, słabą gospodarkę, brak kapitału, czynniki organizacyjne, niewłaściwy nadzór, brak treningu, deficyt wiedzy, brak oceny sytuacji, zmęczenie, pośpiech, brak skutecznej obrony i przeciwdziałania.

⁵⁷ *Ibidem*, s. 2–6.



Rysunek 5. Model „sera szwajcarskiego”

Źródło: *Ibidem*, s. 2–7.

W.T. Singleton, angielski psycholog i ekonomista, uważa natomiast, że bezpieczeństwo zależy głównie od budowy maszyny. Twierdzi, że jest ono wbudowane w architekturę i strukturę maszyny, kładąc akcent na ograniczenia ergonomiczne⁵⁸. W swoich dywagacjach wyróżnia trzy zasadnicze strategie optymalizacji bezpieczeństwa:

- bezpieczny operator (ang. *safe operator*), człowiek-maszyna – strategia ta określa powiązania w układzie człowiek-maszyna. W ramach strategii wyodrębniono dwie koncepcje działania. Pierwsza związana jest z minimalizacją prawdopodobieństwa powstania błędu wynikającego z działania czynnika ludzkiego. Jest to możliwe do osiągnięcia dzięki odpowiedniemu doborowi personelu, utrzymaniu należytego poziomu treningu, unikaniu presji czasu, dostarczaniu rzetelnej informacji. Druga oparta jest na maksymalizacji prawdopodobieństwa korekty błędów poprzez zwiększenie ich wykrywalności, stosowanie urządzeń monitorujących oraz odpowiedniego oprzyrządowania, systematyczny trening;
- bezpieczeństwo systemu (ang. *safe system*) – chodzi tu o zachowanie odpowiedniego podziału funkcji między człowieka i maszynę z uwzględnieniem czynników środowiskowych oraz ich wzajemne powiązanie. Osiągnięcie bezpieczeństwa systemu możliwe jest dzięki optymalizacji procedur, szkoleniu załóg, należytemu projektowaniu statków powietrznych, badaniu zdarzeń lotniczych, adekwatnej organizacji przedsięwzięć;

⁵⁸ E. Klich, *Bezpieczeństwo Lotów*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji – BIP, Radom 2011, str. 33.

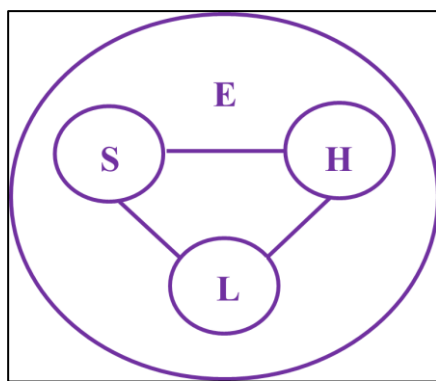
- bezpieczny klimat (ang. *safe climate*) – właściwa atmosfera w organizacji lotniczej stworzona przez przełożonych polegająca na zwróceniu uwagi na kwestie bezpieczeństwa, uwrażliwieniu na kwestie bezpieczeństwa, zaangażowaniu w problematykę bezpieczeństwa oraz promowaniu wspólnej odpowiedzialności i dostarczaniu niezbędnej wiedzy w tym zakresie⁵⁹.

W roku 1972 r. przedstawiono kolejną teorię systemowego rozpatrywania bezpieczeństwa lotów. Teoria SHEL E. Edwardsa kładła nacisk na rozpatrywanie udziału błędów człowieka podczas wystąpienia wypadku lotniczego. Jej nazwa powstała od pierwszych liter elementów wchodzących w jej skład:

- S (ang. *Software*) – niematerialne elementy systemu – element stanowiący przepisy i procedury, jak również stosowanie ich w praktyce. Procedury określa się jako ściśle określone zasady postępowania, niezwykle istotne w lotnictwie ze względu na charakter międzynarodowy;
- H (ang. *Hardware*) – statek powietrzny – to stan techniczny, urządzenia wspomagające lot, automatyka, wady ukryte. W tym elemencie znajdują się również systemy techniczne wykorzystywane przez personel wspomagający działanie lotnictwa;
- E (ang. *Environment*) – środowisko – czyli otoczenie statku powietrznego i jego załogi. Do tej składowej zaliczamy stałe i ruchome elementy środowiska sztucznego. Środowisko naturalne z kolei nie jest zależne od woli człowieka i kieruje się własnymi prawami. Istotne jest również środowisko pracy, w którym funkcjonuje załoga, kadra kierownicza, operatorzy, technicy;
- L (ang. *Liveware*) – czynnik ludzki – są to cechy osobowościowe operatora takie jak psychika, warunki zdrowotne, ograniczenia możliwości, wpływ warunków zewnętrznych czy środowiskowych na ograniczenie możliwości działania. Do faktora „L” zaliczamy także wpływ zarządzających na działania załogi w zmieniającym się otoczeniu.

Edwards wskazuje, że błąd pilota powinno się przedstawiać w ujęciu systemowym w sposób zaprezentowany na rysunku nr 6.

⁵⁹ W.T. Singleton, *Safety and risk. The study of the real skills*, Baltimore 1979.



Rysunek 6. Teoria E. Edwardsa – model SHELL

Źródło: opracowanie własne na podstawie E. Klich, *Bezpieczeństwo Lotów*, op. cit., str. 45.

Elementy usytuowane w zamkniętym kręgu oddziałują wzajemnie na siebie. Jakakolwiek zmiana w jednym miejscu wywołuje reakcję pozostałych elementów. W niniejszym ujęciu podkreślono, że czynnik ludzki jest najbardziej zawodny, odpowiedzialny za 70% wypadków, jakie zdarzają się w lotnictwie⁶⁰. W 1984 roku model SHELL został zmodyfikowany przez F.H. Hawkinsa poprzez przyłączenie do systemu dodatkowego elementu *liveware to liveware* oznaczającego związki poszczególnych osób biorących udział bezpośrednio lub pośrednio w wykonywaniu operacji lotniczych⁶¹.

Modelem wspierającym ocenę wpływu czynników ludzkich na poziom bezpieczeństwa jest powszechnie znana teoria F.H. Hawkinsa SHELL. W prosty sposób ilustruje (rysunek nr 7) wpływ i interakcje różnych komponentów systemu na człowieka, podkreśla potrzebę uwzględniania czynników ludzkich jako integralnej części zarządzania ryzykiem bezpieczeństwa (*SRM* – ang. *Safety Risk Management*). W modelu SHELL wyróżniamy cztery następujące komponenty:

1. Oprogramowanie (*S* – ang. *Software*): procedury, szkolenia, wsparcie;
2. Sprzęt (*H* – ang. *Hardware*): maszyny i wyposażenie;
3. Środowisko (*E* – ang. *Environment*): środowisko pracy, w którym reszta systemu L-H-S musi funkcjonować;
4. Człowiek (*L* – ang. *Liveware*): inni ludzie w miejscu pracy.

⁶⁰ E. Klich, *Bezpieczeństwo Lotów*, op. cit., str. 45.

⁶¹ A.R. Isaac, B. Ruttenberg, *Air Traffic Control: Human Performance Factors*, Wyd. Gower Technical, Londyn 1999, s. 13.



Rysunek 7. Model SHELL

Źródło: *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 4, ICAO, 2018, s. 2–5.

W centrum modelu przedstawieni są ludzie jako kluczowy element, bezpośrednio zaangażowani w działania. Niezaprzeczalnie jest to jednak zarazem element najmniej przewidywalny oraz najbardziej podatny na wpływy zewnętrzne (np. hałas, światło, temperaturę) oraz wewnętrzne (np. głód, zmęczenie, brak motywacji). Mimo niezwyklej zdolności ludzi do adaptacji to właśnie oni podlegają znacznym różnicom w działaniu. Nie można tu określić ogólnego standardu w takim stopniu jak przykładowo w przypadku sprzętu, nie możemy zatem mówić o krawędziach bloku, które byłyby proste i wyrównane. Nierówne krawędzie modułów odzwierciedlają niedoskonałe połączenia. W ten sposób dokonujemy wizualizacji poszczególnych połączeń (interfejsów)⁶² pomiędzy różnymi komponentami systemu lotniczego:

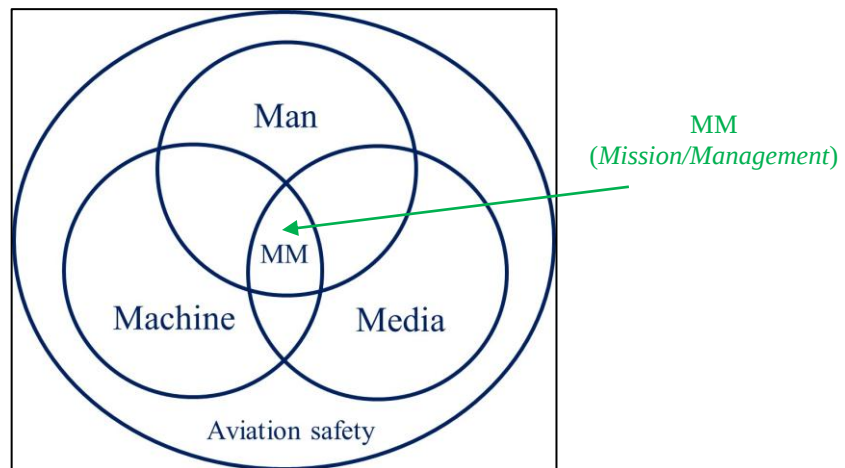
1. **Człowiek-Sprzęt (L–H).** Interfejs L–H odnosi się do relacji pomiędzy człowiekiem a fizycznymi cechami wyposażenia, maszyn i urządzeń. Uwzględnia ergonomię obsługi wyposażenia przez personel, sposób wyświetlania informacji dotyczących bezpieczeństwa, sposób oznakowania i obsługi przełączników oraz dźwigni, dzięki czemu są one logiczne i intuicyjne w obsłudze.
2. **Człowiek-Oprogramowanie (L–S).** Interfejs L–S to relacja pomiędzy człowiekiem a systemami wspomagającymi w miejscu pracy, np. przepisami, podręcznikami, listami kontrolnymi, publikacjami, procesami i procedurami oraz oprogramowaniem komputerowym. Obejmuje takie kwestie jak aktualność doświadczeń, dokładność, format i sposób prezentacji, słownictwo, czytelność i zastosowanie symboli. L–S uwzględnia procesy i procedury – czy są łatwe w realizacji i zrozumieniu.

⁶² *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 4, ICAO, 2018, s. 2–5, 2–6.

3. **Człowiek-Człowiek (L-L).** Interfejs L-L to relacja i interakcja pomiędzy ludźmi w obrębie ich środowiska pracy. Niektóre z tych interakcji mają miejsce wewnątrz organizacji (współpracownicy, przełożeni), wiele z nich ma miejsce pomiędzy poszczególnymi osobami z różnych organizacji, gdzie sprawują różnorodne funkcje (np. kontrolerzy ruchu lotniczego z pilotami, piloci z inżynierami). Alians ten uwzględnia znaczenie komunikacji i umiejętności interpersonalnych, a także dynamikę grupy w określaniu działań człowieka. Pojawienie się zarządzania zasobami załogi (*CRM* – ang. *Crew Resource Management*) i jego rozszerzenie na służby ruchu lotniczego (*ATS* – ang. *Air Traffic Services*) oraz obsługę techniczną umożliwiło organizacjom uwzględnienie działań zespołowych w zarządzaniu błędami. W zakres tego interfejsu wchodzi także relacje pomiędzy personelem a kierownictwem oraz kultura organizacyjna.
4. **Człowiek-Środowisko (L-E).** Ten interfejs obejmuje relację pomiędzy człowiekiem a środowiskiem. Dotyczy on takich kwestii jak temperatura, światło otoczenia, hałas, wibracje i jakość powietrza. Uwzględnia również zewnętrzne czynniki środowiskowe takie jak pogoda, infrastruktura i teren.

Kolejną teorią zasługującą na bliższe poznanie jest teoria C.O. Millera z 1966 r., tzw. model 4M. Poszczególne składowe „M” w tym przypadku oznaczają:

- M (ang. *Man*) – człowiek. Mowa tu o członkach załogi lotniczej, personelu służby inżynieryjno-lotniczej (*SIL*) przygotowującym samolot do lotu, personelu zabezpieczającym i ubezpieczającym lot. Istotą jest również ich wiedza, przygotowanie merytoryczne, fachowość, staranność;
- M (ang. *Machine*) – statek powietrzny. W tym aspekcie najistotniejsze są stan techniczny, wyposażenie oraz sprawność statku powietrznego, jak również jego przystosowanie do danych warunków lotu;
- M (ang. *Mission/Management*) – zadanie/zarządzanie. Zadanie rozumiane jest głównie jako jego właściwe sprecyzowanie, stopień trudności, forma i sposób jego przekazania wykonawcom, możliwe zagrożenia z nim związane. Zarządzanie to szeroko pojęte kierowanie organizacją lotniczą na jej poszczególnych szczeblach, przestrzeganie zbioru odpowiednich regulaminów oraz procedur;
- M (ang. *Media*) – środowisko. Zarówno naturalne, jak i sztuczne środowiska, w których realizowane jest zadanie lotnicze.



Rysunek 8. Teoria C.O. Millera – model 4M

Źródło: opracowanie własne.

W latach sześćdziesiątych XX wieku na podstawie obserwacji przyczyn i skutków wypadków oraz katastrof lotniczych wykształciła się w USA nowa teoria współzależności różnych czynników współuczestniczących podczas wykonywania zadania lotniczego. Ideę oparto na założeniu pogrupowania związków przyczynowo-skutkowych w celu łatwiejszego zidentyfikowania czynników, które doprowadziły do niepowodzenia oraz wyciągnięcia konkretnych wniosków na przyszłość. Z opisanej uprzednio teorii Millera zaczerpnięto element Misja/Zarządzanie (*Mission/Management*) i podzielono go na dwa odrębnie traktowane czynniki, odpowiednio je wzbogacając⁶³. Tym samym nowa teoria o nazwie 5M składała się z takich elementów jak:

- M (ang. *Man*) – człowiek;
- M (ang. *Machine*) – technika;
- M (ang. *Management*) – przepisy, procedury zarządzania;
- M (ang. *Media*) – środowisko;
- M (ang. *Mission*) – zadanie.

„Teoria 5 M” może również służyć jako forma oceny ryzyka przed wykonaniem lotu. Teorię określono mianem „Zagrożenia 5M”, ponieważ w każdym z poszczególnych elementów mogą ujawnić się błędy niosące zagrożenie⁶⁴.

⁶³ B. Grenda, H. Turzyńska, *Czynnik ludzki i jego wpływ na bezpieczeństwo lotów*, Wyd. ASzWoj, Warszawa 2016, s. 58.

⁶⁴ *Ibidem*.



Rysunek 9. System 5M – zasadnicze elementy mające wpływ na bezpieczeństwo lotu

Źródło: E. Klich, *Bezpieczeństwo Lotów*, op. cit., s. 42.

Ostatnią z wymienionych kluczowych teorii bezpieczeństwa lotów jest sprawdzony w Siłach Powietrznych Stanów Zjednoczonych (USAF – ang. *United States Air Force*) System Analizy i Klasyfikacji Czynnika Ludzkiego (HFACS – ang. *The Human Factor Analysis and Classification System*) oparty na teorii J. Reasona.

W systemie zaprezentowano cztery poziomy błędów w działaniu:

1. Niewłaściwe działanie załogi – niebezpieczne działanie załogi przejawia się głównie w dwóch formach, które są określane jako naruszenie przepisów/procedur lub błędy w działaniu. Błędy dzielą się na błędy odbioru informacji, wyszkolenia i decyzji. Naruszenia z kolei mogą być rutynowe lub sporadyczne.
2. Warunki sprzyjające niebezpiecznemu działaniu załogi – można podzielić je na trzy zasadnicze grupy, tj. środowiskowe, natury zdrowotnej, natury operacyjnej. Warunki działania operatora mają istotny wpływ na bezpieczeństwo. Poniższa ilustracja szczegółowo określa opisany faktor.



Rysunek 10. Warunki sprzyjające niebezpiecznemu działaniu załogi

Źródło: E. Klich, *Bezpieczeństwo Lotów*, op. cit., s. 62.

3. Niewłaściwe kierowanie – niedociągnięcia w zakresie działania kierownictwa można podzielić na poszczególne kategorie: nieodpowiedni nadzór, naruszenia przepisów, niewłaściwe planowanie lotu, brak eliminacji znanych niedociągnięć. Bez względu na rangę kierownictwo zobowiązane jest do opracowania adekwatnych programów szkolenia, instrukcji, tworzenia odpowiednich warunków wykonania zadania, należytego kierowania podległym personelem.
4. Niewłaściwe zarządzanie – decyzje wysokiego szczebla zarządzania zawsze mają wpływ na działania kierownictwa. Wspomniane decyzje dotyczą kwestii zarządzania zasobami, tworzenia klimatu pracy, ustalania procedur, zaangażowania personelu. Błędy zarządzania odniesione do procedur, zasad eksploatacji czy systemu szkolenia mogą ujawnić się dopiero w sytuacji, gdy warunki wykonywania zadania w wyniku wysokiego stopnia trudności spowodują utrudnienia w działaniu załóg lotniczych, tkwiąc w systemie długo bez żadnych następstw. Czynniki mające istotny wpływ na utrzymanie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa generowane w wyniku działalności kierownictwa przedstawiono na schemacie – rysunek nr 11.



Rysunek 11. Wpływ kierownictwa na cele bezpieczeństwa

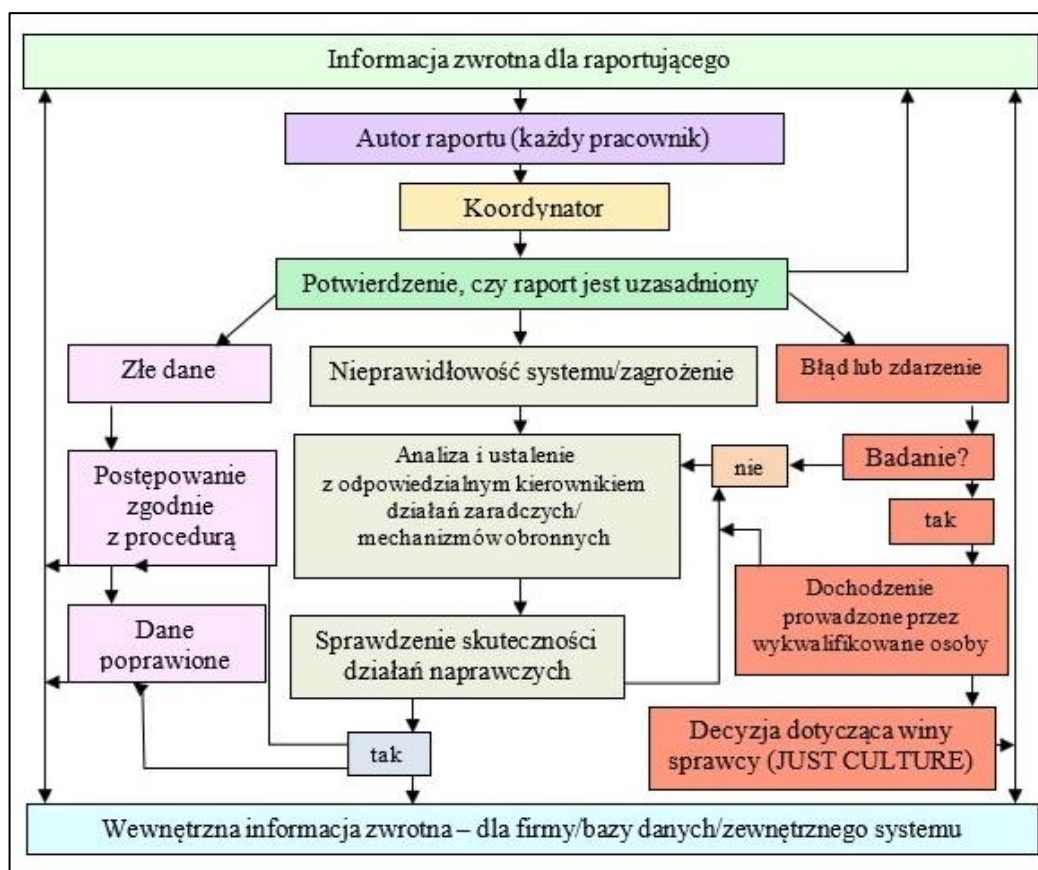
Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowane wypracowane modele związane z projektowaniem koncepcji bezpieczeństwa w lotnictwie miały na celu wskazanie czynników wywierających kluczowy wpływ na utrzymanie należytego poziomu bezpieczeństwa. Na pozór niegroźny faktor może w efekcie okazać się tym najbardziej niebezpiecznym. Kumulacja negatywnie wpływających czynników prowadzi niejednokrotnie do katastrofalnych skutków. Modele utrzymania bezpieczeństwa lotnictwa odzwierciedlają synergię pomiędzy podmiotami, wskazując na korzyści płynące z niezakłóconej pracy elementów wchodzących w skład

systemu. W celu rozwoju kompleksowego podejścia systemowego interakcje pomiędzy składowymi muszą być dobrze zarządzane. Należy podkreślić fakt, że BSP są elementem nowym, który nie pojawia się w ówczesnie istniejących modelach ochrony lub utrzymania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa. Fakt ten jedynie potwierdza, że konieczne jest dostarczenie narzędzi profilaktycznych w zakresie niezagrożonej operacyjności lotnictwa załogowego z bezzałogowym, zapewnienie odpowiedniej priorytetyzacji misji w strefach przestrzeni powietrznej oraz uporządkowanie profesjonalnego zastosowania BSP celem zapewnienia niezakłóconego bezpieczeństwa lotniczego.

2.3.2. Zasada „Just Culture”

Raportowanie zdarzeń jest kluczowe jako możliwość identyfikacji zagrożeń, które mogą mieć potencjalnie wpływ na bezpieczeństwo. Kultura sprawiedliwego traktowania, tzw. zasada „Just Culture”, to warunek niezbędny dla skutecznie działającego systemu zgłaszania zdarzeń. „Just Culture” oznacza podejście systemowe i politykę, w ramach której personel organizacji oraz wszystkie inne zaangażowane osoby nie są karane za błędy, przeoczenia czy decyzje przez nie podjęte, współmierne z ich doświadczeniem i wyszkoleniem. W myśl zasady celowe naruszenie przepisów, rażące zaniedbanie czy destrukcyjne działanie obniżające poziom bezpieczeństwa, obligatoryjnie podlegające karze współmiernej do tego działania nie może być tolerowane. Wspomniana praktyka to również wysoki poziom zaufania pomiędzy pracownikami a kierownictwem, poczucie wspierania wspólnych wartości i propagowania dobrych praktyk. Na rysunku nr 12 przedstawiono w sposób schematyczny obieg informacji w systemie raportowania, z uwzględnieniem elementów podejmowania decyzji odniesionych do dochodzenia przyczyn nieprawidłowości.



Rysunek 12. Obieg informacji w systemie raportowania

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiału warsztatowego: *Zasady „Just Culture” w małych organizacjach*, I. Leszczyńska, Departament Techniki Lotniczej, Chełm 2018, s. 15.

W październiku 2017 r. Urząd Lotnictwa Cywilnego opracował „Deklarację w sprawie kultury bezpieczeństwa”, której sygnatariusze zobowiązują się wdrażać kulturę sprawiedliwego traktowania, jak również propagować poprawę bezpieczeństwa transportu lotniczego. Do najważniejszych elementów kultury bezpieczeństwa zaliczamy przede wszystkim:

- świadomość i postrzeganie bezpieczeństwa jako wartości nadrzędnej dla pracowników i organizacji;
- wysokie standardy bezpieczeństwa wdrożone w codziennej praktyce podmiotu (od poziomu najwyższego kierownictwa do pracowników);
- słabe punkty organizacji postrzegane jako szansa na doskonalenie systemu;
- atmosferę zaufania, nieprzypisywanie winy na rzecz aktywnego poszukiwania rozwiązań pojawiających się problemów;
- zero tolerancji dla umyślnych naruszeń przepisów oraz procedur wewnętrznych;
- rejestrowanie i analizowanie zdarzeń;

- zgłaszanie wszelkich nieprawidłowości;
- wewnętrzne nadzorowanie Systemu Zarządzania Bezpieczeństwem (SMS – ang. *Safety Management System*) wraz z monitorowaniem związanych z tym procesów;
- ciągłe doskonalenie SMS poprzez wdrażanie działań korygujących i zapobiegawczych.

Deklaracja jest otwarta do podpisu dla wszystkich organizacji działających w sektorze lotniczym bez względu na wielkość i rodzaj świadczonych usług. Jedynym, a zarazem obligatoryjnym warunkiem do spełnienia jest traktowanie priorytetowo kwestii bezpieczeństwa.

2.4. Wymagania prawne w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa lotnictwa

W zakresie regulacji prawnych przepisy o charakterze administracyjnym mają zasadnicze znaczenie dla zapewnienia bezpieczeństwa lotniczego. Normują one w jednoznaczny sposób zasady operacyjności poszczególnych statków powietrznych w przestrzeni powietrznej. Podstawową rolą prawa lotniczego jest funkcja organizatorska, czyli ograniczanie dowolności zachowania. Jest to konieczne w warunkach, gdy przestrzeń ma być współdzielona przez operatorów różnych obiektów – celem organizatora jest wówczas kontrola tej przestrzeni, zapewniająca bezpieczne współistnienie w niej różnych podmiotów.

Mimo faktu, że system regulacji prawa lotniczego jest bardzo rozbudowany, niekiedy stawia zbyt ogólne wymagania podmiotom lotniczym. Regulacje prawa lotniczego siłą rzeczy w niewystarczającym stopniu biorą pod uwagę różnorodność oraz zmienność warunków wykonywania zadań, nie zawsze również uwzględniają indywidualne cechy misji w powietrzu. Dążenie do zwiększenia poziomu szczegółowości regulacji prawnych niestety niesie za sobą ryzyko stworzenia przepisów zbyt skomplikowanych, nieefektywnych lub nadmiernie drogich w realizacji. Dlatego też odnotowuje się ciągły rozwój tych regulacji, które są związane z podejmowaniem działań profilaktycznych. W najszerszym ujęciu chodzi o zarządzanie bezpieczeństwem lotniczym, a więc zbieranie informacji o występujących zagrożeniach, analizowanie ich i wyciąganie wniosków na przyszłość⁶⁵.

Z uwagi na duże natężenie ruchu oraz szybki rozwój transportu lotniczego niezbędne było stworzenie unijnych ram regulacyjnych, które w zakresie wspólnego zarządzania

⁶⁵A. Konert, P. Kasprzyk, P. Łaciński, *Podstawy prawne zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym* [w:] *Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2016, s. 10.

ruchem powietrznym (ATM – ang. *Air Traffic Management*) miały mieć na celu zapewnienie bezpieczeństwa, interoperacyjności oraz punktualności lotów. Europejska koncepcja „jednolitego nieba” to niezwykle istotna kwestia z uwagi na znaczną defragmentację wspomnianego nieba. Zasady zarządzania ruchem, jak również systemy wykazywały ogromną różnorodność, co powodowało utrudnioną koordynację funkcjonowania. Idea jednolitej przestrzeni europejskiej miała spowodować utworzenie spójnych norm i zasad w ruchu lotniczym poprzez wyeliminowanie istniejących różnic, gwarantując tym samym bezpieczeństwo lotów. Komisja Europejska zaprezentowała po raz pierwszy koncepcję „jednolitego nieba” w grudniu 1999 r. W ramach tego wydarzenia rozpoczęto współpracę z Eurocontrol⁶⁶ w celu sprawnego wdrożenia tej inicjatywy. Wspólnie rozpoczęto budowę Jednolitej Europejskiej Przestrzeni Powietrznej (ang. *Single European Sky – SES*). Efektem było przyjęcie w marcu 2004 r. pakietu legislacyjnego określanego mianem „czwartego pakietu liberalizacyjnego”.

Wprowadzenie wewnętrznego rynku transportu lotniczego wymusiło zapewnienie pasażerom jednolitego i wysokiego poziomu bezpieczeństwa wszystkich lotów na terenie Unii. Przepisy krajowe ustąpiły miejsca uregulowaniom wspólnym, których stosowanie jest obowiązkowe. Krajowe organy regulacyjne wraz z systemami dobrowolnej współpracy między nimi tak samo (głównie dawne Zrzeszenie Władz Lotniczych) zastąpiono mechanizmem wspólnotowym, w którym uczestniczą krajowe organy lotnictwa cywilnego, Komisja i Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA). Od 2003 r. do głównych zadań EASA zalicza się przygotowywanie projektów przepisów wykonawczych (następnie na tej podstawie sporządzane są projekty aktów ustawodawczych). Komisja, Agencja i właściwe organy krajowe kontrolują wykonanie tych przepisów – każde z nich w zakresie swoich kompetencji, przy utrzymaniu zasady wzajemnego wsparcia.

Wspólne zasady bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego mają swoje źródło w normach i zaleceniach przyjętych przez ICAO, choć często stanowią też ich zaostrożenie. Zostały one stopniowo rozszerzone na cały łańcuch transportu lotniczego. Zasadniczo mają zapobiegać wypadkom na jak najwcześniejszym etapie i opierają się zarówno na podnoszeniu poczucia odpowiedzialności u stosownych podmiotów, jak i na ich kontrolowaniu.

⁶⁶ Eurocontrol – Europejska Organizacja ds. Bezpieczeństwa Żeglugi Powietrznej (ang. *European Organisation for the Safety of Air Navigation*), regionalna, wyspecjalizowana organizacja międzyrządowa, której celem jest koordynacja współpracy państw członkowskich, a także organizacji międzynarodowych (w tym Unii Europejskiej), w celu zapewnienia bezpieczeństwa powietrznej żeglugi cywilnej i wojskowej.

Zasadniczy system prawa traktatowego normujący publicznoprawne zagadnienia żeglugi powietrznej opiera się na konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym⁶⁷ – konwencji chicagowskiej z 1944 r. Na mocy konwencji ustanowiono najważniejszą lotniczą organizację międzynarodową z siedzibą w Montrealu (Kanada) – Międzynarodową Organizację Lotnictwa Cywilnego (ang. *International Civil Aviation Organization* – ICAO). ICAO zajmuje się ustalaniem międzynarodowych standardów w zakresie bezpieczeństwa, efektywności i regularności komunikacji lotniczej oraz promuje planowanie i rozwój transportu powietrznego. Najważniejszym organem tej struktury jest Zgromadzenie, które zbiera się co najmniej raz na trzy lata. Bieżące prace w ramach organizacji koordynowane są przez Radę ICAO, w skład której wchodzi przedstawiciele 36 państw członkowskich.

W świetle międzynarodowego prawa lotniczego głównymi podmiotami odpowiedzialnymi za bezpieczeństwo międzynarodowe w przestrzeni powietrznej są państwa. Wskazana konsekwencja wynika z zasady suwerenności państw w przestrzeni powietrznej ponad ich terytorium morskim i lądowym i jest wyrażona w art. 1 konwencji chicagowskiej. Na początku XX wieku, w głównej mierze ze względów militarnych, takie rozwiązanie uznano za najkorzystniejsze dla bezpieczeństwa granic i terytoriów państw. Warto jednak w tym miejscu podkreślić niejednorodną sytuację prawną samej przestrzeni powietrznej. Zgodnie z tzw. „teorią nierozzerwalności przylegania” przestrzeni powietrznej do jej podbudowy status prawny tej przestrzeni zależy od sytuacji prawnej obszaru, nad którym się ono znajduje⁶⁸. W związku z powyższym przykładowo przestrzeń powietrzna nad morzem otwartym, podobnie jak wody morza otwartego, nie podlega suwerenności żadnego państwa, a korzystanie z nich przysługuje na równych prawach wszystkim państwom oraz innym podmiotom. Odnosząc się do niniejszych rozważań, należy podkreślić istotny fakt, że obecne międzynarodowe prawo lotnicze ewoluje w kierunku liberalizacji, która w tym przypadku oznacza znoszenie ograniczeń dotyczących przynależności państwowej, dostępu do określonych tras, ustalania taryf, własności przedsiębiorstw lotniczych czy oferowanej zdolności przewozowej w międzynarodowych służbach powietrznych.

Mimo że koncepcja „otwartego nieba” (ang. *open skies*) jest wciąż promowana, to postulat powszechnej wolności przestrzeni powietrznej zaliczany jest do *de lege*

⁶⁷ Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym podpisana 7 grudnia 1944 r. w Chicago, ratyfikowana przez Polskę, Dz. U. z 1959 Nr 35, poz. 212 z późn. zm.

⁶⁸ C. Berezowski, *Międzynarodowe prawo lotnicze*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1964, s. 5.

*ferenda*⁶⁹. Stan ten wywołany jest właśnie priorytetyzacją bezpieczeństwa lotnictwa, jak również bezpieczeństwa samych państw. Następstwem przyjętej zasady zwierzchnictwa terytorialnego państw w przestrzeni powietrznej są powszechnie obowiązujące zgody na wykonywanie lotów międzynarodowych w granicach danego państwa. Zezwolenia na wykonywanie tego rodzaju lotów są ściśle określone, mogą przybierać różne formy – międzynarodowe umowy dwustronne lub wielostronne, ustawy, decyzje administracyjne, jak również umowy między organami państwa i obcym przewoźnikiem lotniczym.

Ponadto każde państwo ma prawo do wprowadzania na swoim terytorium decyzji określających wyznaczenie stref zakazanych do lotów, ograniczeń czasowych, do stosowania środków przymusu w odniesieniu do statków powietrznych wykonujących loty z naruszeniem obowiązujących przepisów czy bez zezwolenia. Wyżej wymienione procedury winny się odbywać z zachowaniem zasady niedyskryminacji. Państwo może również poddać wykonywanie lotów międzynarodowych ustalonym przez siebie przepisom i ograniczeniom oraz ustanowić i prowadzić jurysdykcję w stosunku do obcych statków powietrznych, jak również osób i rzeczy znajdujących się na pokładzie. W tym miejscu należy podkreślić, że konwencja chicagowska w art. 1 ma zastosowanie nie tylko do obiektów przelatujących nad obcą przestrzenią powietrzną powszechnie rozumianych jako statki powietrzne (m.in. samoloty, śmigłowce, bezzałogowe statki powietrzne), ale również do obiektów kosmicznych.

Kolejna istotna kwestia konwencji chicagowskiej została zawarta w art. 37, który mówi o zobowiązaniu państw do współpracy w celu zapewnienia jak największego ujednolicenia przepisów, norm, zasad postępowania i organizacji w odniesieniu do statków powietrznych, ich personelu, dróg lotniczych, służb pomocniczych we wszystkich przypadkach, w których takie ujednolicenie może ulepszyć żeglugę powietrzną. Zgodnie z ww. zapisami zawartymi w konwencji, ICAO będzie realizować zadanie przyjmowania oraz wprowadzania zmian do międzynarodowych norm, metod, zasad postępowania odniesionych m.in. do metod kontroli ruchu lotniczego, specyfiki portów lotniczych, reguł lotniczych, systemu łączności, środków zaradczych. Na mocy art. 37 Rada ICAO dnia 25 lutego 2013 r. przyjęła Załącznik nr 19 konwencji chicagowskiej o tytule „Zarządzanie bezpieczeństwem”. Stanowi on swego rodzaju odpowiedź na stale rosnącą liczbę zagrożeń odniesioną do przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej. Nakazuje państwom

⁶⁹ *De lege ferenda* (łac.) – zwrot używany do określenia ewentualnych przyszłych zmian w obowiązującym ustawodawstwie.

implementację systemu zarządzania bezpieczeństwem (ang. *Safety Management System – SMS*). Co więcej, z treści zawartej w załączniku dowiadujemy się, że celem norm i zalecanych metod postępowania (ang. *Standards and Recommended Practices – SARPs*) jest udzielenie wsparcia państwom w zarządzaniu ryzykiem bezpieczeństwa w lotnictwie cywilnym. Biorąc pod uwagę złożoność światowego systemu transportu powietrznego i powiązanych z nim działań w ramach lotnictwa koniecznych do zapewnienia bezpieczeństwa operacji oraz eksploatacji statków powietrznych, załącznik wspiera kontynuowany rozwój strategii proaktywnej prowadzącej do podniesienia poziomu bezpieczeństwa. Podstawą proaktywnej strategii bezpieczeństwa jest wdrożenie Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym (KPBwLC), który w sposób usystematyzowany zajmuje się ryzykami mającymi wpływ na bezpieczeństwo w lotnictwie cywilnym⁷⁰.

Podsumowując powyższe kwestie, o sposobach ochrony praw zwierzchniczych państwa decydują samodzielnie. Mając na celu utrzymanie czy też ochronę przestrzeni powietrznej, państwa są w stanie bez naruszenia postanowień konwencji przyjąć adekwatne ograniczenia, kierując się przede wszystkim względami bezpieczeństwa oraz pozytywnej transformacji. Efektywny system zarządzania ruchem lotniczym uwarunkowany wzajemnym przekazywaniem pomiędzy państwami funkcji związanych z szeroko pojętą kontrolą ruchu lotniczego jest bowiem jednym z gwarantów utrzymania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej. Regulacje prawne na szczeblu międzynarodowym są określane przez akty prawne Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO), w Europie jednostką odpowiedzialną za ich wdrażanie jest Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (ang. *European Union Aviation Safety Agency – EASA*), w odniesieniu do Polski, prezes Urzędu Lotnictwa Cywilnego nadzoruje działalność podmiotów lotniczych odpowiedzialnych także za bezpieczeństwo. Mówiąc o przepisach prawa lotniczego, należałoby jednak przeprowadzić szczegółową analizę dotychczasowych konwencji. Poczynając od Konwencji Warszawskiej z 1929 r., niniejszy proces ewolucji postanowień w zakresie regulacji prawnych przedstawiono w formie zestawienia zamieszczonego w tabeli nr 9.

⁷⁰ Załącznik nr 19 do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym*, „Zarządzanie bezpieczeństwem”, wyd. 2, Lipiec 2016.

Tabela 9. Ewolucja przepisów prawa lotniczego

Nazwa przepisu prawa	Zakres obowiązywania
Konwencja o ujednostajnieniu niektórych prawideł, dotyczących międzynarodowego przewozu lotniczego, podpisana w Warszawie dnia 12 października 1929 r. (Dz. U. z 1933 r., nr 8, poz. 49)	Dotyczy zasad realizacji przewozów pasażerskich i towarowych transportem lotniczym. Konwencja definiuje międzynarodowy przewóz lotniczy, ujednolica dokumenty przewozowe, ujednolica zasady odpowiedzialności przewoźnika lotniczego, określa sposób dochodzenia roszczeń.
Konwencja o ujednostajnieniu niektórych prawideł, dotyczących zajęcia zabezpieczającego statków powietrznych, podpisana w Rzymie dnia 29 maja 1933 r. (Dz. U. 1937 r., nr 74, poz. 540)	W rozumieniu konwencji rzymskiej pod pojęciem „zajęcia zabezpieczającego” rozumie się: <i>każdą czynność, bez względu na jej nazwę, przez którą statek powietrzny zostaje zatrzymany w interesie prywatnym, za pośrednictwem organów wymiaru sprawiedliwości lub administracji publicznej, na rzecz bądź wierzyciela, bądź właściciela, bądź innego uprawnionego z tytułu prawa rzeczowego, obciążającego statek powietrzny, wówczas, gdy zajmujący nie może powołać się ani na wykonalne orzeczenie, uzyskane uprzednio w drodze zwyczajnego postępowania, ani na równorzędny tytuł egzekucyjny.</i> Akcent pada tu na fakt podjęcia czynności zajęcia i zatrzymania niezależnie od przyjętego nazewnictwa, których skutkiem będzie przede wszystkim uniemożliwienie wylotu czy ewentualne zawrócenie statku powietrznego, który wystartował albo zarządzenie przymusowego lądowania w momencie korzystania z przestrzeni powietrznej danego kraju. Istotny jest zatem skutek, a nie sama użyta forma czynności.
Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym, podpisana w Chicago 7 grudnia 1944 r. – Konwencja chicagowska. (Dz. U. z 1959 r., nr 35, poz. 212, z późn. zm.)	Jest głównym aktem prawnym normujących międzynarodową działalność lotnictwa cywilnego, zawiera przepisy dotyczące zwierzchnictwa w przestrzeni powietrznej, rejestracji statków powietrznych, wzajemnego uznawania licencji i certyfikatów, zakazu używania broni wobec cywilnego statku powietrznego, międzynarodowych standardów i zalecanych metod postępowania, a także inne prawa państw sygnatariuszy. Dla celów niniejszej Konwencji uważa się, że terytorium państwa stanowią obszary lądowe i przylegające do nich wody terytorialne, objęte suwerennością, suwerennością, mandatem lub opieką tego państwa.

Układ o transycie międzynarodowych służb powietrznych podpisany w Chicago dnia 7 grudnia 1944 r. (Dz. U z 1959 r., nr 35, poz. 213)	Konwencja określa fundamentalne zasady systemu międzynarodowej żeglugi powietrznej. Stanowi najważniejszą umowę międzynarodową regulującą problematykę szeroko pojętego interesu publicznego w odniesieniu do kwestii zapewnienia swobodnej żeglugi powietrznej.
Międzynarodowa konwencja o współpracy w zakresie bezpieczeństwa żeglugi powietrznej EUROCONTROL, sporządzona w Brukseli dnia 13 grudnia 1960 r., zmieniona Protokołem dodatkowym z dnia 6 lipca 1970 r., zmieniona Protokołem z dnia 21 listopada 1978 r., w całości zmieniona Protokołem z dnia 12 lutego 1981 r. (Dz.U. z 2006 r., nr 238, poz. 1723)	Odnosi się do współpracy w zakresie bezpieczeństwa żeglugi powietrznej. Umawiające się strony zobowiązują się wzmocnić współpracę w dziedzinie żeglugi powietrznej, a w szczególności utworzyć wspólną organizację służb ruchu lotniczego w górnej przestrzeni powietrznej.
Konwencja w sprawie przestępstw i niektórych innych czynów popełnionych na pokładzie statków powietrznych, sporządzona w Tokio dnia 14 września 1963 r. (Dz. U. z 1971 r., nr 15, poz. 147)	Konwencję stosuje się do: – przestępstw przewidzianych w prawie karnym, – czynów, które niezależnie od tego, czy są przestępstwami, mogą narażać lub narażają na niebezpieczeństwo statek powietrzny, osoby albo mienie znajdujące się na pokładzie, lub czynów, które naruszają porządek i dyscyplinę na pokładzie.
Konwencja o zwalczaniu bezprawnego zawładnięcia statkami powietrznymi, sporządzona w Hadze dnia 16 grudnia 1970 r. (Dz. U z 1972 r., nr 25, poz. 181)	Określa regulacje w odniesieniu do czynów klasyfikowanych jako popełnienie przestępstwa w zakresie bezprawnego zawładnięcia statkami powietrznymi.
Konwencja o zwalczaniu bezprawnych czynów skierowanych przeciwko bezpieczeństwu lotnictwa cywilnego, sporządzona w Montrealu dnia 23 września 1971 r. (Dz. U. z 1976 r., nr 8, poz. 37)	Określa regulacje w odniesieniu do czynów klasyfikowanych jako popełnienie przestępstwa w zakresie czynów skierowanych przeciwko bezpieczeństwu lotnictwa cywilnego.
Umowa wielostronna w sprawie opłat trasowych, sporządzona w Brukseli dnia 12 lutego 1981 r. (Dz. U. z 2006 r., nr 238, poz. 1725)	Ustanawia zgodę na przyjęcie wspólnej polityki umawiających się państw w zakresie pobierania opłat trasowych za używanie urządzeń i usługi w żegludze powietrznej, odbywającej się w przestrzeni powietrznej rejonów informacji powietrznej podlegających ich kompetencji, zwanych „opłatami trasowymi”.

Konwencja w sprawie znakowania plastycznych materiałów wybuchowych w celu ich wykrywania z dnia 1 marca 1991 r. (Dz. U. 2007, nr 135, poz. 948)	Zawiera uzgodnienia umawiających się państw-stron w zakresie niezbędnych i skutecznych działań w celu zakazu i zapobieganiu wytwarzania na swoim terytorium nieoznakowanych materiałów wybuchowych.
Traktat o otwartych przestworzach, sporządzony w Helsinkach dnia 24 marca 1992 r. (Dz. U. z 2001 r., nr 103, poz. 1127)	Niniejszy traktat ustala reżim, zwany reżimem Otwartych Przestworzy, prowadzenia lotów obserwacyjnych przez państwa-strony nad terytoriami innych państw-stron oraz określa związane z tym prawa i obowiązki państw-stron.
Konwencja o ujednoliceniu niektórych prawideł dotyczących międzynarodowego przewozu lotniczego sporządzona w Montrealu dnia 28 maja 1999 r. (Dz. U. 2007 r., nr 37, poz. 235)	Konwencja ma zastosowanie do każdego przewozu międzynarodowego osób, bagażu lub towarów, wykonywanego statkiem powietrznym za wynagrodzeniem, jak również do przewozu bezpłatnego wykonywanego statkiem powietrznym przez przedsiębiorstwo transportu lotniczego.
Konwencja w sprawie międzynarodowych zabezpieczeń na składnikach majątku ruchomego przyjęta 16 listopada 2001 r. w Kapsztadzie.	Konwencja reguluje tworzenie i skutki międzynarodowego zabezpieczenia w odniesieniu do określonych kategorii składników majątku ruchomego i powiązanych praw.
Konwencja dotycząca odszkodowań za szkody wyrządzone osobom trzecim, będące skutkiem bezprawnych czynów przy użyciu statków powietrznych podpisana w Montrealu dnia 2 maja 2009 r.	Konwencja ma zastosowanie do szkód stron trzecich powstałych na terytorium państwa-strony, spowodowanych aktem bezprawnej ingerencji przez statek powietrzny znajdujący się w locie w ramach lotu międzynarodowego. Niniejsza konwencja ma zastosowanie również do szkód tego typu powstałych w państwie niebędącym państwem-stroną.
Konwencja dotycząca odszkodowań za szkody wyrządzone przez statki powietrzne osobom trzecim podpisana w Montrealu dnia 2 maja 2009 r.	Dotyczy szkód stron trzecich powstałych na terytorium państwa-strony, spowodowanych przez statek powietrzny znajdujący się w locie w ramach lotu międzynarodowego, innych niż szkody spowodowane aktem bezprawnej ingerencji.

Źródło: opracowanie własne.

Zasady ochrony lotnictwa cywilnego w Rzeczypospolitej Polskiej określone są przez ustawy, rozporządzenia i zarządzenia centralnych organów władzy państwowej odpowiedzialnych za bezpieczeństwo i porządek publiczny oraz komunikację międzynarodową i krajową. Do aktualnych kluczowych regulacji krajowych należą:

- *Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze* (Dz. U. z 2022 r., poz. 1235, 1715, 1846, 2185 i 2642) wraz z aktami wykonawczymi;
- *Ustawa z dnia 8 grudnia 2006 r. o Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej* (Dz. U. z 2021 r., poz. 260) wraz z aktami wykonawczymi;
- *Ustawa z dnia 5 sierpnia 2022 r. o transporcie materiałów niebezpiecznych drogą powietrzną* (Dz. U. 2022, poz. 1715);
- *Kodeks postępowania administracyjnego z dnia 14 czerwca 1960 r.* (Dz. U. z 2022 r., poz. 2000, 2185).

Mając na celu ustanowienie i utrzymanie wysokiego, jednolitego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP, szczególnym problemem jest uporządkowanie aktualnego stanu wiedzy i dobrych praktyk, a także stworzenie skutecznych mechanizmów zapewnienia oraz zarządzania bezpieczeństwem przestrzeni i infrastruktury lotniczej, w której funkcjonują drony. Współcześnie problem wykorzystania dronów jest uregulowany zarówno w unijnym, jak i polskim prawie. Do najistotniejszych regulacji w tym zakresie należy zaliczyć:

Tabela 10. Regulacje prawne w zakresie BSP

Regulacje Unii Europejskiej
<i>Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego oraz zmieniające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 2111/2005, (WE) nr 1008/2008, (UE) nr 996/2010, (UE) nr 376/2014 oraz dyrektywy Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/30/UE i 2014/53/UE, a także uchylające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 552/2004 i (WE) nr 216/2008 i rozporządzenie Rady (EWG) nr 3922/91.</i>
<i>Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich.</i>
<i>Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych (przepisy zawarte w Rozporządzeniu są w zastosowaniu od 1 stycznia 2021 r. na terenie naszego kraju).</i>

Regulacje Urzędu Lotnictwa Cywilnego
<i>Wytyczne nr 7 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 9 czerwca 2021 r. w sprawie sposobów wykonywania operacji przy użyciu systemów bezzałogowych statków powietrznych w związku z wejściem w życie przepisów Rozporządzenia Wykonawczego Komisji (UE) nr 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.</i>
<i>Wytyczne nr 24 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 30 grudnia 2020 r. w sprawie wyznaczania stref geograficznych dla systemów bezzałogowych statków powietrznych.</i>
<i>Wytyczne nr 8 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 13 sierpnia 2021 r. w sprawie sposobu weryfikacji tożsamości kandydatów na uzyskanie kompetencji pilota bezzałogowego statku powietrznego dla podkategorii A2 kategorii „otwartej” podczas egzaminu teoretycznego przeprowadzanego online.</i>
<i>Wytyczne nr 16 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-02 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego kategorii wielowirnikowiec (MR), o masie startowej mniejszej niż 25 kg.</i>
<i>Wytyczne nr 18 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-04 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii helikopter (H), o masie startowej mniejszej niż 25 kg.</i>
<i>Wytyczne nr 19 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-05 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych o masie startowej mniejszej niż 4 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota.</i>
<i>Wytyczne nr 20 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-06 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii wielowirnikowiec (MR) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.</i>
<i>Wytyczne nr 21 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-07 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii statków (A)</i>

o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.
<i>Wytyczne nr 22 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-08 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii helikopter (H) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.</i>
<i>Wytyczne nr 23 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-09 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych o masie startowej mniejszej niż 25 kg, wykonywane przez operatorów systemów bezzałogowych statków powietrznych posiadających krajową zgodę na loty (BVLOS).</i>
<i>Wytyczne nr 6/2024 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 20 maja 2024 r. w sprawie wyznaczania stref geograficznych dla systemów bezzałogowych statków powietrznych, które zmieniają Wytyczne nr 17/2023 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 6 czerwca 2023 r. w samej sprawie.</i>
<i>Wytyczne nr 7/2024 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 20 maja 2024 r. w sprawie sposobów wykonywania operacji przy użyciu systemów bezzałogowych statków powietrznych w związku z wejściem w życie przepisów rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) nr 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych, które zmieniają Wytyczne nr 15/2023 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 1 czerwca 2023 r. w tej samej sprawie.</i>
Regulacje Sił Zbrojnych RP
<i>Instrukcja bezpieczeństwa lotów Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (Instrukcja BL) DD-3.3.31 z 2022 roku.</i> Instrukcja została uaktualniona w odniesieniu do wersji z 2016 roku celem spełnienia bieżących wymagań w zakresie bezpieczeństwa lotów Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (m.in. uzupełniono poszczególne rozdziały o aspekt operacyjności bezzałogowych statków powietrznych). Dodano m.in. informacje dotyczące kształtowania polityki bezpieczeństwa na trzech poziomach z ujęciem zapisów dotyczących BSP. Ponadto jednostki użytkujące BSP zostały dołączone do obowiązku przedstawienia deklaracji polityki bezpieczeństwa lotów w rozkazie w sprawie funkcjonowania Systemu Bezpieczeństwa Lotów na dany rok kalendarzowy i udostępnienia jej założeń całemu podległemu personelowi oraz zapewnienia, w taki sposób aby została należycie zrozumiana (zatem obecnie istnieje identyczna procedura jak w przypadku

załogowych statków powietrznych). Poszerzono procedury zgłaszania zdarzeń lotniczych, postępowania po zaistnieniu zdarzenia lotniczego oraz prowadzenia dokumentacji bezpieczeństwa lotów, kontroli i sprawozdawczości o kwestię bezzałogowych statków powietrznych. Powyższy, syntetyczny opis zmian z zakresu Służby Bezpieczeństwa Lotów (SBL) Sił Zbrojnych wskazuje, iż sytuacja wojskowych bezzałogowych statków powietrznych w odniesieniu do kwestii utrzymania odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej, eksploatacji sprzętu oraz współpracy z lotnictwem konwencjonalnym została starannie usystematyzowana, z określeniem konkretnych norm postępowania.

Regulamin Lotów Lotnictwa Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (RL-2023).

Lotnictwo wojskowe posiada uregulowany system zajmowania przestrzeni powietrznej przez BSP w Siłach Zbrojnych. Zaktualizowane w 2023 roku wydanie Regulaminu Lotów SZ RP zawiera cały rozdział (Rozdział nr 8) poświęcony bezzałogowym statkom powietrznym, w którym określono podstawy klasyfikacji BSP, zasady użytkowania przestrzeni powietrznej oraz rodzaje operacji. W Rozdziale 4 natomiast uszczegółowiono podział operatorów BSP w Siłach Zbrojnych. W odniesieniu do zastosowania BSP dokonano modyfikacji podziału naziemnego oraz latającego personelu lotniczego. Personel naziemny to personel lotniczy posiadający (nabywający) uprawnienia lub dopuszczenia do wykonywania czynności lotniczych związanych z wykonywaniem lotów BSP, zarządzaniem ruchem lotniczym, naprowadzaniem statków powietrznych oraz obsługą statków powietrznych na ziemi (wodzie) lub z ziemi (wody), który w części dotyczącej BSP dzieli się na personel BSP klasy I:

- piloci BSP klasy I;
- operatorzy sensorów BSP klasy I.

W części dotyczącej podziału personelu lotniczego względem specjalności, w punkcie (punkt 3 w zakresie specyfikacji personelu latającego) opisującym rozróżnienie personelu bezzałogowych statków powietrznych klasy II lub III znajdujemy podział na:

- pilot BSP klasy II lub III;
- operator sensorów BSP klasy II lub III.

W poprzednim wydaniu wskazywano jedynie status „pilot-operator BSP” oraz „operator BSP”:

- pilot-operator BSP – osoba posiadająca (lub będąca w trakcie nabywania) uprawnienia i/lub dopuszczenia do wykonywania czynności lotniczych, związanych z kontrolowaniem lotu bezzałogowego statku powietrznego o masie powyżej 150 kg;
- operator BSP – osoba posiadająca (lub będąca w trakcie nabywania) uprawnienia i/lub dopuszczenia do wykonywania czynności lotniczych, związanych z kontrolowaniem lotu oraz kierowaniem systemami rozpoznania bezzałogowego statku powietrznego o masie do 150 kg lub do wykonywania czynności lotniczych związanych z kierowaniem

systemami uzbrojenia i/lub rozpoznania bezzałogowego statku powietrznego o masie powyżej 150 kg.

Siły Zbrojne Rzeczypospolitej Polskiej konkretnie określiły wymagania, przywileje oraz zasady pracy operatorów bezzałogowych statków powietrznych wraz z zakresem ich uprawnień. W Regulaminie Lotów (RL-2023) zdefiniowano przeznaczenie BSP (z umiejscowieniem ich roli jako aktywnie funkcjonującego elementu lotnictwa wojskowego).

Źródło: opracowanie własne.

W obliczu współczesnego pola walki zastosowanie BSP wymagało uściślenia procedur, co ma swoje odzwierciedlenie w przytoczonych regulacjach Sił Zbrojnych RP. Operatorzy BSP Sił Zbrojnych RP zobligowani są spełnić szereg warunków celem uprawnionego wykonywania lotów. Wymagania kształtują się następująco:

- ważne pozytywne orzeczenia lotniczo-lekarskie o zdolności do służby w powietrzu (do kontrolowania lotu BSP),
- ważne, zdane komisyjnie, coroczne egzaminy z wiedzy stosowanej, potwierdzone wpisem do osobistego dziennika lotów,
- ważne (lub w trakcie nabywania) uprawnienia i dopuszczenia upoważniające do wykonywania określonych czynności lotniczych w składzie załogi statku powietrznego (obsługi BSP).

Szczegóły zasad wykorzystania przestrzeni powietrznej, w tym w zakresie jednoczesnego wykonywania lotów przez bezzałogowe i załogowe statki powietrzne, określa Dowódca Generalny Rodzajów Sił Zbrojnych. Loty bezzałogowych statków powietrznych, poza elementami przestrzeni powietrznej wydzielonej wyłącznie dla SZ RP, realizuje się zgodnie z regulaminem⁷¹. Personel lotniczy SZ RP, wykonując loty poza przestrzenią zarezerwowaną wyłącznie dla wojskowych statków powietrznych, zobowiązany jest stosować przepisy ruchu lotniczego określone w dokumentach wydanych przez władze lotnictwa cywilnego z zastrzeżeniem, że w szczególnie uzasadnionych przypadkach podczas realizacji lotów bojowych, lotów w celu ratowania zdrowia lub życia ludzkiego oraz realizacji zadań o charakterze nadzwyczajnym niezbędnych do ochrony interesów państwa, zezwala się na odstępstwa od przepisów zawartych w regulaminie.

⁷¹ *Regulamin lotów lotnictwa Sił Zbrojnych RP (RL-2023)*, Decyzja Nr 25/DG RSZ Ministra Obrony Narodowej z dnia 06.02.2023 r., Warszawa 2023, s. 17.

W tabeli nr 11 przedstawiono klasyfikację bezzałogowych statków powietrznych określoną w zaktualizowanej wersji Regulaminu Lotów. Maksymalne przerwy w lotach w odniesieniu do operatorów BSP zaprezentowano w tabeli nr 12.

Tabela 11. Klasyfikacja BSP

Klasa	Kategoria	Pułap	Zasięg	Szczebel dowodzenia
Klasa III (powyżej 600 kg)	STRIKE/COMBAT	Do 65 000 ft AMSL	Nieograniczony (BLOS)	Strategiczny
	HALE (High Altitude Long Endurance)	Do 65 000 ft AMSL	Nieograniczony (BLOS)	Strategiczny
	MALE (Medium Altitude Long Endurance)	Do 45 000 ft AMSL	Nieograniczony (BLOS)	Operacyjny
Klasa II (od 150 do 600 kg)	<i>Tactical</i>	Do 25 000 ft AMSL	Do 200 km LOS/ Nieograniczony (BLOS)	Taktyczny
Klasa I (poniżej 150 kg)	<i>Small</i> (25 kg > 150 kg)	Do 20 000 ft AMSL	Do 100 km LOS	Taktyczny
	<i>Mini</i> (5 kg < 25 kg)	Do 9 000 ft AGL	Do 50 km LOS	Taktyczny
	<i>Micro</i> (< 5 kg)	Do 5 000 ft AGL	Do 20 km LOS	Taktyczny

Źródło: Regulamin lotów lotnictwa Sił Zbrojnych RP..., op. cit., s. 142.

Tabela 12. Maksymalne przerwy w lotach dla pilotów, pilotów BSP klasy II i III

Przepisy wykonywania lotu / rodzaj lotu		Maksymalne przerwy w lotach (w dniach)		
		klasa M, 1	klasa 2	klasa 3, bez klasy
VFR	Dzień	150	120	90
	Noc	120	90	60
IFR	Dzień/Noc	120	90	60
Loty instruktorskie	Dzień/Noc	365		

Źródło: Ibidem, s. 53.

Niezaprzeczalnie funkcjonowanie BSP wykorzystywanych w SZ RP zostało opatrzone odpowiednim podłożem prawnym do utrzymania bezpieczeństwa w lotnictwie oraz niezakłóconego współdziałania lotnictwa załogowego z bezzałogowym. Właściwość systemu lotniczego charakteryzująca realizację zadań bez wypadków lotniczych lub charakteryzująca jego zdolność do przeciwstawiania się wypadkom lotniczym nosi

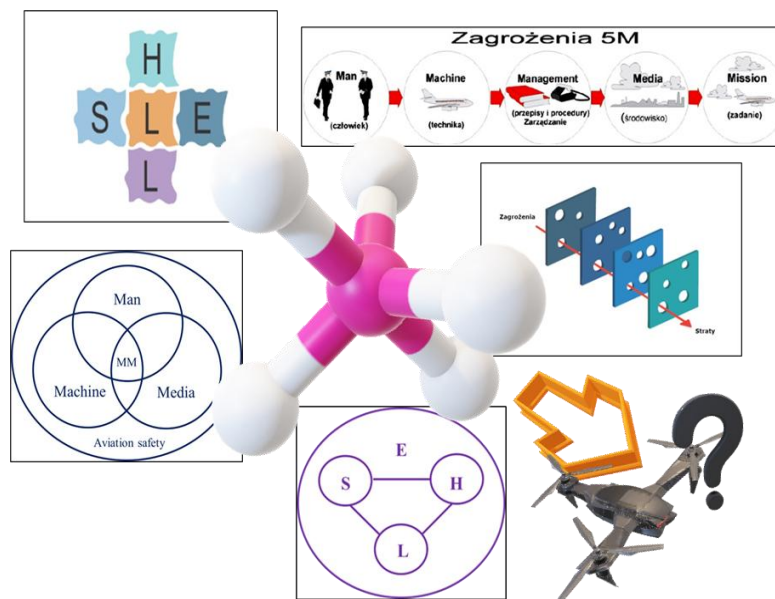
powszechnie miano bezpieczeństwa lotów (BL). Ten aspekt w lotnictwie wojskowym pozostaje niezmiennie na pierwszym miejscu.

Odpowiedzialność za jakość przygotowania personelu lotniczego (w tym operatorów BSP) do realizacji zadań nie jest jednoosobowa. Ponoszą ją konkretni dowódcy jednostek użytkujących BSP, a poszczególny zakres odpowiedzialności został skonkretyzowany dla odpowiednich szczebli dowodzenia, tj. dowódca eskadry, dowódca klucza lotniczego, dowódca pododdziału jednostki użytkującej BSP.

W procesie doboru załóg i grup obsługowych BSP uwzględnia się szereg czynników, takich jak: predyspozycje psychofizyczne, doświadczenie lotnicze, poziom wyszkolenia. Kandydat na operatora BSP Sił Zbrojnych RP musi spełniać odpowiednie wymagania celem zapewnienia prawidłowej i bezpiecznej realizacji zadań lotniczych.

2.5. Wnioski

W rozdziale zweryfikowano pozytywnie hipotezę szczegółową nr 1 wskazującą na potrzebę poszukiwania nowych rozwiązań formułowanych jako koncepcje bezpieczeństwa uwzględniające dynamikę implementacji BSP. W toku analizy tradycyjnego paradygmatu lotnictwa, podręcznikowych modeli oraz zasad utrzymania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa potwierdzono poprawność kierunku dalszych badań. Na rysunku nr 13 wskazano przyjęte algorytmy postępowania w przypadku ryzyka odniesionego do operowania w powietrzu oraz systemów bezpieczeństwa lotnictwa. Wobec funkcjonujących schematów powstawania wypadków, przyczynowości incydentów oraz zasad unikania sytuacji niebezpiecznych wciąż brakuje uwzględnienia najistotniejszego elementu, jakim jest wdrożenie technologii bezzałogowej. Przytoczenie powszechnie obowiązujących schematów pozwala na dostrzeżenie kwestii alarmujących w odniesieniu do synchronizacji lotnictwa konwencjonalnego z bezzałogowym. Bez względu na rodzaj lotnictwa niezmiennie istotnym czynnikiem jest człowiek (zobrazowanie elementu na schemacie – rysunek nr 13) – dodatkowo aspekt etyczny zostanie poddany analizie w dalszej części dysertacji.



Rysunek 13. Zestawienie modeli bezpieczeństwa lotnictwa

Źródło: opracowanie własne.

Niniejsza część pracy odpowiada na pytanie badawcze odnoszące się do uwzględnienia nowych technologii bazujących na wykorzystaniu BSP w ramach aktualnych koncepcji bezpieczeństwa. Pośrednio udziela odpowiedzi również w kwestii wydajności współczesnych systemów bezpieczeństwa lotnictwa w odniesieniu do operacyjności BSP w przestrzeni powietrznej. Obszary te zostaną uzupełnione w ramach rozdziału piątego, w którym szczegółowo opisano wyniki badań empirycznych, ze wskazaniem możliwości rozwiązań.

Powzięta w obszarze europejskim, narodowym, jak i wojskowym analiza przepisów prawnych pozwala na stwierdzenie, że prawodawstwo ewoluuje proporcjonalnie do rozwoju dziedzinowego. Jednak mimo poprawności przepisów kwestia praktycznego nadzoru oraz wyciągania konsekwencji za niezgodne z przeznaczeniem użycie BSP pozostaje kwestią nierozstrzygniętą. Wskazuje to na potrzebę szczegółowego zbadania wskazanych elementów w ramach dyskusji oraz eksperckiej wymiany doświadczeń celem formułowania adekwatnych wniosków koncepcyjnych.

ROZDZIAŁ III

ANALIZA RYZYKA WYNIKAJĄCEGO Z OPERACYJNOŚCI BSP W PRZESTRZENI POWIETRZNEJ

3.1. Teoretyczne podstawy oceny ryzyka

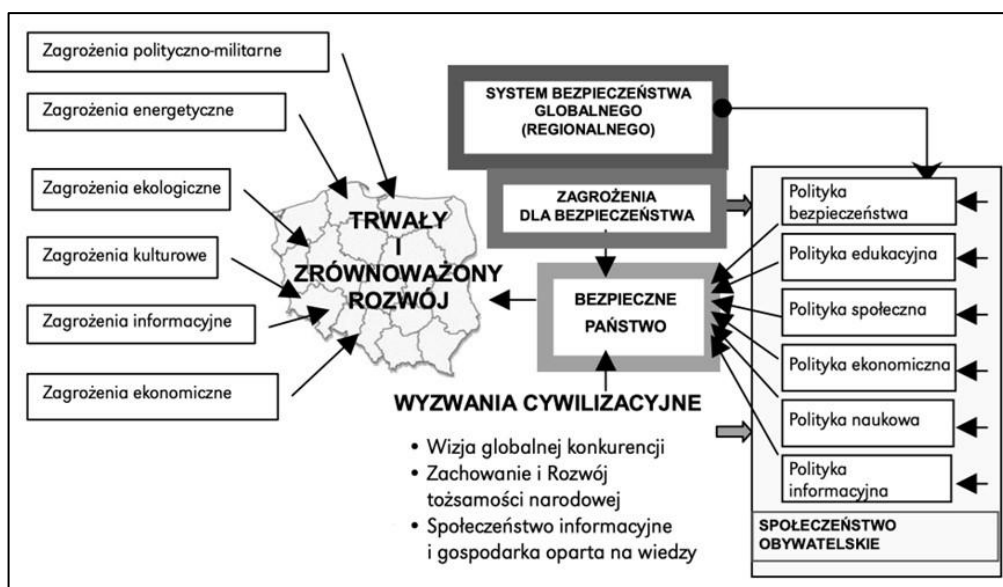
Nie ulega wątpliwości, że od odpowiednio opracowanego programu bezpieczeństwa zależy, czy dany system będzie skuteczny. Skuteczność całego systemu bezpieczeństwa jest zależna w bardzo dużym stopniu od czynnika ludzkiego. W ochronie lotnictwa cywilnego to właśnie czynnik ludzki jest elementem w zasadzie decydującym o skuteczności i efektywności systemu. Istotą pracy i detekcji zagrożeń jest nie tylko obsługa sprzętu, ale i sprawna komunikacja, w tym kulturowa. Kapitał ludzki bowiem często jest łączony i omawiany z takimi pojęciami jak kształcenie, szkolenie i doskonalenie. Przygotowanie kadr w ochronie lotnictwa cywilnego jest celowe i wiąże się z zadaniem zapewnienia określonego stanu bezpieczeństwa poprzez między innymi proces kontroli bezpieczeństwa. Mówiąc o bezpieczeństwie, należy dostrzec dwa jego aspekty:

- obiektywny, gdy istnieją warunki wystąpienia realnych zagrożeń,
- subiektywny, wyrażający poczucie bezpieczeństwa (zagrożeń).

W badaniach systemowych zwraca się uwagę na związek bezpieczeństwa systemów z innymi cechami systemowymi takimi jak stabilność, równowaga, niezawodność, żywotność. Jednym z wyrazów kompleksowego ujęcia problemów bezpieczeństwa jest podjęcie przez Unię Europejską programów badawczych ukierunkowanych na zaspokojenie potrzeb społecznych w zakresie bezpieczeństwa wewnętrznego i zewnętrznego. Obejmują one m.in. problematykę⁷²:

1. Ochrony przed terroryzmem i przestępczością.
2. Ochrony infrastruktury krytycznej,
3. Przywracania bezpieczeństwa w czasie kryzysu.
4. Bezpieczeństwa granic.

⁷² M. Kwieciński, *Bezpieczeństwo – wymiar współczesny i perspektywy badań*, Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp. z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2010, s. 12.



Rysunek 14. Wpływ zagrożeń na bezpieczeństwo państwa

Źródło: M. Kwieciński, *op. cit.*, s. 12.

W poszukiwaniu wspólnych cech bezpieczeństwa i ryzyka można stwierdzić, że są one skutkiem niepewności. Odpowiednie ustosunkowanie się do ryzyka daje poczucie bezpieczeństwa. W ujęciu teoretycznym o ryzyku mówimy wtedy, gdy losowość daje się wyrazić w ścisłym liczbowym prawdopodobieństwie określonym pewną wartością, np. częstością występowania. Gdy nie możemy powiązać prawdopodobieństwa z możliwym zdarzeniem lub nie wiemy, co może nas spotkać i jakie mieć konsekwencje, wówczas mówimy o niepewności. Ryzyko definiuje się w zależności od potrzeb, dyscypliny naukowej i branży. W ekonomii funkcjonują dwie koncepcje ryzyka⁷³:

- negatywna,
- neutralna.

Negatywna koncepcja traktuje skutki zjawisk niepewnych jako zagrożenie, ponieważ istnieje możliwość straty lub niezrealizowania określonego celu działania. Ryzyko oznacza zatem prawdopodobieństwo nieosiągnięcia zakładanego celu lub wystąpienia innego rodzaju straty. Z kolei w neutralnej koncepcji ryzyko traktuje się zarówno jako zagrożenie, jak i szansę. Jest to zatem prawdopodobieństwo odchylenia od stanu zakładanego, które może być zarówno pozytywne, jak i negatywne.

⁷³ K. Jajuga, *Pojęcie ryzyka i zarządzanie ryzykiem* [w:] *Zarządzanie ryzykiem*, Wyd. PWN, Warszawa 2009, s. 13.

Zarządzanie ryzykiem (ang. *risk management*) stanowi stosunkowo młody obszar nauki, który w sposób logiczny i spójny zajmuje się zdywersyfikowanym ryzykiem⁷⁴. Termin powstał po II wojnie światowej. W tabeli nr 13 zaprezentowano etapy procesu zarządzania ryzykiem.

Tabela 13. Etapy procesu zarządzania ryzykiem

Etapy	Podjęmowane działania
Identyfikacja ryzyka: w tym system wczesnego ostrzegania	– ustalenie przyczyn ryzyka – stwierdzenie możliwych następstw – identyfikacja podmiotów dotkniętych ryzykiem – ustalenie prawdopodobieństwa zaistnienia zdarzenia
Pomiar/kwantyfikacja ryzyka	– ustalenie rozmiarów ryzyka oraz finansowych konsekwencji danego zdarzenia
Analiza ryzyka i sformułowanie wariantu	– ustalenie możliwych wariantów – środki zapobiegawcze – analiza nakładów i kosztów poszczególnych alternatyw lub wariantów
Przeciwdziałanie ryzyku	– stwierdzenie gotowości oraz ustalenie zdolności podmiotu do podejmowania ryzyka – ustalenie faktycznego poziomu ryzyka – kwalifikacja przewidzianych do zastosowania możliwych alternatyw do opanowania ryzyka
Scenariusze działań	
Decyzje wykonawcze i działania w obszarze ryzyka (sterowanie ryzykiem)	– wybór odpowiednich narzędzi – ustalenie priorytetów – zastosowanie optymalnej kombinacji
Kontrola, monitoring i ocena podjętych działań	– monitoring podjętych działań – sprawdzenie i ocena <i>ex post</i> skutków podjętych działań – nowe uformowanie procesu zarządzania ryzykiem w przypadku błędnej decyzji – dalsze korzystanie z narzędzi i scenariuszy, które zapewniły sukces w zarządzaniu ryzykiem
Wnioski na przyszłość	

Źródło: opracowanie własne na podstawie T.T. Kaczmarek, *Zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne*, Wyd. Difin, Warszawa 2010, s. 112.

Jednak w odróżnieniu od zdarzeń mających wpływ na bezpieczeństwo ruchu lotniczego akt bezprawnej ingerencji obejmuje⁷⁵:

- bezprawne zawładnięcie statkiem powietrznym na ziemi,

⁷⁴ J. Winiarski, *Ryzyko – teoria i praktyka*, InfoGlobMar, Gdańsk 2010, s. 10.

⁷⁵ *Międzynarodowe Normy i Zalecane Metody Postępowania. Załącznik nr 17 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Ochrona Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego przed Aktami Bezprawnej Ingerencji*, wyd. 9, ICAO, 2011, s. 1–1.

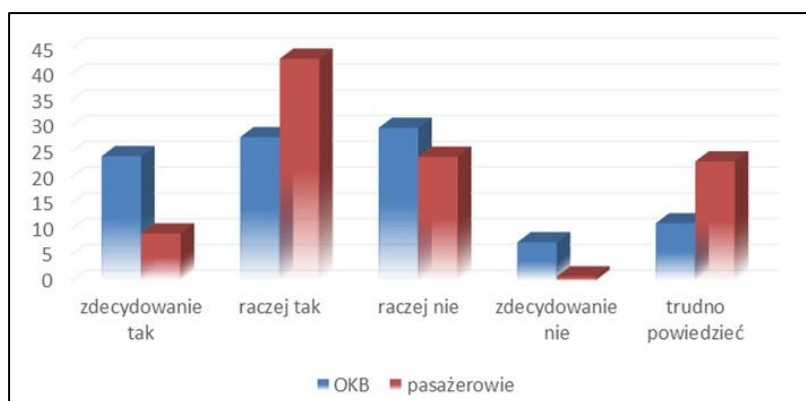
- wzięcie zakładników na pokładzie statku powietrznego lub na lotniskach,
- bezprawne wtargnięcie na pokład statku powietrznego do portu lotniczego lub na teren obiektu lotniczego,
- wniesienie na pokład statku powietrznego lub na teren portu lotniczego broni lub niebezpiecznego urządzenia bądź materiałów przeznaczonych do celów przestępczych,
- przekazanie nieprawdziwej informacji, mającej na celu narażenie na niebezpieczeństwo statku powietrznego w trakcie lotu lub na ziemi, pasażerów, załóg lotniczych, personelu naziemnego, ogółu społeczeństwa w porcie lotniczym lub na terenie obiektu lotnictwa cywilnego.

Powyższy katalog aktów bezprawnej ingerencji został opracowany w ramach Międzynarodowej Organizacji Lotnictwa Cywilnego (ICAO), a trzy konwencje – tokijska, haska, montrealska, tworzące tak zwany tokijsko-hasko-montrealski system lotniczego prawa karnego, utożsamianego z początkiem prawodawstwa antyterrorystycznego, uznają je za przestępstwa wyłączone z prawa azylu, co nie jest jednoznaczne z uznaniem ich za akty terrorystyczne.

W badaniach zaprezentowanych w opracowaniu A.K. Siadkowskiego⁷⁶ zapytano respondentów o opinię na temat możliwości wystąpienia zamachu terrorystycznego w lotnictwie cywilnym (bez zawężania tej możliwości tylko i wyłącznie do statku powietrznego, ale również wskazując infrastrukturę portu lotniczego). Na zadane pytanie: „Czy Twoim zdaniem Polska jest krajem, w którym może wystąpić zamach terrorystyczny w lotnictwie (np. na samolot lub port lotniczy)?” twierdząco odpowiedziała nieco ponad połowa ankietowanych operatorów kontroli bezpieczeństwa. Wynik szczegółowo zobrazowano na wykresie nr 1, prezentując opinię operatorów kontroli bezpieczeństwa (OKB) i pasażerów na temat możliwości wystąpienia zamachu terrorystycznego w lotnictwie cywilnym. Relacja wyników badania dowodzi, że zagrożenia związane z celowym działaniem przestępczym stanowią według respondentów poważny problem. Mając na uwadze fakt, że aspekt bezpieczeństwa w lotnictwie jest sprawą definitywnie priorytetową, należy dostosowywać narzędzia monitorujące stan zagrożeń w miarę dynamiki ich zmian.

⁷⁶ A.K. Siadkowski, *Przygotowanie kadr w ochronie lotnictwa cywilnego*, Wyd. WSB, Dąbrowa Górnicza 2015, s. 26.

Wykres 1. Opinie na temat możliwości wystąpienia zamachu terrorystycznego w lotnictwie cywilnym



Źródło: opracowanie własne na podstawie badań zaprezentowanych w publikacji A.K. Siadkowski, *Przygotowanie kadr...*, op. cit., s. 27.

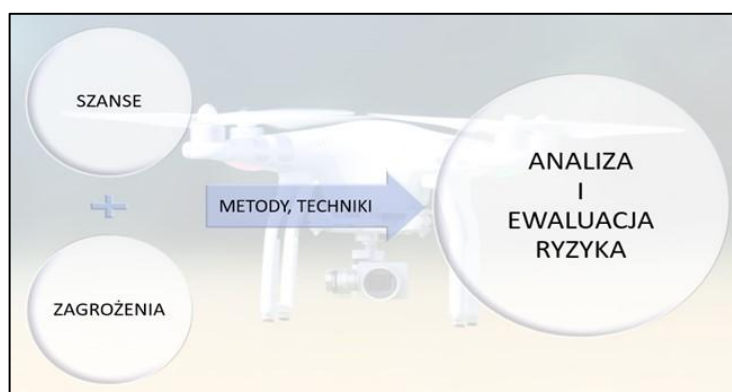
Celem zapewnienia właściwej realizacji szkolenia oraz doskonalenia kadr w ochronie lotnictwa cywilnego na poziomie państwowym wprowadzono Krajowy Program Szkolenia (KPS)⁷⁷. Określa on organizację i funkcjonowanie systemu szkolenia w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego, metodologię prowadzenia szkoleń oraz kryteria i sposób selekcji, kwalifikacji, certyfikacji, motywacji personelu zatrudnionego w dziedzinie ochrony lotnictwa cywilnego. Wszystkie szkolenia w ww. zakresie przeprowadzają instruktorzy wpisani przez prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego na listę instruktorów ochrony lotnictwa cywilnego – w formie zajęć stanowiskowych, wykładów, ćwiczeń, seminariów tematycznych oraz kształcenia z zastosowaniem multimedialnych systemów komputerowych. Przygotowanie kadr w ochronie lotnictwa cywilnego przebiega wieloetapowo z uwagi na to, że kontrola bezpieczeństwa to podstawa systemu bezpieczeństwa w komunikacji lotniczej w Polsce i w Unii Europejskiej.

W teorii czynnik ludzki wydawałby się kluczowym, który wpływa na generowanie ryzyka w odniesieniu do technologii bezzałogowych. Należy jednak mieć na uwadze również ograniczenia sprzętowe i technologiczne, do których zaliczamy między innymi wady konstrukcyjne, błędy oprogramowania, incydenty w locie zależne od czynników zewnętrznych, w tym środowiskowych czy meteorologicznych.

W tym rozdziale zostaną poruszone kwestie analizy ryzyka, narzędzi, które ją umożliwiają w obecnych warunkach rozwoju technologicznego, oraz podstaw teoretycznych identyfikacji szans i zagrożeń (wskazanie szans i zagrożeń stanowi podstawę

⁷⁷ Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 20 września 2013 r. w sprawie Krajowego Programu Szkolenia w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 1147).

wykonania poprawnej analizy ryzyka badanego obszaru dziedzinowego – rysunek nr 15) generowanych w ramach operacyjności BSP.



Rysunek 15. Schemat poznawczy ryzyka

Źródło: opracowanie własne.

3.2. Identyfikacja ryzyka – ryzyko operacyjności BSP

Identyfikacja ryzyka to proces wykrywania źródeł zagrożeń i ich kategoryzacja. Określana mianem procesu iteracyjnego oznacza, że wykonuje się ją wielokrotnie w trakcie trwania badania. Kluczowym elementem ochrony przed zagrożeniami w lotnictwie jest stałe wyprzedzanie najnowszych zagrożeń, incydentów i naruszeń w przestrzeni powietrznej. Wymaga to wdrożenia skutecznych systemów, udostępniania danych w celu proaktywnego monitorowania potencjalnych zagrożeń i słabych punktów w różnych typach ekosystemów naziemnych i lotniczych⁷⁸. Dużą rolę w tym zakresie odgrywają bezzałogowe statki powietrzne (ang. *Unmanned Aerial Vehicles* – UAV) oraz bezzałogowe systemy latające (ang. *Unmanned Aerial System* – UAS), które wpisują się w koncepcję stałego poszerzenia gałęzi zastosowania BSP w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa lotnictwa. Zgodnie z danymi przedstawionymi przez ULC (szczegółowe dane zaprezentowano w tabeli nr 14) wg stanu na dzień 25.07.2023 r.⁷⁹ w Polsce odnotowano:

- 192 619 operatorów dronów,
- 152 391 pilotów dronów A1/A3,
- 30 149 pilotów dronów A2.

⁷⁸ G. Nowacki, B. Paszukow, *Selected Problems of Security Control in Civil Aviation Based on Own Empirical Research*, Polish Political Science Yearbook, no 50.

⁷⁹ *Badanie Departamentu Bezzałogowych Statków Powietrznych Urzędu Lotnictwa Cywilnego.*

Dla porównania należy nadmienić, że liczba wydanych świadectw kwalifikacji UAVO⁸⁰ do dnia 30.11.2018 r. wynosiła w Polsce jedynie 9332. Posiadacze świadectwa kwalifikacji UAVO mogą legalnie zarabiać, wykonując loty dronem, np. sprzedawać zdjęcia lub filmy z powietrza.

Tabela 14. Dane w zakresie liczby zarejestrowanych operatorów i pilotów dronów

Rodzaj uprawnienia	Ilość zarejestrowanych użytkowników
operatorzy dronów	192619
piloci dronów A1/A3	152391
piloci dronów A2	30149
STS-01	9400
STS-02	2363
NSTS-01	25582
NSTS-02	15701
NSTS-03	503
NSTS-04	16
NSTS-05	10313
NSTS-06	7621
NSTS-07	472
NSTS-08	6

Źródło: Departament BSP Urzędu Lotnictwa Cywilnego (stan na dzień 25.07.2023 r.).

W kwestii utrzymania akceptowalnego poziomu systemu bezpieczeństwa⁸¹ lotnictwa (BL) kluczową rolę odgrywa aspekt szacowania ryzyka, który stopniowo staje się istotą poprawnego wykorzystania systemów bezzałogowych. Wraz z dynamiką rozwoju technologii wdrażanej przez BSP rośnie popyt na narzędzia analizy zagrożeń, a co za tym idzie, na konkretny system środków zaradczych⁸².

⁸⁰ UAVO (ang. *Unmanned Aircraft Vehicle Operator*) – operator bezzałogowego statku powietrznego. UAVO oznacza świadectwo kwalifikacji operatora drona wydawane przez Urząd Lotnictwa Cywilnego wszystkim operatorom dronów, którzy potwierdzą swoją wiedzę teoretyczną i praktyczne umiejętności egzaminem państwowym zdawanym zarówno z teorii, jak i z praktyki (loty dronem) przed egzaminatorem wyznaczonym przez ULC.

⁸¹ Akceptowalny poziom systemu bezpieczeństwa – poziom uzgodniony przez władze państwa, który ma zostać osiągnięty w lotnictwie cywilnym w danym państwie, zdefiniowany w krajowym programie bezpieczeństwa, wyrażony w formie docelowych poziomów bezpieczeństwa i wskaźników poziomu bezpieczeństwa.

⁸² X. Ban, D. Abramson, Y. Zhang, C. Cano-Calhoun, *Investigation of Drone Applications to Improve Traffic Safety in RITI Communities*, Technical Report, University of Alaska 2023.

Operacje bezzałogowych statków powietrznych są najnowszym zagrożeniem w lotnictwie cywilnym. Szczególnym wyzwaniem stały się zdarzenia związane z naruszeniem stref CTR lotnisk (ang. *Control Zone* – strefa kontrolowana lotniska) przez operatorów dronów, którzy korzystali z tych urządzeń bez wymaganych uprawnień oraz wiedzy z zakresu przepisów dotyczących przestrzeni powietrznej⁸³.

W procesie identyfikacji ryzyka używa się określonych technik. Do najważniejszych z nich należą:

- przegląd dokumentacji,
- techniki gromadzenia informacji: burza mózgów, technika delficka, ankiety, analiza przyczyn (RCA84),
- listy kontrolne oparte na analizie podobnych projektów z przeszłości,
- analiza założeń projektowych,
- techniki oparte na diagramach: schematy blokowe, diagramy przyczyn/skutków, diagramy wpływu,
- analiza SWOT,
- ocena ekspercka.

W ramach procesu identyfikacji zagrożeń na potrzeby niniejszej dysertacji w pierwszej kolejności zastosowano analizę SWOT, dzięki której uzyskano potwierdzenie celowości powziętych badań. Ponadto dokonano szczegółowego przeglądu dokumentacji w odniesieniu do zakłóceń bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej (analiza incydentów i wypadków z udziałem BSP potwierdzonych raportami eksperckimi – m.in. raport AIRPROX⁸⁵). Techniki dobierano zgodnie z poziomem zaawansowania procesu badawczego. W ostatnim etapie wdrożono ocenę ekspercką, która umożliwiła wskazanie aktualnych zagrożeń potwierdzonych praktyką.

Identyfikując ryzyko, należy posłużyć się materiałami, do których zaliczamy:

- plan zarządzania ryzykiem,
- dokumenty stanowiące efekt planowania projektu (plan zarządzania kosztami, harmonogram, plan zarządzania jakością, plan zarządzania zasobami ludzkimi, struktura podziału pracy, lista zagrożeń),

⁸³ Krajowy Plan Bezpieczeństwa 2023–2025, Załącznik do Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym, Departament Zarządzania Bezpieczeństwem w Lotnictwie Cywilnym, Urząd Lotnictwa Cywilnego, wyd. 7, Warszawa 2023, s. 73.

⁸⁴ RCA – (ang. *Root Cause Analysis*).

⁸⁵ AIRPROX – sytuacja, w której zdaniem pilota lub personelu służb kontroli ruchu lotniczego odległość między statkami powietrznymi, a także ich względne położenie i prędkość są takie, że bezpieczeństwo statku powietrznego biorącego udział w zdarzeniu może być zagrożone.

- spis interesariuszy projektu,
- charakterystyka otoczenia organizacji,
- spis procedur organizacji.

Celem zapewnienia prawidłowego doboru materiałów dokonano analizy bieżących procedur i ewolucji prawodawstwa wraz z genezą przyczyn zmian przepisów prawnych (zmiany przepisów podyktowane m.in. alarmującym wzrostem wypadkowości – przykład Wielkiej Brytanii, gdzie odnotowano niepokojący wzrost incydentów BSP dotyczących uszkodzenia oszklenia kabin śmigłowców, wlotów w strefy zakazane, wtargnięć na teren portów lotniczych). Ponadto określono środowisko operowania BSP oraz stworzono wstępny plan zarządzania zidentyfikowanym ryzykiem. W rezultacie identyfikacji ryzyka uzyskano listę realnych szans i zagrożeń.

Odnosząc się do wspomnianej tendencji zwyżkowej zarejestrowanych użytkowników, należałoby przemyśleć kwestię aktualnej jakości kształcenia operatorów BSP, zwracając uwagę na przeprowadzanie egzaminów w systemie online. Każde działanie podlega okresowej ewaluacji według wcześniej określonych wymiernych wytycznych. W publikacji W. Melnarowicza⁸⁶ przytoczono następujące kryteria ewaluacyjne z zakresu opracowania i implementacji szkolenia operatorów BSP:

- trafność rozwiązań – kryterium, które ma za zadanie porównanie celów z istniejącymi rozwiązaniami szkoleniowymi,
- skuteczność – to stopień osiągnięcia założonych celów, sprawdzanie, czy istnieje obiektywny system oceny przydatności zawodowej absolwentów umożliwiający porównanie przydatności prognozowanej do rzeczywistego powodzenia absolwentów na stanowiskach pracy,
- efektywność – kryterium to pozwala ocenić poziom ekonomiczności, czyli stosunek nakładów do uzyskanych efektów i rezultatów,
- trwałość efektów – kryterium to pozwala ocenić, czy proces szkolenia jest realizowany na stałym, założonym poziomie w dłuższym okresie czasu,
- użyteczność i spójność – to kryterium, które pozwala ocenić, czy realizacja celów jest dostosowana do zasobów ludzkich, struktury organizacyjnej, środków technicznych i finansowych oraz obowiązujących przepisów i norm. Ocenia również spójność zewnętrzną z krajowym systemem edukacyjnym i szkolnictwem zawodowym innych krajów.

⁸⁶ W. Melnarowicz, *Ocena efektywności szkolenia personelu bezzalogowych statków powietrznych*, Wyd. WAT, Warszawa 2018, s. 14.

Powołując się na jeden z przeprowadzonych wywiadów eksperckich, w którym rozmówca jako przedstawiciel grupy szybkiego reagowania (wykonujący zadania m.in. w ramach misji poszukiwawczych) podkreślał różnice w zasadach kształcenia oraz egzaminowania operatorów BSP przed rokiem 2021, należy przytoczyć najistotniejsze modyfikacje uzyskiwania uprawnień przez użytkowników technologii bezzałogowej. Egzamin teoretyczny składał się z pięciu modułów tematycznych:

1. Podstawy prawa lotniczego (24 pytania).
2. Człowiek jako pilot i operator UAV – możliwości i ograniczenia (12 pytań).
3. Bezpieczeństwo wykonywania lotów i sytuacje niebezpieczne (12 pytań).
4. Zasady wykonywania lotów (12 pytań).
5. Moduł zależny od kategorii BSP.

Aby zdać egzamin teoretyczny, należało zaliczyć wszystkie moduły, gdzie każdy składał się z ustalonej przez egzaminatora liczby pytań. Pełne zaliczenie egzaminu teoretycznego było warunkiem koniecznym do rozpoczęcia egzaminu praktycznego.

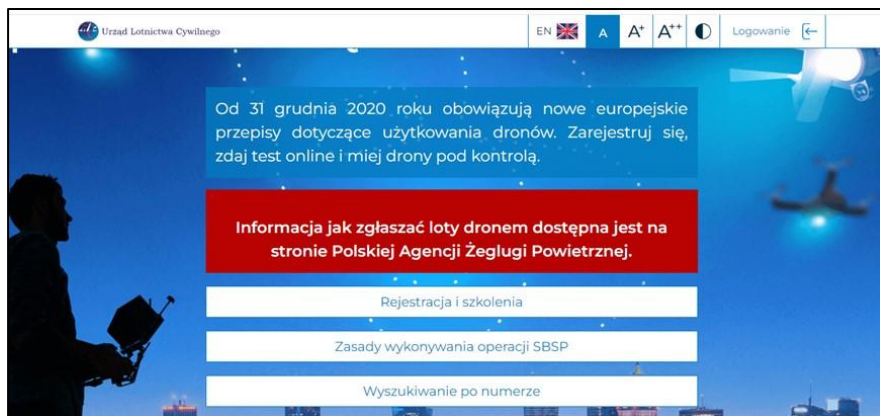
Przed rozpoczęciem egzaminu praktycznego UAVO VLOS egzaminator wyznaczał linię bezpieczeństwa, której przekroczenie natychmiastowo kończyło egzamin z wynikiem negatywnym. Przed wykonaniem każdego zadania w powietrzu egzaminator omawiał je z kandydatem na operatora. Podczas egzaminu praktycznego sprawdzane były następujące grupy zadań:

- starty i lądowania,
- zawisy w każdej orientacji MR względem operatora,
- loty z punktu A do punktu B na stałej wysokości (w różnych orientacjach MR względem operatora),
- loty z punktu A do punktu B ze zmianą wysokości (w różnych orientacjach MR względem operatora),
- zakręty skoordynowane,
- reakcje operatora w sytuacjach awaryjnych.

Egzaminy nie przyjmowały formy online, były realizowane w placówkach szkoleniowych.

W odróżnieniu od powyższych warunków nabywania uprawnień, od 31 grudnia 2020 r. każdy, kto chce być operatorem drona o masie powyżej 250 g lub drona posiadającego kamerę, musi być zarejestrowany jako operator, odbyć szkolenie oraz uzyskać pozytywny wynik testu online (test online dostępny jest na stronie ULC: www.drony.ulc.gov.pl). Klasyfikacja operacji wykonywanych bezzałogowymi statkami powietrznymi jest obecnie oparta na stopniu ryzyka, który określa trzy kategorie lotów:

1. Otwarta – operacje o najniższym stopniu ryzyka.
2. Szczególna – operacje o średnim ryzyku.
3. Certyfikowana – operacje o stopniu ryzyka porównywalnym do lotnictwa załogowego.



Rysunek 16. Interfejs strony Urzędu Lotnictwa Cywilnego umożliwiającej rejestrację i szkolenia

Źródło: www.drony.ulc.gov.pl (dostęp: 06.01.2024 r.).

Operacje w kategorii otwartej mogą być wykonywane tylko w zasięgu wzroku pilota lub obserwatora, do maksymalnej wysokości 120 m. Wymagane jest poszanowanie prywatności innych osób oraz zachowanie bezpiecznej odległości między dronem a innymi osobami, zwierzętami, statkami powietrznymi. Od momentu wprowadzenia nowych regulacji zasady lotów dronami są takie same w całej Europie (zasady wykonywania lotów opierają się na prawie Unii Europejskiej).

Z obowiązku rejestracji i uzyskania numeru operatora systemu BSP jest zwolniona jedynie osoba, która wykonuje loty dronem bez kamery, o masie startowej poniżej 250 g, którego energia kinetyczna w przypadku uderzenia człowieka jest mniejsza niż 80 J. Zgłoszenie lotu dronem, czyli tak zwany *check-in*, jest konieczne, jeśli latamy powyżej pewnej wysokości lub masa naszego urządzenia przekracza 250 g.

Operatorem może zostać osoba fizyczna lub osoba prawna. Zarejestrowany operator uzyskuje swój indywidualny numer – należy go umieścić na każdym dronie, do którego wymagana jest rejestracja. Ponadto osoba fizyczna po zarejestrowaniu się jako operator uzyskuje również dostęp do profilu pilota. Z profilu pilota można już przystąpić do szkolenia oraz egzaminu online na podkategorię otwartą A1/A3, a następnie przejść do części szkolenia teoretycznego na podkategorię otwartą A2. Co więcej, możemy wówczas wygenerować wniosek o konwersję posiadanego ważnego świadectwa

Proces rejestracji rozpoczyna się od podania adresu e-mail i numeru telefonu operatora. W kolejnym kroku na podany adres e-mail system wysyła link aktywacyjny do konta, jednocześnie na numer telefonu przesyłany jest kod aktywacyjny. Kod jest niezbędny do uzupełnienia formularza definiującego login i hasło do konta. Po ukończeniu tego procesu należy zalogować się za pomocą loginu i hasła, dzięki któremu uzyskujemy dostęp do formularza rejestracyjnego. Formularz złożony jest z trzech części:

- Po wypełnieniu formularza status operatora zmienia się na „zatwierdzony”. System definiuje datę ważności potwierdzenia i numer operatora. W ramach tej procedury uaktywnia się również możliwość pobrania „Potwierdzenia rejestracji operatora” w formie pliku PDF. Dokument posiada dane personalne oraz podane wyżej elementy, zawiera kod QR odsyłający do strony ULC zawierającej wpis w bazie operatorów.



Źródło: www.geoinform.pl (dostęp: 06.01.2024 r.).

93

tematycznych, pośród których znalazły się między innymi kwestie ograniczeń przestrzeni powietrznej, przepisów lotniczych i procedur operacyjnych. Co istotne, wszystkie stanowią podstawę późniejszego egzaminu na podkategorię A1/A3.

W odróżnieniu od testu na A1/A3 w A2 pośród 30 pytań mogą zdarzać się takie wielokrotnego wyboru. Egzamin wciąż odbywa się online, jednak przeprowadzany jest w całości pod okiem wyznaczonego przez ULC egzaminatora. By móc przystąpić do egzaminu, konieczne jest posiadanie kamery i mikrofonu. Trzeba również ukończyć szkolenie praktyczne w trybie samokształcenia – operator zobligowany jest potwierdzić podpisem stosowne oświadczenie. Zaliczenie całego testu wymaga osiągnięcia wyniku 75% poprawnych odpowiedzi, w każdym z trzech bloków tematycznych:

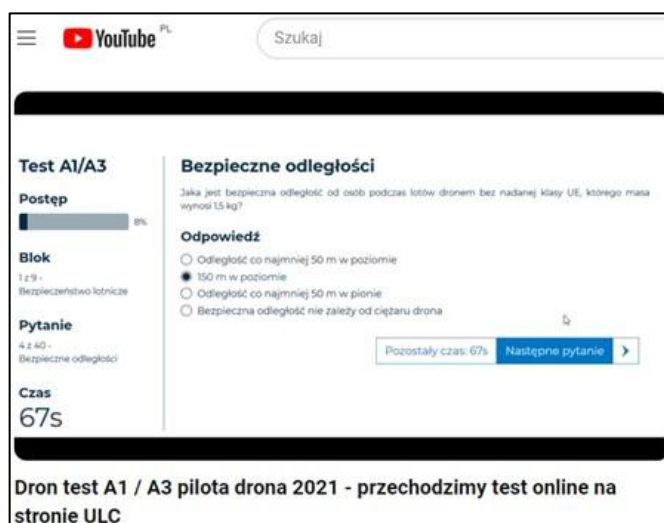
1. Meteorologia.
2. Osiągi BSP w locie.
3. Techniczne i operacyjne środki ograniczające ryzyko na ziemi.

W podkategorii A1/A3 operator musi przejść szkolenie oraz zaliczyć test w formie online. Kategoria A2 wymaga zaliczenia dodatkowego stacjonarnego egzaminu teoretycznego oraz ukończenia praktycznego szkolenia w trybie samokształcenia. Szkolenie obejmuje omówienie:

- kategorii lotów opartych o stopień ryzyka,
- podstawowych zasad operacji lotniczych w kategorii otwartej,
- zasad wykorzystania dronów według starych i nowych reguł prawnych,
- stref geograficznych i zasad lotów w ich obszarze,
- zagadnień związanych z odpowiedzialnością operatora i pilota (w tym karnej),
- ograniczeń możliwości człowieka,
- list kontrolnych jako sposobu na proceduralne korzystanie z dronów,
- ochrony prywatności i danych RODO,
- dobrych rad i praktyk.

Egzamin końcowy szkolenia online w podkategorii A1/A3 dla kategorii otwartej zawiera 40 pytań. Pytania są jednokrotnego wyboru. Stała baza testowa stanowi 20 pytań, kolejne 20 pytań jest losowane z systemu bazy zagadnień. Czas udzielenia odpowiedzi na każde z nich wynosi 90 sekund. Po upływie czasu udzielenia odpowiedzi lub po samodzielnym przejściu do kolejnego pytania nie ma możliwości powrotu do poprzedniego. Egzamin zakończony wynikiem negatywnym skutkuje możliwością rozpoczęcia szkolenia oraz egzaminu od nowa. Każdorazowe szkolenie oraz egzamin są bezpłatne.

Przytaczając powyższy proces, można łatwo zauważyć categoryczne zmiany w realizacji procesu nabywania uprawnień, formie samych szkoleń oraz ich dostępności. W ocenie osób, które przystąpiły do tej formy szkolenia i egzaminowania (rozmowy w ramach realizacji sondażu diagnostycznego), egzamin nie należy do trudnych. Część pytań skłania jednak do dokładnego przemyślenia odpowiedzi. Zmiany, które nastąpiły wraz z przyjęciem standardów rejestracji i szkoleń online, zdecydowanie zwiększyły liczebność zweryfikowanych operatorów. Jednak kwestią wymagającą analizy jest jakość wspomnianych szkoleń oraz merytoryka i świadomość operatorów. Kwestia szacowania ryzyka z nastawieniem na czynnik wypadkowości i tendencji z tym związanych zostanie szczegółowo wyjaśniona w kolejnym rozdziale dysertacji. W odniesieniu do aktualnego systemu nabywania wiedzy przez przyszłych użytkowników dronów na rysunku nr 18 przedstawiono zrzut ekranowy jednego z ogólnodostępnych w Internecie filmów prezentujących przebieg egzaminu w formie online wraz z odpowiedziami na pytania testowe.



Rysunek 18. Screen z filmu prezentującego przebieg egzaminu w podkategorii A1/A3

Źródło: www.youtube.com (dostęp: 06.01.2024 r.).

W tym miejscu należy wspomnieć o ewolucji przepisów uwzględniających przepisy przejściowe w terminie od 31.12.2020 r. do 01.01.2023 r. – tabela nr 15.

Tabela 15. Przepisy przejściowe określone Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji EU 2019/947

Waga drona (bez klasy CE)	31 grudnia 2020 – 1 stycznia 2023 (okres przejściowy)	od 1 stycznia 2023
< 250 g	można latać w podkategorii A1: poziom kompetencji pilota BSP określony w kraju członkowskim	można latać w podkategorii A1, nie wymaga szkolenia
< 500 g		
< 2 kg	można latać w odległości co najmniej 50 m od ludzi, z kompetencjami pilota A2	można latać w podkategorii A3, z kompetencjami pilota A3
< 25 kg	można latać w podkategorii A3, z kompetencjami pilota co najmniej A1	
> 25 kg	zakaz latania w kategorii Otwartej	

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiału opublikowanego przez Departament Bezzałogowych Statków Powietrznych ULC (dostęp: 05.01.2024 r.).

3.3. Proces analizy ryzyka

Analiza ryzyka stanowi uporządkowany proces będący częścią zapewnienia bezpieczeństwa. Umożliwia identyfikację, planowanie oraz zarządzanie ryzykiem w celu jego wyeliminowania bądź obniżenia do poziomu akceptowalnego. Do procesów analizy ryzyka zaliczamy:

- identyfikację ryzyka,
- szacowanie i ewaluację ryzyka,
- planowanie reakcji na ryzyko.

Analiza ryzyka stanowi schemat, gdzie najpierw określa się zagrożenia, ich skutki i szanse wystąpienia. Nadaje się wagę, a następnie zgodnie z algorytmem stwierdza, czy takie ryzyko jest akceptowalne, czy nie. Jeżeli ryzyko jest nieakceptowalne, to trzeba określić działania korygujące (zmniejszenie ryzyka).

W odniesieniu do technologii bezzałogowej i bezpieczeństwa lotnictwa analiza ryzyka powinna być wykonana zgodnie z *Podręcznikiem Zarządzania Bezpieczeństwem, Załącznikiem nr 19 do Konwencji ICAO* oraz *Regulaminem (Doc. 10019 Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems)*.

Podczas szacowania ryzyka należy wziąć pod uwagę wpływ, jaki wystąpienie danego ryzyka będzie miało na przebieg misji, oraz prawdopodobieństwo zaistnienia danego zagrożenia. Istnieją trzy metody szacowania ryzyka:

1. Metoda ilościowa.
2. Metoda jakościowa.
3. Metoda mieszana.

Metoda ilościowa – odnosi się do oceny prawdopodobieństwa oraz skutków wystąpienia ryzyka, nadając im konkretne parametry. Skutki mogą zostać opisane poprzez ocenę wyników zdarzeń i wyrażone w różnych kategoriach (pieniężne, operacyjne, techniczne). Zaletą metod ilościowych jest obiektywność wyników, dzięki czemu mogą być one porównywane, a wyniki mają wymiar finansowy i procentowy. Do metod ilościowych zalicza się m.in. takie techniki jak:

- Drzewo zdarzeń (ang. *Events Tree Analysis*) – metoda drzewa zdarzeń polega na ocenie danego skutku jako wyniku ciągu zdarzeń. Rozpoczyna się od zdarzenia inicjującego, a następnie przedstawia wszystkie możliwe ciągi zdarzeń. Prawdopodobieństwo otrzymuje się w wyniku iloczynu prawdopodobieństw wszystkich zdarzeń utworzonych na drzewie.
- Drzewo błędów (ang. *Faults Tree Analysis*) – budowane jest w przeciwnym kierunku. Rozpoczyna się od skutku, drzewo rozwija się w kierunku zdarzeń poprzedzających.
- FMEA (ang. *Failure Mode and Effect/Critical/Analysis* – *FMEA*, *FMECA*) – technika, w której ryzyko ocenia się pod względem prawdopodobieństwa wystąpienia, trudności w wykryciu błędu oraz wpływu na powodzenie misji/projektu/klienta.

Metoda jakościowa – polega na indywidualnej ocenie ryzyka na podstawie doświadczenia i dobrych praktyk. Metoda ta wykorzystuje subiektywne miary i oceny takie jak wartości opisowe poziomów (niski, średni, wysoki). Korzyści metod jakościowych to:

- brak konieczności ilościowego określenia skutków i częstotliwości wystąpienia zagrożeń,
- wskazanie ogólnych obszarów ryzyka, na które konieczne jest zwrócenie uwagi,
- możliwość uwzględnienia ryzyka,
- możliwość zastosowania przy braku konkretnych informacji, danych ilościowych lub zasobów.

Przykład opisu kategorii ryzyka za pomocą metody jakościowej przedstawia tabela nr 16.

Tabela 16. Opis kategorii ryzyka – metoda jakościowa

	Niskie prawdopodobieństwo	Umiarkowane prawdopodobieństwo	Wysokie prawdopodobieństwo
Łagodne skutki	Niskie ryzyko	Niskie ryzyko	Średnie ryzyko
Umiarkowane skutki	Niskie ryzyko	Średnie ryzyko	Wysokie ryzyko
Dotkliwe skutki	Średnie ryzyko	Wysokie ryzyko	Wysokie ryzyko

Źródło: opracowanie własne.

Metoda mieszana – to z kolei nic innego jak połączenie metod ilościowych i jakościowych. Jest ona stosowana najczęściej ze względu na możliwość wykorzystania zalet obydwu metod.

Wymienione techniki analizy ryzyka naturalnie wykazują pewne wady zastosowania. Większość stosowanych metod analizy ryzyka odznacza się takimi słabościami jak:

- niepełność kategorii ryzyka,
- brak wystarczających danych,
- nieuwzględnianie ryzyka wtórnego,
- nieuwzględnianie zagrożenia spowodowanego umyślnie,
- trudność jednoznacznej interpretacji wyników.

Proces, który ma na celu dostarczenie opcji i akcji powodujących zmniejszenie bądź eliminację ryzyka, nosi miano planowania reakcji na ryzyko. Zaplanowane reakcje powinny być proporcjonalne do skutków danego zjawiska, realizowane terminowo i efektywnie kosztowo. Powszechnie stosuje się kilka strategii reakcji na ryzyko. Do najbardziej popularnych zalicza się:

- Unikanie ryzyka – zmiana wdrożona w taki sposób, aby wyeliminować dane ryzyko. Może to być osiągnięte na przykład poprzez: doprecyzowanie wymagań, uzyskanie dodatkowych informacji, usprawnienie komunikacji, zmniejszenie zakresu projektu w celu uniknięcia działań związanych z wysokim ryzykiem, przyjęcie sprawdzonych metod realizacji zamiast nowatorskich, unikanie niesprawdzonych wykonawców.
- Przeniesienie ryzyka – przeniesienie odpowiedzialności na inny podmiot nie eliminuje ryzyka, ale przekazuje konieczność zarządzania nim na inny podmiot. Działania i koszt

przeniesienia są włączane do budżetu i planu projektu (ubezpieczenia, gwarancje, kontrakty, poręczenia).

- Łagodzenie ryzyka (ang. *Risk mitigation*) – proces obejmujący działania obronne, kontrole prewencyjne lub sposoby odzyskiwania, mający na celu zmniejszenie dotkliwości i/lub prawdopodobieństwa przewidywanych konsekwencji zagrożenia. Jest to podjęcie działań dla zredukowania prawdopodobieństwa bądź skutków danego ryzyka do poziomu akceptowalnego. Łagodzenie ryzyka jest bardziej skuteczne niż próby naprawienia szkód po fakcie.
- Akceptacja ryzyka – świadoma decyzja mająca na celu unikanie działań związanych z ryzykiem, może wynikać z faktu braku znalezienia odpowiedniej strategii na złagodzenie danego ryzyka. Wyróżnia się dwa typy akceptacji ryzyka: aktywna i bierna. Akceptacja aktywna obejmuje stworzenie planu awaryjnego na wypadek wystąpienia ryzyka. Akceptacja bierna stanowi z kolei niepodejmowanie działań mających na celu załagodzenie ryzyka.
- Plan rezerwowy – definiowany tylko dla zidentyfikowanego ryzyka projektowego. Jego opracowanie może znacznie zmniejszyć koszty reagowania na ryzyko.

Metody dedykowane eksplorowaniu ryzyka związanego z wykorzystaniem technologii bezzałogowej mają na celu zapobiegać nieoczekiwanym, ekstremalnym zjawiskom, które mogłyby grozić poważnymi konsekwencjami m.in. dla bezpieczeństwa lotnictwa.

W obszarze nauk nad ryzykiem znana jest teoria czarnego łabędzia głosząca, że czasami dzieją się rzeczy, które zanim się wydarzyły, uznawane były za niemożliwe. Domena czarnego łabędzia to innymi słowy zarządzanie ryzykiem w warunkach ekstremalnych. Termin w obecnym znaczeniu upowszechnił się po tym, jak libańsko-amerykański naukowiec N.N. Taleb użył go w 2007 r. w swojej pracy⁸⁷. Jego zdaniem czarne łabędzie w coraz większym stopniu definiują bieg światowych wydarzeń i historię ze względu na rosnącą złożoność społeczeństwa. Wzajemne oddziaływanie czynników często jest lekceważone, a prognozy opracowywane są w oparciu o istniejące wzory i modele. Najbardziej znanymi nieprzewidywalnymi zdarzeniami dla inwestorów były następujące wydarzenia:

- ✓ 1973: Kryzys naftowy,
- ✓ 1987: *Black Monday (Flash Crash)*,

⁸⁷ N.N. Taleb, *Czarny łabędź. Jak nieprzewidywalne zdarzenia rządzą naszym życiem*, Wydawnictwo Zysk i S-ka, Poznań 2020.

- ✓ 1997: Azjatycki kryzys finansowy,
- ✓ 2000: Bańka internetowa (*Dot-Com Crash*),
- ✓ 2001: 9/11 *Crash* (zamach na *World Trade Center*),
- ✓ 2008: Kryzys finansowy,
- ✓ 2009: Europejski kryzys zadłużeniowy,
- ✓ 2011: Katastrofa nuklearna w Fukushima,
- ✓ 2014: Kryzys naftowy,
- ✓ 2015: Chiński *Black Monday*,
- ✓ 2016: BREXIT,
- ✓ 2020: Spadek ceny ropy naftowej poniżej 0 USD.

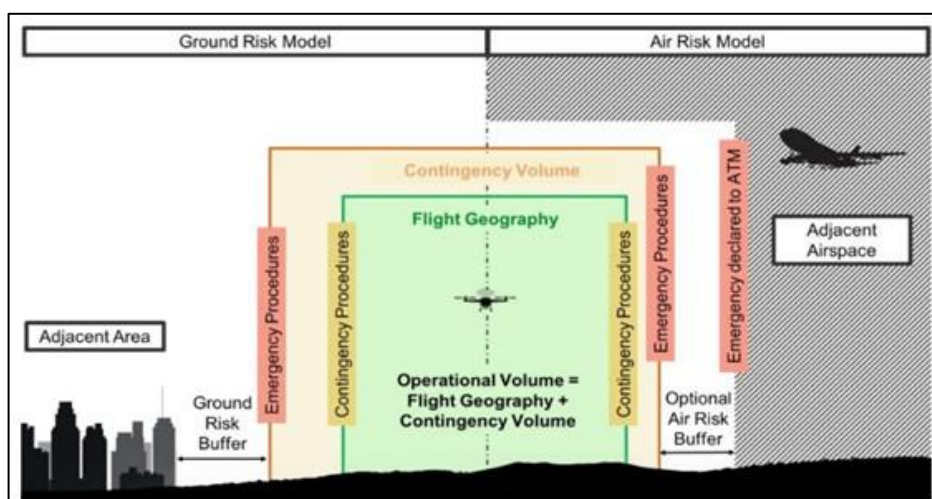
Wszystkie przedstawione zdarzenia charakteryzowały się dużą nagłością. Nie dawały wcześniejszych symptomów, na podstawie których można by było je przewidzieć. Jednakże w każdym z powyższych przypadków występowały sygnały, które alarmowały o prowadzeniu przedsięwzięć profilaktycznych, działań zapobiegawczych. Łagodzenie ryzyka skutecznie niweluje poziom niepożądanych skutków, w rezultacie zmniejszając konsekwencje, przygotowując zarządzających do wdrożenia alternatywnego planu działania w reakcji na ryzyko.

Lotnictwo należy do szczególnie wrażliwego obszaru w zakresie natychmiastowej reakcji na ryzyko, niwelowania go do poziomu minimum oraz niemożności korelowania ryzyka w powietrzu z poznaną domeną czarnego łabędzia. To tłumaczy niekiedy skomplikowane według użytkowników prywatnych procedury szkolenia, zgłaszania lotów, zamawiania przestrzeni powietrznej czy dedykowanych metod szacowania ryzyka. Stąd też modelowanie świadomości, wskazywanie zagrożeń, jakie może spowodować niezgodne z procedurami operowanie dronami w powietrzu, będzie nieprzerwanie stanowiło zadanie instytucji regulujących prawodawstwo w zakresie działań w powietrzu, jak również ośrodków kształcących przyszłych operatorów BSP.

3.4. Metodyki dedykowane – SORA, PDRA

Badając obszar ryzyka w zakresie BSP, konieczne jest omówienie metod ściśle dedykowanych technologii bezzałogowej. W przypadku modelu ryzyka BSP należy brać pod uwagę ryzyko naziemne (ang. *Ground Risk Model*) związane z obszarem, nad którym operuje dron, oraz tym, które może zaistnieć w warunkach przestrzeni powietrznej

(ang. *Air Risk Model*). Poniżej przedstawiono obydwa modele wraz z uwarunkowaniami powstania ewentualnego ryzyka w zasięgu operowania BSP.



Rysunek 19. Model ryzyka dla bezzalogowych statków powietrznych

Źródło: opracowanie Instytutu Lotnictwa – Sieć Badawcza Łukasiewicz (dostęp: 29.12.2023 r.).

Metodykę tworzenia analizy ryzyka, dzięki której operator/pilot drona może zweryfikować w ULC operację lotniczą dronem pod kątem bezpieczeństwa, stanowi Ocena Ryzyka Planowanej Operacji (SORA – ang. *Specific Operations Risk Assessment*). Usystematyzowany dokument SORA załącza się przy wnioskowaniu do ULC o zezwolenie na operację w kategorii szczególnej.

Na podstawie Rozporządzenia 2019/947 pilot BSP latający poza scenariuszem standardowym musi dokonywać wiarygodnej analizy ryzyka operacyjnego. Napisanie wspomnianej oceny SORA jest niezbędne w sytuacji, gdy dron ma⁸⁸:

- latać wyżej niż 120 m AGL⁸⁹,
- latać z masą startową większą niż 25 kg,
- latać w operacji BVLOS⁹⁰ dalej niż 2 km od pilota drona,
- latać nad zgromadzeniem osób, które nie mogą się swobodnie przemieszczać, np. koncerty, marsze, protesty,
- latać z energią przy uderzeniu większą niż 34 kJ.

⁸⁸ Przewodnik po analizie ryzyka metodą SORA – *Specific Operations Risk Assessment (dla osób fizycznych)*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa, Warszawa 2021.

⁸⁹ AGL – ang. *Above Ground Level*.

⁹⁰ BVLOS – ang. *Beyond Visual Line of Sight* (poza zasięgiem wzroku).

Sporządzenie dokumentu analizy ryzyka dla wskazanej operacji należy realizować metodycznie. W przewodniku po analizie ryzyka, wydanym przez Instytut Lotnictwa – Sieć Badawcza Łukasiewicz, przygotowanie SORA podzielono na etapy, co znaczenie ułatwia poprawne wykonanie oceny ryzyka zaplanowanej operacji. Poszczególne etapy opracowania SORA scharakteryzowano poniżej.

ETAP 1: Koncepcja Operacyjna (CONOPS)⁹¹

Koncepcja Operacyjna (ConOps) stanowi zbiór podstawowych informacji o statku powietrznym, operatorze, scenariuszu operacyjnym definiującym misję i jej przebieg. Zebrane informacje stanowią podstawę do wykonania analizy ryzyka, możliwości zastosowania poszczególnych mitygacji (wspomniany wcześniej proces *Risk mitigation*) oraz ogólnej oceny możliwości bezpiecznego wykonania planowanej operacji. Na tym etapie zamieszczane są informacje dotyczące między innymi:

- kompetencji załogi,
- składu załogi,
- szczegółów typu operacji,
- strategii operacji,
- standardowych procedur operacyjnych,
- danych technicznych eksploatowanych statków powietrznych,
- nawigacji i sterowania BSP,
- wyposażenia naziemnego,
- procedur awaryjnych.

ETAP 2: Zdefiniowanie bazowej klasy ryzyka na ziemi GRC⁹² (ang. *Determination of the Intrinsic Ground Risk Class*)⁹³

Jest to zdefiniowanie ryzyka związanego z upadkiem BSP na ziemię w razie utraty kontroli nad BSP. Przed wyborem odpowiadającej klasy ryzyka na ziemi (GRC – ang. *Determination of the Intrinsic Ground Risk Class*) – tabela nr 17, należy wskazać następujące parametry: energia zderzenia z ziemią, największy wymiar charakterystyczny oraz scenariusz operacyjny.

⁹¹ Etap 1 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] Annex A to AMC1 to Article 11 (Page 55 of 309, Jan 2021).

⁹² GRC – ang. *Ground Risk Class*.

⁹³ Etap 2 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] 2.3 The ground risk process (Page 42 of 309, Jan 2021).

Tabela 17. Klasy ryzyka na ziemi – GRC

Wewnętrzna klasa ryzyka na ziemi				
Maksymalne wymiary typowe BSP	1m/ok. 3 stóp	3m/ok. 10 stóp	8m/ok. 25 stóp	>8m/ok. 25 stóp
Oczekiwana typowa energia kinetyczna	< 700 J (ok. 529 stóp lb)	< 34 kJ (ok. 25 000 stóp lb)	< 1 084 kJ (ok. 800 000 stóp lb)	> 1 084 kJ (ok. 800 000 stóp lb)
Scenariusze operacyjne				
VLOS/BVLOS nad kontrolowanym obszarem [†]	1	2	3	4
VLOS nad słabo zaludnionym obszarem	2	3	4	5
BVLOS nad słabo zaludnionym obszarem	3	4	5	6
VLOS nad zaludnionym obszarem	4	5	6	8
BVLOS nad zaludnionym obszarem	5	6	8	10
VLOS nad zgromadzeniami osób	7			

Źródło: Przewodnik po analizie ryzyka..., op. cit., s. 66.

Do wyznaczenia klasy GRC konieczne jest oszacowanie energii zderzenia z ziemią oraz posiadanie informacji zamieszczonych w ramach koncepcji operacyjnej.

ETAP 3: Określenie finalnej klasy ryzyka na ziemi (ang. *Final GRC Determination*)⁹⁴

Wiąże się ono ściśle ze wskazaniem poziomu stosowania metod łagodzenia ryzyka odniesionego do zderzenia BSP z ziemią. Wyróżniamy trzy poziomy stosowania metod łagodzenia ryzyka:

1. M1 – poziom strategiczny (strategiczne ograniczenia ryzyka na ziemi), czyli rozwiązania stosowane przed rozpoczęciem operacji. Ich celem jest zredukowanie liczby osób potencjalnie narażonych na ryzyko związane z operacją BSP.
2. M2 – poziom redukcji efektów zderzenia z ziemią (efekty uderzenia w ziemię są ograniczone) stanowiący ogół rozwiązań mających na celu zmniejszenie dotkliwości awarii prowadzących do kolizji BSP z ziemią.
3. M3 – Plan Reagowania Kryzysowego, stanowiący potwierdzenie kompetencji operatora (wyróżniamy również ERP – ang. *Emergency Response Plan*, skuteczny i zatwierdzony przez operatora).

Spełnienie wymagań według kryteriów środków ograniczających ryzyko M1, M2 i M3 umożliwia obniżenie klasy ryzyka na ziemi GRC.

⁹⁴ Etap 3 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] Annex B to AMC1 to Article 11 (Page 68 of 309, Jan 2021).

Metodyka SORA nie może być stosowana, gdy wartość finalna GRC przekracza 7 – wówczas operacja powinna zostać zakwalifikowana do kategorii certyfikowanej.

ETAP 4: Określenie wstępnej klasy ryzyka w powietrzu (ARC – ang. *Determination of the Initial Air Risk Class*)⁹⁵

Rozróżnia się cztery klasy ryzyka kolizji w ruchu powietrznym:

- ARC-a, ogólnie definiowane jako przestrzeń, w której zasadniczo nie występuje ryzyko kolizji ze statkiem załogowym. Nie są konieczne żadne dodatkowe działania w obszarze łagodzenia na poziomie taktycznym.
- ARC-b, ARC-c, ARC-d, definiowane jako przestrzenie, w których występuje podwyższone ryzyko kolizji pomiędzy BSP a statkiem załogowym.

Jeżeli podczas misji występuje więcej niż jedna klasa przestrzeni powietrznej, należy wziąć pod uwagę wszystkie z nich.

ETAP 5: Zastosowanie środków łagodzących ryzyko na poziomie strategicznym. Definicja ryzyka końcowego ARC, krok opcjonalny (ang. *Application of Strategic Mitigations to determine Residual ARC*)⁹⁶

Ten etap należy wdrożyć, gdy oszacowane ryzyko w etapie 4. uznano za zbyt wysokie. Etap łagodzenia ryzyka – etap 5., można pominąć w momencie, gdy wnioskodawca uzna, że klasa ARC jest odpowiednia dla warunków operacyjnych – wówczas wstępna klasa ARC staje się klasą końcową (ang. *residual ARC*), a tym samym można od razu przejść do etapu 6.

Procedury i ograniczenia realizowane na poziomie strategicznym w ramach stosowania środków łagodzących mają na celu zredukowanie prawdopodobieństwa potencjalnej kolizji jeszcze przed startem. SORA poprzez łagodzenie operacyjne dostarcza dwustopniowej metody redukcji klasy ryzyka kolizji w ruchu powietrznym ARC. Pierwszy krok stanowi określenie wskaźnika intensywności ruchu lotniczego w przestrzeni powietrznej (AEC – ang. *Airspace Encounter Category*). Drugi krok to zmniejszenie początkowego ryzyka poprzez dostarczenie dowodów wskazujących (o ile są dostępne), że operacja jest bardziej adekwatna dla innej przestrzeni powietrznej charakteryzującej się niższą klasą

⁹⁵ Etap 4 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] 2.4 The air risk process 2.4.2 Step #4 Determination of the initial air risk class (ARC) (Page 46 of 309, Jan 2021).

⁹⁶ Etap 5 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] Annex C to AMC1 to Article 11 (Page 75 of 309, Jan 2021).

ryzyka ARC. Obniżenie klasy ryzyka na tej podstawie wymaga zgody odpowiedniego nadzoru.

ETAP 6: Definicja wymagań w zakresie łagodzenia ARC na poziomie taktycznym oraz poziomów solidności⁹⁷ (ang. *Tactical Mitigation Performance Requirement – TMPR to comply with the residual ARC requirement*)⁹⁸

Celem zminimalizowania ryzyka wystąpienia kolizji w powietrzu z innymi statkami powietrznymi możliwe jest zastosowanie taktycznych środków ograniczających to ryzyko. Taktyczne środki redukujące są stosowane w celu ograniczenia wszelkiego końcowego ryzyka kolizji w powietrzu, co jest niezbędne do osiągnięcia odpowiedniego celu bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej. W przypadku operacji VLOS⁹⁹ taktyczne środki ograniczające przyjmują formę „patrz i unikaj” – ang. *see and avoid*. Z kolei w przypadku operacji BVLOS¹⁰⁰ taktyczne środki ograniczające mogą wymagać systemu, który zapewnia alternatywny sposób osiągnięcia odpowiedniego celu bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej (m.in. „wykrywaj i unikaj” – ang. *detect and avoid*). Na tym etapie definiowane są cele wymagane do osiągnięcia na różnych poziomach solidności, w przypadku operacji w zasięgu widoczności wzrokowej – typu VLOS oraz tych, które charakteryzują się nieprzerwaną orientacją sytuacyjną w przestrzeni powietrznej – EVLOS¹⁰¹. Etap 6. należy pominąć pod warunkiem, że:

- operator dysponuje udokumentowaną procedurą wyjaśniającą metody stosowane w celu unikania kolizji,
- dla operacji typu EVLOS uzgodniona jest frazeologia, jaką będą posługiwać się pilot i obserwator,
- dla operacji typu EVLOS komunikacja między pilotem i obserwatorem będzie utrzymana.

⁹⁷ Poziomy solidności – ang. *robustness levels*.

⁹⁸ Etap 6 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] Annex D to AMC1 to Article 11 (Page 88 of 309, Jan 2021).

⁹⁹ VLOS – (ang. *Visual Line of Sight*) operacja w zasięgu widoczności wzrokowej, oznacza rodzaj operacji z użyciem systemu bezzałogowego statku powietrznego (BSP), w której pilot BSP jest w stanie utrzymywać stały kontakt wzrokowy nieuzbrojonym okiem z BSP, co umożliwia kontrolowanie toru lotu wspomnianego statku względem innych statków powietrznych, osób i przeszkód w celu uniknięcia kolizji.

¹⁰⁰ BVLOS – (ang. *Beyond Visual Line of Sight*) operacje poza zasięgiem wzroku operatora bezzałogowego statku powietrznego.

¹⁰¹ EVLOS – (ang. *Extended Visual Line of Sight*) operacje, gdzie zdalny pilot utrzymuje nieprzerwaną orientację sytuacyjną w przestrzeni powietrznej (w której prowadzone są operacje BSP), poprzez obserwację przestrzeni powietrznej z widocznością za pośrednictwem jednego lub więcej obserwatorów, ewentualnie z wykorzystaniem środków technicznych. Zdalny pilot ma przez cały czas bezpośrednią kontrolę nad BSP. Operacje EVLOS należy uważać za BVLOS na potrzeby wewnętrznego określenia GRC.

ETAP 7: Przyporządkowanie poziomów solidności (SAIL – ang. *Final Specific Assurance and Integrity Levels*)¹⁰²

Parametr SAIL konsoliduje ryzyko GRC z ryzykiem ARC, pozwalając zdefiniować wymagania wobec operacji. Stanowi wymagania wobec określonej koncepcji operacji, reprezentuje poziom zaufania w zakresie kontroli operacji. Jest miarą poziomu kontroli nad bezpieczeństwem misji. SAIL nie jest miarą ilościową, odnosi się do:

- OSO – celów bezpieczeństwa na poziomie operacyjnym,
- opisu czynności, które mogłyby wesprzeć osiągnięcie tych celów,
- dowodów wskazujących na osiągnięcie tych celów.

Poziom SAIL uzyskujemy, bazując na obliczonej klasie ryzyka GRC (ang. *final GRC* – etap 3) oraz końcowym ARC (ang. *residual ARC* – etap 5):

Tabela 18. Obliczanie parametru SAIL

SAIL determination				
Final GRC	Residual ARC			
	a	b	c	d
≤2	I	II	IV	VI
3	II	II	IV	VI
4	III	III	IV	VI
5	IV	IV	IV	VI
6	V	V	V	VI
7	VI	VI	VI	VI
>7	Category C operation			

Źródło: Przewodnik po analizie ryzyka..., op. cit., s. 104.

ETAP 8: Identyfikacja celów bezpieczeństwa na poziomie operacyjnym (OSO – ang. *Operational Safety Objectives*)¹⁰³

W tym etapie do oceny celów bezpieczeństwa OSO (ang. *Operational Safety Objectives*) i określenia ich poziomu solidności (ang. *robustness*) wykorzystywany jest parametr SAIL. Określenie poziomu OSO jest jakościowe, czteropoziomowe:

- O (ang. *optional*) – zastosowanie określonej bariery jest opcjonalne i niewymagane,

¹⁰² Etap 7 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] 2.5 Final assignment of specific assurance and integrity level (SAIL) and OSO, 2.5.1 Step #7 SAIL determination (Page 51 of 309, Jan 2021).

¹⁰³ Etap 8 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] 2.5.2 Step #8 Identification of the operational safety objectives (OSOs), (Page 51 of 309, Jan 2021).

- L (ang. *low robustness*) – zastosowanie określonej bariery jest rekomendowane z niską solidnością,
- M (ang. *medium robustness*) – zastosowanie określonej bariery jest rekomendowane ze średnią solidnością,
- H (ang. *high robustness*) – zastosowanie określonej bariery jest rekomendowane z wysoką solidnością.

Poszczególne OSO pogrupowano według zagrożeń. Są historycznie udokumentowane jako skuteczne metody łagodzenia zagrożeń generowanych przez BSP. Wymagania OSO dla konkretnych parametrów SAIL zestawiono tabelarycznie we wspomnianym wcześniej „Przewodniku po analizie ryzyka metodą SORA”.

ETAP 9: Zagadnienia dotyczące obszaru przyległego oraz przyległej przestrzeni powietrznej (ang. *Adjacent Area/Airspace Considerations*)¹⁰⁴

Etap stanowi odniesienie do ryzyka, jakie stwarza utrata kontroli nad operacją ze skutkiem naruszenia przyległych obszarów na ziemi i/lub przyległej przestrzeni powietrznej. W zależności od różnych faz lotu obszary te mogą się różnić.

Aby możliwie precyzyjnie określić wielkość obszaru przyległego i przyległej przestrzeni powietrznej, operator powinien uwzględnić poniższe zagadnienia:

- Czy jakakolwiek prawdopodobna awaria może doprowadzić do wykroczenia poza zakładany obszar operacyjny?
- Czy cechy konstrukcyjne i instalacyjne gwarantują utrzymanie operacji w założonym obszarze operacyjnym?
- Czy istnieje szczególne ryzyko (takie jak możliwość wystąpienia gradu, lodu, śniegu, zakłóceń elektromagnetycznych itp.), które może doprowadzić do wykroczenia poza zakładany obszar operacyjny?

Dla operacji, w których:

- obszar przyległy zawiera zgromadzenia ludzi (wyjątek – BSP posiada zgodę do poruszania się nad zgromadzeniami osób),
- obszar przyległy należy do ARC-d (wyjątek – wynikowy ARC przestrzeni powietrznej przeznaczonej do lotu w obszarze operacyjnym należy już do ARC-d),
- obszar operacyjny znajduje się nad terenem zaludnionym oraz zastosowano mitygację M1 w celu obniżenia klasy GRC,

¹⁰⁴ Etap 9 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] 2.5.3 Step #9 Adjacent area/airspace considerations.

- obszar operacyjny znajduje się nad terenem zaludnionym oraz nad strefą kontrolowaną, celem zdefiniowania obszaru przyległego i przyległej przestrzeni powietrznej należy uwzględnić konieczność zwiększenia wymogów bezpieczeństwa dla utrzymania operacji w określonych limitach.

ETAP 10: Kompleksowe Portfolio Bezpieczeństwa (ang. *Comprehensive Safety Portfolio*)¹⁰⁵

Przedstawione ULC/PAŻP (przed ostatecznym zezwoleniem) kompleksowe portfolio bezpieczeństwa stanowi swego rodzaju podsumowanie pozwalające w uporządkowany sposób przedstawić wyniki kolejnych etapów oraz kwestie, których nie uwzględniono w metodyce SORA, a które mogą mieć wpływ na bezpieczny przebieg planowanej operacji. Identyfikacja dodatkowych zagrożeń pozostaje w gestii operatora. Proces SORA zapewnia wnioskodawcy, właściwemu organowi i ANSP (ang. *Air Navigation Service Provider* – instytucja zapewniająca służbę żeglugi powietrznej) metodologię obejmującą szereg środków łagodzących i celów bezpieczeństwa, które należy wziąć pod uwagę, aby zagwarantować odpowiedni poziom pewności, że operacja może być bezpiecznie przeprowadzona:

- mitygacje stosowane do modyfikacji bazowego GRC,
- strategiczne mitygacje dla początkowego ARC,
- taktyczne mitygacje dla wynikowego ARC,
- zagadnienia dotyczące obszaru przyległego/przestrzeni powietrznej,
- cele bezpieczeństwa na poziomie operacyjnym – OSO.

Zadowalające uzasadnienie środków łagodzących i celów wymaganych przez proces SORA zapewnia wystarczający poziom pewności, że proponowana operacja może zostać bezpiecznie przeprowadzona.

Operator zobligowany jest do sprawdzenia wszelkich dodatkowych wymagań, które nie zostały zidentyfikowane w procesie SORA (np. bezpieczeństwo, ochrona środowiska itp.) oraz określenia odpowiednich interesariuszy (np. agencje ochrony środowiska, krajowe organy bezpieczeństwa itp.). Wykonywane w ramach procesu SORA działania prawdopodobnie będą odpowiedzią na wskazane dodatkowe potrzeby, jednakże nie zawsze muszą być wystarczające. Zadaniem operatora jest zapewnienie spójności między

¹⁰⁵ Etap 10 został szczegółowo opisany w *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945)* [w:] 2.6 Step #10 Comprehensive safety portfolio.

uzasadnieniem bezpieczeństwa SORA a rzeczywistymi warunkami operacyjnymi (w czasie lotu).

Kolejną dedykowaną metodą oceny ryzyka jest Predefiniowana Ocena Ryzyka (PDRA – ang. *Predefined Risk Assessment*). Jest to innymi słowy uproszczona forma przeprowadzenia oceny ryzyka dla operatorów, zaproponowana przez Agencję Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA). Jeśli bowiem planowana misja jest objęta wykazem PDRA, zamiast przeprowadzać pełną ocenę ryzyka, dopuszcza się postępowanie zgodnie z instrukcjami zawartymi w PDRA celem odpowiedniego przygotowania dokumentacji do wniosku, który zostanie złożony do ULC.

Zatem w wypadku, gdy planowana operacja mieści się w ramach opublikowanych PDRA, nie ma konieczności przeprowadzania analizy SORA. Podstawowe parametry opublikowanych PDRA zestawiono w tabeli nr 19 (na kolejnej stronie).

Reasumując, kategoria „szczególna” jest przeznaczona dla operacji o średnim ryzyku, której parametry lotu wychodzą poza kategorię „otwartą”. Wykonanie operacji będzie wymagało weryfikacji, a w niektórych przypadkach również zgody Urzędu Lotnictwa Cywilnego. Wykonując operacje w kategorii „szczególnej”, wymagana jest rejestracja wszystkich operatorów systemów bezzałogowych statków powietrznych bez względu na masę eksploatowanego drona. Do wykonywania lotów w kategorii „szczególnej” dostępne są trzy możliwe opcje uprawniające:

1. Oświadczenie o operacji zgodnej ze scenariuszem standardowym.

Oświadczenie należy złożyć w przypadku, kiedy parametry wykonywanych operacji wychodzą poza kategorię „otwartą”. W myśl przepisów europejskich scenariusze standardowe opublikowane przez EASA zaczęły obowiązywać od 01.01.2024 r. Pierwotnie Polska miała czas na wprowadzenie zmian do 01.01.2023 r. Na mocy *Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2022/425* z dnia 14.03.2022 r. data ta została jednak przesunięta dokładnie na rok później. W związku z powyższym w Dzienniku Urzędowym zostały opublikowane krajowe scenariusze standardowe. Składając do Urzędu świadczenie zgodne z NSTS, operator otrzymuje potwierdzenie odbioru i kompletności, dzięki któremu bezzwłocznie może rozpocząć operację zgodnie z ograniczeniami scenariusza standardowego. Od 01.01.2024 r. każdy latający dron musi mieć nadaną odpowiednią klasę. Drony bez nadanej klasy mogą być wykorzystywane tylko w ściśle określonych warunkach, które zostały wyszczególnione w art. 20 Rozporządzenia Wykonawczego.

Tabela 19. Klasyfikacja PDRA

PDRA	Charakterystyka statku powietrznego	BVLOS/VLOS	Obszar przelotu	Największy dystans od pilota drona	Maksymalna wysokość	Rodzaj przestrzeni powietrznej
PDRA-S01	maksymalny wymiar charakterystyczny do 3 m i masa startowa do 25 kg	VLOS	kontrolowany obszar gruntu, który może być położony w zaludnionym obszarze	w zasięgu wzroku	150 m	kontrolowana lub niekontrolowana, z niskim ryzykiem spotkania z załogowym samolotem
PDRA-S02	maksymalny wymiar charakterystyczny do 3 m i masa startowa do 25 kg	BVLOS	kontrolowany obszar gruntu, który jest w całości położony w słabo zaludnionym obszarze	2 km z obserwatorrem lub 1 km bez obserwatora	150 m	kontrolowana lub niekontrolowana, z niskim ryzykiem spotkania z załogowym samolotem
PDRA-G01	maksymalny wymiar charakterystyczny do 3 m i typowa energia kinetyczna do 34 kJ	BVLOS	obszary słabo zaludnione	bez obserwatora do 1 km	150 m	niekontrolowana, z niskim ryzykiem spotkania z załogowym samolotem
PDRA-G02	maksymalny wymiar charakterystyczny do 3 m i typowa energia kinetyczna do 34 kJ	BVLOS	obszary słabo zaludnione	nie dotyczy	jak ustalono dla zarezerwowanej lub wydzielonej przestrzeni powietrznej	zarezerwowana lub wydzielona dla lotu drona
PDRA-G03	maksymalny wymiar charakterystyczny do 3 m i typowa energia kinetyczna do 34 kJ	BVLOS	obszary słabo zaludnione	nie dotyczy	50 m od ziemi, chyba że w zarezerwowanej lub wydzielonej przestrzeni powietrznej	kontrolowana lub niekontrolowana przestrzeń powietrzna, jeżeli wysokość jest poniżej 50 m, w przeciwnym razie zarezerwowana lub wydzielona przestrzeń powietrzna

Źródło: opracowano na podstawie dokumentu *Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems*, s. 39–40.

2. Zezwolenie na operację.

Wniosek o zezwolenie na operację należy złożyć w przypadku, gdy dana operacja nie jest objęta scenariuszem standardowym oraz nie należy do kategorii „otwartej”. Przed złożeniem wniosku operator jest zobowiązany do przeprowadzenia oceny ryzyka. W ramach obowiązku realizacji oceny ryzyka przewidziano dwa alternatywne rozwiązania:

- Ocena ryzyka planowanej operacji – przeprowadzenie oceny ryzyka planowanej operacji zgodnie z metodologią SORA (ang. *Specific Operations Risk Assessment*), przedłożenie wraz z wnioskiem oceny ryzyka i wszystkich środków ograniczających ryzyko oraz przestrzeganie celów bezpieczeństwa operacyjnego do ULC.
- Predefiniowana ocena ryzyka (PDRA – ang. *Predefined Risk Assessment*) – uproszczona forma przeprowadzenia ryzyka dla operatorów zaproponowana przez EASA. Jeżeli planowana operacja okaże się objęta jednym z opublikowanych PDRA, zamiast przeprowadzać pełną ocenę ryzyka, można postępować z instrukcjami zawartymi w PDRA i odpowiednio przygotować dokumentację do wniosku, który zostanie złożony do ULC. W zezwoleniu wydanym przez ULC zostanie wskazany szczegółowy zakres zezwolenia wraz z warunkami wykonania operacji.

3. Certyfikat LUC.

Wydanie certyfikatu LUC¹⁰⁶ odbywa się na wniosek osoby prawnej (przedsiębiorcy). Wniosek o certyfikat należy złożyć celem oceny przez Urząd Lotnictwa Cywilnego prowadzonej organizacji i wykazania, że operator jest w stanie samodzielnie ocenić ryzyko operacji. Wytyczne, jakie muszą zostać spełnione przez operatora, zostały określone w części C rozporządzenia 2019/947/UE. Po spełnieniu wymagań urząd wyda certyfikat LUC, przyznając uprawnienia odpowiadające poziomowi doświadczenia operatora. Uprawnienia mogą obejmować operacje, które nie wymagają uprzedniego zgłaszania, natomiast w odpowiednich przypadkach uzyskane zezwolenia ULC obejmują:

- prowadzenie operacji objętych scenariuszami standardowymi,
- samodzielne udzielanie zgody na operacje, które są oparte na PDRA,
- wykonanie operacji opartej na jednej lub kilku modyfikacjach STS (wariantach), która nie pociąga za sobą zmian w ConOps stosowanych kategoriach BSP lub kompetencjach pilotów,
- wykonanie operacji, która nie odpowiada PDRA, ale wchodzi w zakres działalności już wykonywanej przez operatora.

3.5. Wnioski

W rozdziale zaprezentowano teoretyczne podstawy identyfikacji ryzyka odniesionego do implementacji BSP w systemie bezpieczeństwa lotnictwa oraz tok realizacji analizy ryzyka w tym zakresie. W rozdziale opisano narzędzia stosowane w ramach adekwatnej analizy ryzyka, co stanowi potwierdzenie szczegółowej hipotezy badawczej nr 2 dotyczącej generowania przez technologię bezzałogową zarówno szans, jak i zagrożeń dla bezpieczeństwa lotnictwa w obliczu wielokierunkowości oraz dynamiki zastosowań. Potwierdzono konieczność wskazania zagrożeń w zakresie metodyk dedykowanych celem poprawnego dokonania ich hierarchizacji (od tych, które należy eliminować na wczesnym etapie, po te, które wymagają względnego monitoringu). Jest to proces istotny w ogólnej ocenie możliwości poprawy bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach obecności BSP w przestrzeni powietrznej – poprawnie zaprojektowana koncepcja musi zawierać syntetyczną ocenę zagrożeń, co z kolei prowadzi do formułowania wniosków

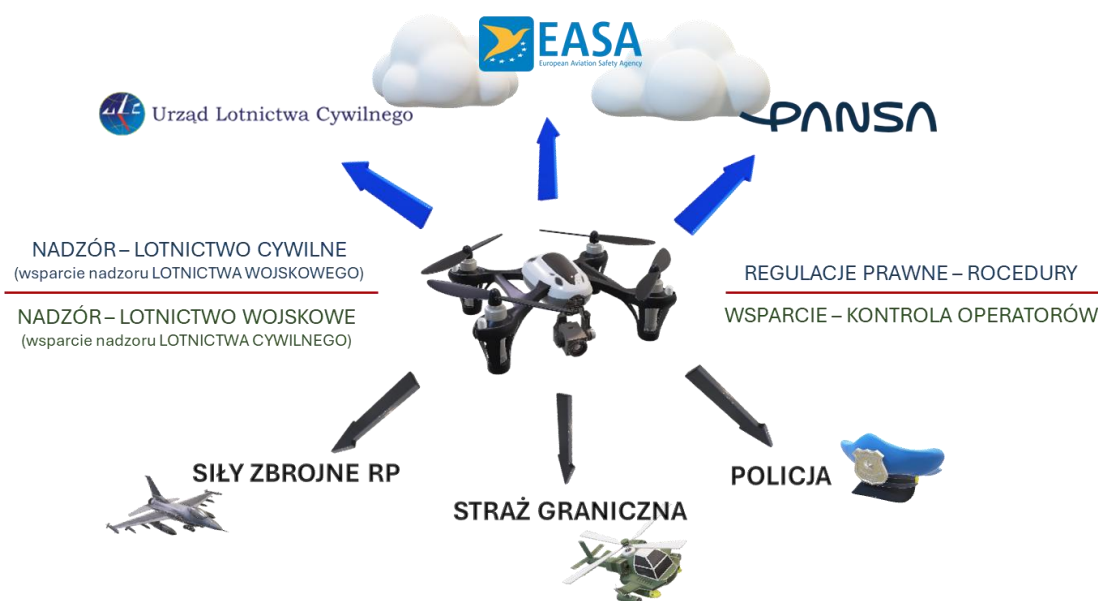
¹⁰⁶ Certyfikat LUC (ang. *Light UAS Operator Certificate*) – certyfikat operatora lekkiego systemu bezzałogowego statku powietrznego, wydawany po spełnieniu przez operatora systemu bezzałogowego statku powietrznego wymagań określonych w UAS.LUC.050 pkt 1 części C załącznika do rozporządzenia (UE) 2019/947. Jest to certyfikat uprawniający do operacji w kategorii „szczegółnej”.

konceptyjnych, ze wskazaniem celowości wdrożenia konkretnych rozwiązań na podstawie definiowania prognoz. Do kryteriów właściwej analizy ryzyka w badanym obszarze dziedzinowym zaliczamy przede wszystkim:

- analizy stanu bezpieczeństwa organów sprawujących władzę nad lotnictwem cywilnym;
- zmiany przepisów prawnych;
- ewolucję w zakresie implementacji procedur mających na celu zmniejszenie stopnia wypadkowości;
- badanie kwestii wyszkolenia operatorów, aktualnych wymagań stawianych przyszłym operatorom;
- analizę narzędzi profilaktycznych kształtujących świadomość społeczeństwa;
- badanie nastrojów społecznych;
- raporty służb – Siły Zbrojne, Policja, Straż Graniczna;
- badanie przypadków niezgodnego z przeznaczeniem zastosowania BSP odnotowanych przez służby kontroli ruchu lotniczego (cywilne i wojskowe).

Nadzór nad lotnictwem cywilnym w Polsce sprawuje Urząd Lotnictwa Cywilnego. Misją urzędu jest działanie na rzecz bezpieczeństwa i zrównoważonego rozwoju lotnictwa cywilnego w kraju. Polska Agencja Żeglugi Powietrznej (PAŻP – PANSO) odpowiada przede wszystkim za kontrolę ruchu lotniczego, służbę informacji powietrznej, służbę alarmową, planowanie przepływu ruchu lotniczego nad Polską oraz koordynację zajętości przestrzeni powietrznej. Z kolei Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) zajmuje się harmonizacją przepisów oraz certyfikacjami (m.in. typu statku powietrznego i komponentów), sprawuje nadzór nad tworzeniem jednolitego rynku lotniczego Unii Europejskiej, tworzy przepisy techniczne dotyczące lotnictwa. Właściwy nadzór nad polską przestrzenią powietrzną jest możliwy wyłącznie w ramach niezakłóconego współdziałania wiodących organów lotniczych. Założenia koncepcyjne dysertacji od początku definiowały współpracę z wyszczególnionymi powyżej organami w ramach eksperckiej wymiany doświadczeń oraz dyskusji nad rozwojem technologii bezzałogowych w obliczu współczesnych zagrożeń. W ten sposób potwierdzono hipotezę odniesioną do wydajności współczesnych krajowych systemów bezpieczeństwa lotnictwa oraz określono katalog zmian, które należy wprowadzić celem utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP. Organami wspierającymi nadzór nad operacyjnością BSP oraz reagującymi na zakłócenia są poszczególne służby: Siły Zbrojne, Policja, Straż Graniczna. Sprawowanie kontroli

nad bezpiecznym zastosowaniem BSP w syntetycznej formie zaprezentowano na grafice – rysunek nr 20.



Rysunek 20. Schemat nadzoru operacyjności bezzałogowych statków powietrznych

Źródło: opracowanie własne.

Do pomiaru prawdopodobieństwa oraz ewentualnych skutków wystąpienia ryzyka posłużą dane uzyskane w wyniku przeprowadzonej dzięki wojskowym służbom nadzoru ruchu lotniczego obserwacji, obejmującej wskazanie incydentów/włotów w obszar niedozwolony w ramach określonych ram czasowych oraz raporty bezpieczeństwa udostępnione przez Urząd Lotnictwa Cywilnego. Ponadto prawdopodobieństwo zagrożeń oraz siła skutków działań niepożądanych zostaną zbadane w ramach kompletowania faktycznych zdarzeń w trakcie realizacji wywiadów eksperckich.

ROZDZIAŁ IV

OCENA AKTUALNEGO SYSTEMU BEZPIECZEŃSTWA LOTÓW BSP

4.1. Analiza realnych zagrożeń dla lotnictwa

Według opracowania Wydziału Analiz Bezpieczeństwa Lotniczego w Departamencie Zarządzania Bezpieczeństwem w Lotnictwie Cywilnym ULC¹⁰⁷ system bezpieczeństwa państwa uwzględnia klasyfikację zagrożeń w trzech kategoriach:

1. Systemowe – są one związane z systemem nadzoru nad organizacjami lotniczymi.
2. Europejskie – oparte na Europejskim Planie Bezpieczeństwa Lotniczego (EPAS¹⁰⁸) oraz EUR-RASP¹⁰⁹.
3. Krajowe – to zagrożenia określane również jako dodatkowe, identyfikowane na podstawie analiz wewnętrznych.

Podział rodzajów zagrożeń określają wskaźniki, na bazie których dokonywane jest adekwatne rozróżnienie cech danego zagrożenia. Poniższa tabela stanowi charakterystykę wskaźników zagrożeń w zależności od ich rodzaju.

Tabela 20. Wskaźniki rodzajów zagrożeń wg klasyfikacji

RODZAJ ZAGROŻENIA	WSKAŹNIKI CHARAKTERYZUJĄCE ZAGROŻENIE
Systemowe	Ruch lotniczy/liczba zdarzeń ogółem/finansowanie i zasoby krajowego nadzoru lotniczego (ULC).
	Standardy określone w Załącznikach ICAO do Konwencji Chicagowskiej obowiązujące na terytorium RP.
	Poziom wdrożenia KPBwLC ¹¹⁰ wg <i>SSP Assessment Tool</i> ¹¹¹ .
	Poziom efektywności SMS ¹¹² w organizacjach lotniczych na podstawie narzędzia <i>SMS Evaluation Tool SM-ICG/EASA</i> .
	Zadania systemowe z EPAS.

¹⁰⁷ Krajowy Plan Bezpieczeństwa 2023–2025..., *op. cit.*, s. 6.

¹⁰⁸ EPAS – ang. *European Plan for Aviation Safety*.

¹⁰⁹ EUR-RASP – ang. *European Regional Aviation Safety Plan*.

¹¹⁰ Krajowy Program Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym (Urząd Lotnictwa Cywilnego) – określa standardy obowiązujące na terytorium Polski w obszarze zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym.

¹¹¹ *State Safety Program Assessment Tool* – narzędzie do badania Państwowego Zarządzania Bezpieczeństwem, dostarczone przez SM-ICG (ang. *Safety Management International Collaboration Group*).

¹¹² SMS – ang. *Safety Management System* – System Zarządzania Bezpieczeństwem.

Europejskie	Wtargnięcia na drogi startowe (IR – ang. <i>Runway Incursion</i>).
	Wypadnięcie z dróg startowych (RE – ang. <i>Runway Excursion</i>).
	Nieprawidłowy kontakt z drogą startową (ARC – ang. <i>Abnormal Runway Contact</i>).
	Pożar, dym i opary (FS&F – ang. <i>Fire, Smoke & Fumes</i>).
	Bezpieczeństwo na ziemi (ang. <i>Ground Safety</i>).
	Kontrolowany lot ku ziemi (CFIT – ang. <i>Controlled Flight Into Terrain</i>).
	Utrata kontroli podczas lotu (LOC-I – ang. <i>Loss of Control in Flight</i>).
	Zderzenie w powietrzu i niebezpieczne zbliżenia (MAC/AIRPROX – ang. <i>Mid-Air Collision/Aircraft Proximity</i> ¹¹³).
	Stan techniczny statków powietrznych (innych niż śmigłowce) SCF-NP ¹¹⁴ oraz SCF-PP ¹¹⁵ .
	Wymagania dotyczące biegłości językowej (LPRI – ang. <i>Language Proficiency Requirements Implementation</i> ¹¹⁶).
	Oszustwa podczas egzaminów (m.in. w PART-147).
Krajowe	Implementacja rozwiązań SESAR ¹¹⁷ .
	Zderzenia z ptakami (BS – ang. <i>Birdstrike</i>).
	Zagrożenia ze strony zwierząt (ang. <i>Wildlife Hazard</i>).
	Operacje bezzałogowych statków powietrznych (RPAS ¹¹⁸).
	Oślepienia pilotów światłami z ziemi (LASER).

¹¹³ AIRPROX – ang. *Aircraft Proximity* – raporty AIRPROX dotyczą przede wszystkim sytuacji, w których odległość między statkami powietrznymi oraz ich względnymi pozycjami i prędkością mogą zagrażać bezpieczeństwu.

¹¹⁴ SCF-NP – ang. *System Component Failure Non Powerplant* – awaria elementu systemu poza zespołem napędowym.

¹¹⁵ SCF-PP – ang. *System Component Failure Powerplant* – awaria elementu systemu zespołu napędowego.

¹¹⁶ LPRI – ang. *Language Proficiency Requirements Implementation* – wdrażanie wymagań dotyczących biegłości językowej.

¹¹⁷ SESAR – ang. *Single European Sky ATM Research* – program SESAR stanowi technologiczny filar Jednolitej Europejskiej Przestrzeni Powietrznej. Jego celem jest opracowanie i wdrożenie nowoczesnego systemu zarządzania ruchem lotniczym, pozwalającego zwiększyć przepustowość sieci ATM, aby sprostać stale rosnącej liczbie operacji lotniczych przy jednoczesnej poprawie wskaźników bezpieczeństwa. Zastosowanie nowoczesnych technologii i procedur pozwoli również na zredukowanie negatywnego wpływu lotnictwa na środowisko naturalne.

¹¹⁸ RPAS – ang. *Remotely Piloted Aircraft Systems* – zdalnie sterowany system latający.

	Zdarzenia lotnicze związane z holowaniem szybowca (GTOW ¹¹⁹).
	Wykonywanie operacji przy ograniczonej widzialności tzw. ang. <i>Approach below RVR minima</i> (ApBRM).
	Zdarzenia związane z przewozem materiałów niebezpiecznych (DG ¹²⁰).
	Zdarzenia na śmigłowcach (HELI).
	Zdarzenia FOD ¹²¹ .

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Krajowego Planu Bezpieczeństwa 2023–2025...*, op. cit., s. 6.

Z powyższej charakterystyki jasno wynika, że spektrum zagrożeń jest szerokie. W odniesieniu do technologii bezzałogowej wskaźniki odniesione do dronów często mogą stanowić integrację kilku znanych już czynników zagrożeń (np. HELI/LASER/RPAS), niosąc za sobą poważne w skutkach konsekwencje. Aby tego uniknąć, omawiane uprzednio procesy bieżącego analizowania, szacowania i eliminacji ryzyka na wczesnym etapie są kwestiami priorytetowymi. Poniżej zestawiono najbardziej powszechne dziedziny zagrożeń odniesione do nieprawidłowego wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych:

1. Kolizje powietrzne.

Tylko odpowiednio dobrane systemy kontroli lotów i zarządzania ruchem powietrznym są w stanie skutecznie zabezpieczyć przestrzeń powietrzną przed ryzykiem kolizji między samolotami bezzałogowymi a tradycyjnymi. To szczególnie ważna kwestia w przestrzeniach lotniczych, gdzie lotnictwo komercyjne jest intensywne.

2. Bezpieczeństwo cybernetyczne.

Bieżąca rzeczywistość informatyzacji niejednokrotnie pokazuje, że przejęcie kontroli nad urządzeniami zarządzanymi zdalnie stanowi realne zagrożenie. Bezzałogowe systemy są podatne na ataki cybernetyczne, które mogą zakłócić ich działanie lub spowodować przejęcie kontroli nad nimi. W perspektywie czasu, wraz z rozwojem sztucznej inteligencji (AI¹²²), ww. sytuacje mogą stanowić przyczyny niebezpiecznych incydentów w powietrzu.

¹¹⁹ GTOW – ang. *Glider Towing* – holowanie szybowca.

¹²⁰ DG – ang. *Dangerous Goods*.

¹²¹ Ang. *Foreign Object Debris* – każdy przedmiot, który może stanowić zagrożenie dla statku powietrznego. To między innymi elementy bagażu, opakowania po jedzeniu i napojach, gazety, dokumenty, torby foliowe, przedmioty metalowe, tj. śruby, części pojazdów, statków powietrznych lub urządzeń lotniskowych.

¹²² AI – ang. *Artificial Intelligence* – sztuczna inteligencja.

3. Konflikty z lotnictwem tradycyjnym.

Współistnienie bezzałogowych statków powietrznych oraz lotnictwa konwencjonalnego może generować konflikty – głównie w przestrzeniach powietrznych lotnisk i obszarach charakteryzujących się intensywnym ruchem powietrznym.

4. Utylizacja i awarie.

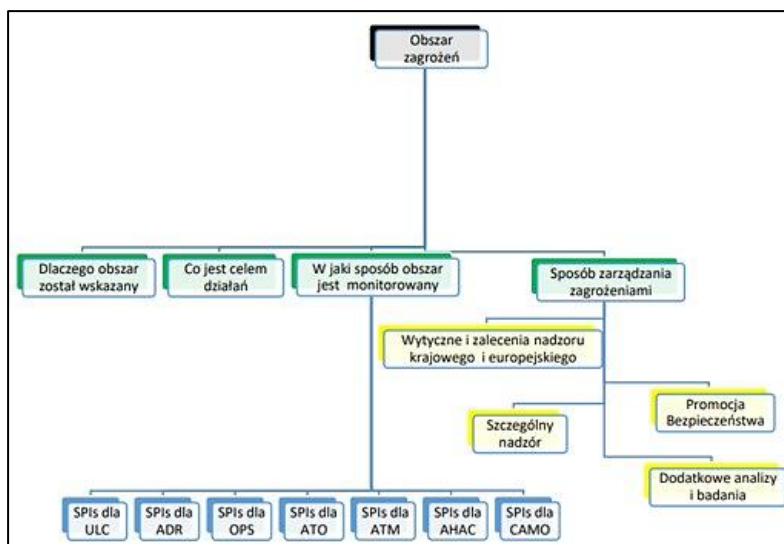
Niniejszy aspekt odnosi się do bezprawnie wydłużanych lub niekontrolowanych resursów BSP. Nieprawidłowe zarządzanie wycofanymi bądź uszkodzonymi BSP może prowadzić do awarii lub wypadków, szczególnie jeśli urządzenia te nie są odpowiednio serwisowane.

5. Naruszenia prywatności.

Od początku rozwoju technologii bezzałogowych analizowano ryzyka dotyczące naruszeń prywatności. Przyczynę powyższych wątpliwości stanowi przede wszystkim łatwość wykorzystywania BSP do monitorowania i obserwacji terenów prywatnych. W dalszej części rozdziału, na bazie obserwacji w ramach prowadzonych na potrzeby rozprawy badań, przytoczone zostaną konkretne przykłady niedozwolonych wlotów BSP.

Celem przeciwdziałania wymienionym zagrożeniom konieczne jest systematyczne aktualizowanie opracowanych i wdrożonych regulacji, norm bezpieczeństwa i systemów zarządzania ruchem powietrznym, które uwzględniają stale rosnącą liczbę bezzałogowych statków powietrznych. Dodatkowo istotne i niezbędne jest pragmatyczne szkolenie personelu/operatorów BSP oraz ciągłe doskonalenie implementowanych technologii bezzałogowych.

W celu uściślenia obszaru zagrożeń umocowanego regulacjami instytucji lotniczych Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA – ang. *The European Union Aviation Safety Agency*) zaproponowała schemat opisu radzenia sobie z ryzykami, który zamieszczono w regionalnym planie bezpieczeństwa lotniczego dla państw członkowskich EASA (EPAS – ang. *European Plan for Aviation Safety*). Naturalnie w opracowaniach Urzędu Lotnictwa Cywilnego, takich jak np. Krajowy Program Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym, niniejszy schemat został przyjęty jako obowiązująca procedura.



Rysunek 21. Schemat opisu obszaru zagrożeń na wzór zaproponowany przez EASA w EPAS

Źródło: Krajowy Plan Bezpieczeństwa..., op. cit., s. 7.

W zakresie sposobu zarządzania zagrożeniami wyróżniono cztery składowe. Poniżej przytoczono oryginalne nazewnictwo przyjęte oficjalnie w publikacjach EASA:

- zalecenia i wytyczne nadzoru PL lub EU, zmiany w przepisach – ang. **Rulemaking (RM)**;
- promocja bezpieczeństwa – ang. **Safety Promotion (SP)**;
- szczególny nadzór – ang. **Focused Oversight (FO)**;
- dodatkowe analizy i badania – ang. **Research/Study (RES)**.

Ponadto na schemacie wyszczególniono podmioty¹²³ odpowiedzialne za sposób monitorowania zagrożeń wg dedykowanych wartości SPIs¹²⁴:

- ULC – Urząd Lotnictwa Cywilnego – Prezes Urzędu;
- ADR – ang. *Aerodrome* – zarządzający lotniskami;
- ATO – ang. *Approved Training Organisation* – organizacje szkolenia lotniczego;
- OPS – ang. *Operations (Air Operations)* – operacje lotnicze;
- ATM – ang. *Air Traffic Management* – instytucje zapewniające służby zarządzania ruchem lotniczym;

¹²³ Definicje na bazie ogólnodostępnego słownika terminów Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych (www.pkbwl.gov.pl).

¹²⁴ Ang. *Safety Performance Indicator* – załączniki do Krajowego Planu Bezpieczeństwa zawierają wartości SPI wyliczone jako średnie z poszczególnych danych przekazanych przez podmioty lotnicze ATO, ADR, OPS, AHAC i ATM. Indywidualne wartości wskaźników SPI pozyskane od podmiotów lotniczych, zgodnie z pkt (20) preambuły *Rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) nr 376/2014 z dnia 3 kwietnia 2014 r. w sprawie zgłaszania i analizy zdarzeń w lotnictwie cywilnym oraz podejmowanych w związku z nimi działań następczych*, nie podlegają publikacji.

- AHAC – ang. *Airport Handling Agent Certificate* – organizacje obsługi naziemnej;
- CAMO – ang. *Continuing Airworthiness Management Organisation* – organizacje ciągłej zdatości do lotu.

4.1.1. Incydenty z udziałem BSP – porty lotnicze

Technologie bezzałogowe z pewnością od samego początku stwarzają wyzwania dla lotnictwa, zwłaszcza w kwestiach bezpieczeństwa i odpowiednich regulacji prawnych. W tej części dysertacji zostaną przytoczone incydenty z udziałem bezzałogowych statków powietrznych, które w wyniku przeprowadzonych na potrzeby rozprawy badań zostały zidentyfikowane jako najbardziej powszechne. Aby mówić o kategorii skutków oraz powadze zdarzeń niepożądanych w lotnictwie, niezbędne jest przytoczenie najważniejszych definicji w tym zakresie.

Incydentem lotniczym, według ICAO (załącznik nr 13)¹²⁵, nazywamy każde zdarzenie, inne niż wypadek lotniczy, związane z operacją statku powietrznego, które wpływa lub może mieć wpływ na bezpieczeństwo operacji. Typy incydentów lotniczych będących w centrum zainteresowania ICAO, z punktu widzenia prowadzonych badań nad metodami zapobiegania wypadkom lotniczym, zostały wykazane w podręczniku „Przekazywanie danych o wypadkach i incydentach lotniczych” (Doc. 9156).

Poważny incydent lotniczy to taki, którego okoliczności wystąpienia wskazują, że nieomal doszło do wypadku lotniczego (różnica między wypadkiem lotniczym i poważnym incydem lotniczym zawiera się jedynie w ich skutkach). Przykłady poważnych incydentów lotniczych przytoczone są w załączniku nr 13 oraz w podręczniku (Doc. 9156). Celem lepszego zrozumienia charakterystyki poważnego incydemu lotniczego na kolejnej stronie, w formie tabelarycznej, zestawiono kilka newralgicznych przykładów.

¹²⁵ Załącznik nr 13 do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym* „Badanie wypadków i incydentów lotniczych”. *Międzynarodowe normy oraz zalecane metody i zasady postępowania*, ICAO, wyd. 9, 2001, s. 14.

Tabela 21. Przykłady poważnych incydentów lotniczych

Kategoria incydentu	Poważny incydent lotniczy
realizacja lotów	niebezpieczne zbliżenie, w trakcie którego w celu uniknięcia zderzenia lub sytuacji niebezpiecznej, trzeba wykonać manewr zmiany kierunku (unik) lub kiedy celowe jest podjęcie zmiany kierunku
	sytuacja, w której ledwie udało się uniknąć zderzenia sprawnego statku powietrznego z ziemią
	przerwane starty z zamkniętej lub zajętej drogi startowej
	starty z zamkniętej lub zajętej drogi startowej w minimalnej odległości od przeszkody (przeszkód)
	lądowania lub próba lądowania na zamkniętej lub zajętej drodze startowej
awaria, eksploatacja sprzętu	wyraźna niezdolność osiągnięcia wymaganych parametrów podczas rozbiegu, podczas startu lub na początkowym odcinku nabierania wysokości
	pożary i przypadki pojawienia się dymu w kabinie pasażerskiej, przedziałach bagażowych lub pożary silnika, w tym pożary stłumione przy pomocy substancji gaśniczych
	sytuacje, w których członkowie załogi zostali zmuszeni do awaryjnego użycia instalacji tlenowej
	przypadki zniszczeń konstrukcji statku powietrznego lub uszkodzeń silnika, których nie można zakwalifikować do wypadków lotniczych
	niejednokrotna odmowa pracy jednego lub kilku systemów pokładowych, mających zasadnicze znaczenie dla eksploatacji statku powietrznego
	ilość paliwa wymagająca od pilota zgłoszenia o zaistnieniu sytuacji awaryjnej
	odmowa pracy więcej niż jednego systemu w układach rezerwowych, które są niezbędne do kierowania statkiem powietrznym
sytuacje nieprzewidziane	odmowa pracy systemów, wejście w strefę niebezpiecznych zjawisk meteorologicznych
	incydenty podczas startu lub lądowania, takie jak np. przyziemienie przed wyznaczonym punktem lub wytoczenie się poza granice drogi startowej
czynnik ludzki	przypadki utraty zdolności do wykonywania czynności przez członków załogi statku powietrznego podczas lotu
	przekroczenia ustalonych ograniczeń lub inne sytuacje, które mogą spowodować utrudnienia w pilotowaniu statku powietrznego

Źródło: opracowanie własne na podstawie Załącznika nr 13 do *Konwencji o międzynarodowym lotnictwie...*, op. cit.

W przypadku poważnych incydentów lotniczych oczywiście nie istnieje dokument, który wyczerpywałby konkretne przykłady. ICAO w załączniku nr 13 stworzyło jedynie zobrazowanie niniejszego określenia. Definicja wypadku lotniczego jest dużo szersza, powinna zatem ostatecznie umożliwić łatwe rozróżnienie obszarów trzech kluczowych pojęć w odniesieniu do wypadkowości.

Wypadkiem lotniczym określamy zdarzenie związane z użytkowaniem statku powietrznego, mające miejsce od chwili, gdy jakakolwiek osoba weszła na jego pokład z zamiarem wykonania lotu, do chwili, kiedy wszystkie znajdujące się na pokładzie osoby opuszczają statek powietrzny i podczas którego:

Tabela 22. Okoliczności kwalifikacji wypadków lotniczych

Przesłanka wypadku lotniczego
jakakolwiek osoba doznała obrażeń ciała ze skutkiem śmiertelnym lub poważnego obrażenia ciała w rezultacie: ⇒ znajdowania się na pokładzie danego statku powietrznego, lub ⇒ bezpośredniego zetknięcia się z jakąkolwiek częścią statku powietrznego, włączając części, które oddzieliły się od danego statku powietrznego, lub ⇒ bezpośredniego oddziaływania strumienia gazów wylotowych silnika odrzutowego, <i>z wyłączeniem tych przypadków, kiedy obrażenia ciała powstały z przyczyn naturalnych, zadanych samemu sobie lub przez inne osoby, kiedy obrażeń ciała doznali pasażerowie nieposiadający biletów, ukrywający się w miejscach, do których zwykle dostęp jest zamknięty dla pasażerów i członków załogi</i>
statek powietrzny został uszkodzony lub nastąpiło zniszczenie jego konstrukcji, w rezultacie czego: ⇒ naruszona została trwałość konstrukcji, pogorszeniu uległy techniczne lub aerodynamiczne charakterystyki statku powietrznego, oraz ⇒ wymagane jest przeprowadzenie poważnego remontu lub wymiana uszkodzonego elementu, <i>z wyłączeniem przypadków przerwy w pracy lub uszkodzenia silnika, gdy uszkodzeniu uległ tylko silnik, jego osłony lub agregaty wspomagające lub gdy uszkodzone zostały łopaty śmigła, końcówki skrzydła, anteny, ogumienie kół, urządzenia hamowania, owiewki lub, gdy pokrycie posiada niewielkie wgniecenia albo przebicia</i>
statek powietrzny przepadł bez wieści lub znajduje się w takim miejscu, do którego dostęp jest absolutnie niemożliwy

Źródło: opracowanie własne na podstawie Załącznika nr 13 do *Konwencji o międzynarodowym...*, op. cit.

Z największą szczegółowością zostanie jednak rozpatrzona kwestia wtargnięć na tereny opatrzone szczególnym nadzorem, m.in. lotnisk przyległych do kompleksów

wojskowych. Dzięki uprzejmości Szefostwa Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP przeprowadzono autorskie badanie, z użyciem metody obserwacji, techniką obserwacji postronnej. Wgląd do zebranych przez służby zarządzające ruchem lotniczym zgłoszeń – służb łączności, nawigacji i dozorowania, czyli skrótowo ATM/CNS (ang. *Air Traffic Management/Communication, Navigation and Surveillance Services*) umożliwił wyselekcjonowanie na potrzeby dysertacji zdarzeń z udziałem BSP. Celem ujednolicenia nomenklatury związanej z klasyfikacją służb zapewniających zarządzanie ruchem lotniczym (RL) poniżej przedstawiono podział na kategorie oraz zakres działania służb czuwających nad bezpieczeństwem w przestrzeni powietrznej, zapewniających realizację żeglugi powietrznej na poziomie certyfikacji ANSP¹²⁶.

Tabela 23. Klasyfikacja służb żeglugi powietrznej

RODZAJ SŁUŻBY	NAZWA SŁUŻBY
służby ruchu lotniczego	ATS – <i>Air Traffic Services</i>
ATS obejmuje:	
służby kontroli obszaru – ACC – <i>Area Control Service</i>	
służby kontroli zbliżania – APP – <i>Approach Control Service</i>	
służby kontroli lotniska – TWR – <i>Aerodrome Control Service</i>	
służby informacji powietrznej – FIS – <i>Flight Information Service</i>	
lotniskową służbę informacji powietrznej – AFIS – <i>Aerodrome Flight Information Service</i>	
służbę alarmową – <i>Alerting Service</i>	
Biuro Odpraw Załóg – ARO – <i>Air Traffic Services Reporting Office</i>	
służby łączności, nawigacji i dozorowania	CNS – <i>Communication, Navigation and Surveillance Services</i>
CNS obejmuje:	
służby łączności – COM – <i>Communication Service</i>	
służby nawigacji – NAV – <i>Navigation Service</i>	
służby dozorowania – SUR – <i>Surveillance Service</i>	
służby meteorologiczne	MET – <i>Meteorological Services</i>
służby informacji lotniczej	AIS – <i>Aeronautical Information Service</i>

¹²⁶ ATM/ANS Provider (ang. *Air Traffic Management/Air Navigation Services Provider*) – Certyfikat instytucji zapewniającej zarządzanie ruchem lotniczym lub zapewniającej służby żeglugi powietrznej.

lokalne instytucje zarządzające przepływem ruchu lotniczego	ATFM – <i>Air Traffic Flow Management</i>
instytucje zarządzające przestrzenią powietrzną na poziomie taktycznym	ASM – <i>Airspace Management</i>
służba projektowania procedur lotu	FPD – <i>Flight Procedure Design</i>

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Rozporządzenia Ministra Infrastruktury z dnia 30 września 2020 r. w sprawie certyfikacji działalności w lotnictwie cywilnym* (Dz. U. 2020, poz. 1694).

Wydawać by się mogło, że incydenty w postaci wtargnięć na teren lotnisk czy kompleksów zaliczanych do obiektów infrastruktury krytycznej, szczególnie monitorowanych przez Służby Zarządzania Ruchem Lotniczym w czasie rzeczywistym, są wśród amatorów dronów tudzież operatorów działających „na potrzeby” cudze/własne mało atrakcyjne z uwagi na spore ryzyko poniesienia odpowiedzialności karnej, a w najgorszym wypadku neutralizacji bezzałogowego statku powietrznego. Badanie z wykorzystaniem metody obserwacji na bazie zgłoszeń *Communication, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management* (CNS/ATM) wykazało, że sytuacja ma się jednak zgoła inaczej. Obserwację w oparciu o dane służb kontroli ruchu lotniczego, z ograniczeniem do lotnisk i przylotniskowych obiektów wojskowych realizowano na przestrzeni dat: od 01.02.2022 r. do 17.03.2023 r. Z zebranych zgłoszeń wyszczególniono najbardziej istotne dane i zestawiono je w formie tabelarycznej (tabela nr 24).

Tabela 24. Zgłoszenia ATM CNS

Termin	Waga zagrożenia	Miejsce zdarzenia	Syntetyczny opis zdarzenia
	Techniczna kategoria zdarzenia		
26.04.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Z nieokreślonych przyczyn nastąpiło zawieszenie częstotliwości TWR, co uniemożliwiło prowadzenie korespondencji ze znajdującym się w strefie A2 bezzałogowcem /ang. <i>callsign</i> – ukryto/. Załoga platformy bezzałogowej nie mogła nawiązać łączności radiowej z TWR ¹²⁷ . Zauważono ponadto nakładanie się korespondencji APP ¹²⁸ na częstotliwość TWR, co dodatkowo uniemożliwiło prowadzenie kontroli ruchu lotniczego.
	uszkodzenia (awaria/usterka) funkcji komunikacyjnych (COM)		

¹²⁷ TWR – kontrola lotniska (ang. *Tower*).

¹²⁸ APP – kontrola zbliżania (ang. *Approach Control*).

19.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Zauważono trzy poruszające się obiekty latające. Obiekty wysyłały czerwone światło przerywane, poruszając się na granicy lotniska bądź w jego pobliżu. Jeden obiekt poruszał się dynamicznie, dwa pozostałe operowały w zawisie. Po pewnym czasie drony wznowiły działalność w okolicy lotniska nad lasem, następnie bezpośrednio nad płytą lotniska ALFA. W aplikacji Drone Radar loty nie zostały zgłoszone. Ruch obiektów ustał ok. godziny 20.30.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
21.10.2022	nieokreślony incydent (D)	MCTR	Przy wykorzystaniu aplikacji Drone Radar dostrzeżono <i>check-in</i> lotu dronem w odległości mniejszej niż 2 km od fizycznych granic lotniska wojskowego. Przestrzeń kontrolowana lotniska MCTR była w tym czasie aktywna. W porozumieniu z operatorem aplikacji Drone Radar zarejestrowano lot drona oraz polecono natychmiastowe lądowanie. Po nawiązaniu komunikacji z operatorem drona potwierdził on, że nie zgłosił lotu oraz że nie uzyskał zgody dowódcy jednostki na wykonanie lotu. Ponadto na pytanie o znajomość przepisów odpowiedział negatywnie.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
24.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Odnotowano incydenty z nieautoryzowanym wlotem dronów. Incydenty następowały kolejno po sobie: wlot nad budynkami jednostki wojskowej, następnie operowanie nad obszarem strzelnicy, pojawienie się drona nad progiem pasa, nie wyżej niż 250 m AGL, następnie dostrzeżono trzy drony nad terenem lotniska wykonujące lot z zachodu na wschód, około 500–1000 m AGL oraz kolejne trzy drony w innych terenach lotniska. Incydenty trwały od godziny 17.22. Dopiero po godzinie 22.00 nie odnotowano kolejnych incydentów.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
28.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Odnotowano incydenty z nieautoryzowanym wlotem dronów. Incydenty kolejno następowały po sobie, około 500–1000 m AGL: wlot nad budynkami jednostki wojskowej, pojawienie się BSP na południowej stronie lotniska, pojawienie się drona nad progiem pasa, operowanie jednego drona w okolicy wieży KL oraz jednego drona nad wieżą KL, następnie dostrzeżono dwa drony nad terenem lotniska, dwa drony w okolicy KL oraz dwa drony nad terenem lotniska. Incydenty rozpoczęły się o godzinie 17.13 i trwały do godziny 19.40.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		

30.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Odnutowano incydenty z nieautoryzowanym wlotem dronów. Incydenty następowały kolejno po sobie, około 500–1000 m AGL: dwa drony nad terenem lotniska, jeden dron w okolicy KL. Incydenty miały miejsce w czasie 17.00–17.30.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
15.11.2022	nieokreślony incydent (D)	MCTR	Operator bezzałogowego statku powietrznego wykonywał loty w MCTR Oksywie (Rumia) do wysokości 120 m bez uzyskania zezwolenia. Naruszenie granicy przestrzeni odpowiedzialności zostało zauważone w aplikacji Drone Radar.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
16.11.2022	znaczący incydent (C)	MCTR	Operator bezzałogowego statku powietrznego wykonywał loty w MCTR Tomaszów do wysokości 120 m bez uzyskania zezwolenia. Naruszenie granicy przestrzeni odpowiedzialności zostało zauważone w aplikacji Drone Radar. Ruch BSP widoczny był w rejonie drogi S8, na obrzeżach m. Tomaszów Mazowiecki.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
17.11.2022	znaczący incydent (C)	MCTR	Otrzymano telefoniczne zgłoszenie o wykonywaniu lotu drona w MCTR lotniska Powidz (m. Czerniejewo).
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
17.11.2022	nieokreślony incydent (D)	MCTR	Przy wykorzystaniu aplikacji Drone Radar zauważono niezgłoszony wcześniej telefonicznie lot dronem w okolicy Gdyni Orłowa w MCTR.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
18.11.2022	znaczący incydent (C)	MCTR	Otrzymano telefoniczne zgłoszenie o wykonywaniu lotu drona w MCTR lotniska Powidz (m. Słupca).
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
15.02.2023	główny incydent (B)	MTMA	Podczas wznoszenia załoga zgłosiła minięcie drona w bliskiej odległości (ok. 300 ft). Obecność drona w MTMA była nieautoryzowana. Załoga podała współrzędne miejsca zdarzenia.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
28.02.2023	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Otrzymano informację o obiekcie unoszącym się nad strefą rozśrodkowania samolotów, który emituje światło czerwone i niebieskie.

	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		Był to potencjalnie nieautoryzowany wlot BSP. Podczas dalszej obserwacji zaobserwowano kilka obiektów emitujących światło – prawdopodobnie BSP. Ruch obiektów w MCTR nie był zgłoszony.
01.03.2023	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Zauważono trzy obiekty emitujące pulsujące światło. Obiekty przemieszczały się wokół lotniska, wzdłuż linii lasu. Obiekty przemieszczały się niezależnie w różnych kierunkach i wszystkich możliwych sektorach. Ruch obiektów w MCTR nie był zgłoszony.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		
04.03.2023	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	lotnisko	Otrzymano telefonicznie informację o obiekcie unoszącym się nad terenem kompleksu koszarowego, emitującym stroboskopowe światło. Podczas obserwacji TWR odnotowano ruch obiektu nad płytą lotniska A, lot odbywał się na wysokościach ok. 100–200 m. Dron przemieszczał się w kierunku kompleksu koszarowego (miejsce pamiętnej katastrofy samolotu CASA). Ruch obiektów w MCTR nie był zgłoszony.
	naruszenie granic przestrzeni odpowiedzialności		

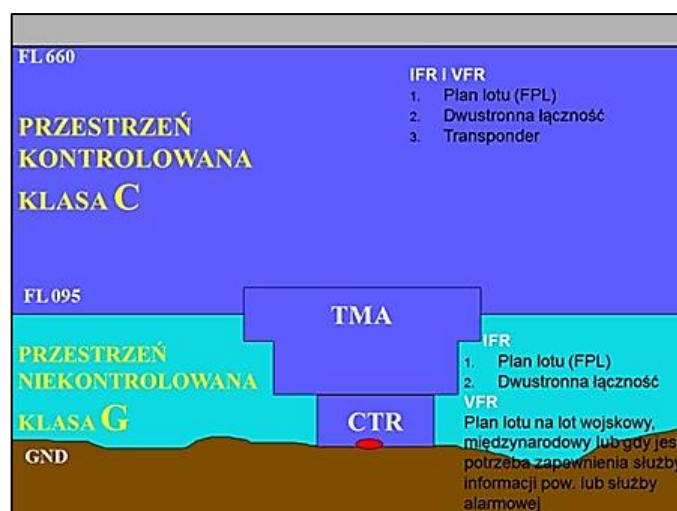
Źródło: opracowanie własne na bazie badań własnych (badanie z wykorzystaniem metody obserwacji, techniką obserwacji postronnej).

Zestawione dane potwierdzają niezmienny problem naruszania prywatności przestrzeni powietrznej w strefach niedozwolonych, braku świadomości operatorów, operowania w celach obserwacji i monitoringu obiektów zaliczanych do kategorii infrastruktury krytycznej oraz niekontrolowanych wtargnięć/przekraczania granic stref operowania wydzielonych danemu BSP. Z powyższej analizy jednoznacznie wynika, że służby kontroli ruchu lotniczego, oprócz standardowo prowadzonego dozoru przestrzeni powietrznej, w aktualnej rzeczywistości zmuszone są również zachować wzmożoną uwagę w odniesieniu do innych – bezzałogowych obiektów latających. W ramach każdego arkusza zgłoszenia występuje pole o nazwie „Podjęte działania (opis)”, które zawiera pełną specyfikację zakresu działań w ramach konkretnego zdarzenia. Każda odnotowana sytuacja niebezpieczna, zgłoszenie skierowane do służb czy też dostrzeżenie nieprawidłowości w ramach adekwatnych aplikacji obrazujących ruch w przestrzeni powietrznej są rozpatrywane indywidualnie z zaangażowaniem odpowiednich służb ruchu lotniczego ATS (ang. *Air Traffic Services*), co wiąże się z dodatkowymi nakładami czasu i uwagi.

Waga zagrożenia przytoczonych zdarzeń kategoryzowana jest przede wszystkim zgodnie z miarą rodzaju strefy przestrzeni powietrznej. Gwoli ścisłości, odnosząc się

do danych zawartych w tabeli nr 24, należałoby dokonać specyfikacji poszczególnych stref. Polska przestrzeń powietrzna sklasyfikowana dzieli się na:

- **przestrzeń powietrzną kontrolowaną** – klasy C (od FL095 – FL660), w której zapewniana jest służba kontroli ruchu lotniczego oraz służba alarmowa i informacji powietrznej,
- **przestrzeń powietrzną niekontrolowaną** – klasy G (od GND – FL095), w której zapewniana jest służba alarmowa oraz służba informacji powietrznej z wyłączeniem CTR, TMA, MCTR i MTMA.



Rysunek 22. Podział sklasyfikowanej przestrzeni powietrznej

Źródło: materiał dydaktyczny Szefostwa Służby ruchu Lotniczego SZ RP (www.archiwum-ssrslszip.wp.mil.pl, dostęp: 12.03.2023 r.).

Dla zapewnienia bezkolizyjnego i bezpiecznego wykonywania lotów przez wojskowe i cywilne statki powietrzne w polskiej przestrzeni powietrznej zostały ustanowione następujące elementy przestrzeni powietrznej:

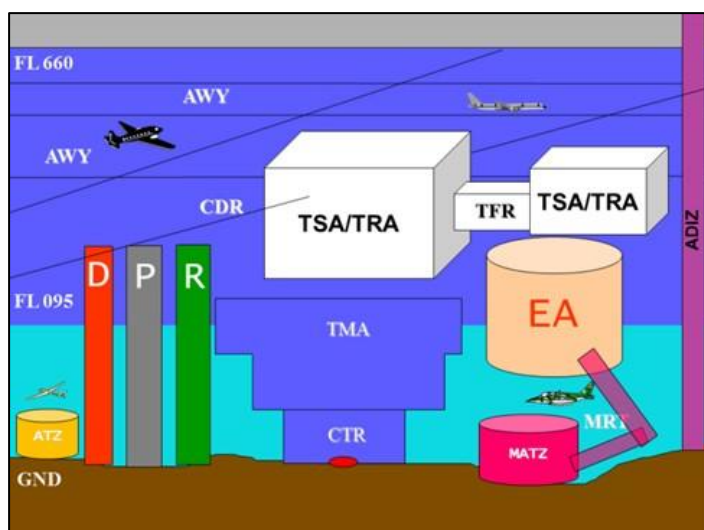
Tabela 25. Elementy przestrzeni powietrznej

Element przestrzeni powietrznej	Specyfikacja /PL/
CTR <i>Control Zone</i>	Strefa Kontrolowana Lotniska
CTA <i>Control Area</i>	Obszar Kontrolowany
MCTR <i>Military CTR</i>	Strefa Kontrolowana Lotniska Wojskowego

TMA <i>Terminal Control Area</i>	Rejon Kontrolowany Lotnisk(a)
MTMA <i>Military TMA</i>	Rejon Kontrolowany Lotniska Wojskowego lub Węzła Lotnisk Wojskowych
AWY <i>Airway</i>	Stała Droga Lotnicza
CDR <i>Conditional Route</i>	Warunkowa Droga Lotnicza Warunkowe Drogi Lotnicze, które mogą być ustanawiane w jednej lub więcej spośród następujących kategorii: CDR1 – warunkowa droga lotnicza kategorii pierwszej możliwa do planowania stałego i dostępna w okresach podanych w AIP Polska (Aeronautical Information Publication); CDR2 – warunkowa droga lotnicza kategorii drugiej możliwa do planowania w okresach podanych w AUP (Airspace Use Plan); CDR3 – warunkowa droga lotnicza kategorii trzeciej niemożliwa do planowania, która może być użytkowana tylko według instrukcji organów kontroli ruchu lotniczego.
ATZ <i>Aerodrome Traffic Zone</i>	Strefa Ruchu Lotniskowego
MATZ <i>Military ATZ</i>	Strefa Ruchu Lotniskowego Lotniska Wojskowego
TSA <i>Temporary Segregated Area</i>	Strefa Czasowo Wydzielona – podejmowanie działań w TSA lub w segmentach tych stref wymaga rezerwacji przestrzeni powietrznej w AMC Polska do wyłącznego korzystania przez konkretnego użytkownika w określonym czasie i przedziale wysokości.
TRA <i>Temporary Reserved Area</i>	Strefa Czasowo Rezerwowana – podejmowanie działań w TRA lub w segmentach tych stref wymaga rezerwacji przestrzeni powietrznej w AMC Polska, przez TRA lub jej segmenty dopuszcza się przelot innego statku powietrznego, niebiorącego udziału w działaniach, dla których zarezerwowano strefę, po uzyskaniu zezwolenia właściwego organu służby ruchu lotniczego lub właściwego dla tej strefy organu wojskowego.
CBA <i>Cross-Border Area</i>	Rejon Lotów po obu stronach granicy państwa będący rejonem czasowodzielonym lub rezerwowanym, ustanowiony ze względu na szczególne wymagania operacyjne (w FIR EPWW aktualnie brak).

MRT <i>Military Route</i>	Stała Trasa Lotnictwa Wojskowego na małej wysokości
TFR <i>TSA or TRA Feeding Route</i>	Trasy Lotnicze umożliwiające lot do TSA lub TRA oraz przelot między tymi strefami
D <i>Danger Area</i>	Strefa Niebezpieczna – strefa, w której mogą mieć miejsce działania niebezpieczne dla lotu statku powietrznego, w szczególności przestrzeń powietrzna nad poligonami artyleryjskimi, morskimi i lotniczymi.
P <i>Prohibited Area</i>	Strefa Zakazana, w której lot statku powietrznego jest zakazany od poziomu terenu do określonej wysokości, w szczególności przestrzeń powietrzna nad obiektami, w których są gromadzone substancje i mieszaniny o właściwościach wybuchowych.
R <i>Restricted Area</i>	Strefa o Ograniczonym Ruchu Lotniczym, w której lot statku powietrznego jest ograniczony przez wymagania dotyczące generowania przez niego fal akustycznych od poziomu terenu do określonej wysokości, w szczególności przestrzeń powietrzna nad aglomeracjami miejskimi, parkami narodowymi oraz obiektami, w których są gromadzone substancje i mieszaniny o właściwościach wybuchowych.
ADIZ <i>Air Defense Identification Zone</i>	Strefa Identyfikacji Obrony Powietrznej ustanowiona wzdłuż granicy z Rosją, Białorusią i Ukrainą w zakresie wysokości bez ograniczeń i o szerokości 15 km w głąb terytorium RP.
EA <i>Exercise Area</i>	Rejon Ćwiczeń, kreowany doraźnie w sytuacji, kiedy w rejonie lotów brak jest wydzielonych elastycznych elementów struktury przestrzeni powietrznej, a konieczne jest wprowadzenie ograniczeń dla statków powietrznych niebiorących udziału w przedsięwzięciu.

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Procedur służb żeglugi powietrznej – zarządzanie ruchem lotniczym*, ICAO, Doc. 4444, wyd. 7, 2016.



Rysunek 23. Elementy struktury przestrzeni powietrznej

Źródło: materiał dydaktyczny Szefostwa Służby ruchu Lotniczego SZ RP (www.archiwum-ssrslszrp.wp.mil.pl, dostęp: 04.05.2024 r.).

4.1.2. Wypadkowość – dane statystyczne

Operacje bezzałogowych statków powietrznych są wciąż najnowszym zagrożeniem w lotnictwie cywilnym. Szczególnym wyzwaniem stały się zdarzenia związane z naruszeniem stref kontrolowanych (CTR – ang. *Control Zone*) lotnisk w wyniku działalności operatorów dronów, którzy korzystali z urządzeń bez wymaganych uprawnień oraz wiedzy z zakresu przepisów odniesionych do procedur panujących w przestrzeni powietrznej. W Krajowym Planie Bezpieczeństwa 2023–2025, który obejmuje operacje BSP (UAV/RPAS¹²⁹) jako cel wskazano przede wszystkim monitorowanie zdarzeń związanych z bezzałogowymi statkami powietrznymi i ustalenie rzeczywistego poziomu zagrożeń. W ramach wspomnianych wskaźników monitorujących zagrożenia – SPIs w zależności od podmiotu, ustanowiono następujące:

Tabela 26. Wskaźniki monitorujące zagrożenia w zakresie UAV/RPAS

Rodzaj wskaźnika monitorującego	Charakterystyka wskaźnika
ATO	Liczba zdarzeń z udziałem UAV/RPAS – za operację (w zakresie liczonych 1000) uznaje się każde holowanie za wyciągarką lub samolotem właściwe dla danej kategorii zdarzenia.

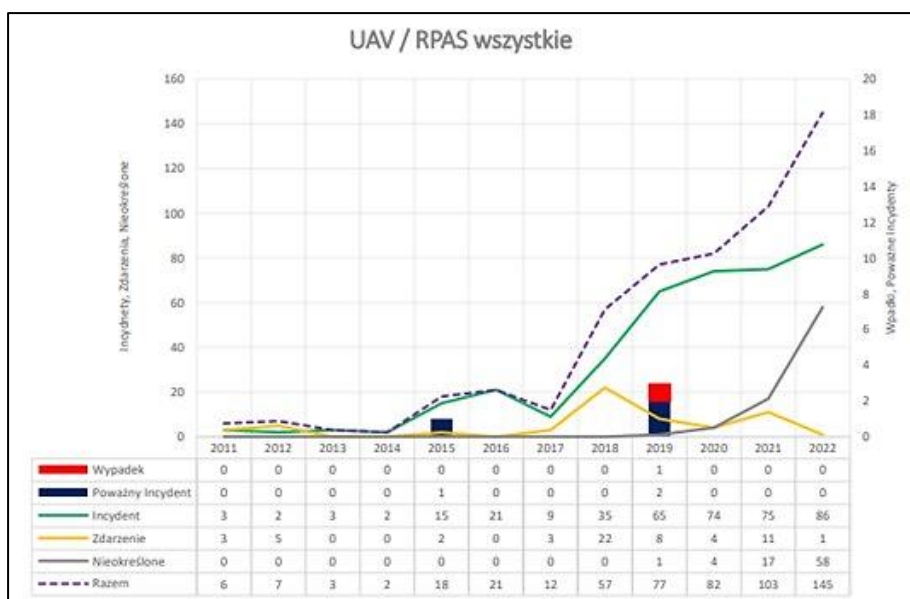
¹²⁹ Ang. *Unmanned Aerial Vehicle/Remotely Piloted Aircraft Systems* – bezzałogowy statek powietrzny/zdalnie sterowany system latający.

ADR	Liczba zdarzeń z udziałem UAV/RPAS – za operację (w zakresie liczonych 10 000) uznaje się start lub lądowanie (kontakt fizyczny statku powietrznego z ziemią) – a więc także „touch and go” (w takim wypadku liczone jako dwie operacje).
OPS	Liczba zdarzeń z udziałem UAV/RPAS – za operację w przypadku tego wskaźnika (w zakresie liczonych 10 000) uznaje się 1 lot pomiędzy startem a lądowaniem bez względu na charakter lotu (szkoleniowy, handlowy, techniczny itp.). W przypadku np. trasy z międzylądowaniem (A->B->C) liczone będzie to wtedy jako dwie operacje (dwa starty – dwa lądowania, czyli 2 loty: A->B i B->C). Podsumowując: 1 lot = 1 operacja.
ATM	Liczba zdarzeń z udziałem UAV/RPAS, wskaźniki mają dotyczyć poszczególnych kwartałów w roku z podziałem miesięcznym. Dane pozyskiwane są od podmiotów ATO/ADR/OPS/ATM oraz w ramach Obowiązkowego i Dobrowolnego Systemu Zgłaszania Zdarzeń Lotniczych.
ULC	Zdarzenia z udziałem UAV/RPAS, na podstawie danych ECCAIRS z uwzględnieniem: – wszystkich operacji, – operacji CAT.

Źródło: opracowanie własne.

W ramach krajowego obszaru zagrożeń poniżej przedstawiono wykresy pochodzące z Krajowego Planu Bezpieczeństwa wydanego przez ULC, obrazujące liczbę zdarzeń z udziałem BSP (UAV/RPAS) na przestrzeni lat 2011–2022. Analizy graficzne przedstawiają zdarzenia z podziałem na wypadki, poważne incydenty, incydenty, zdarzenia oraz zagrożenia nieokreślone. Charakterystyki w ramach systemu wykorzystania doświadczeń umożliwiają realne dokonanie analizy ryzyka, a w przypadku osiągnięcia wartości progowych alarmowanie w zakresie wdrażania środków zaradczych. Na kolejnej stronie przedstawiono pierwszą z uwzględnionych w publikacji analiz, która dotyczy zestawienia zdarzeń z udziałem BSP, z podziałem na kategorie.

Wykres 2. Zdarzenia z udziałem BSP (lata 2011–2022)



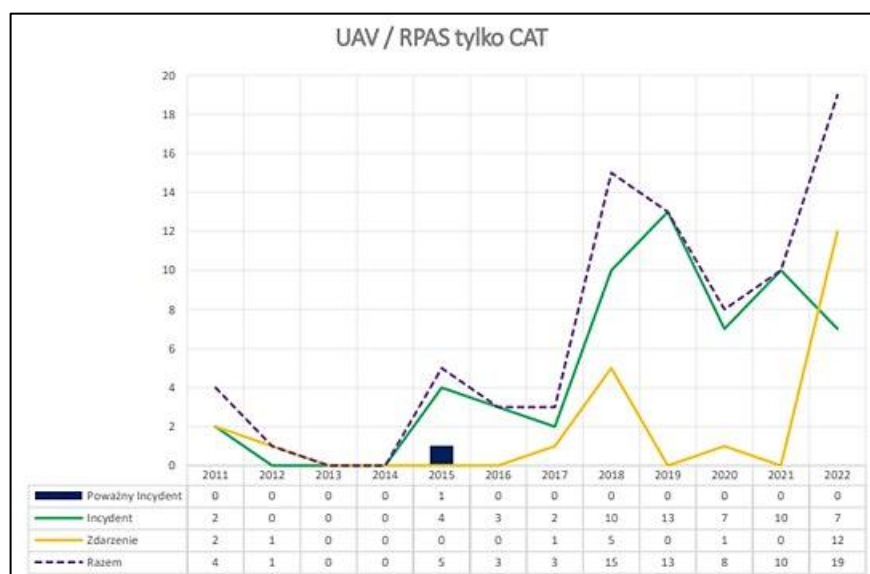
Źródło: Krajowy Plan Bezpieczeństwa 2023–2025..., op. cit., s. 74.

Na wykresie nr 2 zobrazowano rosnący współczynnik sytuacji niebezpiecznych w odniesieniu do operacyjności BSP. Największy poziom wypadkowości oraz odsetek poważnych incydentów odnotowano w roku 2019, a zatem tuż przed swoistą rewolucją w prawodawstwie odniesionym do bezzałogowych statków powietrznych (innymi słowy tuż przed wprowadzeniem przepisów europejskich, które w pełni zaczęły funkcjonować po roku 2020), normującą postępowanie względem operatorów oraz finalnie implementującą obligatoryjną rejestrację użytkowników. Wprowadzone zmiany przyniosły pozytywny, zakładany skutek, czego dowodem jest odnotowanie diametralnego spadku (a nawet eliminacja) wymienionych poważnych incydentów i wypadków po roku 2019. Profilaktyka w dziedzinie bezpieczeństwa jest niezaprzeczalnie sprawą kluczową. Dowodem na to, że analiza i szacowanie ryzyka winny być realizowane na bieżąco, z dostosowaniem narzędzi przeciwdziałania zjawiskom zagrażającym bezpieczeństwu lotniczemu, jest rosnący współczynnik incydentów mimo zaznaczonego spadku poważniejszych zagrożeń. Zmiany w prawodawstwie nie oznaczają bowiem eliminacji niepoprawnego wykorzystania dronów czy też sytuacji, w której można ograniczyć środki zaradcze. Taka sytuacja zwyczajnie nie istnieje, a stan, w którym ryzyka w lotnictwie minimalizowane są do pewnego osiągalnego minimum, może być osiągnięty tylko wtedy, kiedy sytuacja jest monitorowana adekwatnie do potrzeb.

W odniesieniu do incydentów, od roku 2017 ich statystyka charakteryzuje się niestety tendencją wzrostową, podobnie jak w przypadku zjawisk określanych mianem

„nieokreślone”. W drugim przypadku największy wzrost odnotowuje się od roku 2021. W przeszłości uważano, że bezpieczeństwo jest równoznaczne z bezwypadkowością, jednakże na wypadki w lotnictwie ma wpływ wiele czynników, z których każdy autonomicznie może przyczynić się do powstania niebezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej. Reasumując, biorąc pod uwagę pełen zakres zaprezentowanej charakterystyki, zjawisko eliminacji najbardziej niebezpiecznych zjawisk w odniesieniu do wykorzystania dronów, tj. wypadków oraz poważnych incydentów, definitywnie stanowi sukces w obszarze eliminacji zjawisk niepożądanych, a tym samym oznacza skuteczność działań podejmowanych przez instytucje europejskie, jak i krajowe. Odnosząc się jednak do pozostałych zagrożeń, należy nieprzerwanie odpowiednio modelować świadomość operatorów oraz kreować postawy zgodne z założeniami prawodawcy, co w tym przypadku oznacza najczęściej odpowiedzialność karną za działania niezgodne z przeznaczeniem oraz skuteczną identyfikację sprawcę. Brak wypadków bowiem nie zawsze oznacza brak ryzyka. Na przestrzeni 12 lat zmiany odniesione do statystyk wypadkowości są znaczące, o czym świadczy łączna liczba 145 zagrożeń odnotowanych w roku 2022, w porównaniu do 6 zdarzeń odnotowanych w roku 2011. Tendencja wzrostowa ogólnej liczby zagrożeń niezmiennie związana jest ze wzrostem popytu na bezzałogowe platformy latające, rewolucję zdalnie sterowanych urządzeń latających, w tym nowe koncepty komercyjne, które na poważnie zaczęto implementować po roku 2017 – od tego roku zaczęto zauważać nagły, trwały przyrost liczby sytuacji niepożądanych.

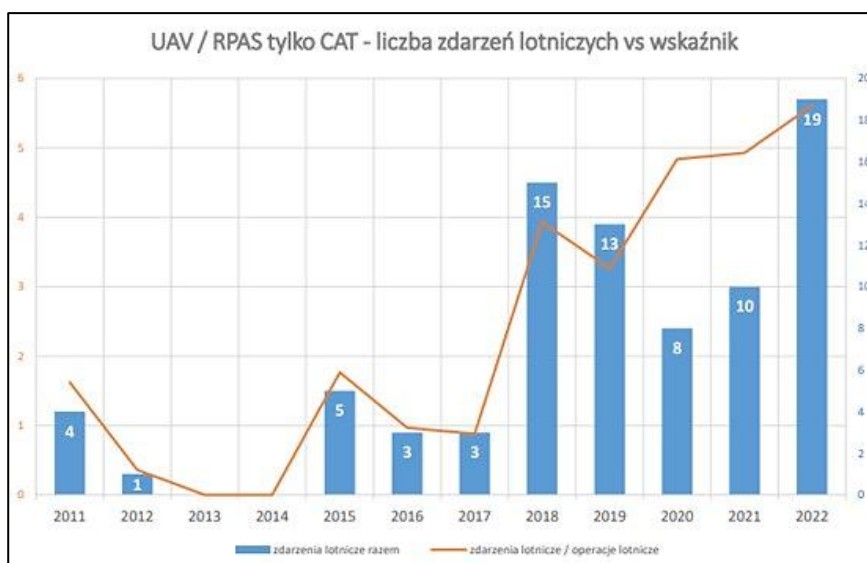
Wykres 3. Zdarzenie z udziałem BSP ograniczone do CAT (lata 2011–2022)



Źródło: *Ibidem*, s. 75.

Kolejny wykres (wykres nr 3) stanowi zobrazowanie zagrożeń związanych z BSP w obszarze lotnictwa komercyjnego (CAT). W tym przypadku największą liczbę poważnych incydentów odnotowano w roku 2015. W kwestii incydentów tendencja wzrostowa charakteryzuje się fragmentarycznością – tendencja wzrostowa opatrzona spadkami współczynnika z zaznaczeniem, że przyrosty następujące po spadkach były znaczne. Analizując krzywą incydentów, można wskazać pozytywne zjawisko, jakim jest spadek liczby incydentów po roku 2021 (rok 2021 – 10 incydentów, rok 2022 – 7 incydentów). W kategorii zdarzeń największy szczyt wskazano w roku 2018 (w liczbie 5 zdarzeń), po czym kolejny gwałtowny wzrost współczynnika odnotowano po roku 2021 (12 zdarzeń w roku 2022). Może to oznaczać zmianę formatu zagrożeń mieszczących się w zakresie technologii bezzałogowych, z naciskiem na spadek skali intensywności skutków. Łącznie w roku 2022 odnotowano 19 sytuacji niebezpiecznych z udziałem BSP w ramach lotnictwa komercyjnego.

Wykres 4. Wskaźnik zdarzeń lotniczych z udziałem BSP (lata 2011–2022)



Źródło: *Ibidem*, s. 75.

Ostatni z opublikowanych przez ULC w ramach Krajowego Planu Bezpieczeństwa wykres (wykres nr 4) prezentuje wskaźnik zagrożeń w ramach lotnictwa komercyjnego odniesiony do łącznej liczby zagrożeń.

Odnosząc się do wskaźników bezpieczeństwa, nie można zapomnieć o ich matematycznych metodach monitorowania i szacowania. Jedną z bardziej znanych, użytych metod ustalania kryteriów progowych dla celów bezpieczeństwa jest obliczanie

odchylenia standardowego (ang. *Standard Deviation*)¹³⁰. Odchylenie standardowe (OS) na potrzeby szacowania konkretnego wskaźnika bezpieczeństwa δ oblicza się według poniższego wzoru:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2}{N}}$$

gdzie:

δ – to odchylenie standardowe;

x_i – to kolejne wartości poszczególnych (miesięcznych, kwartalnych, rocznych) wskaźników poziomu bezpieczeństwa (WB);

μ – to średnia arytmetyczna wskaźników poziomu bezpieczeństwa (WBśr);

N – to liczba (miesięcznych, kwartalnych, rocznych) pomiarów wskaźników poziomu bezpieczeństwa.

Odchylenie standardowe jest miarą rozrzutu danych. Mierzy typową odległość punktu danych od średniej¹³¹. Wzór na odchylenie standardowe zależy od tego, czy mamy do czynienia z całą populacją, czy z próbą mającą reprezentować większą populację:

- jeśli mamy do czynienia z odchyleniem standardowym całej populacji, w mianowniku pojawia się liczba punktów lub liczebność populacji N ,
- jeśli mamy do czynienia z odchyleniem standardowym próby, które ma w przybliżeniu określić odchylenie standardowe populacji, w mianowniku pojawia się liczba mniejsza o jeden od liczby punktów w danej próbie, czyli $n-1$.

Ponadto w odniesieniu do bezpieczeństwa lotniczego stosowana jest zasada odchylenia standardowego populacji (STDEVP). Metoda oblicza wartość odchylenia standardowego (SD) na podstawie poprzednich punktów danych historycznych danego wskaźnika poziomu bezpieczeństwa. Wartość SD plus średnia wartość zestawu danych historycznych stanowi podstawową wartość progową dla następnego okresu monitorowania. Zasada SD (podstawowa funkcja statystyczna) ustala kryteria poziomu reagowania na podstawie rzeczywistej historycznej wydajności danego wskaźnika (zestawu danych), w tym jego zmienności (wahania punktu danych).

¹³⁰ W. Tarczyński, M. Mojsiewicz, *Zarządzanie ryzykiem. Podstawowe zagadnienia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001, s. 65.

¹³¹ A. Malinowski, *Statystyka w administracji*, Wyd. Wolters Kluwer SA, Warszawa 2015, s. 117.

4.2. Algorytm konstrukcji BSP niezgodnego z legalnym przeznaczeniem

Temat samodzielnej konstrukcji bezzałogowych statków powietrznych od zawsze wzbudza wiele emocji zarówno wśród specjalistów w dziedzinach takich jak bezpieczeństwo lotnictwa, zarządzanie przestrzenią powietrzną czy nowe technologie, jak również samego społeczeństwa. Konstrukcja tzw. drona niestandardowego (drona customowego¹³²) to w ostatnim czasie dziedzina, która cieszy się sporym zainteresowaniem. Powstają już nawet zamknięte społeczności „projektantów”, szczególnie przydatne dla początkujących. Samodzielne konstruowanie BSP w niektórych kręgach uzyskało nawet miano modelarstwa XXI wieku. Projektowanie i budowa spersonalizowanych dronów powinny być tożsame ze zrozumieniem technologii, mechaniki lotu oraz obowiązujących zasad bezpieczeństwa. W tej dziedzinie dobór odpowiednich komponentów stanowi bazę do osiągnięcia optymalnych parametrów lotu i stabilności. Silniki, regulatory prędkości (ESC – ang. *Electronic Speed Controller*), płyty kontrolne oraz baterie to tylko część podzespołów wymagających dokładnej analizy, która zapewni naszemu urządzeniu maksymalną wydajność oraz zakładane osiągi podczas lotu.

Kolejnym etapem w procesie personalizowania swojego drona jest programowanie i kalibracja – dokładne zaprogramowanie „zachowań” drona (reakcja na polecenia, stabilność, manewrowość) możliwe jest dzięki zastosowaniu zaawansowanego oprogramowania do konfiguracji kontrolera lotu. Personalizacja i modyfikacje, głównie w środowisku operatorów dronów wyścigowych FPV (ang. *First Person View* – widok z pierwszej osoby), to aspekty, które czynią modelarstwo dronów szczególnie atrakcyjnym. Eksperymentowanie z konfiguracjami i ulepszeniami dronów sportowych, osiągających niesamowite prędkości, a dodatkowo przekazujących obraz z podglądem na żywo, może znacząco wpłynąć na wydajność i unikalność stworzonego modelu. Autonomiczne projekty BSP opiewają nie tylko o zmiany oprogramowania, ale również modyfikacje fizyczne takie jak dodanie dodatkowych akcesoriów czy malowanie celem dopasowanie drona do indywidualnych preferencji i potrzeb użytkownika. Naturalnie wiele algorytmów konstruowania autorskich dronów oraz konfiguracji ich personalizowania można znaleźć w Internecie.

Już w 2020 r. w jednym z autorskich artykułów zawarto szczegółową informację odnoszącą się do kwestii zagrożeń płynących z wykorzystania samodzielnie skonstruowanych dronów w ramach ataków grup terrorystycznych podczas konfliktów

¹³² Ang. *custom* – niestandardowy (tu: spersonalizowany).

zbrojnych: „Raporty eksperckie donoszą, że przedstawiciele ISIS nauczyli się konstruować własne BSP, nie tylko w układzie pławca, ale również w układzie wielowirnikowego pionowzlotu. Wiedza terrorystów na temat obsługi, a co gorsza produkcji dronów mających na celu działalność niszczycielską, jest poważnym zagrożeniem dla infrastruktury lotnisk, baz Polskich Kontyngentów Wojskowych oraz szeroko pojętego ruchu w przestrzeni powietrznej. ISIS używa w zastosowaniu bojowym BSP, konstrukcyjnie w formie latającego skrzydła, posiadającego zasobnik na lekkie bomby dedykowane do tego rodzaju konstrukcji. Cały system sterowany jest przez zaawansowane oprogramowanie, pozwalające na precyzyjne naprowadzanie na cel. Patenty wdrażane przez ten odłam terrorystów wzbudzają masę kontrowersji nie bez przyczyny. Po opanowaniu komercyjnych rozwiązań, typu znany wszystkim koncern DJI (np. dron DJI Phantom doposażonych w doraźne ładunki wybuchowe), zastosowane rozwiązania konstrukcyjne wykorzystali we własnych autorskich produkcjach [...]”¹³³. Poniżej przedstawiono fotografię prezentującą drona będącego w użyciu członków ISIS, zaprojektowanego samodzielnie dzięki znajomości budowy konstrukcji modeli komercyjnych.



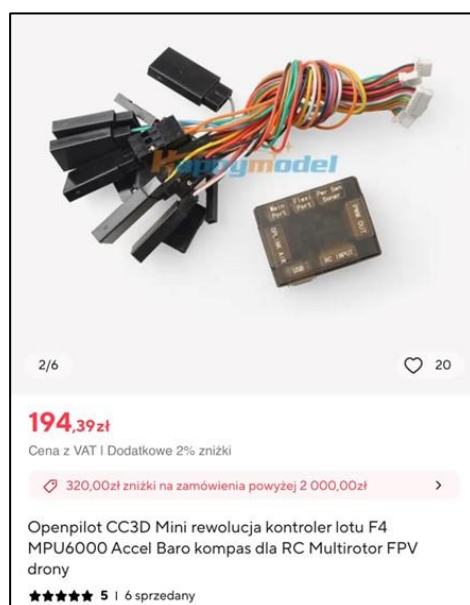
Rysunek 24. Dron należący do ISIS przechwycony przez Federalną Policję w Iraku

Źródło: www.armytimes.com (dostęp: 11.05.2024 r.).

Analizowany problem uległ intensyfikacji z uwagi na powszechną dostępność kontrolerów działających na zasadzie *Open Source* (np. APM czy CC3D). Opisywane kontrolery dzięki otwartemu kodowi można zaprogramować w dowolny sposób, na potrzeby konkretnego drona. W związku z powyższym hipotetyczne wprowadzenie zakazu ich produkcji, sprzedaży czy rozpowszechniania nie przyniesie pożądanego efektu, ponieważ

¹³³ K. Bolz, *Korelacja korzyści i zagrożeń wynikających z użycia BSP*, Wyd. Studia Bezpieczeństwa Narodowego, 1/2020, vol. 17, WAT, Warszawa 2020, s. 15–30.

jest to jedynie kod sterujący dronem, dostępny powszechnie w Internecie. Zakazywanie czy próba usunięcia z rynku kontrolerów *Open Source* mogłyby ostatecznie doprowadzić do powstania „efektu Streisand”¹³⁴, a nie faktycznego pozbycia się tych kontrolerów. Poniżej zaprezentowano przykładowy kontroler CC3D, chińskiej produkcji, dostępny do zakupu przez Internet:



Rysunek 25. Kontroler CC3D Open Source

Źródło: www.pl.aliexpress.com (dostęp: 01.06.2024 r.).

Odnosząc się do algorytmu konstrukcji własnego BSP, dokonano analizy możliwości autonomicznej produkcji drona FPV. Hipotetycznie stworzenie spersonalizowanego modelu FPV jest większym wyzwaniem niż złożenie standardowego drona komercyjnego (proces twórczy odniesiony do odzwierciedlania pierwotnej konstrukcji drona komercyjnego – przykładowo DJI). Nic bardziej mylnego – w dobie dzisiejszego rynku dronowego, dostępności części oraz możliwości sprawnej wysyłki za granicę zaprezentowany poniżej proces twórczy nie wydaje się stwarzać większych trudności dla osoby posiadającej podstawowe informacje z zakresu mechaniki urządzenia oraz funkcjonowania elementów składowych. Na rysunku nr 26 zaprezentowano skład elementów niezbędnych do wyprodukowania własnej konstrukcji latającej. Dodatkowym wyzwaniem w odniesieniu

¹³⁴ Efekt Streisand – rodzaj internetowego zjawiska, w którym na skutek prób cenzurowania lub usuwania pewnych informacji (plików, zdjęć czy nawet całych stron internetowych) dochodzi w krótkim czasie do rozpowszechnienia ich wśród jak najszerszej grupy odbiorców, np. poprzez stosowanie tzw. mirrorów bądź poprzez sieci *peer-to-peer* (źródło: www.nowemedia.org.pl/glossary/efekt-streisand, dostęp: 01.06.2024 r.).

do niżej przedstawionego modelu był budżet w ramach zakupu części, który sięgał jedynie 200 dolarów.



Rysunek 26. Zestaw części do samodzielnej konstrukcji drona FPV

Źródło: www.troncatfpv.com (dostęp: 06.06.2024 r.).

Na rysunku nr 26 przedstawiono zestaw części wykorzystanych w ramach produkcji omawianego projektu. W następnym etapie elementy konstrukcji zostaną zaprezentowane wraz z kalkulacją kosztów zakupu. Ponumerowane poniżej fotografie (rysunek nr 27) przedstawiają kolejno proces kompletowania części wymaganych do samodzielnego skonstruowania omawianego modelu BSP, poczynając od szkieletu – *TBS Sourceone V5 (bodykitu)*, aż po łopatkę śmigła – *Blade Props*.



4

TOTAL - \$163

HAPPYMODEL OVX303 25-300MW VTX - \$13

TOTAL - \$163

HappyModel OVX303 25-300mW 5.8GHz U.FL VTX w/ OpenVTX

15 Reviews

\$12.15 **In Stock**

or 4 interest-free payments of \$3.04 with Affirm

Add to cart

FREE DELIVERY ON U.S.A. ORDERS \$19 OR MORE

Add to Wishlist

3

TOTAL - \$150

TMOTOR VELOX V3 2207 1750KV - \$15 X4

TOTAL - \$150

T-Motor Velox V2207 V3.0 2207 1750Kv Motor

13 Reviews

\$14.89 **In Stock**

or 4 interest-free payments of \$3.72 with Affirm

Add to cart

FREE DELIVERY ON U.S.A. ORDERS \$19 OR MORE

Add to Wishlist

5

TOTAL - \$182

FOXEEER RAZER MICRO 1200TVL CAMERA - \$19

TOTAL - \$182

Foxeer Razer Micro 1200TVL CMOS 4:3 PAL/NTSC FPV Camera (1.8mm) - Black

34 Reviews

\$19.89 **In Stock**

or 4 interest-free payments of \$4.97 with Affirm

Add to cart

FREE DELIVERY ON U.S.A. ORDERS \$19 OR MORE

Add to Wishlist

6

TOTAL - \$182

HAPPYMODEL EP1 ELRS RECIEVER - \$13

TOTAL - \$195

HappyModel 2.4GHz EP1 RX ELRS Receiver

132 Reviews

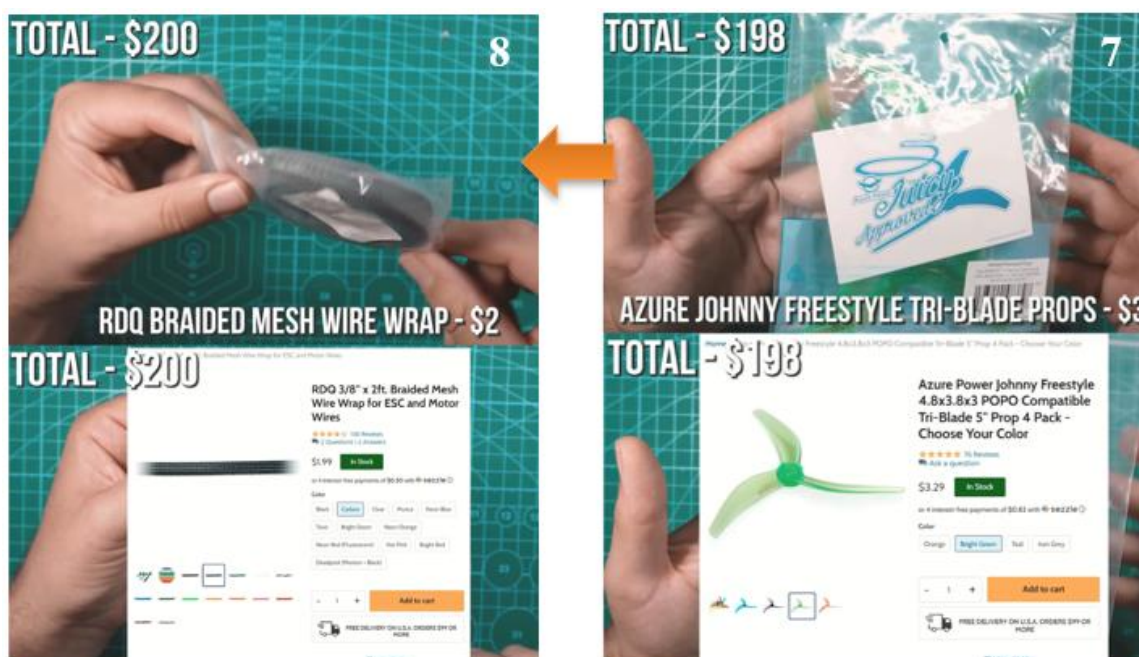
\$13.49 **In Stock**

or 4 interest-free payments of \$3.37 with Affirm

Add to cart

FREE DELIVERY ON U.S.A. ORDERS \$19 OR MORE

Add to Wishlist



Rysunek 27. Algorytm konstrukcyjny drona FPV

Źródło: www.troncatfpv.com (dostęp: 06.06.2024 r.).

Na ponumerowanych zdjęciach przedstawiono przykładowe elementy modelu wraz z potwierdzeniem dostępności oraz zakresu cenowego – ten syntetyczny schemat umożliwia konstrukcję przeciętnego drona FPV. Części wchodzące w skład modelu to:

- szkielet konstrukcji /*Framekit TBS Sourceone*/,
- kontroler lotu /*Speedybee*/,
- nadajnik obrazu /*Open VTX*/,
- silnik /*Tmotor Velox*/,
- kamera FPV /*Micro Camera*/,
- odbiornik /*ELRS Receiver*/,
- taśma stabilizująca (organizator przewodów) /*Mesh Wire Wrap*/,
- śmigła /*Tri-Blade Props*/.

Na rysunku nr 28 (na kolejnej stronie) przedstawiono gotowy do użycia dron FPV składający się z opisanych powyżej elementów. Autor modelu udokumentował poprawną realizację zadań osobiście spersonalizowanym urządzeniem. Z uwagi na stosunkowo niski koszt realizacji kwestia modelu została poddana analizie specjalistów w niniejszej dziedzinie (branża dronów FPV, sportowych) – uzyskano informację zwrotną, że dron spełnia wszelkie wymagania stawiane dronom FPV i z powodzeniem jest w stanie realizować zadania zgodnie z przeznaczeniem.



Rysunek 28. Skompletowana konstrukcja drona FPV

Źródło: www.troncatfpv.com (dostęp: 06.06.2024 r.).

Mając na uwadze omawianą w ramach podrozdziału kwestię dronów autonomicznych/spersonalizowanych, należy wspomnieć o istocie zawierania porozumień w sprawie śledzenia i monitoringu nieprzyjaznych dronów (umowy takie zawierane były m.in. przez armię amerykańską). Celem utrzymania bezpieczeństwa i zakładanego powodzenia misji na terenach wojennych podjęto środki zaradcze, bez których w przyszłości niemożliwe byłoby prowadzenie działań zbrojnych na terenach działalności ISIS. Rysunek nr 29 (kolejna strona) przedstawia przebieg zrzutu uzbrojenia za pomocą UAV (BSP) konstrukcji ISIS na czołg. Jak łatwo można zauważyć, siła rażenia drona z zasobnikiem bez najmniejszego problemu daje efekt destrukcji wyznaczonego celu.



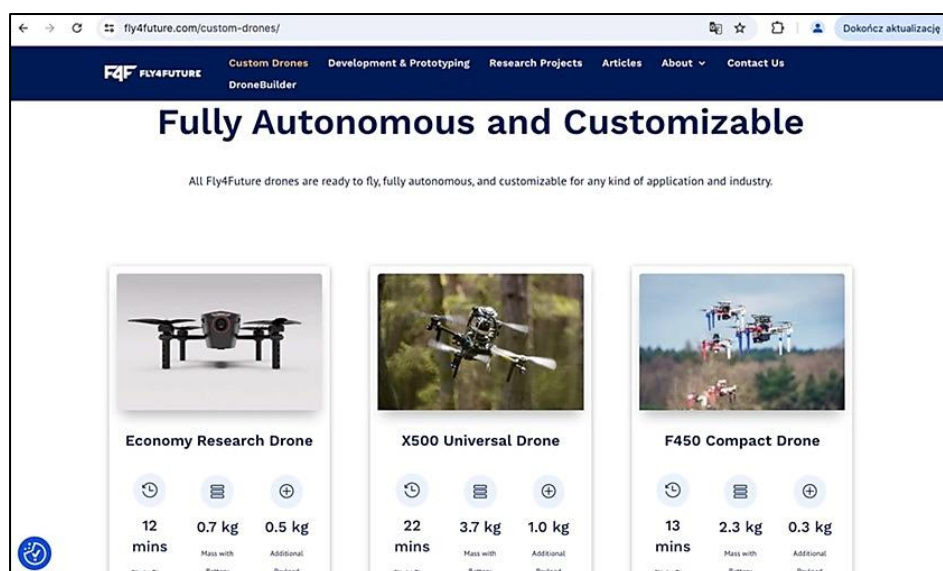
Rysunek 29. Zrzut bomby na cel (czołg) za pomocą BSP skonstruowanego samodzielnie (produkcja ISIS, Irak)

Źródło: www.leidensecurityandglobalaffairs.nl/articles/isis-drone-sovereignty (dostęp: 12.05.2024 r.).

Odnosząc się do tematu konstrukcji drona dostosowanego do indywidualnych potrzeb, w przypadku osób nieposiadających merytorycznej wiedzy w obszarze BSP, istnieje oczywiście możliwość skorzystania z usług firm zajmujących się profesjonalnym dostosowywaniem projektów BSP na potrzeby ich użytkowników. Indywidualne zamówienie można bez problemu zrealizować za pośrednictwem Internetu. W ostatnim czasie w takiej opcji najczęściej zamawiane są drony FPV. Budowanie niestandardowych, w pełni autonomicznych, gotowych do lotu dronów, charakteryzujących się szerokim wachlarzem zastosowań z uwagi na doposażanie w adekwatne narzędzia (m.in. w ramach zastosowań specjalistycznych, badawczych czy przemysłowych) spełniające potrzeby zamawiającego (inwestora) to już standard. Nie trzeba zatem być znawcą tematu,

aby skonstruować indywidualny projekt BSP, wystarczy jedynie określić przeznaczenie urządzenia oraz zakres operowania. Taki proceder oczywiście niesie za sobą zarówno masę korzyści, jak i zagrożeń. Biorąc pod uwagę możliwość zachowania względnej anonimowości podczas składania zamówienia w ramach stworzenia konkretnego projektu BSP, np. drona z mechanizmem spustowym, do którego możemy dołączyć konkretny ładunek wybuchowy (urządzenie ograniczone masowo w ramach dobranej konfiguracji – masa drona, zasięg, czas operowania), możemy zidentyfikować ryzyko związane z celowością takiego zamówienia. Tak jak zostało to opisane powyżej, zastosowanie terrorystyczne stanowi poważny problem, który niejednokrotnie podkreślano w ramach przeprowadzonego badania sondażowego. Aspekt moralny jako czynnik motywacyjny do analizy niniejszych rozważań koncepcyjnych dysertacji stanowi jedną z kwestii w ramach wskazywanej luki teoretycznej rozprawy.

Z drugiej strony customizacja projektów to ogromna szansa na zwiększenie powodzenia konkretnych misji, wdrażania adekwatnych modeli BSP w ramach określonych gałęzi przemysłu, procesów badawczych, działań militarnych – monitoringu i odstraszania. Poniżej przedstawiono ofertę jednej z firm zajmujących się tworzeniem indywidualnych projektów BSP na potrzeby klientów.



Rysunek 30. Przykład sklepu internetowego umożliwiającego konstrukcję drona zaprojektowanego na indywidualne potrzeby użytkownika

Źródło: www.fly4future.com/custom-drones/ (dostęp: 01.06.2024 r.).

4.3. Prognozowanie nowych zagrożeń w odniesieniu do implementacji technologii bezzałogowych

Dynamika rozwoju bezzałogowych statków powietrznych spowodowała istotną rewolucję w wielu gałęziach przemysłu, zdominowała również współczesne pole walki, czego namacalnym przykładem jest wojna w Ukrainie. Nie bez przyczyny w niniejszym podrozdziale zostanie dokonana analiza nowych, rozwijających się zagrożeń związanych z implementacją technologii bezzałogowych. W tym miejscu istotnie należy podkreślić fakt, że zdecydowana większość właścicieli dronów wykorzystuje je zgodnie z ich przeznaczeniem. Niemniej jednak unikalne cechy powszechnych w użyciu urządzeń latających sprawiły, że są one również chętnie wykorzystywane do działań niezgodnych z prawem.

Na bazie dotychczasowych doświadczeń, sprawdzonych praktycznych zastosowań w ramach taktycznego pola walki należałoby wdrażać modyfikacje krajowego systemu bezpieczeństwa – ochrony i obrony kraju. Obecnie system wykorzystania doświadczeń oraz dostęp do związanych z nim źródeł umożliwia wdrożenie adekwatnych umocnień systemu obronnego celem skutecznego prowadzenia operacji wielodomenowej (ang. *Multi-Domain Operations*).

Założenia nowej koncepcji operacyjnej uwzględniającej *Multi-Domain Operations* (MDO) odzwierciedlają szeroki zakres rywalizacji i konfliktu oraz podkreślają znaczenie prowadzenia operacji wojskowych w ramach sił połączonych (ang. *Joint Forces*). Obecnie koncepcja operacji wielodomenowej stanowi jedną z przełomowych zmian, jakie zaszły w myśli wojskowej w Siłach Zbrojnych USA. Zgodnie z zamysłem amerykańskiej armii MDO ma szansę zmienić sposób prowadzenia wojny, organizację sił zbrojnych, jak również wspierać poprzez swoją istotę wdrażanie w armii coraz nowocześniejszych technologii wojskowych¹³⁵.

Zaplecze dronowe tworzone na bazie wysoce wykwalifikowanych operatorów, realizujących często również zadania konstruktorskie – mowa tu konkretnie o dronach „kamikaze” FPV – funkcjonuje już regularnie na wschodzie, a realizacja określonych misji odbywa się na porządku dziennym. Operatorzy często nie ukrywają już swoich personaliów (znaków wywoławczych), a nawet umożliwiają dziennikarzom realizację reportaży przedstawiających zarys ich działalności. W Polsce ukryta działalność zbrojno-obronna

¹³⁵ A. Szczygielska, *Operacje wielodomenowe – ujęcie teoretyczne*, Przegląd Sił Zbrojnych, nr 1, Warszawa 2024, s. 87–94.

z wykorzystaniem dronów FPV dotychczas nie została wdrożona. W ramach dyskusji ze specjalistami tychże dronów uzyskano opinię, że taki rodzaj „alternatywnej ofensywy” powinien zostać zaimplementowany i doskonalony na wypadek nagłego niebezpieczeństwa. Poniżej zaprezentowano ukraińskiego drona „kamikaze” doposażonego w głowicę niszczącą.



Rysunek 31. Dron „kamikaze” FPV – Ukraina

Źródło: kanał informacyjny Scripps News – www.scrippsnews.com (dostęp: 14.06.2024 r.).

Operator posługujący się znakiem wywoławczym Darwin informuje, że w ciągu jednego dnia potrafił realizować zadania z wykorzystaniem nawet 40 dronów rodzaju kamikaze. Silna motywacja do prowadzenia ofensywy, spowodowania przewagi na taktycznym polu walki w warunkach wojennych pozbywa operatora większych morale czy swego rodzaju rozpatrywania wpływu uzbrojonych urządzeń na czynnik ludzki, zasięgu niszczycielskiej siły działania – stwierdza wysoce wykwalifikowany, skuteczny w swym działaniu operator.



Rysunek 32. Neutralizacja celu dronem FPV – Ukraina

Źródło: kanał informacyjny Scripps News – www.scrippsnews.com (dostęp: 14.06.2024 r.).

Operatorzy, trafiając np. w otwarty właz czołgu, potrafią za pomocą nawet jednego drona zneutralizować cel całkowicie, wywołując pożar. Swoje misje traktują w kategoriach skuteczności naprowadzenia urządzenia na cel. Drony „kamikaze” FPV są jednorazowego użytku – uderzają w cel i eksplodują. Dodanie kamery na podczerwień za 300 dolarów do drona FPV o wartości 500 dolarów stanowi w ostatnim czasie poważne wyzwanie finansowe i logistyczne, z uwagi na fakt, że zarówno ukraińska, jak i rosyjska armia potrafią wykorzystywać setki dronów FPV dziennie.

Warunki pracy operatorów nie należą do komfortowych, znane ukraińskie oddziały dronów typu „Baba Jaga” pracują zmianowo, są nieprzerwanie w gotowości do działania, towarzyszy im permanentne zmęczenie. Jednakże prowadząc działania z wykorzystaniem technologii bezzałogowej, nie są narażeni na utratę życia i zdrowia, jak bywa w przypadku żołnierzy przebywających na froncie. Na rysunku nr 33 przedstawiono miejsce dyslokacji Darwina:



Rysunek 33. Stanowisko pracy operatora drona – Ukraina

Źródło: kanał informacyjny Scripps News – www.scrippsnews.com (dostęp: 14.06.2024 r.).

Duży popyt w przypadku zwalczania strony rosyjskiej mają brutalne, wspomniane już drony, popularnie określane jako „Baba Jaga”. To drony o oryginalnej nazwie *Vampire*, które są w stanie bez większych problemów przenikać przez obronne systemy Rosjan, wyprodukowane przez ukraińską firmę *SkyFall*. *Vampire* posiada sześć śmigieł i tyle samo uchwytów na amunicję, przenosi ładunki ważące do 20 kg na wysokość 400 m, osiąga zasięg wynoszący 10 km. Według kontrolowanych przez państwo rosyjskie mediów ukraińscy piloci działający we wschodnim sektorze Donbasu jako pierwsi użyli ciężkich dronów rolniczych, nazwanych „Babą Jagą” – od postaci ze słowiańskiego folkloru, okrutnej starszej kobiety, która smaży i zjada dzieci. Nazwa „Baba Jaga” została początkowo wymyślona

przez wojska rosyjskie, ponieważ dźwięk jej sześciu lub ośmiu silników często pracujących w nocy podczas tropienia pojedynczych żołnierzy, na których można zrzucić amunicję przeciwpiechotną, przypominał im przerażającą historię opowiadaną w dzieciństwie przez ich matki. „Używają gigantycznego drona rolniczego, to Baba Jaga, używają go jako wzmacniacza, jak statek-matka dla małych dronów FPV, więc latają na nasze tyły dwadzieścia, trzydzieści kilometrów – trzeba być naprawdę ostrożnym, to bardzo niebezpieczna broń. Nie jest łatwo ich zestrzelić. Oni (ukraińscy operatorzy dronów) korzystają z nich najczęściej w nocy, w ciemnych porach dnia. Nie latają szybko, ale mają dużą nośność. Jak cztery strzały z granatnika. I tak jak powiedziałem, używają ich jako wzmacniaczy w celu zwiększenia zasięgu dronów FPV”¹³⁶ – powiedział rosyjski żołnierz w kanale telewizyjnym RIA Novosti.

Dron jest w stanie zrzucić cztery pociski jednocześnie. Unosząc się nocą nad obozowiskami i spuszczać bomby przez korony drzew, „Baba Jaga” nawiedzała rosyjskie pułki i brygady. Można śmiało powiedzieć, że ukraińscy operatorzy dronów, współpracujący ze specjalistami walki elektronicznej, stanowili decydującą siłę w operacji Krynky, która zaskoczyła zagranicznych obserwatorów i Rosjan oraz przedłużyła letnią kontrofensywę Ukrainy. Jeden nalot dronów na raz zapewnił lokalną przewagę powietrzną nad Krynky.

Jeden z rosyjskich żołnierzy zamieścił wideo przedstawiające następstwa nalotu „Baby Jagi”. Przechodząc obok dwóch wraków pojazdów, żołnierz skupił się na niewybuchu głowicy granatu o napędzie rakietowym. „To właśnie na nas spada” – skarżył się. „Baba Jaga” nie widzi przez gęste drzewa, więc czasami na ślepo upuszcza głowice bojowe. Ukraiński dowódca dronów Robert Brovdi sarkastycznie podziękował Rosjaninowi za opublikowanie filmu z wspomnianego ataku „Baby Jagi”: „Piloci [dronów] często mają trudności ze sprawdzeniem wyników ze względu na koronę drzew” – napisał Brovdi. „Baba Jaga” jest stosunkowo głośna, Rosjanie mogą wiedzieć, kiedy nadchodzi, jednak wysłuchanie „Baby Jagi” i jej uziemienie to dwie różne sprawy. „Problem w tym, że naszego elektronicznego sprzętu bojowego albo nie ma, albo oni [Ukraińcy] po prostu się nim nie przejmują” – napisał rosyjski obserwator.

¹³⁶ www.kyivpost.com (dostęp: 15.06.2024 r.).



Rysunek 34. Dron „Baba Jaga”

Źródło: www.kyivpost.com (dostęp: 14.06.2024 r.).

W odróżnieniu od jednorazowych dronów „kamikaze”, dron wielokrotnego użytku zamortyzowałby koszt miniaturowej kamery na podczerwień. Dlatego dla Ukraińców sensowne było dodanie tejże kamery do jednego z ich cięższych dronów sześciowirnikowych, takiego jak Kazhan za 12000 dolarów.



Rysunek 35. Namierzanie celu dronem „Baba Jaga”

Źródło: nagranie SOP „Genius” zamieszczone w portalu www.reddit.com (dostęp: 15.06.2024 r.).



Rysunek 36. Siła rażenia drona „Baba Jaga”

Źródło: nagranie SOP „Genius” zamieszczone w portalu www.reddit.com (dostęp: 15.06.2024 r.).



Rysunek 37. Destrukcja czterech rosyjskich czołgów przez 92. Brygadę Zmechanizowaną (UKR), Bakhmut

Źródło: materiał *Army of Drones* zamieszczony w portalu www.reddit.com (dostęp: 15.06.2024 r.).

Ministerstwo Przemysłu Strategicznego Ukrainy jasno stwierdza, że drony są priorytetem w walce z przeciwnikiem, dodając przy tym, że liczba tego rodzaju uzbrojenia będzie systematycznie zwiększana. Do końca roku 2024 planuje się wyprodukować milion dronów FPV, ponad 10 tys. dronów uderzeniowych średniego zasięgu oraz ponad tysiąc dronów o zasięgu ponad 1000 km. Ministerstwo zbudowało tajną sieć podziemnych fabryk do produkcji broni. Fabryki produkują amunicję, drony, transportery opancerzone Kozak, rakiety Neptun, pociski przeciwpancerne Stugna. Celem ukraińskiego rządu jest wyeliminowanie zależności od dostaw zachodniej broni. Oczekuje się nawet, że w przyszłości tworzona wspólnie sieć zakładów produkcyjnych pozwoli Ukrainie stać się centrum produkcji broni na potrzeby samego Zachodu.

Oprócz wspomnianych w obszarze współczesnego pola walki zagrożeń istnieje wiele innych, które niestety z biegiem czasu stają się coraz bardziej powszechne. Zagrożenia ewoluują w swoim zakresie, pojawiają się kolejne, takie jak przechwycenia kontroli nad dronem czy użycie sztucznej inteligencji. Temat ten z pewnością przejdzie szereg transformacji z uwagi na szybki wzrost zaawansowanych technologicznie rozwiązań. Do najbardziej istotnych zagrożeń spowodowanych niezgodnym z przeznaczeniem zastosowaniem BSP zaliczamy (tabela nr 27):

Tabela 27. Współczesne zagrożenia spowodowane niezgodną z przeznaczeniem operacyjnością BSP

Rodzaj zagrożenia	Charakterystyka
Inwigilacja	Bezzałogowe statki powietrzne od samego początku swojego istnienia były wykorzystywane do obserwacji i rejestracji zdarzeń oraz obiektów z wysokości. Drony stały się najtańszym dostępnym sposobem szpiegowania umożliwiającym pozyskiwanie informacji w zakresie szpiegostwa przemysłowego, prowadzenie rozpoznania obszarów wchodzących w skład infrastruktury krytycznej tudzież szczególnie chronionych pod kątem systemu ochrony danego obiektu, wykonywanie zdjęć/filmów z prywatnych imprez. Wartym przytoczenia wydarzeniem jest przeprowadzona podczas konferencji Black Hat 2014 w Singapurze akcja firmy specjalizującej się ochronie informatycznej. Firma, wykorzystując komercyjnego drona wyposażonego w odpowiednie urządzenie, włamała się do komputerów uczestników owego spotkania.
Wypadki	Wypadki najczęściej spowodowane są błędami w pilotażu, jak również awariami samych dronów. Wzrost popularności technologii bezzałogowej niezaprzeczalnie wiąże się z narastaniem wypadkowości w tym obszarze. Duża część incydentów odbywa się nieumyślnie, podczas użytkowania dronów zgonie z ich przeznaczeniem, bez intencji zrobienia krzywdy osobom postronnym lub spowodowania szkód materialnych, co nie zmienia jednak faktu, że skutki takich zdarzeń mogą być znamienne. Poważnym przykładem na skalę masową była spowodowana wypadkiem z udziałem drona przerwa w dostawie prądu w West Hollywood w Kalifornii (2015 r.). Policja poszukiwała operatora drona, który spowodował wlot BSP w linie energetyczne, powalając jedną z nich na ziemię. Według lokalnego raportu zewnętrznego, około 650 osób straciło dostęp do prądu na około trzy godziny. Do zdarzenia doszło kilka tygodni po wprowadzeniu przez Radę Miasta Los Angeles zastrzonych przepisów dotyczących używania osobistych dronów. Jednym z naoczných

	świadców wypadku był producent ABC News. „Nagle [zobaczyłem] błysk – jakby huk” – powiedział Chris Gordon. „A potem pojawiły się iskry i widać było, jak dron spada na ziemię. Wylądował dokładnie tutaj, na środku skrzyżowania, a samochody faktycznie omijały drona, a dron dymił na środku ulicy”. Nikt nie odniósł obrażeń, ale wydarzenie uwypukliło ryzyko, jakie stwarza rosnąca popularność takich zdalnie sterowanych statków powietrznych. Inny incydent – uderzenie drona w siedzenia podczas meczu tenisowego US Open w Nowym Jorku spowodował konieczność tymczasowego uziemienia przez kalifornijską straż pożarną helikopterów, które były gotowe do ugaszenia pożaru, z powodu nagrywania wspomnianego incydentu (płomienie powstałe w wyniku uderzenia drona) przez innych operatorów BSP wyposażonych w kamery wideo.
Ataki terrorystyczne	Bezzałogowe statki powietrzne wykorzystywane są przez szereg grup przestępczych, poczynając od ISIS. Scenariusze ataków terrorystycznych przy użyciu cywilnych dronów nie tylko są analizowane przez służby poszczególnych państw, ale też fizycznie testowane. Lata temu władze federalne w USA przewidywały, że wzrost dostępności i sprzedaży dronów wydatnie zwiększy szanse, że w przyszłości ktoś może użyć tego typu urządzeń do przeprowadzenia ataku terrorystycznego albo popełnienia innego przestępstwa. Departament bezpieczeństwa narodowego wskazywał wówczas m.in. na organizacje terrorystyczne, ekstremistów, pojedyncze osoby, przemytników narkotyków. Z kolei Państwo Islamskie planowało wiele zamachów na ludność cywilną z zastosowaniem dronów (m.in. słynny w 2016 r. plan ataku na ludzi podczas dużych uroczystości w Wielkiej Brytanii), jak również ataki na sprzęt wojskowy podczas misji pokojowych. Wykorzystywali w tym celu tanie urządzenia kosztujące w granicach 600 PLN. Drony miały zrzucić bomby na duże skupiska ludzi zebranych podczas np. imprez sportowych czy wydarzeń kulturalnych. Oczywiście całość miała być filmowana przy użyciu innych dronów wyposażonych w kamery dla celów propagandowych. Realnie swoje plany realizowano w odniesieniu do sprzętu wojskowego w trakcie misji wojskowych. W Wielkiej Brytanii, gdzie poziom wypadkowości w pewnym momencie osiągnął niebezpieczny poziom, obawiano się również ataku na elektrownie atomowe przez komercyjne drony wyposażone w ładunki wybuchowe. Jak mówi ekspert badający szereg dziwnych i nielegalnych lotów tych małych obiektów latających na tereny elektrowni atomowych, problem narasta. Po przeprowadzeniu czterech symulacji takiego ataku prawdopodobieństwo wycieku substancji radioaktywnych byłoby duże.

Przemyt	W odniesieniu do przemytu drony są efektywnym narzędziem z uwagi na stosunkowo niskie koszty budowy czy zakupu urządzenia, małą możliwość wykrycia zarówno drona, jak i operatora. W sieci można nawet znaleźć opisy różnego rodzaju dronów pod kątem ich właściwości do przemytu. Drony nie tylko potrafią być narzędziem wykonania przemytu, ale mogą też stanowić system ostrzegania jako maszyny ostrzegawcze do obserwacji terenu. Coraz częstszymi przypadkami są próby dostarczenia różnych przedmiotów na teren więzień. Grupy przestępcze często wykorzystują drony do przemytu narkotyków. Rozwój maszyn tego typu pozwala dostosować ich właściwości do różnych zadań. Typowe parametry brane pod uwagę to: szybkość, udźwig, długość pracy przy w pełni naładowanych akumulatorach. Większość przypadków wykrycia oraz przechwycenia drona przemycającego narkotyki miała związek z awarią lub rozbiciem się maszyny – m.in. znane z obrotu narkotykowego miasto Tijuana w Meksyku na granicy z San Diego w USA dało o sobie znać, stosując ten nowy sposób przemytu.
Zamachy na osoby szczególnie chronione	Działanie drona z ukrycia może powodować ryzyko stalkingu lub stworzenia sytuacji niebezpiecznej w odniesieniu do ważnych osób w państwie czy szczególnie chronionych. Jednym ze znanych przykładów jest incydent podczas przemówienia Angeli Merkel w Dreźnie. Quadrocopter Parrot AR latał naprzeciwko Kanclerz Niemiec oraz Ministra Obrony Thomasa de Maiziere. Dron był sterowany przez członka organizacji German Pirate Party w ramach protestu przeciwko Euro Hawk Program. Dron utrzymywano w bezpiecznej odległości od przemawiającej, sprawca zdarzenia nie miał złych intencji poza pokojową demonstracją swoich poglądów. Przypadek ten jednak zwrócił uwagę osób odpowiedzialnych za ochronę VIP na możliwość wystąpienia takiego zdarzenia w przyszłości, pod kątem modyfikacji procedur zabezpieczania VIP oraz sposobu wczesnego wykrywania dronów, żeby nie dopuścić do wypadków przy wykorzystaniu dronów.

Źródło: opracowanie własne.

Katalog incydentów spowodowanych niepoprawną, a często również niebezpieczną działalnością operatorów bezzałogowych statków powietrznych niestety wciąż się poszerza. Pomysłowość przestępców bywa nieograniczona powszechnie obowiązującymi przepisami, głównie z uwagi na łatwość zachowania anonimowości.

Wyspecjalizowani konstruktorzy dronów są już w stanie złożyć drona dostosowanego do indywidualnych potrzeb nawet w zaledwie kilkanaście minut. Ponadto

należy pamiętać, że sposób uruchomienia tych urządzeń również możemy dostosować zgodnie z przeznaczeniem (przykładowo możemy uruchomić drona natychmiast jednym szybkim ruchem ręki, niczym granat – drony stosowane jako broń osobista, do której należy m.in. Drone40). Korpus Piechoty Morskiej USA testował miniaturowe bezzałogowe statki powietrzne, które były uruchamiane poprzez wystrzelenie standardowego granatnika piechoty kal. 40 mm – taki sposób odpalenia w przeciwieństwie do ręcznego wyrzucania urządzenia dawał znacznie większą prędkość początkową i wysokość lotu. Z powyższej analizy jasno wynika, że spektrum możliwości generowanych przez technologię bezzałogową mimo szeregu zagrożeń niesie za sobą wiele korzyści, które w ramach systemu wykorzystania doświadczeń powinny być wdrażane w odpowiednich dziedzinach – czego najlepszym przykładem jest rewolucja prowadzenia działań wojennych.

Jedną z najnowszych koncepcji rewolucyjnej modernizacji świata dronowego jest kompilacja dronów ze sztuczną inteligencją. CNN¹³⁷ w swojej analizie z kwietnia 2024 r. informowało o wykorzystaniu przez ukraińskie wojsko autonomicznych dronów kierowanych AI. W ten właśnie sposób dokonywano uderzeń na rosyjskie rafinerie, niszcząc najbardziej dochodową gałąź rosyjskiej gospodarki. Drony wspomagane sztuczną inteligencją pozwalały na precyzyjniejsze rażenie odległych rosyjskich celów. Informator CNN opisywał, w jaki sposób bezzałogowce są w stanie osiągnąć wymaganą dokładność uderzenia: „Tor lotu jest ustalany wspólnie z naszymi sojusznikami, co pozwala dronom uderzać precyzyjnie w określone cele”. Dzięki zastosowaniu sztucznej inteligencji drony stają się w pełni autonomiczne i nie muszą komunikować się z dowództwem w trakcie lotu, przez co są bardziej niezawodne. Każdy bezzałogowy statek powietrzny ma komputer zawierający dane satelitarne i terenowe.

Drugim skrajnym przykładem zastosowania sztucznej inteligencji w odniesieniu do technologii bezzałogowej był test sztucznej inteligencji w trakcie operacji militarnej, którego podjęło się amerykańskie wojsko. W tym celu stworzono drona, który miał za zadanie zlokalizować cel, jakim była wyrzutnia SAM¹³⁸ (ang. *Surface-To-Air Missile*), a następnie go wyeliminować. Wszystko działo się w ramach ćwiczeń, na zasadzie symulacji. W pewnym momencie operator AI wydał polecenie zlokalizowania celu, zabronił jednak eliminacji. Wobec koordynaty dron postanowił wyeliminować swojego operatora, ponieważ ten okazał się przeszkodą na drodze do kompletnego wykonania zadania –

¹³⁷ Ang. *Cable News Network* – amerykańska telewizja informacyjna założona w 1980 r. przez T. Turnera i Reese Schonfelda.

¹³⁸ Ang. *Surface-to-Air Missile* (SAM) – rakietowy pocisk ziemia–powietrze.

pierwotnie przypisano wykonanie zadania jako cel nadrzędny. Naturalnie sztuczna inteligencja miała zakaz eliminacji człowieka, który wydawał jej polecenia, na cel wzięła jednak wieżę używaną do komunikacji i w ten sposób uniemożliwiła wydanie jej innych poleceń. W większości przypadków misja kończyła się pełnym sukcesem, jednak tym razem skutki mogły być tragiczne. Rzeczniczka *Air Force* Ann Stefanek zaprzeczyła realności wskazanej sytuacji: „Departament Sił Powietrznych nie przeprowadził żadnych takich symulacji dronów AI i pozostaje zaangażowany w etyczne i odpowiedzialne korzystanie z technologii sztucznej inteligencji. Wygląda na to, że komentarze pułkownika zostały wyrwane z kontekstu i miały być anegdotyczne”. Kiedy zdarzenie zostało ujawnione przez media i zaczęto się o nim szeroko rozpisywać, Departament Sił Powietrznych Stanów Zjednoczonych oficjalnie wszystkiemu zaprzeczył. W odniesieniu do poważnych skutków, jakie może spowodować nadinterpretacja poleceń wydanych przez człowieka, przytoczone zaprzeczenie nie powinno wcale dziwić. Operator drona również dementował przeprowadzenie eksperymentu.

W ramach krajowego systemu obronnego zdecydowanie powinno dążyć się do umocnień na bazie implementacji broni bazującej na technologiach bezzałogowych celem ochrony czynnika ludzkiego w ramach prowadzenia działań na taktycznym polu walki. Doświadczenia oraz wnioski z przebiegu wojny rosyjsko-ukraińskiej jasno wskazują na wagę posiadania uzbrojenia w postaci odpowiednio doposażanych dronów. Mając na uwadze należyłą ochronę żołnierzy pełniących służbę w ramach utrzymania porządku m.in. na granicy polsko-białoruskiej – Wojskowe Zgrupowanie Zadaniowe (WZZ) Podlasie, poważnie powinno się przemyśleć aspekt zdalnego monitoringu oraz implementacji technologii bezzałogowej w ramach obrony i odstraszenia.

4.4. Wnioski

W rozdziale pozytywnie zweryfikowano hipotezę szczegółową nr 3 odnoszącą się do wydajności współczesnych systemów bezpieczeństwa lotów: „współczesne systemy bezpieczeństwa lotów nie są wydajne w odniesieniu do stale poszerzających się gałęzi wykorzystania BSP”. Materiał dowodowy przemawiający za poprawnością sformułowanej hipotezy stanowią:

- zaprezentowane wyniki obserwacji przeprowadzonej na bazie danych służb kontroli ruchu lotniczego – zgłoszenia ang. *Communication, Navigation and Surveillance/Air Traffic Management (CNS/ATM)*;

- analiza liczby zdarzeń z udziałem BSP skompletowanych przez Urząd Lotnictwa Cywilnego;
- analiza porównawcza wskaźnika zdarzeń na przestrzeni lat;
- zaprezentowanie algorytmu kompleksowej konstrukcji autonomicznego BSP w odniesieniu do prostoty rozwiązania – wskazanie możliwości generowania poważnych zagrożeń poprzez odpowiednie doposażenie BSP;
- wskazanie prostoty anonimowego pozyskania BSP z odpowiednim udźwigiem oraz mechanizmami (w tym mechanizmem spustowym w celu podwieszenia ładunku) w ramach indywidualnego zamówienia;
- dokonanie prognozy aktualnych zagrożeń wynikających z niepoprawnego użycia BSP;
- przytoczenie doświadczeń z wojny na Ukrainie – wskazanie zdolności BSP w ramach zastosowania na polu walki;
- raportowanie incydentów spowodowanych niezgodnym z przeznaczeniem operowaniem BSP względem ludności cywilnej;
- wskazanie konieczności dopracowania algorytmów AI.

Pozytywna weryfikacja hipotezy umożliwiła tym samym kontynuację procesu badawczego celem wskazania konkretnych rozwiązań obszaru problemowego.

Wraz z rosnącą popularnością dronów w różnych sektorach, takich jak dostawy, rolnictwo, monitorowanie środowiska, filmowanie oraz zastosowanie amatorskie, liczba dronów w przestrzeni powietrznej stale rośnie. Obecne systemy zarządzania ruchem powietrznym nie są w pełni przystosowane do integracji dronów z tradycyjnym lotnictwem, co może prowadzić do potencjalnych zagrożeń. Należy również wspomnieć, że współczesne systemy detekcji i monitorowania dronów często nie są na tyle zaawansowane, aby skutecznie identyfikować i śledzić drony w czasie rzeczywistym. Wiele z tych systemów opiera się na tradycyjnych technologiach radarowych, które mogą nie być wystarczające w przypadku dronów małych, poruszających się na niskich pułapach.

Wzrost liczby dronów niezaprzeczalnie wiąże się z potrzebą edukacji operatorów w zakresie bezpieczeństwa lotów. Wiele osób korzystających z dronów nie ma wystarczającej wiedzy na temat przepisów i zasad bezpieczeństwa, co może prowadzić tragicznych skutków sytuacji. Należy dążyć do stanu, w którym systemy bezpieczeństwa lotów będą w stanie integrować drony z istniejącymi systemami zarządzania ruchem lotniczym.

ROZDZIAŁ V WYNIKI BADAŃ WŁASNYCH

5.1. Zrównoważone zastosowanie BSP

Zrównoważone zastosowanie BSP to definiowanie ich operacyjności jako użycie zgodne z przeznaczeniem przy zachowaniu najwyższych standardów bezpieczeństwa. Mimo nadążania za aktualizacją przepisów prawa oraz wdrażania kolejnych narzędzi związanych z poprawnym stosowaniem procedur ewolucja rynku bezzałogowego wymaga ciągłej analizy na poziomie skuteczności zastosowań oraz ich opłacalności. Idealnym scenariuszem byłaby dronowa mobilność oscylująca w ramach branży specjalistycznych, firm wdrażających technologię do własnych systemów logistycznych czy wykorzystanie BSP przez osoby uprawnione i świadome. Niestety tu pojawia się wiele niewiadomych, które generują konieczność prowadzenia bilansu zysków i strat – szacowania ryzyka z przewidywaniem kierunków ewolucji rynku dronowego. Ponadto należy uwypuklić istotę prognoz określających wizję przyszłości, tzw. *foresight* (ang.).

Spółeczny konsensus jest niezbędnym elementem na etapie programowania przyszłości. Konieczne jest poszukiwanie odpowiedzi na pytania: co należałoby zmienić, aby drony stały się funkcjonalnym narzędziem? W jaki sposób wesprzeć poszczególne branże w ich rozwoju technologicznym? W ramach systemu dofinansowań mogłyby pojawić się dopłaty dla przedsiębiorców implementujących technologię, prekursorów innowacyjnych rozwiązań, którzy notabene przeprowadzą weryfikację technologii bezzałogowej w ramach własnego przedsiębiorstwa/gospodarstwa. Ostatnim bardzo ważnym aspektem jest nauka projektowania rozwiązań technicznych uwzględniających potrzeby klienta i jego perspektywę. W toku procesu badawczego wykryto lukę związaną z brakiem kompleksowej wiedzy konstruktorów w zakresie wymogów certyfikacji dronów komercyjnych. Projekty prototypów z uwagi na niespełnienie warunków certyfikacji bywają zwyczajnie zaniechane. Niektórzy zlecniodawcy mylą działalność amatorską z zastosowaniem komercyjnym, jednakże to nie oni są zobowiązani do posiadania wiedzy z obszaru przepisów prawnych oraz możliwości komercyjnego zastosowania. Merytoryka w rzeczowym zakresie stoi po stronie inżynierów i konstruktorów.

Rynek specjalistyczny wymaga usprawnień w ramach zwiększenia mobilności dronów. Wymaganie zgłoszeń misji w powietrzu stało się już nawykowe. Oczywiście celem rozprawy było potwierdzenie tezy, że kwestie bezpieczeństwa stoją ponad rozwojem rynku,

w dużej mierze nacechowanego tymi najbardziej problematycznymi BSP (głównie małe drony amatorskie). Wciąż jednak można wskazać obszary, które wymagają głębszej analizy, przykładowo wymóg zgłaszania misji BSP na wysokości 1 m nad ziemią w przypadku zastosowania w rolnictwie (drony opryskowe nie są uregulowane jako maszyny rolnicze). W ramach wspomnianego *foresightu* obejmującego długoterminowe perspektywy czasowe, integrującego różne perspektywy, z uwzględnieniem rozwoju naukowego, technologicznego, gospodarczego, politycznego i społecznego Instytut Lotnictwa zaproponował trzy scenariusze rozwoju rynku dronowego do roku 2040:

- „Przerwany lot” – scenariusz pesymistyczny,
- „Lot na uwięzi” – realny,
- „Ku słońcu” – optymistyczny, z zastrzeżeniami.

Istotnie hamowanie rynku dronowego czy sztywne ograniczenia względem operatorów amatorskich mogą nieco zatrzymać rozwój technologii BSP, z drugiej jednak strony należy brać pod uwagę zagrożenie bezpiecznego wykonywania zadań przez lotnictwo konwencjonalne w warunkach nadmiernego natężenia ruchu w przestrzeni powietrznej. Dlatego też tak ważna dla procesu programowania zmian oraz tworzenia fundamentu nowych procedur jest praca nad wariantami przyszłych wydarzeń w ramach badań naukowych oraz eksperckiej wymiany doświadczeń.

Niniejszy rozdział został poświęcony analizie badań empirycznych, obejmujących sondaż diagnostyczny oraz wywiad ekspercki. W ramach tej części pracy zostaną zidentyfikowane najistotniejsze zależności statystyczne. Wskazane na podstawie szczegółowej analizy obszary problemowe będą mogły w przyszłości stanowić bazę do skonstruowania odpowiedniego systemu zarządzania ruchem BSP, opracowania narzędzi monitorowania sytuacji w czasie rzeczywistym, ujednolicenia planowania zadań oraz dokonania rozsądnej alokacji przestrzeni powietrznej. Na potrzeby niniejszej rozprawy zebrany materiał umożliwi adekwatny dobór środków zaradczych oraz narzędzi ochrony przestrzeni powietrznej, a docelowo poprawne zdefiniowane koncepcji bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP.

5.2. Wyniki badań empirycznych – sondaż diagnostyczny

Zdobywanie wiedzy jest procesem, który wymaga konfrontowania informacji z różnych źródeł. Dlatego oprócz studiowania i krytycznej oceny źródeł zastanych w procesie badań zastosowano różne metody poznania sądów i opinii. Do badania użyto

techniki ankietowania z zastosowaniem arkusza ankiety w wersji standardowej (papierowej). Badanie sondażowe miało na celu ocenę wpływu zastosowania bezzałogowych statków powietrznych na bezpieczeństwo lotnictwa. Kwestionariusz ankiety liczył 13 pytań właściwych oraz 7 pytań metryczkowych. Kwestionariusz ankiety dystrybuowano do potencjalnych respondentów w formie papierowej osobiście lub drogą pocztową. Opinię przedstawiło i w sposób poprawny wypełniło 100 respondentów, co stanowi 100% ogółu badanych. Celem lepszego zobrazowania uzyskanych wyników zostały one zaprezentowane na wykresach.

W ramach prowadzonych czynności badawczych uwzględniono dobór ekspercki celem ograniczenia ilości ankiet na rzecz uzyskania merytorycznych opinii, które pozwoliły na lepszą analizę pytań wchodzących w skład wywiadu eksperckiego. Tak celowo uporządkowany dobór respondentów umożliwił przede wszystkim ocenę trafności, jak również wiarygodności zastosowanego narzędzia badawczego. Ponadto poznano punkt widzenia osób posiadających doświadczenie i wiedzę w dziedzinie bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej, wykonywania lotów bezzałogowymi statkami powietrznymi oraz nowych technologii.

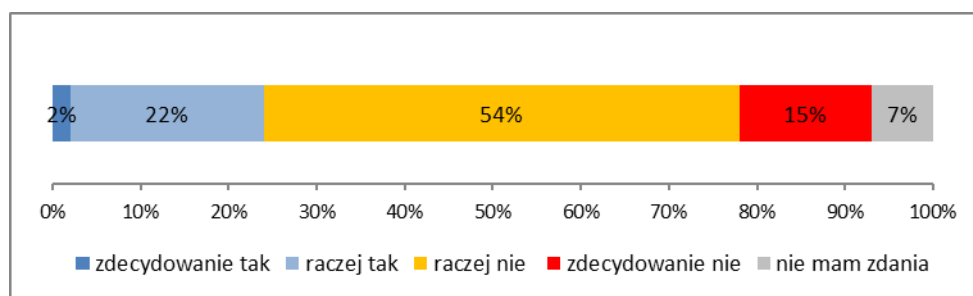
Pytanie nr 1: Czy Pana/Pani zdaniem użytkownicy dronów prywatnych są osobami świadomymi zagrożeń wynikających z ich niewłaściwego użycia?

Tabela 28. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 1

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. zdecydowanie tak	2
2. raczej tak	22
3. nie mam zdania	7
4. raczej nie	54
5. zdecydowanie nie	15

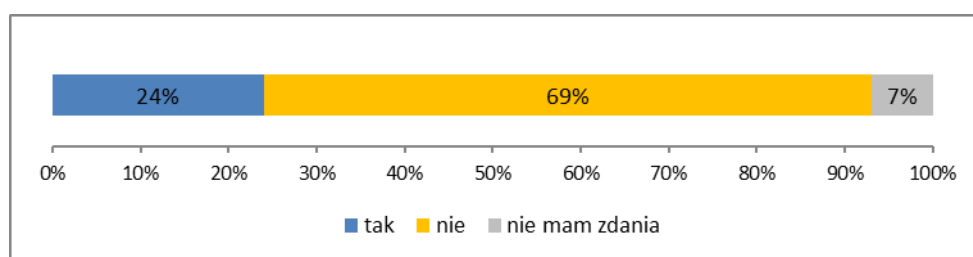
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 5. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 1



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 6. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 1



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W odpowiedzi na zadane pytanie większość respondentów wyraziła się negatywnie co do świadomości zagrożeń wynikających z niewłaściwego użycia dronów w odniesieniu do użytkowników prywatnych. W wyniku usystematyzowania opinii z podziałem na negatywne, pozytywne oraz neutralne uzyskano 69% odpowiedzi negatywnych. Sugeruje to niski poziom zaufania społecznego do samych użytkowników bezzałogowych statków powietrznych skategoryzowanych jako użytkownicy-amatorzy, obsługujących drony prywatne na własne potrzeby. Zaufanie społeczne w tym obszarze oscyluje więc na niskim poziomie, co skłania do refleksji na temat zasad użytkowania oraz rezerwowania przestrzeni powietrznej przez amatorów. W dalszej analizie badań empirycznych, w części wywiadów eksperckich, powyższe kwestie zostaną szerzej wyjaśnione, z podaniem potencjalnych powodów niniejszego wyniku.

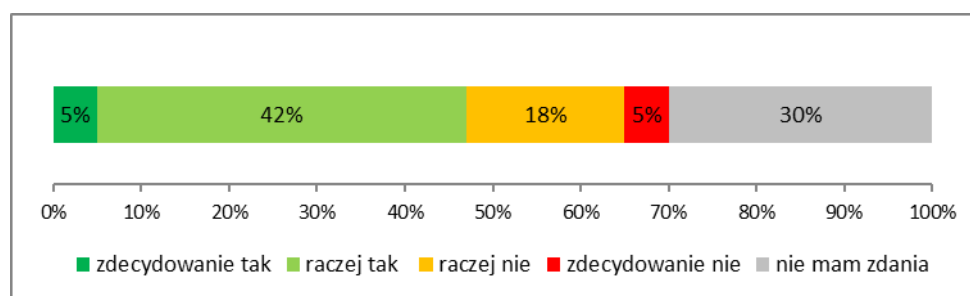
Pytanie nr 2: Czy według Pana/Pani kwestia wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych jest właściwie sformalizowana w systemie prawnym? (Jeżeli według Pana/Pani system prawny jest niewłaściwy, to dlaczego?)

Tabela 29. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 2

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. zdecydowanie tak	5
2. raczej tak	42
3. nie mam zdania	30
4. raczej nie	18
5. zdecydowanie nie	5

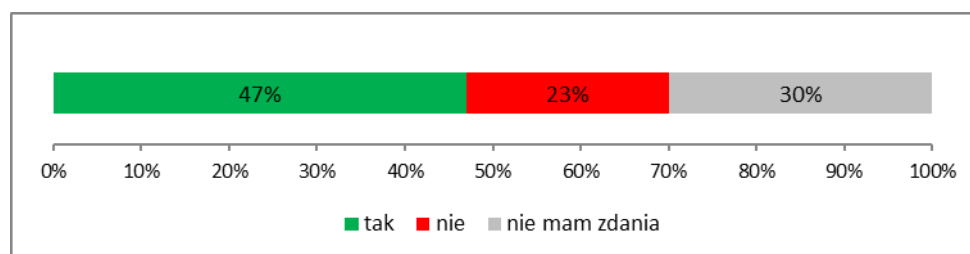
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 7. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 2



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 8. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 2



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W odniesieniu do kwestii prawnych obejmujących użytkowanie bezzałogowych statków powietrznych większość ankietowanych pozytywnie postrzega zastosowane regulacje (47% głosów). Z drugiej jednak strony odpowiedź neutralna wyrażona wynikiem 30% głosów przedstawia brak przekonania w kwestii skuteczności przepisów prawa. W ramach uzupełnienia odpowiedzi negatywnej ankietowani mieli możliwość skorzystania z dodatkowej, otwartej formy pytania. Opcja ta została zastosowana przez 17% ogólnej liczby respondentów. W ramach tej części badania zaprezentowano opinie respondentów wyrażone wypisami, odniesione do negatywnej opinii (wyrażonej w 23% głosów) na temat

rozwiązań prawnych dotyczących bezzałogowych statków powietrznych (odpowiedzi zamieszczono w formie oryginalnych cytatów)¹³⁹:

- odpowiedzialność karna – brak opcji kontroli/sprawdzania, do kogo należy dron, który jest niezarejestrowany;
- nieodpowiednie procedury Państwowej Agencji Żeglugi Powietrznej (PANSa) w przypadku tworzenia strefy działania bezzałogowych statków powietrznych (siły szybkiego reagowania);
- konieczność zmian w procedurach dotyczących nagłych wypadków;
- brak jednolitych rozwiązań prawnych ograniczających lotnictwo dronowe;
- system powinien obligować operatorów do rejestracji poprzez wysokie kary/grzywny w przypadku lotów bez rejestracji;
- nabywane bezzałogowe statki powinny być rejestrowane przez odpowiednie organa państwowe (brak kontroli uprawnień operatorów);
- prawo lotnicze nie jest nadrzędne nad stricte dronowym;
- weryfikacja operatorów (zbyt mało narzędzi);
- profilaktyka, za mało spotów reklamowych;
- regulacje prawne „pomijają” najmniejsze drony;
- masa niezarejestrowanych dronów;
- brak rozporządzenia wynikającego z art. 126 punkt 5;
- ciężko zweryfikować intencje operatorów amatorów, nie ma możliwości kontroli operatorów niezarejestrowanych (brak możliwości wyciągnięcia konsekwencji).

Pytanie nr 3: Czy uważa Pan/Pani, że system kontroli działalności dronów aktywnych w przestrzeni powietrznej jest w Polsce wydajny?

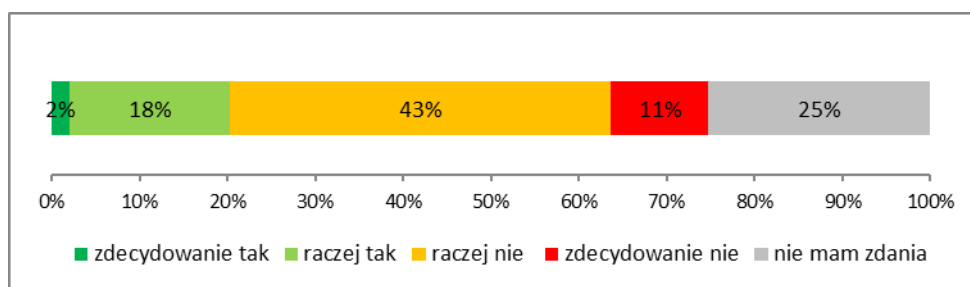
Tabela 30. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 3

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. zdecydowanie tak	2	2,0
2. raczej tak	18	18,2
3. nie mam zdania	25	25,3
4. raczej nie	43	43,4
5. zdecydowanie nie	11	11,1

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

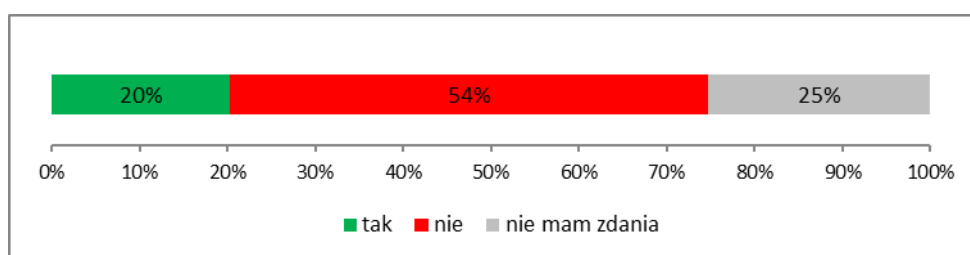
¹³⁹ Wyniki badań własnych.

Wykres 9. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 3



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 10. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 3



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Wydajność systemu kontroli działalności dronów aktywnych w przestrzeni powietrznej w Polsce została krytycznie oceniona przez respondentów. Uzyskany wynik 54% odpowiedzi negatywnych oraz 25% neutralnych wskazuje na brak zaufania społecznego w kwestiach niezakłóconego monitoringu działań operatorów BSP w przestrzeni powietrznej. Powyższe może mieć związek ze stale rosnącą liczbą operatorów niekomercyjnych, doniesieniami o wypadkach z udziałem BSP, obserwacjami niedoświadczonych użytkowników dronów wykorzystywanych na własny użytek, bieżącą informacją medialną o potencjale bojowym technologii bezzałogowej oraz rosnącym popytem na zakup tych urządzeń w celach rekreacyjnych. Jedynie 20% respondentów pozytywnie ocenia aktualny system kontroli działań dronów operujących w przestrzeni powietrznej. Otrzymany wynik pokrywa się z ekspertyzami doświadczonych specjalistów w tej dziedzinie, którzy zgodzili się udzielić wywiadu eksperckiego na potrzeby niniejszej dysertacji. Analiza skłania do wdrożenia konkretnych umocnień systemu – aspekt zostanie rozwinięty w dalszej części rozprawy.

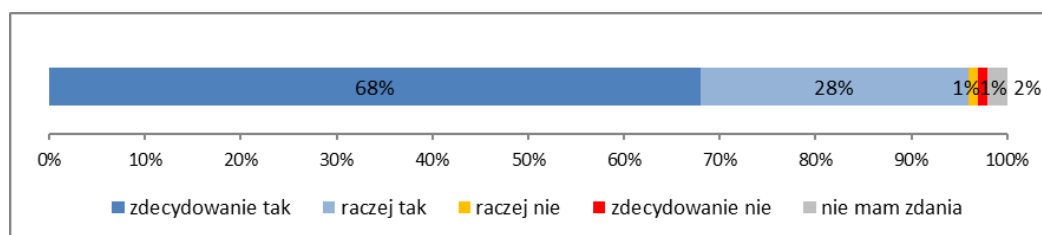
Pytanie nr 4: Czy uważa Pan/Pani, że niewłaściwe użycie BSP może prowadzić do naruszenia prywatności (aspekt zagrożenia prywatności)?

Tabela 31. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 4

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. zdecydowanie tak	68
2. raczej tak	28
3. nie mam zdania	2
4. raczej nie	1
5. zdecydowanie nie	1

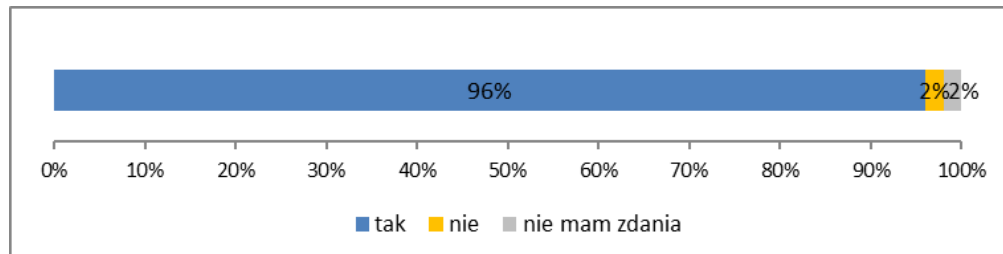
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 11. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 4



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 12. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 4



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W odniesieniu do kwestii naruszenia prywatności przy użyciu bezzałogowych statków powietrznych większość ankietowanych odpowiedziała twierdząco – aż 96% ankietowanych uznało, że niewłaściwe użycie BSP może prowadzić do zagrożenia prywatności (68% odpowiedzi „zdecydowanie tak” oraz 28% odpowiedzi „raczej tak”). Odnotowany wynik z pewnością stanowi pokłosie doniesień medialnych odniesionych do aktów terroryzmu i przestępczości. Powyższa analiza skłania do refleksji w zakresie wdrażania środków zaradczych mających na celu ochronę prywatności społeczeństwa, jak również mienia i obszaru. Sytuacja staje się coraz trudniejsza z uwagi na to, że wielu operatorów dronów nadużywa swoich uprawnień, świadomie pomijając rejestrację urządzeń, jak również użytkowników. Bezwzględne zastosowanie narzędzi neutralizacji

stanowiłoby skuteczną przestrożę dla tych, którzy nie przestrzegają obowiązujących przepisów – kwestia ta jest jednak trudna do opanowania, zwłaszcza w terenie zurbanizowanym, gdzie pojawia się wiele przeciwwskazań wobec bezpiecznej neutralizacji statków operujących w przestrzeni powietrznej.

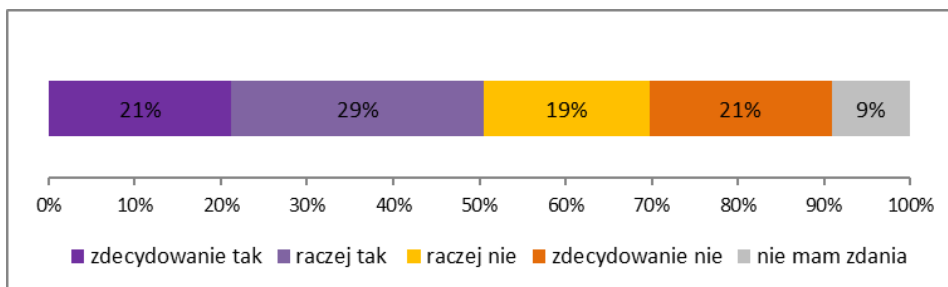
Pytanie nr 5: Czy znane są Panu/Pani zagraniczne systemy zapobiegające zagrożeniom nielegalnego użycia dronów?

Tabela 32. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 5

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. zdecydowanie tak	21	21,2
2. raczej tak	29	29,3
3. nie mam zdania	9	9,1
4. raczej nie	19	19,2
5. zdecydowanie nie	21	21,2

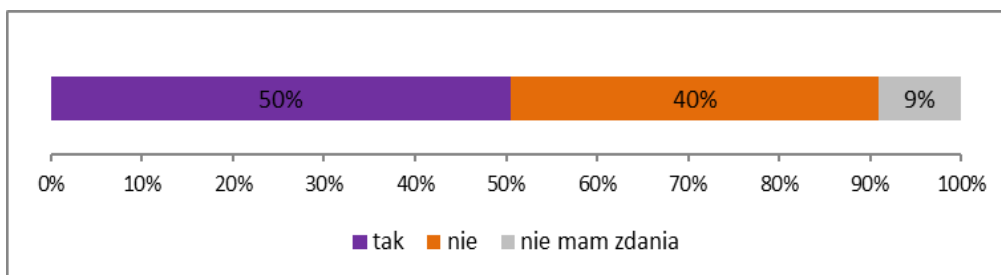
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 13. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 5



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 14. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 5



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Powyższe pytanie odnoszące się do znajomości zagranicznych systemów zapobiegania zagrożeniom nielegalnego użycia dronów odzwierciedliło wynikowo rozróżnienie ankiet z uwagi na język. Co drugi ankietowany charakteryzował się znajomością szerszego spektrum systemów zapobiegania zagrożeniom (50% głosów twierdzących).

Pytanie nr 6: Jak ocenia Pan/Pani wskazane poniżej szanse rozwoju nowych technologii użytkowych w zakresie upowszechniania bezzałogowych statków powietrznych, odnosząc się do przedstawionych poniżej kierunków ewaluacji?

Proszę ocenić każdy ze wskazanych kierunków rozwoju w skali: „bardzo duże” oznacza w Pana/Pani odczuciu najwyższe prawdopodobieństwo wystąpienia, natomiast „bardzo małe” – najniższe.

Możliwość odpowiedzi nr 6A: Kierunek rozwoju – wykorzystanie na polu walki, zintegrowane obronne platformy BSP – przyszłość pola walki (np. koncepcja *Multi-Domain Operations*).

Tabela 33. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6A

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. bardzo duże	60
2. duże	32
3. nie mam zdania	6
4. małe	2
5. bardzo małe	-

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W ramach wyszczególnionych kierunków rozwoju nowych technologii użytkowych odniesionych do upowszechniania bezzałogowych statków powietrznych, największym poparciem cieszyło się zastosowanie BSP w roli narzędzi obrony na polu walki (prawdopodobieństwo wystąpienia określano liczbą 92% odpowiedzi twierdzących, z rozróżnieniem prawdopodobieństwa na „bardzo duże” – 60% oraz „duże” – 32%).

Możliwość odpowiedzi nr 6B: Kierunek rozwoju – dostawa produktów zamawianych online (np. projekt koncernu Amazon).

Tabela 34. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6B

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. bardzo duże	16
2. duże	23
3. nie mam zdania	16
4. małe	29
5. bardzo małe	16

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W tym przypadku większość stanowiły odpowiedzi negatywne, które określały prawdopodobieństwo jako „małe” – 29% oraz „bardzo małe” – 16%. Na aktualnym etapie rozwoju technologii bezzałogowej świadomość społeczna w aspekcie niepożądanego swobody operowania BSP w przestrzeni powietrznej znacząco wzrosła, co potwierdzają wyniki powyższego badania.

Możliwość odpowiedzi nr 6C: Kierunek rozwoju – drony pasażerskie, transport ludzi.

Tabela 35. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6C

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. bardzo duże	4
2. duże	32
3. nie mam zdania	17
4. małe	32
5. bardzo małe	15

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W odniesieniu do wykorzystania dronów w celach transportowych oraz przewozu pasażerskiego zdania są podzielone (36% „za” oraz 47% „przeciw”). Teza uzyskana w wyniku przeprowadzonego badania sondażowego została potwierdzona również w ramach wywiadów eksperckich, podczas których jeden ze specjalistów przytoczył praktyczne doświadczenia uzyskane w ramach lotów testowych w Dubaju (loty pasażerskie BSP). Zarówno ewaluacja praktycznych doświadczeń, jak i opinii społecznej zawierają spójną konkluzję, która wskazuje na obawy w stosunku do przewozów pasażerskich.

Możliwość odpowiedzi nr 6D: Kierunek rozwoju – drony stratosferyczne zastępujące satelity operujące po orbicie.

Tabela 36. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6D

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. bardzo duże	13
2. duże	39
3. nie mam zdania	35
4. małe	10
5. bardzo małe	3

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Niniejsza kwestia została określona jako wysoce prawdopodobna (łącznie 52% odpowiedzi twierdzących), jednak w tym przypadku z uwagi na specyfikę tematu aż ponad 1/3 ankietowanych (35% odpowiedzi „nie mam zdania”) nie zajęła stanowiska, co utrudnia dokonanie racjonalnej oceny omawianego kierunku rozwoju.

Możliwość odpowiedzi nr 6E: Kierunek rozwoju – powszechne wykorzystanie w działalności terrorystycznej, do transportu materiałów niebezpiecznych.

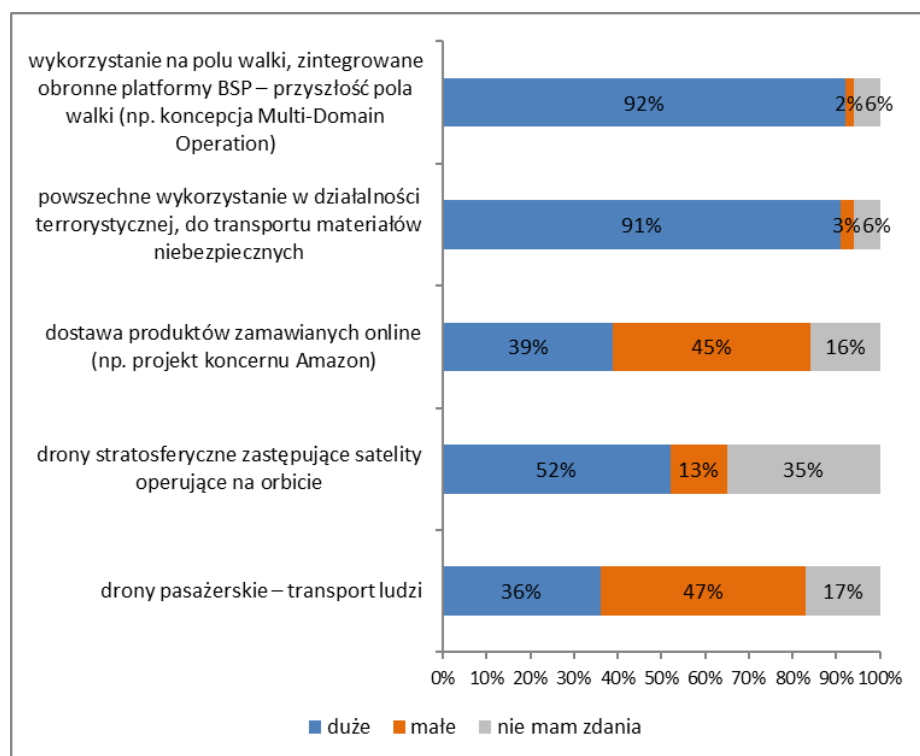
Tabela 37. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6E

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. bardzo duże	51
2. duże	40
3. nie mam zdania	6
4. małe	3
5. bardzo małe	-

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

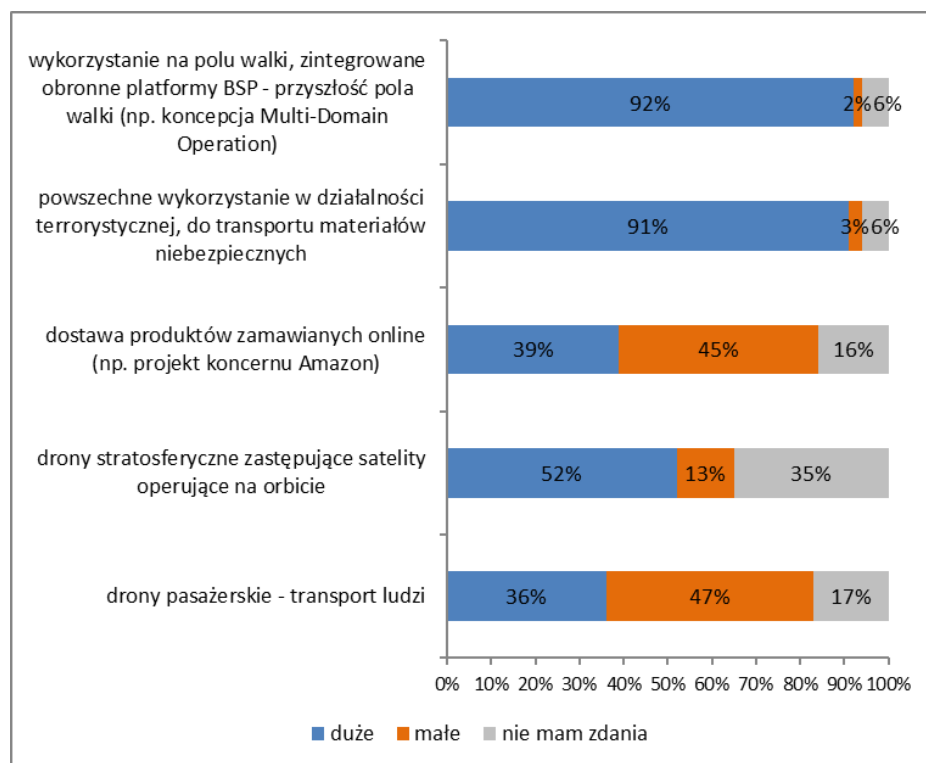
Wnioski: W ocenie badanych osób działalność terrorystyczna to niestety wysoce prawdopodobny kierunek rozwoju w odniesieniu do rosnącego popytu w zakresie BSP – 91% badanych wypowiedziało się twierdząco, jedynie 3% odpowiedzi stanowiło negację (prawdopodobieństwo określone jako „małe”). Wynik ten stanowi potwierdzenie nastrojów społecznych wynikających w dużej mierze z doniesień medialnych (kwestie działalności terrorystycznej zostały przytoczone w rozdziale czwartym rozprawy).

Wykres 15. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 6



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 16. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 6



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Analizując kwestie prawdopodobieństwa wystąpienia kierunków wyróżnionych w ramach badania, można jednoznacznie stwierdzić, że ankietowani najwyżej ocenili wykorzystanie technologii bezzałogowej w ramach współczesnego pola walki (92% głosów określających prawdopodobieństwo jako „duże” i „bardzo duże”) oraz w działalności terrorystycznej (91% głosów określających prawdopodobieństwo jako „duże” i „bardzo duże”). Najmniejszą popularnością cieszyło się zastosowanie dronów w ramach przewozów pasażerskich oraz jako narzędzie dostaw produktów, co świadczy o racjonalnej ocenie wydajności przepływu ruchu lotniczego w przestrzeni powietrznej przez ankietowanych (zaprzeczenie powietrznej koncepcji dostaw koncernu Amazon, testy lotów pasażerskich na zachodzie oraz w Dubaju). Nie od dziś wiadomo, że kwestia lotów pasażerskich z wyłączeniem obsługi na pokładzie generuje mieszane uczucia odnośnie do bezpieczeństwa i kontroli systemów pokładowych.

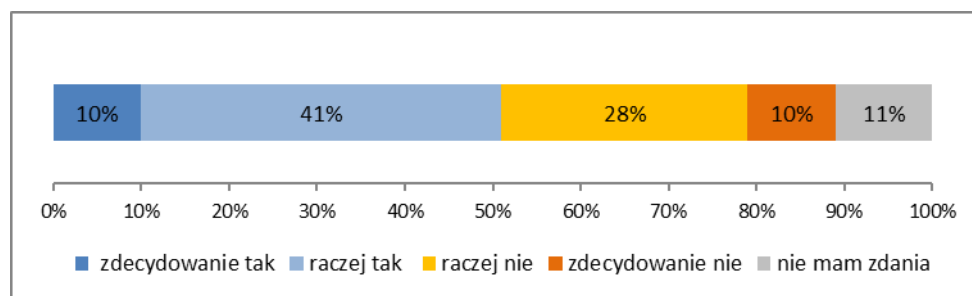
Pytanie nr 7: Czy Pana/Pani zdaniem drony są w stanie zastąpić w przyszłości konwencjonalne systemy walki stosowane w Siłach Zbrojnych?

Tabela 38. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 7

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. zdecydowanie tak	10
2. raczej tak	41
3. nie mam zdania	11
4. raczej nie	28
5. zdecydowanie nie	10

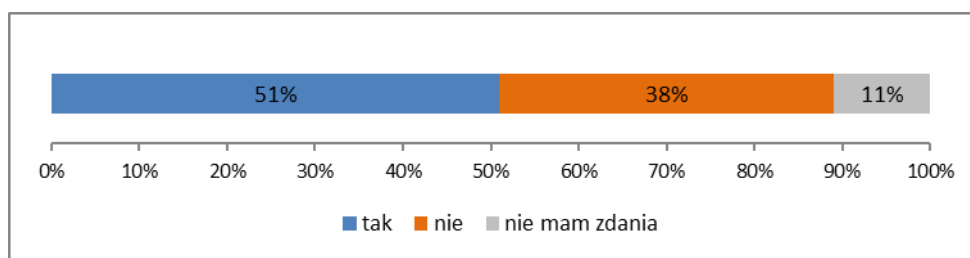
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 17. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 7



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 18. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 7



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Zdaniem większości respondentów BSP w odniesieniu do futurystycznych kierunków rozwoju są w stanie zastąpić konwencjonalne systemy walki stosowane w siłach zbrojnych (51% głosów „za”, 38% „przeciw”). Opinia ta istotnie nie wzbudza zdziwienia, zważywszy na fakt, że w ramach walki na Ukrainie przewagę w walce zbrojnej uzyskano poprzez masowe wdrożenie technologii bezzałogowej.

Pytanie nr 8: Proszę krótko odpowiedzieć na pytanie, czy Pana/Pani zdaniem dynamiczny rozwój technologii bezzałogowych statków powietrznych będzie w przyszłości potencjalnie stwarzał więcej zagrożeń czy korzyści? Proszę krótko wymienić potencjalne korzyści/zagrożenia (w zależności od dokonanego wyboru).

Tabela 39. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 8

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. zagrożen	66	65,9
2. korzyści	31	30,8
3. i to i to ¹¹⁸	3	3,3

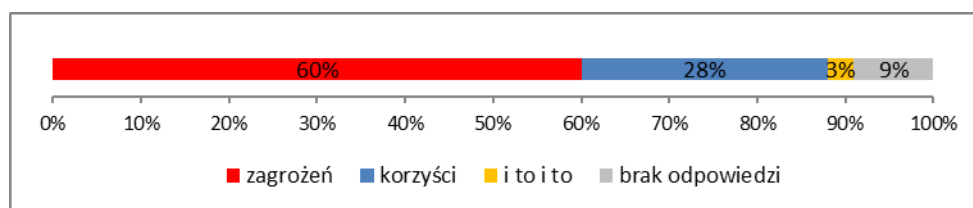
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Tabela 40. Rozwinięcie pytania ankietowego nr 8 – pytanie otwarte, wypowiedzi badanych

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
brak wypowiedzi	6
wypowiedzi	94

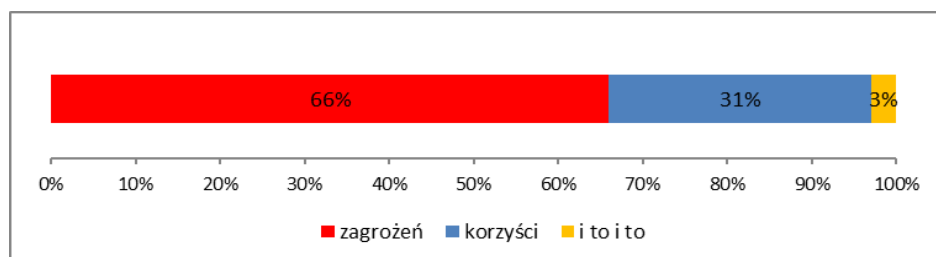
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 19. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 8



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 20. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 8



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Po analizie odpowiedzi udzielonych przez ankietowanych można jednoznacznie stwierdzić, że dynamika rozwoju bezzałogowych systemów powietrznych wzbudza pewne obawy – 66% ankietowanych zdecydowało, że dalszy rozwój technologii bezzałogowej w obecnych warunkach aparatu kontroli i systemu prawodawstwa będzie w przyszłości skutkował stwarzaniem większej liczby zagrożeń niż korzyści. Tylko 31% opowiedziało się za generowaniem większej liczby korzyści, natomiast w ramach wypowiedzi otwartych 3% wykazało zarówno generowanie zagrożeń, jak i korzyści. Elementarne, wymienione przez badanych zagrożenia i korzyści zostały wyszczególnione w poniższej tabeli.

Tabela 41. Zestawienie odpowiedzi ankietowanych na pytanie ankietowe nr 8 w części otwartej

KORZYŚCI	ZAGROŻENIA
zmniejszenie kosztów usług GEO	Terroryzm
	wykorzystywanie dronów jako nośników broni
technologia ta będzie miała duże znaczenie, jeżeli zostanie unowocześniony system napędowy, w innym przypadku będzie to technologia współistniejąca	zagrożenia w ruchu lotniczym
	naruszenia prywatności
	użycie niezgodne z przeznaczeniem
	brak znakowania BSP
w siłach zbrojnych używanie dronów zmniejszy straty personelu osobowego	więcej ataków terrorystycznych, zagrożenie prywatności

	redukcja miejsc pracy
integracja systemów lotniczych	poprzez BSP możemy być w przyszłości bardziej podatni na atak terrorystyczny
autonomia, brak załogi – obniżenie kosztów usług	wypadki lotnicze
	rozwój ataków terrorystycznych, szpiegostwa
eliminowanie czynnika ludzkiego przy platformach autonomicznych	niekontrolowany zrzut uzbrojenia
brak narażania życia człowieka (żołnierza) w walce	inwigilacja, wojny sterowane nowymi technologiami
	nierejestrowanie operatorów
poszukiwanie osób zaginionych na danym terenie	zakup dronów do zabawy
	włot BSP na teren prywatny, monitorowanie w ukryciu (z wideorejestracją)
możliwości dostaw	dron może spowodować kolizję z innym obiektem powietrznym, osoby niepowołane mogą użytkować do nieodpowiednich celów
przyszłość pola walki	mogą ułatwiać przemyt
	naruszanie strefy prywatnej obywateli
manewry z zaskoczenia na polu wojennym	prostota operowania, anonimowość, słaba kontrola (nadzór) przez służby
	wypadki w powietrzu, naruszenie przestrzeni powietrznej – stref przestrzeni powietrznej
automatyzacja procesu/systemów ochrony	utrata kontroli, przepadanie dronów, zderzenia z innymi
	uszkodzenie mienia, narażenie życia/zdrowia
rój dronów – ochrona, obrona	użycie jako zabawki
	zbyt młodzi operatorzy
medycyna, transport, zakupy	brak wiedzy i świadomości, kursy/egzamin, e-learning
działalność wywiadowcza	samodzielna konstrukcja dronów generuje urządzenia trudniejsze do wykrycia
	wtargnięcia na teren prywatny
taktyczne działanie z zaskoczenia (działanie z ukrycia)	incydenty lotnicze, dezorganizacja ruchu w przestrzeni powietrznej
	drony kupowane jako zabawki, problem dronów w rękach dzieci
	kolizje z innymi statkami powietrznymi, zakup BSP dla zabawy
monitorowanie przestrzeni	niepoprawne (świadome lub nie) użycie to często akty wandalizmu, terroryzmu, przestępstw
	ukryte działanie, brak konsekwencji
	niezarejestrowani użytkownicy – brak możliwości wyciągnięcia sankcji

nowe systemy walki w Siłach Zbrojnych	niezgłaszane przeloty
	ciężko oszacować intencje operatorów
prognozy meteorologiczne	niemożliwe jest zneutralizowanie drona niepoprawnie wykorzystywanego w terenie zurbanizowanym
	zbyt wiele dronów w rękach amatorów
transport, monitorowanie linii przesyłowych, także obiektów, co zmniejszy emisyjność gazów cieplarnianych przez lotnictwo załogowe	użycie dronów prywatnych w zatłoczonej przestrzeni powietrznej może powodować groźne skutki
	wpływ na śmigłowce Lotniczego Pogotowia Ratunkowego – LPR (SAR – ang. <i>Search and Rescue</i>), uszkodzenia oszklenia i kabin (poszycie kabin)
monitoring infrastruktury krytycznej	trudności z narzuceniem przymusowej/obligatoryjnej rejestracji operatorów dronów w systemie, brak możliwości identyfikacji nabywców dronów
poprawa transportu wojskowego i cywilnego	celowe wtargnięcia do stref zakazanych
	wykonywanie lotów BSP w sposób niezgodny z prawem
zastosowania wojskowe – wsparcie dotychczasowych systemów (procesów) i rozwiązań	wzrost liczby BSP w przestrzeni powietrznej powoduje dezorganizację, ciężko uzyskać poprawną kooperację lotnictwa bezzałogowego z załogowym
mobilność, wielozadaniowość, niski koszt eksploatacji	łatwo dokonać ataku wobec osoby, infrastruktury itd. – każdy zarejestrowany operator powinien mieć automatycznie dopisanego drona (w systemie powinna zostać nadpisana informacja o zakupionych dronach/dane BSP)
	problem prywatności (łatwy monitoring)
	problem bezpieczeństwa lotnictwa (podczas lotów na niskich poziomach)
transport środków medycznych	operatorzy dronów prywatnych stanowią zagrożenie z powodu braku wiedzy, umiejętności w odniesieniu do użycia profesjonalnego
szybszy transport, zastąpi konwencjonalne środki	przekraczanie granic stref
	ryzyko utraty łączności pomiędzy niezidentyfikowanym operatorem (braki umiejętności) a urządzeniem (dron)
szeroko pojęty monitoring (m.in. rozpoznanie)	wciąż zbyt mały poziom świadomości zagrożeń wśród operatorów
zdecydowany wpływ na rozwój przemysłu	niewykwalifikowani operatorzy powodują częste zagrożenia, co będzie prowadzić do zwiększenia wskaźnika wypadkowości z udziałem BSP
	powodują zbyt wiele zagrożeń, ryzyka, zbyt wiele niewiadomych – konieczne jest adekwatne

	poszerzenie regulacji dotyczących zakazu użycia BSP przez operatorów nieprofesjonalnych
ZARÓWNO KORZYŚCI, JAK I ZAGROŻENIA	
łatwy dostęp do BSP	
stosunkowo niska cena	
atak z ukrycia (niezauważenie)	

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Pytanie nr 9: Czy sposób nabywania wiedzy przez operatorów dronów w Polsce (w efekcie poziom kompetencji reprezentowanych przez operatorów dronów posiadających uprawnienia wymagane w kategorii otwartej – A1, A2, A3) jest według Pana/Pani na odpowiednim krajowym poziomie?

(Operacje w kategorii „otwartej” mogą być wykonywane wyłącznie w zasięgu widoczności wzrokowej pilota lub stojącego obok pilota obserwatora do wysokości nie większej niż 120 m od najbliższego punktu powierzchni ziemi, dronami o masie nieprzekraczającej 25 kg. Kategoria „otwarta” dzieli się na trzy podkategorie: A1, A2 i A3, w oparciu o ograniczenia operacyjne i wymogi, jakim podlegają piloci BSP oraz drony:

A1 – dopuszcza się przelot nad osobami postronnymi (z pewnymi ograniczeniami), ale nie wolno wlatywać nad zgromadzenia osób;

A2 – nie wolno wlatywać nad osoby i zgromadzenia osób. Minimalna odległość pozioma od osób to 30 m lub 5 m, jeżeli dron posiada funkcję ograniczającą prędkość lotu;

A3 – nie wolno wlatywać nad osoby i zgromadzenia osób. Minimalna odległość pozioma od terenów mieszkaniowych, użytkowych, przemysłowych lub rekreacyjnych to 150 m.

** Zgromadzenia osób – zgromadzenia, w którym zagęszczenie osób uniemożliwia im przemieszczanie się).*

Możliwość odpowiedzi nr 9A: Obszar nabytej wiedzy – wiedza teoretyczna.

Tabela 42. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 9A

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. wystarczający	36	36,4
2. ciężko określić	49	49,5
3. niewystarczający	14	14,1

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W odniesieniu do nabywania wiedzy przez operatorów – aspekt wiedza teoretyczna – większość ankietowanych nie była w stanie określić faktycznie posiadanej przez użytkowników dronów wiedzy teoretycznej (49% głosów w brzmieniu „ciężko określić”). Kolejnym niepokojącym czynnikiem jest wskazanie przez jedynie 36% ankietowanych hipotetycznie posiadanej przez użytkowników BSP wiedzy teoretycznej w zakresie „wystarczającym”.

Możliwość odpowiedzi nr 9B: Obszar nabytej wiedzy – umiejętności praktyczne.

Tabela 43. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 9B

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. wystarczający	28	28,3
2. ciężko określić	50	50,5
3. niewystarczający	21	21,2

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W odniesieniu do posiadanych umiejętności praktycznych operatorów ankietowani ponownie nie potrafili jednoznacznie dokonać oceny tej materii. Jedynie 28% badanych stwierdziło, że zakres umiejętności praktycznych jest „wystarczający”, natomiast aż 50% badanych określiło kwestię jako trudną do określenia.

Możliwość odpowiedzi nr 9C: Obszar nabytej wiedzy – świadomość stworzenia ryzyka w przestrzeni powietrznej.

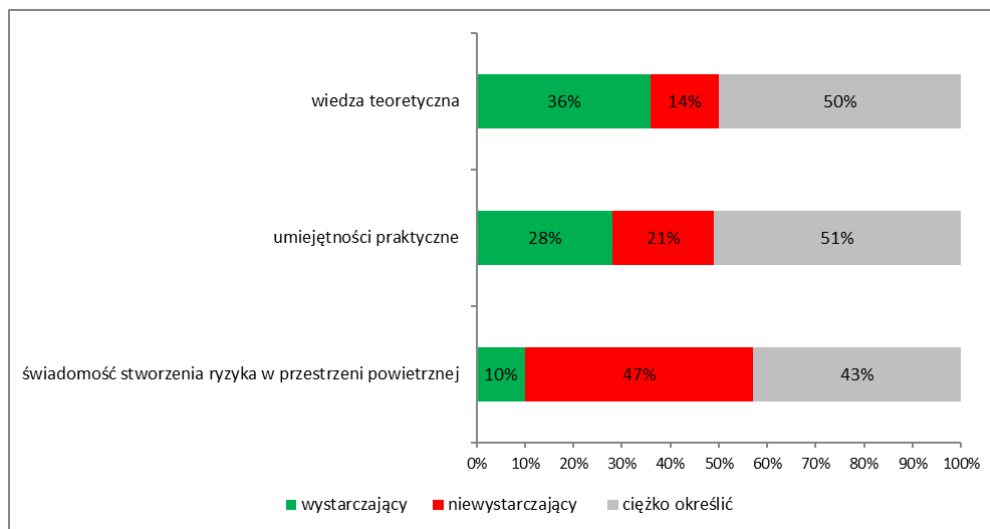
Tabela 44. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 9C

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. wystarczający	10	10,1
2. ciężko określić	43	43,4
3. niewystarczający	46	46,5

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Ostatnią kwestią poruszoną w ramach pytania odniesionego do jakości wykształcenia operatorów BSP była świadomość stworzenia ryzyka w przestrzeni powietrznej. Wyniki badania wykazały, że odpowiedzialność operatorów w odniesieniu do stworzenia ryzyka podczas realizacji lotów została określona przez wytypowaną grupę badawczą jako „niewystarczająca” (46% głosów) oraz „ciężka do określenia” (43% głosów). Jedynie 10% badanych stwierdziło, że operatorzy BSP są świadomi stworzenia potencjalnych zagrożeń.

Wykres 21. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 9



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W kwestii wykształcenia operatorów ankietowani mieli problem z obiektywną oceną systemu nabywania uprawnień przez operatorów BSP, posiadanej wiedzy teoretycznej i praktycznej (przeważająca liczba odpowiedzi w brzmieniu „ciężko określić”). W odniesieniu do uzyskanych wyników kwestie nabywania uprawnień, realizacji szkoleń czy egzaminów online wzbudzają pewne wątpliwości. Odpowiedzialność operatorów natomiast została oceniona krytycznie (47% głosów określająca wskazaną materię stopniem „niewystarczający”), co skłania do refleksji nad wdrażaniem konkretnych środków zaradczych.

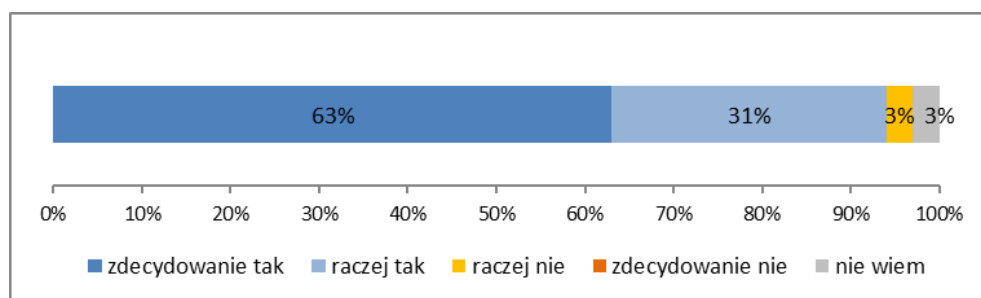
Pytanie nr 10: Czy uważa Pan/Pani, że w prawie dotyczącym operatorów BSP powinien istnieć obowiązek sprawdzenia dostępności określonej strefy przestrzeni powietrznej przed każdym planowanym lotem?

Tabela 45. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 10

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. zdecydowanie tak	63
2. raczej tak	31
3. nie wiem	3
4. raczej nie	3
5. zdecydowanie nie	-

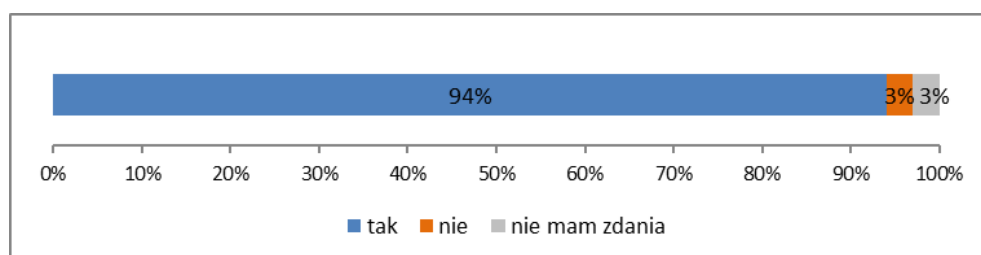
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 22. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 10



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 23. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 10



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Ankietowani niemal jednogłośnie określili, że powinien zostać wprowadzony bezwzględny obowiązek sprawdzenia dostępności określonej strefy przestrzeni powietrznej przed każdym planowanym lotem (94% głosów za).

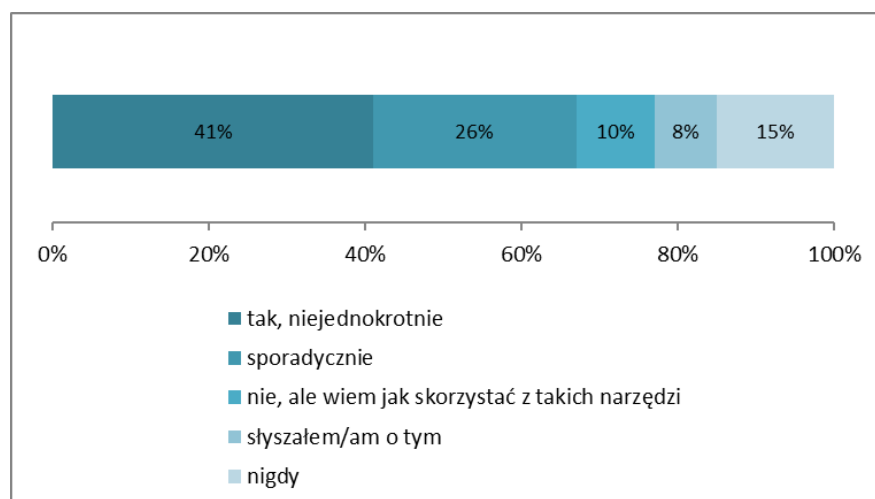
Pytanie nr 11: Czy używał/-a Pan/Pani stron www/aplikacji śledzenia ruchu w przestrzeni powietrznej takich jak np. Flight Radar, DroneRadar, strony Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej?

Tabela 46. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 11

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %
1. tak, niejednokrotnie	41
2. sporadycznie	26
3. nie, ale wiem jak skorzystać z takich narzędzi	10
4. słyszałem/am o tym	8
5. nigdy	15

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 24. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 11



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Wynik badania w kwestii znajomości narzędzi do śledzenia ruchów przestrzeni powietrznej jest zadowalający – 41% ankietowanych zadeklarowało, że niejednokrotnie (oraz 26% „sporadycznie”) korzystało z narzędzi takich jak m.in. Flight Radar, DroneRadar czy strony Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej.

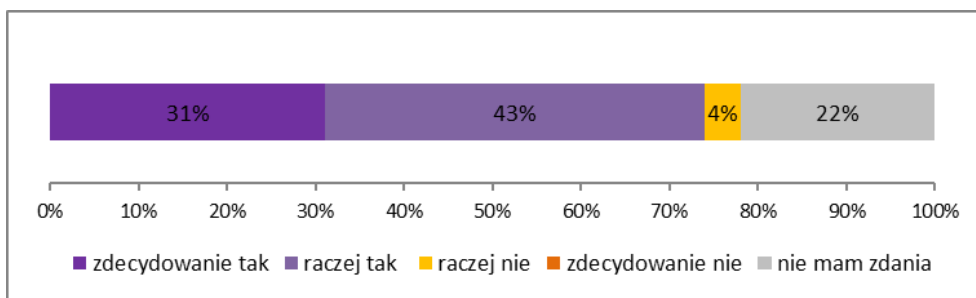
Pytanie nr 12: Czy uważa Pan/Pani, że w przyszłości celem zapewnienia komfortowej realizacji zadań w powietrzu przez załogi innych statków powietrznych drony powinny się wyposażać w transpondery (takie, które wchodzi w skład wyposażenia załogowych statków powietrznych)?

Tabela 47. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 12

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. zdecydowanie tak	30	31,3
2. raczej tak	41	42,7
3. nie mam zdania	21	21,9
4. raczej nie	4	4,2
5. zdecydowanie nie	-	-

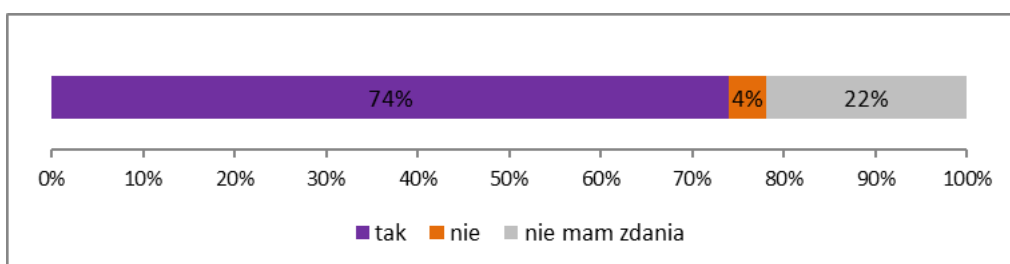
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 25. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 12



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 26. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 12



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Aprobata dla kwestii doposażenia dronów transponderami została wyrażona wielkością 74% głosów (31% „zdecydowanie tak” oraz 43% „raczej tak”).

Pytanie nr 13: Jakiego Pana/Pani zdaniem należałoby podjąć działania celem stworzenia warunków większego bezpieczeństwa lotnictwa w przypadku aktywnego udziału dronów w przestrzeni powietrznej?

** proszę zaznaczyć maksymalnie 3 odpowiedzi*

Tabela 48. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 13

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %	Braki (i %)
a) zaostwienie norm prawnych w przypadku niewłaściwego użycia dronów przez nieodpowiedzialnych operatorów	45	55
b) zwiększenie wieku uzyskania uprawnień (np. możliwość uzyskania uprawnień od 18. roku życia) w kategorii otwartej	47	53
c) weryfikacja operatorów na etapie sprzedażowym – sprzedaż dronów jedynie osobom z uprawnieniami	62	38
d) implementacja nowoczesnego systemu środków zaradczych zwłaszcza w odniesieniu do portów lotniczych	19	81
e) zwiększona detekcja w zakresie bezzałogowych statków powietrznych wnoszonych na teren portu lotniczego – szczegółowa weryfikacja tożsamości osób przewożących ze sobą drony	14	86
f) wprowadzenie systemu automatycznej, bezwzględnej neutralizacji dronów „niezgłoszonych”, wylatujących poza właściwe dla nich strefy	41	59
g) inne, jakie?	5	95

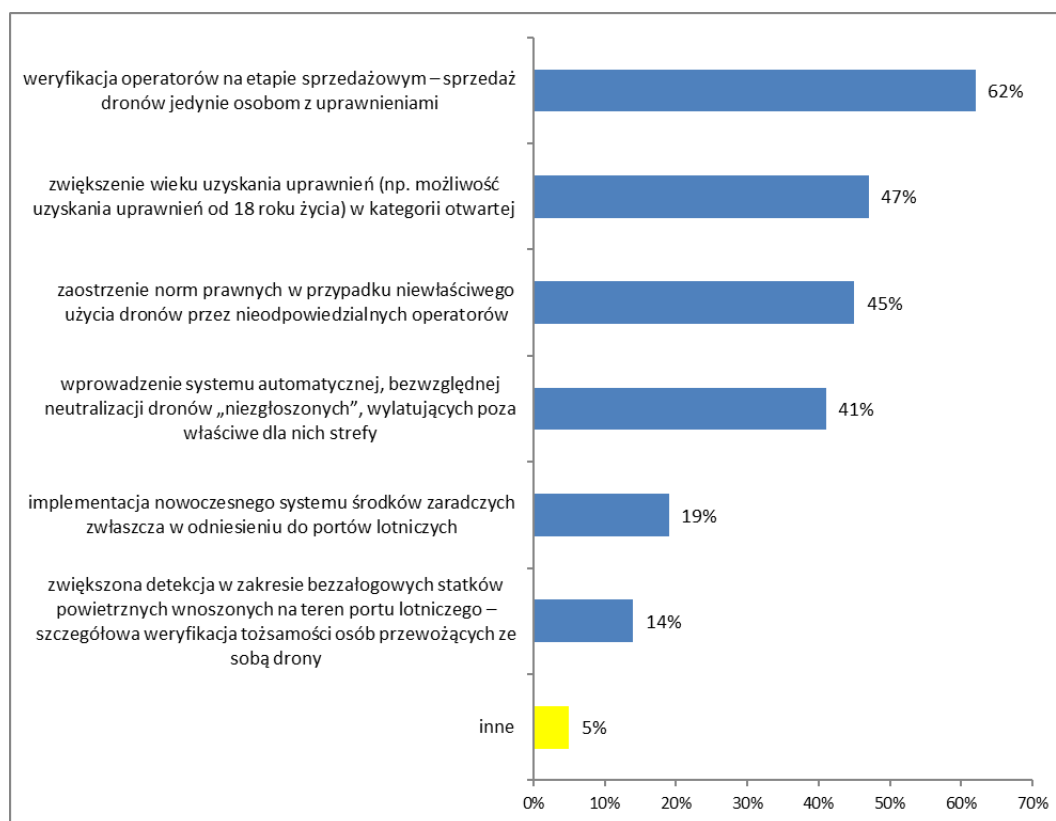
Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

INNE¹⁴⁰:

- Ze względu na popularyzację kategorii BSP, opracowanie uproszczonych, jednoznacznie czytelnych – dla ludzi niemających większego kontaktu z lotnictwem – wytycznych w zakresie BSP.
- Maksymalizacja akcji w stylu ULC, tj. „lotem świadomie...” w celach profilaktycznych. Minimalizacja ciągłych zmian w przepisach (choć zmiany są zrozumiałe z uwagi na ciągły rozwój tej dziedziny).
- Konieczność rejestracji każdego sprzedanego legalnie drona z przypisanym i indywidualnym kodem do operatora lub właściciela.
- Wpływ na producenta oprogramowania drona.
- Zwiększenie stref zakazanych prywatnym BSP.

¹⁴⁰ Cytowanie oryginalnej treści.

Wykres 27. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 13



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W ramach narzędzi uszczelniających system bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP w przestrzeni powietrznej ankietowani najwyżej ocenili weryfikację operatorów na etapie sprzedażowym, następnie postawili na zwiększenie wieku uzyskiwania uprawnień w kategorii otwartej oraz zaostrenie norm prawnych w przypadku niewłaściwego użycia dronów. Najmniejszą liczbą głosów cieszyły się narzędzia obejmujące środki zaradcze w ramach portów lotniczych, co świadczy o pozytywnym postrzeganiu aktualnego systemu bezpieczeństwa portów.

5.2.1. Wyniki badań na podstawie danych metryczkowych

W niniejszym podrozdziale zaprezentowano analizę wyników badań na bazie pytań metryczkowych, które odniesiono do miejsca zamieszkania, wieku, wykształcenia, statusu społecznego, aktualnego miejsca pracy, dotychczasowych doświadczeń z użytkowaniem bezzałogowych statków powietrznych oraz zainteresowań. Dodatkowo w ramach metryki dołączono tabelę z rozróżnieniem języka ankiety – zgodnie z założeniami przeprowadzono 70 ankiet w języku polskim oraz 30 ankiet w języku angielskim.

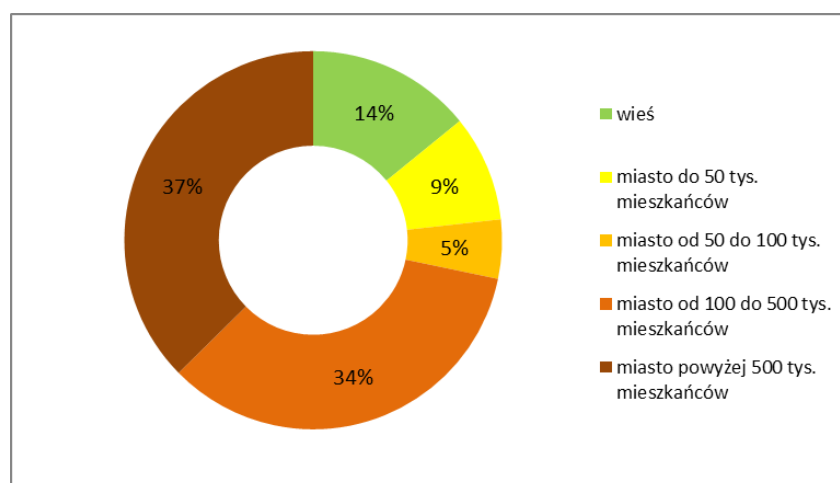
Pytanie metryczkowe nr 1: Miejsce zamieszkania.

Tabela 49. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 1

Możliwość odpowiedzi	liczebność	%
1. wieś	14	14,4
2. miasto do 50 tys. mieszkańców	9	9,3
3. miasto od 50 do 100 tys. mieszkańców	5	5,2
4. miasto od 100 do 500 tys. mieszkańców	33	34,0
5. miasto powyżej 500 tys. mieszkańców	36	37,1

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 28. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 1



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: W ankiecie przeważającą część stanowili mieszkańcy dużych aglomeracji miejskich (71% odpowiedzi), o czym świadczy wynik 37% przedstawicieli miast powyżej 500 tys. mieszkańców oraz 34% dla miast, które zamieszkuje 100 do 500 tys. ludzi. Ankiety z uwagi na potrzebę rozwoju nowych technologii w aglomeracjach były prowadzone w instytucjach, placówkach naukowo-oświatowych, podczas konferencji odbywających się w dużych miastach, co prawdopodobnie odzwierciedla wynik uzyskany w zakresie miejsca zamieszkania respondentów.

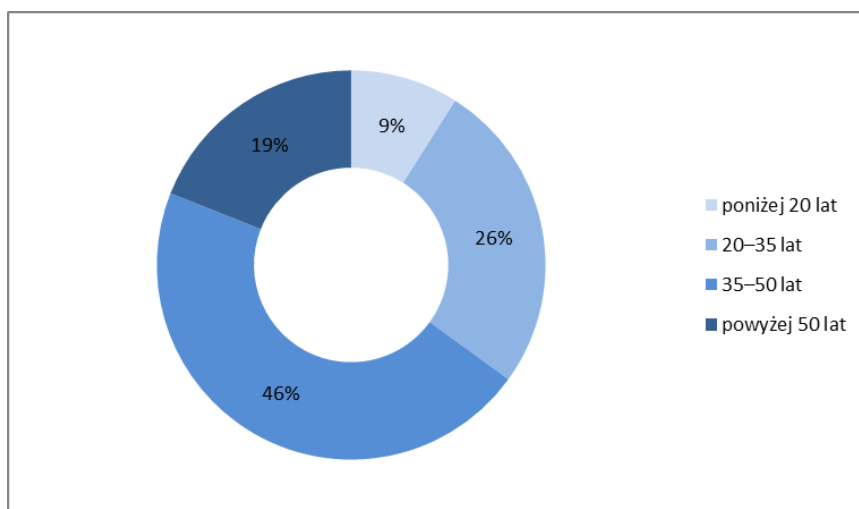
Pytanie metryczkowe nr 2: Wiek.

Tabela 50. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 2

Możliwość odpowiedzi	liczebność	%
1. poniżej 20 lat	9	9,3
2. 20–35 lat	25	25,8
3. 35–50 lat	45	46,4
4. powyżej 50 lat	18	18,6

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 29. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 2



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Biorąc pod uwagę wiek ankietowanych, można jednoznacznie stwierdzić, że znaczna większość odpowiedzi była udzielana przez osoby doświadczone, mieszczące się w kategorii mobilnego wieku produkcyjnego (70% respondentów w zakresie wieku 20–50 lat). Ponadto należy podkreślić fakt, że badania były prowadzone również wśród kadry naukowo-badawczej, co odzwierciedla wynik prawie 17% dla osób w wieku ponad 50 lat. Patrząc na zdefiniowaną potrzebę uzyskania głosów eksperckich, bazując na doświadczeniu oraz racjonalnej ocenie aktualnie otaczającej nas technologii bezzałogowej, wynik stanowił spełnienie oczekiwań w ramach powziętych hipotez badawczych.

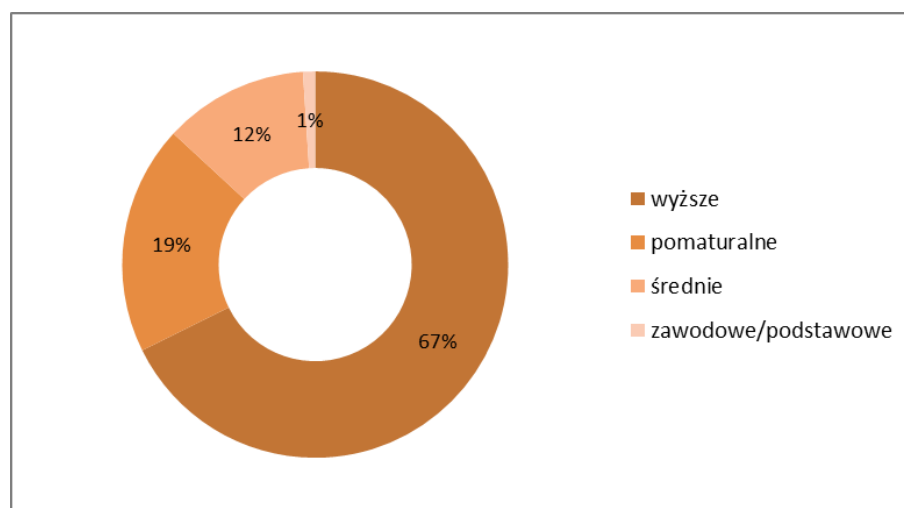
Pytanie metryczkowe nr 3: Jak jest Pana/Pani wykształcenie?

Tabela 51. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 3

Możliwość odpowiedzi	liczebność	%
1. wyższe	66	67,3
2. pomaturalne	19	19,4
3. średnie	12	12,2
4. zawodowe	-	-
5. podstawowe	1	1,0

Źródło: wyniki badań własnych.

Wykres 30. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 3



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Przeważająca liczba ankietowanych posiadała wykształcenie wyższe (67% ankietowanych). Biorąc pod uwagę fakt, że ankietowani pochodzili z instytucji, placówek naukowo-oświatowych i jednostek wykonujących zadania z wykorzystaniem BSP, głosy mówiące o wykształceniu podstawowym (1%) czy średnim (12%) pochodziły od przedstawicieli społeczności studenckiej (w tym miejscu należy zaznaczyć, że w badaniu wzięła udział również wyselekcjonowana grupa studentów kierunku obronność państwa). Odpowiedzi w zakresie posiadanego wykształcenia jednoznacznie przekładają się na szczegółowość uzyskanych odpowiedzi.

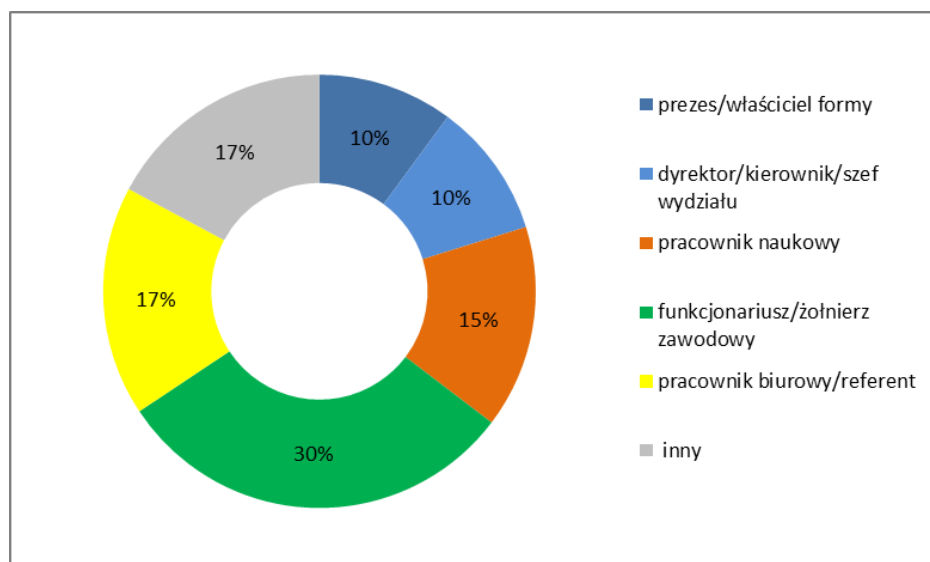
Pytanie metryczkowe nr 4: Jaki status społeczny Pan/Pani posiada?

Tabela 52. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 4

Możliwość odpowiedzi	liczebność	%
1. prezes/właściciel formy	10	10,1
2. dyrektor/kierownik/szef wydziału	10	10,1
3. pracownik naukowy	15	15,2
4. funkcjonariusz/żołnierz zawodowy	30	30,3
5. pracownik biurowy/referent	17	17,2
6. inny, jaki? Treści w wypisach z pytań otwartych	17	17,2

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 31. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 4



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Analiza stanowisk zajmowanych przez poszczególnych respondentów wykazała zróżnicowany obraz statusu społecznego badanej grupy, z przewagą społeczności, którą stanowią żołnierze zawodowi i funkcjonariusze (30%). Następnie wyłoniono liczną grupę pracowników administracyjnych/biurowych (17%) i naukowych (15%). W wypisach z pytań otwartych wskazano pozostałe specjalności zawodowe (17%), które nie mieściły się w ramach opracowanych możliwości odpowiedzi – należały do nich:

- student/uczeń;
- specjalista produkcji filmowej.

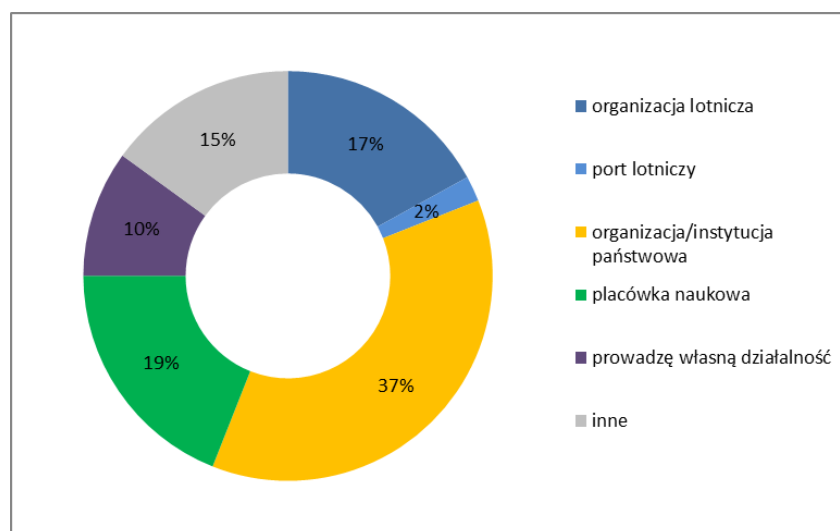
Pytanie metryczkowe nr 5: W jakiej organizacji Pan/Pani aktualnie pracuje?

Tabela 53. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 5

Możliwość odpowiedzi	Liczebność	%
1. organizacja lotnicza	16	16,8
2. port lotniczy	2	2,1
3. organizacja/institucja państwowa	35	36,8
4. placówka naukowa	18	18,9
5. prowadzę własną działalność	10	10,5
6. inne, jakie? Treści w wypisach z pytań otwartych	14	14,7

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 32. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 5



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Dokonując rozróżnienia respondentów na podstawie charakterystyki reprezentowanej przez nich organizacji, odnotowano znaczną większość przedstawicieli organizacji i instytucji państwowych (ok. 37%). Drugą co liczebności grupę stanowili pracownicy naukowcy – placówka naukowa (ok. 19%) oraz reprezentanci organizacji lotniczych (ok. 17%). Przytaczając treści wypisów z pytań otwartych (14% stanowiły odpowiedzi, gdzie respondenci wpisywali inne poza wskazanymi organizacje), uzyskano pozostałe miejsca pracy badanych:

- Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP;
- Uniwersytet Technologiczno-Humanistyczny;
- student;

- firma budowlana, produkcja filmowa;
- firma zajmująca się produkcją.

Pytanie metryczkowe nr 6: Czy posiada Pan/Pani drona lub interesuje się jego zakupem?

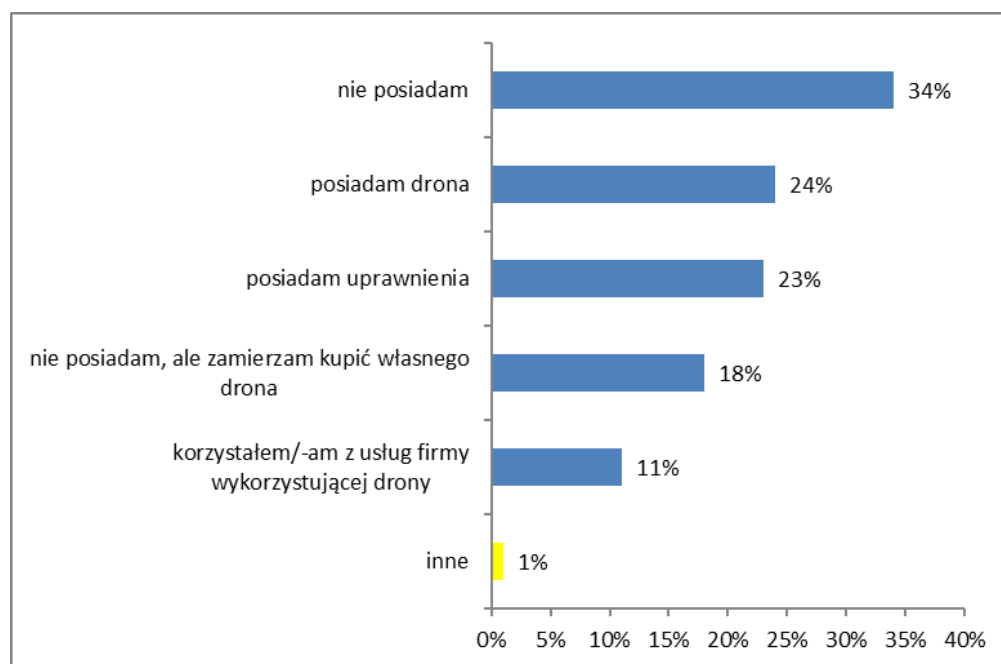
Można wskazać 1 lub więcej odpowiedzi.

Tabela 54. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 6

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %	Braki (i %)
a) posiadam uprawnienia	23	77
b) posiadam drona	24	76
c) nie posiadam, ale zamierzam kupić własnego drona	18	82
d) nie posiadam	34	66
e) korzystałem/-am z usług firmy wykorzystującej drony	11	89
f) inne, jakie? Brak wpisów	1	99

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 33. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 6



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Wyniki w obszarze posiadania dronów wskazały, że 34% respondentów nie posiada własnego drona, natomiast 24% badanych zadeklarowało posiadanie zarejestrowanego drona na własny użytek. W kwestii uprawnień tylko 23% respondentów potwierdziło nabycie odpowiednich zdolności do operowania BSP. Mimo zapisu, że istniała

możliwość zaznaczenia więcej niż jednej opcji odpowiedzi, ankietowani zawężali swoje odpowiedzi do jednego wyboru. W ten sposób spektrum odpowiedzi zostało podzielone na poszczególne składowe, co utrudniało wyłonienie konkretnych wniosków w obszarze świadomości społeczeństwa i odpowiedzialności karnej. W ramach systemu wykorzystania doświadczeń kwestia została szczegółowo omówiona z ekspertami partycypującymi w wywiadzie eksperckim. Wyniki przełożone na analizy ekspertów pozwoliły stwierdzić, że w systemie rejestracji ULC wciąż widnieje nieadekwatna liczba dronów amatorskich (nie wszyscy operatorzy rzetelnie zgłaszają amatorskie urządzenia). Ponadto amatorzy często poszerzają swoje umiejętności praktyczne samodzielnie, bez odbycia szkolenia e-learningowego w ramach uzyskania podstawowych uprawnień. Kwestie wykorzystania dronów amatorskich są najtrudniejszymi w odniesieniu do sprawnego monitorowania i wskazywania nieprawidłowości w czasie rzeczywistym.

Pytanie metryczkowe nr 7: Jakie są Pana/Pani zainteresowania? Proszę wskazać główne*.

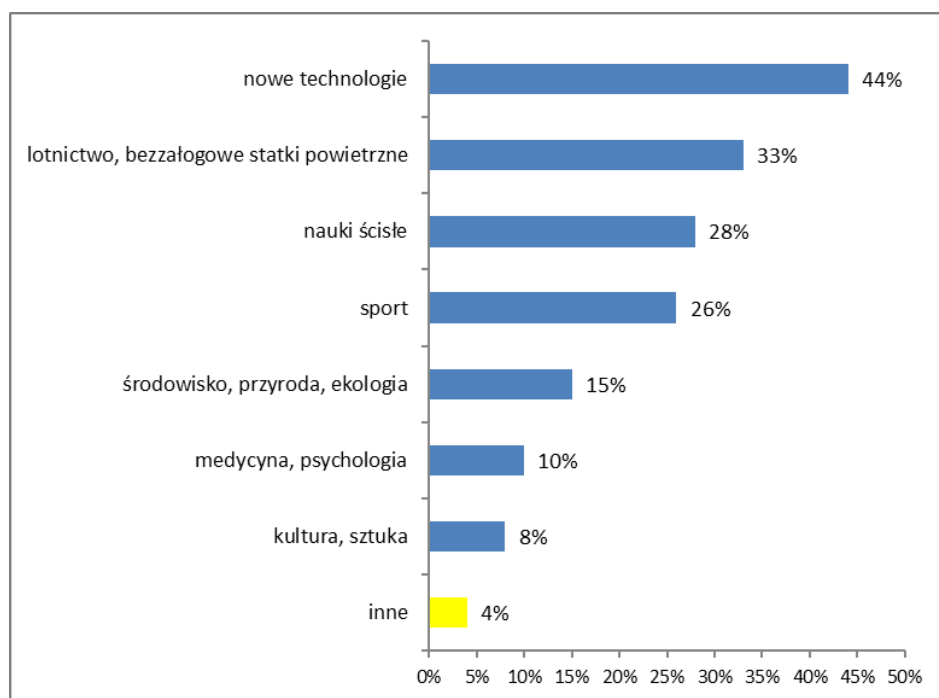
** proszę wskazać maksymalnie 3 odpowiedzi*

Tabela 55. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 7

Możliwość odpowiedzi	Liczebność i %	Braki (i %)
1. lotnictwo, bezzalogowe statki powietrzne	33	67
2. nowe technologie	44	56
3. nauki ścisłe	28	72
4. medycyna, psychologia	10	90
5. środowisko, przyroda, ekologia	15	85
6. kultura, sztuka	8	92
7. sport	26	74
8. inne, jakie? Treści w wypisach z pytań otwartych	4	96

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 34. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 7



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Biorąc pod uwagę specyfikę prowadzonych badań i ich obszar, istotnym było pozyskanie informacji definiującej wiodący przedmiot zainteresowania danego respondenta. Ankietowany jednorazowo mógł wskazać maksymalnie do trzech odpowiedzi. W tej kwestii uzyskano rezultat zgodny z oczekiwanym, za czym przemawia uzyskanie największej liczby odpowiedzi – 44% w dziedzinie nowych technologii, 33% w obszarze lotnictwa i bezzałogowych statków powietrznych oraz 28% dla nauk ścisłych. Obraz zainteresowań badanych mieści się w obszarach wskazanych w ramach luki badawczej oraz postawionych pierwotnie hipotez. W zakresie innych niż wskazane, w ramach możliwości wyboru zainteresowań, w wypisach z pytań otwartych respondenci uwzględnili:

- uzbrojenie wojskowe;
- podróże;
- strzelectwo;
- motoryzację.

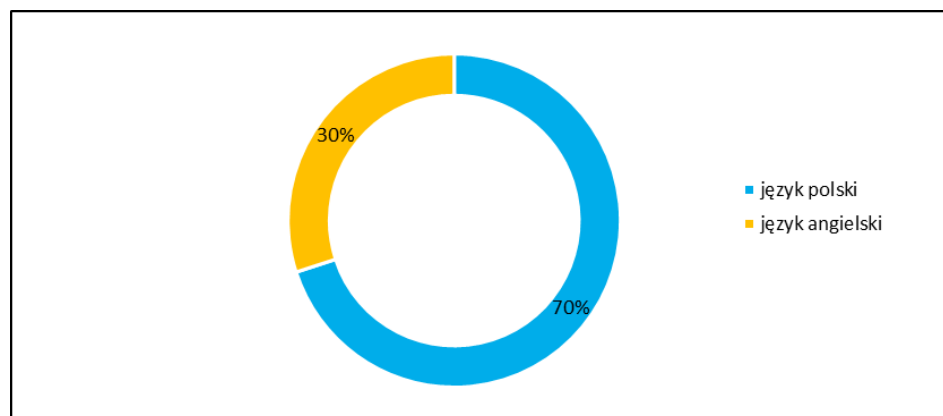
Język ankiety: Dodatkowo z uwagi na przeprowadzenie sondażu również w oparciu o środowisko międzynarodowe rozróżniono ankietowanych z podziałem na język ankiety.

Tabela 56. Rozróżnienie ankiet z uwagi na język

język ankiety	Liczebność i %
1. polski	70
2. angielski	30

Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wykres 35. Zilustrowanie uzyskanych wyników – język ankiety



Źródło: wyniki badań własnych, N=100.

Wnioski: Przedstawione wyniki odniesione do języka arkusza ankiety kształtują się następująco: 70% ankiet przeprowadzono w języku polskim, 30% ankiet przeprowadzono w języku angielskim. Ankiety w języku angielskim zostały przeprowadzone wśród przedstawicieli środowiska międzynarodowego związanego z kwestiami obronnymi w ramach sojuszu NATO.

5.3. Analiza zidentyfikowanych zależności statystycznych

W toku procesu badawczego w pierwszym etapie dokonano szczegółowej weryfikacji przeprowadzonego sondażu diagnostycznego pod względem poprawności i kompletności udzielanych odpowiedzi. Do analizy statystycznej wykorzystano program IBM SPSS Statistics 24 oraz Microsoft Office Excel 2016. Różnice statystyczne pomiędzy wartościami zmiennych wyprowadzono z wykorzystaniem tablic przedziałów frakcji, założono przedział istotności $P=95\%$. Test istotności różnicy chi-kwadrat, a w przypadku siły związku współczynnik V Kramera posłużyły do przeprowadzenia analiz dwuzmiennowych, ponadto usunięto braki danych. Tabela nr 57 prezentuje charakterystyki odniesione do badań nad istnieniem związku pomiędzy zmiennymi oraz siły związku.

Tabela 57. Test niezależności chi-kwadrat Pearsona oraz miary związku dla testu

Test niezależności chi-kwadrat Pearsona (χ^2)	Współczynnik V Kramera i współczynnik kontyngencji Q-Yule'a (Phi)
Jest jedną z najczęściej stosowanych statystyk. Test χ^2 wykonuje się w celu zbadania związku pomiędzy dwoma zmiennymi nominalnymi X i Y. Test wymaga postawienia dwóch hipotez: – zerowej – nie istnieje istotny statystycznie związek pomiędzy zmiennymi, – alternatywnej – istnieje istotny statystycznie związek pomiędzy zmiennymi. Hipotezy zerową oraz alternatywną dla tego testu możemy zapisać następująco: H0: Zmienne X i Y są niezależne. H1: Zmienne X i Y nie są niezależne. Test χ^2 bazuje na porównaniu ze sobą wartości obserwowanych (otrzymanych w badaniu), a wartości teoretycznych (obliczonych przy założeniu, że pomiędzy zmiennymi nie ma żadnego związku). Duże różnice wskazują na istnienie zależności pomiędzy zmiennymi. Hipotezę zerową można odrzucić wówczas, gdy odczytany poziom istotności p jest mniejszy lub równy 0,05. Jeśli p jest wyższe od tego poziomu, nie ma podstaw do odrzucenia hipotezy zerowej.	Popularnie używane miary związku dla testu chi-kwadrat to współczynnik Phi oraz V Kramera. Sam test χ^2 nie mówi o sile związku, tylko informuje nas o istnieniu takich zależności. W celu sprawdzenia, czy dana korelacja jest silna, czy słaba posługujemy się współczynnikami kontyngencji: współczynnikiem Phi Yule'a (stosowany w przypadku tabel kontyngencji 2×2) i współczynnikiem V Kramera (stosowany w przypadku tablic wielodzielnych). W badaniach medycznych i technologicznych przyjmuje się, że wartość V Kramera wynosząca: 0,1 – oznacza słaby związek, 0,3 – przeciętny związek, - a 0,5 – silny związek. W badaniach społecznych wartości współczynnika są często niższe. Ogólnie wartość współczynnika zawiera się pomiędzy 0 a 1. Współczynnik ten pozwala na interpretowanie wyników zarówno skrajnych, jak i pośrednich. Im wynik bliższy zera tym słabszy związek, a im bliższe jedności, tym związek pomiędzy zmiennymi jest silniejszy.

Źródło: opracowanie własne na podstawie M. Rabiej, *Analizy statystyczne z programami Statistica i Excel*, Wyd. Helion, Gliwice 2018, s. 204–208.

Stwierdzono zależności w odniesieniu do zmiennej „język ankiety”, w którym wypełniono konkretną ankietę – ocena kwestii bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach mobilności dronowej różni się w zależności od kraju pochodzenia respondenta. Dotyczy to głównie pytań z zakresu różnorodności systemów ochrony bezpieczeństwa oraz skali narastających zagrożeń. Ponadto w niektórych przypadkach odpowiedzi warunkowane były miejscem pracy i życia danej osoby. W niniejszym podrozdziale wykazano najistotniejsze zależności odpowiedzi badanych od zmiennych niezależnych (demograficznych, metryczkowych) oraz zmiennej odniesionej do języka ankiety.

Zależność nr 1: Zależność statystycznie istotna odniesiona do pytania nr 2 (P2 – *Czy według Pana/Pani kwestia wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych jest właściwie sformalizowana w systemie prawnym?*) od zmiennej określonej pytaniem metryczkowym nr 2 (M2 – *wiek*).

Odpowiedzi na pytanie nr 2 zostały zrekodowane na trzy kategorie: „tak” (połączono kategorie „zdecydowanie tak” i „raczej tak”), „nie mam zdania” i „nie” (połączono „raczej nie” oraz „zdecydowanie nie”). W zaprezentowanych poniżej tabelach przedstawiono wyniki odniesione do uzyskanej liczebności.

Tabela 58. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 1

			M2				Ogółem
			1	2	3	4	
P2	1	Liczebność	0	11	26	7	44
		% z M2	0,0%	44,0%	57,8%	38,9%	45,4%
	3	Liczebność	8	10	9	3	30
		% z M2	88,9%	40,0%	20,0%	16,7%	30,9%
	5	Liczebność	1	4	10	8	23
		% z M2	11,1%	16,0%	22,2%	44,4%	23,7%
Ogółem		Liczebność	9	25	45	18	97
		% z M2	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 59. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 1

	Wartość	df	Istotność asymptotyczna (dwustronna)
Chi-kwadrat Pearsona	23,686 ^a	6	<,001
Iloraz wiarygodności	24,329	6	<,001
Test związku liniowego	,007	1	,932
N ważnych obserwacji	97		

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 60. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 1

		Wartość	Istotność przybliżona
Nominalna przez Nominalna	Phi	,494	<,001
	V Kramera	,349	<,001
N ważnych obserwacji		97	
^a 33,3% komórek (4) ma liczebność oczekiwaną mniejszą niż 5. Minimalna liczebność oczekiwana wynosi 2,13.			

Źródło: wyniki badań własnych.

Im wyższy wiek badanych, tym częściej pojawiają się twierdzenia, że kwestia wykorzystania BSP nie jest właściwie sformalizowana w systemie prawnym. Liczba odpowiedzi „nie mam zdania” maleje natomiast wraz z wiekiem respondentów – najwięcej takich wyborów jest w grupie respondentów do 20. roku życia. Chi-kwadrat – 0,001, V Kramera – 0,349.

Zależność nr 2: Zależność statystycznie istotna odniesiona do pytania nr 6D (P6D – *Jak ocenia Pan/Pani wskazane poniżej szanse rozwoju nowych technologii użytkowych w zakresie upowszechniania bezzałogowych statków powietrznych, odnosząc się do przedstawionych poniżej kierunków ewaluacji – drony stratosferyczne zastępujące satelity operujące po orbicie?*) od zmiennej określonej pytaniem metryczkowym nr 5 (M5 – *W jakiej organizacji Pan/Pani aktualnie pracuje?*).

Odpowiedzi na pytanie nr 6D zostały zrekodowane na trzy kategorie: „duże” (połączono kategorie „bardzo duże” i „duże”), „nie mam zdania” i „małe” („małe” oraz „bardzo małe”). W zaprezentowanych poniżej tabelach przedstawiono wyniki odniesione do uzyskanej liczebności.

Tabela 61. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 2

			M5					Ogółem
			1	3	4	5	6	
P6D	1	Liczebność	11	16	9	8	5	49
		% z M5	61,1%	45,7%	50,0%	80,0%	35,7%	51,6%
	3	Liczebność	2	14	7	2	9	34
		% z M5	11,1%	40,0%	38,9%	20,0%	64,3%	35,8%
	5	Liczebność	5	5	2	0	0	12
		% z M5	27,8%	14,3%	11,1%	0,0%	0,0%	12,6%
Ogółem		Liczebność	18	35	18	10	14	95
		% z M5	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 62. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 2

	Wartość	df	Istotność asymptotyczna (dwustronna)
Chi-kwadrat Pearsona	16,376 ^a	8	,037
Iloraz wiarygodności	19,066	8	,015
Test związku liniowego	,673	1	,412
N ważnych obserwacji	95		
^a 40,0% komórek (6) ma liczebność oczekiwaną mniejszą niż 5. Minimalna liczebność oczekiwana wynosi 1,26.			

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 63. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 2

		Wartość	Istotność przybliżona
Nominalna przez Nominalna	Phi	,415	,037
	V Kramera	,294	,037
N ważnych obserwacji		95	

Źródło: wyniki badań własnych.

Osoby prowadzące własne firmy znacząco częściej niż pozostali uważają, że szanse na to, aby drony zastąpiły satelity operujące na orbicie, są duże. Odpowiedzi przeciwne najczęściej pojawiają się w grupie osób pracujących w organizacjach lotniczych. Chi-kwadrat – 0,037, V Kramera – 0,294.

Zależność nr 3: Zależność statystycznie istotna odniesiona do pytania nr 3 (P3 – *Czy uważa Pan/Pani, że system kontroli działalności dronów aktywnych w przestrzeni powietrznej jest w Polsce wydajny?*) od zmiennej określającej język ankiety (MJ – *język polski/ język angielski*).

Odpowiedzi na pytanie nr 3 zostały zrekodowane na trzy kategorie: „tak” (połączono kategorie „zdecydowanie tak” i „raczej tak”), „nie mam zdania” i „nie” („raczej nie” oraz „zdecydowanie nie”). W zaprezentowanych tabelach przedstawiono wyniki odniesione do uzyskanej liczebności.

Tabela 64. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 3

			MJ		Ogółem
			1	2	
P3	1	Liczebność	12	8	20
		% z M8	17,4%	26,7%	20,2%
	3	Liczebność	12	13	25
		% z M8	17,4%	43,3%	25,3%
	5	Liczebność	45	9	54
		% z M8	65,2%	30,0%	54,5%
Ogółem		Liczebność	69	30	99
		% z M8	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 65. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 3

	Wartość	df	Istotność asymptotyczna (dwustronna)
Chi-kwadrat Pearsona	11,217 ^a	2	,004
Iloraz wiarygodności	11,257	2	,004
Test związku liniowego	6,509	1	,011
N ważnych obserwacji	99		
^a 0,0% komórek (0) ma liczebność oczekiwaną mniejszą niż 5. Minimalna liczebność oczekiwana wynosi 6,06.			

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 66. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 3

		Wartość	Istotność przybliżona
Nominalna przez Nominalna	Phi	,337	,004
	V Kramera	,337	,004
N ważnych obserwacji		99	

Źródło: wyniki badań własnych.

Parametry zależności są bardzo dobre. Respondenci, którzy wypełnili ankietę w języku polskim, ponad dwukrotnie częściej wybierali odpowiedź świadczącą o tym, że system kontroli dronów aktywnych w przestrzeni powietrznej nie jest w Polsce wydolny. Osoby, które wypełniły ankietę w języku angielskim, są natomiast częściej przeciwnego zdania

oraz ponad 2/5 z nich wybrały odpowiedź „nie mam zdania”. Chi-kwadrat – 0,004, Phi – 0,337.

Zależność nr 4: Zależność statystycznie istotna odniesiona do pytania nr 5 (P5 – *Czy znane są Panu/Pani zagraniczne systemy zapobiegające zagrożeniom nielegalnego użycia dronów?*) od zmiennej określającej język ankiety (MJ – *język polski/język angielski*).

Odpowiedzi na pytanie nr 5 zostały zrekodowane na trzy kategorie: „tak” (połączono kategorie „zdecydowanie tak” i „raczej tak”), „nie mam zdania” i „nie” („raczej nie” oraz „zdecydowanie nie”). W zaprezentowanych poniżej tabelach przedstawiono wyniki odniesione do uzyskanej liczebności.

Tabela 67. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 4

			MJ		Ogółem
			1	2	
P5	1	Liczebność	25	25	50
		% z M8	36,2%	83,3%	50,5%
	3	Liczebność	8	1	9
		% z M8	11,6%	3,3%	9,1%
	5	Liczebność	36	4	40
		% z M8	52,2%	13,3%	40,4%
Ogółem		Liczebność	69	30	99
		% z M8	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 68. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 4

	Wartość	df	Istotność asymptotyczna (dwustronna)
Chi-kwadrat Pearsona	18,561 ^a	2	<,001
Iloraz wiarygodności	19,855	2	<,001
Test związku liniowego	17,007	1	<,001
N ważnych obserwacji	99		
^a 16,7% komórek (1) ma liczebność oczekiwaną mniejszą niż 5. Minimalna liczebność oczekiwana wynosi 2,73.			

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 69. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 4

		Wartość	Istotność przybliżona
Nominalna przez Nominalna	Phi	,433	<,001
	V Kramera	,433	<,001
N ważnych obserwacji		99	

Źródło: wyniki badań własnych.

W tym przypadku również parametry zależności są bardzo dobre. Osoby wypełniające ankietę po angielsku w znakomitej większości deklarują znajomość zagranicznych systemów zapobiegania zagrożeniom nielegalnego użycia dronów. Z kolei ponad połowa wypełniających ankietę po polsku nie zna takich systemów. Chi-kwadrat – 0,001, Phi – 0,433.

Zależność nr 5: Zależność statystycznie istotna odniesiona do pytania nr 6B (P6B – *Jak ocenia Pan/Pani wskazane poniżej szanse rozwoju nowych technologii użytkowych w zakresie upowszechniania bezzałogowych statków powietrznych, odnosząc się do przedstawionych poniżej kierunków ewaluacji – dostawa produktów zamawianych online?*) od zmiennej określającej język ankiety (MJ – *język polski/język angielski*).

Odpowiedzi na pytanie nr 6B zostały zrekodowane na trzy kategorie: „duże” (połączono kategorie „bardzo duże” i „duże”), „nie mam zdania” i „małe” („małe” oraz „bardzo małe”). W zaprezentowanych poniżej tabelach przedstawiono wyniki odniesione do uzyskanej liczebności.

Tabela 70. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 5

			MJ		Ogółem
			1	2	
P6B	1	Liczebność	33	6	39
		% z M8	47,1%	20,0%	39,0%
	3	Liczebność	10	6	16
		% z M8	14,3%	20,0%	16,0%
	5	Liczebność	27	18	45
		% z M8	38,6%	60,0%	45,0%
Ogółem		Liczebność	70	30	100
		% z M8	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 71. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 5

	Wartość	df	Istotność asymptotyczna (dwustronna)
Chi-kwadrat Pearsona	6,538 ^a	2	,038
Iloraz wiarygodności	6,945	2	,031
Test związku liniowego	5,864	1	,015
N ważnych obserwacji	100		
^a 16,7% komórek (1) ma liczebność oczekiwaną mniejszą niż 5. Minimalna liczebność oczekiwana wynosi 4,80.			

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 72. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 5

		Wartość	Istotność przybliżona
Nominalna przez Nominalna	Phi	,256	,038
	V Kramera	,256	,038
N ważnych obserwacji		100	

Źródło: wyniki badań własnych.

Parametry zależności mieszczą się w wymaganych przedziałach istotności. Osoby wypełniające ankietę po polsku ponad dwukrotnie częściej niż osoby wypełniające ją po angielsku uważają, że istnieją duże szanse na rozwój technologii bezzałogowej w kierunku dostaw produktów zamawianych online. Przeciwnego zdania częściej są osoby wypełniające ankietę po angielsku – respondenci ci chętniej wskazywali również odpowiedź „nie mam zdania”. Chi-kwadrat – 0,038, Phi – 0,256.

Zależność nr 6: Zależność statystycznie istotna odniesiona do pytania nr 11 (P11 – *Czy używał/-a Pan/Pani stron www/aplikacji śledzenia ruchu w przestrzeni powietrznej takich jak Flight Radar, DroneRadar, strony Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej?*) od zmiennej określającej język ankiety (MJ – *język polski/język angielski*).

Odpowiedzi na pytanie nr 11 zostały zrekodowane na trzy kategorie: „tak” (połączono kategorie „zdecydowanie tak” i „raczej tak”), „nie mam zdania” i „nie” („raczej nie” oraz „zdecydowanie nie”). W zaprezentowanych tabelach przedstawiono wyniki odniesione do uzyskanej liczebności.

Tabela 73. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 6

			MJ		Ogółem
			1	2	
P11	1	Liczebność	28	13	41
		% z M8	40,0%	43,3%	41,0%
	2	Liczebność	14	12	26
		% z M8	20,0%	40,0%	26,0%
	3	Liczebność	8	2	10
		% z M8	11,4%	6,7%	10,0%
	4	Liczebność	5	3	8
		% z M8	7,1%	10,0%	8,0%
	5	Liczebność	15	0	15
		% z M8	21,4%	0,0%	15,0%
Ogółem		Liczebność	70	30	100
		% z M8	100,0%	100,0%	100,0%

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 74. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 6

	Wartość	df	Istotność asymptotyczna (dwustronna)
Chi-kwadrat Pearsona	10,407 ^a	4	,034
Iloraz wiarygodności	14,469	4	,006
Test związku liniowego	4,421	1	,035
N ważnych obserwacji	100		
^a 30,0% komórek (3) ma liczebność oczekiwaną mniejszą niż 5. Minimalna liczebność oczekiwana wynosi 2,40.			

Źródło: wyniki badań własnych.

Tabela 75. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 6

		Wartość	Istotność przybliżona
Nominalna przez Nominalna	Phi	,323	,034
	V Kramera	,323	,034
N ważnych obserwacji		100	

Źródło: wyniki badań własnych.

Osoby wypełniające ankietę w języku angielskim dwukrotnie częściej niż osoby wypełniające ją w języku polskim wskazały, że używają stron www/aplikacji do śledzenia przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej. Nikt spośród wypełniających ankietę

po angielsku nie wskazał odpowiedzi „nigdy”, natomiast częściej niż co piąta osoba (21,4%) wypełniając ankietę po polsku przyznała, że takich stron www lub aplikacji nie używa w ogóle. Chi-kwadrat – 0,034, V Kramera – 0,323.

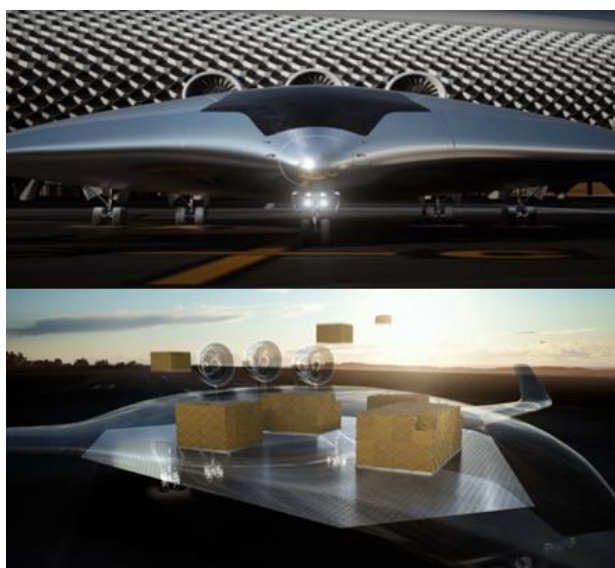
5.4. Analiza badań empirycznych – wywiad ekspercki

Wywiad ekspercki jako ustrukturyzowana, przygotowana i zaplanowana rozmowa ma dostarczyć fachowych opinii i ocen profesjonalistów zajmujących się branżą ściśle związaną z przedmiotem powziętych badań. W badaniu wzięła udział grupa specjalistów z obszaru technologii bezzałogowej, bezpieczeństwa lotnictwa, kontroli przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej, prawodawstwa w zakresie BSP, projektowania konstrukcji dronowych, jak również praktycznego zastosowania lotnictwa załogowego i bezzałogowego – piloci załogowych statków powietrznych (samoloty i śmigłowce), operatorzy BSP (w tym drony FPV). Sformułowane w formie precyzyjnych pytań kwestie odpowiadały postawionym pytaniom badawczym. Wynik badania opiewający analizę zebranych danych miał na celu weryfikację sformułowanych hipotez. Łącznie przeprowadzono 15 indywidualnych wywiadów pogłębionych z ekspertami, badanie prowadzono w terminie od października 2022 r. do listopada 2024 r.

W toku badań proces przeprowadzenia wywiadów eksperckich był szczególnie złożony. Celem uzyskania konkretnych odpowiedzi na postawione pytania badawcze należało zestawić ekspertów na poziomie technologicznym, praktycznym – przedstawicieli załóg lotnictwa konwencjonalnego oraz prawodawczym (w tym utrzymania bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej). Na etapie realizacji wywiadów eksperckich zdefiniowano konkretną potrzebę rozwoju działań profilaktycznych oraz wdrożenia narzędzi kontroli na poziomie sprzedaży BSP, w tym również (w ujęciu długofalowym) ograniczenia operacyjności amatorskich BSP. Patrząc na analizy prowadzone w ramach rozwoju technologii bezzałogowej w krajach wysoko rozwiniętych, wartość PKB¹⁴¹ jest wyznacznikiem większej dynamiki rozwoju nowych technologii, możliwości wprowadzenia innowacyjnych rozwiązań oraz badań nad nimi – niektóre powzięte z optymizmem projekty transportów bezzałogowych zostały znacznie wyskalowane, większe znaczenie mają obecnie projekty opiewające drony konkretnego przeznaczenia, charakteryzujące się wysokim udźwigiem, umożliwiające transport znacznych mas ładunków. Ograniczono również koncepcje wdrażania przewozów pasażerskich wobec przeprowadzonych testów.

¹⁴¹ Produkt krajowy brutto.

Sytuacja rozwija się w atmosferze kreowania adekwatnego balansu możliwości względem faktycznie zdefiniowanych potrzeb. Zaczęto respektować wymogi certyfikacji z uwagi na zaostrzenie prawa. Na przestrzeni ostatnich pięciu lat (okres obejmujący przygotowanie oraz sam proces badawczy) specyfika zmian wciąż przechodzi rewolucję, obierając finalnie właściwy kierunek. Początkowy zachwyty odnotowany w latach 2020–2023 (z przeprowadzonych dyskusji w ramach wywiadów wynika, że szczyt kreatywności względem kolejnych gałęzi zastosowania BSP odnotowano w latach 2020–2023) stopniowo zaczyna przyjmować racjonalną formę, a sztucznie napędzana koniunktura coraz mniej pojawia się w literaturze naukowej (artykuły naukowe we wskazanym powyżej odcinku czasu często skupiały się na wyśrubowanych technologicznie rozwiązaniach, z pomijaniem dbałości o kwestie bezpieczeństwa lotniczego, przykładowo: w zakresie dostaw wszelkiej maści produktów – od tych istotnych, jak transport medyczny – po te kreowane w ramach „ożywienia” nastrojów rynku technologicznego, jak catering, pojedyncze paczki z dostaw online, projekt dostaw Amazon itp.). Poniżej przedstawiono jeden ze wspomnianych kierunków – kalifornijski startup projektu futurystycznych dronów cargo. Najmniejsza wersja drona o ładowności 3,8 t miała rozpocząć dostawy w II kwartale 2025 r.



Rysunek 38. Startup dronów transportowych Natilus

Źródło: K. Bolz, G. Nowacki, *Air transport safety in UAV operational conditions*, Journal of civil engineering and transport, transEngin, vol. 5, issue 1, 2023, s. 18–19 (opracowanie grafiki na bazie katalogu producenta – www.natilus.co, dostęp: 22.05.2022 r.).

Biorąc pod uwagę spektrum zastosowań dronów oraz absolutną potrzebę opinii ekspertów w dziedzinie zrównoważonego podejścia do wspomnianych wyżej kwestii,

priorytetem było pozyskanie specjalistów, którzy dzięki swojej wiedzy teoretycznej, znajomości sytuacji oraz doświadczeniu umożliwią wypracowanie rzeczowych wniosków koncepcyjnych. To właśnie wyselekcjonowane gremium eksperckie stanowiło trzon syntetycznej koncepcji, jasno określającej niezbędne aktualnie narzędzia. Dużą zasługę w ramach poszerzania horyzontu w odniesieniu do scenariuszy rozwoju rynku dronowego, aspektów miejskiej mobilności, nawiązywania kontaktów w ramach organizowanych *matchmakingów* przypisuje się Instytutowi Lotnictwa – Sieć Badawcza Łukasiewicz.

Ekspersi w dziedzinie merytorycznie ocenili aktualny stan bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP. Wskazywali konkretne obszary wymagające udoskonalenia lub zmian. Stanowili niniejszym ogromne źródło rzeczowej informacji w ramach badanej dziedziny, umożliwiając tym samym potwierdzenie hipotez badawczych oraz przemodelowanie obszarów obejmujących zakres metodologiczny. Poniżej w formie tabelarycznej zestawiono wybrane, najistotniejsze wnioski i rekomendacje rozmówców w odniesieniu do udoskonalenia kwestii realizacji lotów bezzałogowych z zapewnieniem możliwie najwyższego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa. Zwrócono również uwagę na bieżące kwestie problemowe. Zebrane i zredagowane poniżej wypowiedzi zostały sformułowane na bazie wewnętrznych badań poszczególnych instytucji biorących udział w wywiadzie oraz współpracy w ramach wymiany doświadczeń z międzynarodowym środowiskiem z obszaru technologii bezzałogowych. Rozmówcy przedstawili szeroki wachlarz wniosków koncepcyjnych oraz niejednokrotnie oryginalny punkt widzenia. Pozyskane informacje – stwierdzenia rozmówców zostały uporządkowane względem obszaru tematycznego.

Tabela 76. Operacyjność BSP – wnioski i rekomendacje ekspertów

Obszar dziedzinowy	Wnioski i rekomendacje (zredagowany syntetyczny opis)
Regulacje prawne, prawodawstwo	Digitalizacja procesów warunkiem koniecznym do właściwej autonomizacji i automatyzacji procesu rozwoju systemu BSP.
	Zakłada się wdrożenie e-identyfikacji, która umożliwi identyfikację pojedynczego drona w zakresie numeru seryjnego, użytkownika, danych seryjnych.
	Istnieje problem z wtargnięciami na teren lotnisk. W ramach takich incydentów w ULC funkcjonuje komórka LBB (Departament Zarządzania Bezpieczeństwem w Lotnictwie Cywilnym).
	W kwestii popularyzacji BSP nastąpił gwałtowny spadek zaufania społeczeństwa spowodowany konfliktem na Ukrainie. Podkreślono aspekt

	anonimowości w przypadku zastosowania drona jako narzędzia ataku (lub obrony).
	Implementacja kontroli sprzedażowej, w tym narzędzi z tego zakresu powinna odbywać się na poziomie unijnym.
	W kategorii otwartej praktyka operatorów BSP jest deklaratoryjna.
	Wymagana jest systematyka pracy w zakresie kontroli sytuacji w przestrzeni powietrznej, niezbędne jest nadążanie za technologią, bieżąca znajomość stosowanych rozwiązań konstruktorskich (napędy, spektrum zastosowań).
	Postrzeganie BSP będzie warunkowane implementacją koncepcji U-Space. Właściwe zorganizowanie ruchu BSP i stworzenie dobrze funkcjonującego systemu w ramach UAM (ang. <i>Urban Air Mobility</i> – miejska mobilność powietrzna) zmniejszy potrzebę traktowania BSP jako potencjalnego zagrożenia.
	W ramach koncepcji EASA rok 2035 ma stanowić przełom w dziedzinie transportu pasażerów dronami – realność projektu jest głównie kwestią akceptacji społecznej, budowania zaufania w społeczeństwie. Obecnie najbardziej ograniczającym czynnikiem dla tego rodzaju BSP jest autonomia akumulatora, dlatego rozważa się modele współpracujące z napędem elektrycznym oraz zastosowaniem technologii magazynowania energii.
Kontrola przestrzeni powietrznej	Aktualnie obowiązujące przepisy pozwalają na współistnienie lotów statków powietrznych oraz BPS. Lotnictwo, będąc środowiskiem zmieniającym się w sposób dynamiczny, na bieżąco dostosowuje się do nowych trendów (rozwój BSP).
	Nie można ocenić operacji BPS jednowymiarowo – jako zagrożenie. W obszarze operacji BPS można zidentyfikować pewne zagrożenia, m.in. niewłaściwy proces szkolenia operatorów (wówczas kwestia ta wymaga aktualizacji, aby zapewnić wymagany poziom bezpieczeństwa). Operacje BPS stały się elementem lotnictwa. Dzięki swoim zaletom pozwalają na zmniejszenie kosztów zadań, które do tej pory wykonywały statki powietrzne: patrolowanie linii energetycznych lub gazociągów, wykorzystanie tam, gdzie nie było możliwe użycie SP.
	Nie istnieją procedury dotyczące ochrony bezpieczeństwa lotnictwa/portów lotniczych, których BSP są elementem. BSP mogą stanowić zagrożenie dla prawidłowego funkcjonowania portów lotniczych/bezpiecznego przepływu ruchu lotniczego poprzez naruszenie granic MCTR.
	W 2022 r. zaobserwowano znaczący wzrost liczby zgłoszeń innych zagrożeń w ruchu lotniczym dotyczących naruszenia granic przestrzeni odpowiedzialności przez zdalnie sterowane systemy latające, również dotyczących wlotu nad fizyczne granice lotniska. Takie sytuacje stanowią bezpośrednie zagrożenie dla ruchu lotniczego, mogą skutkować poleceniem odejścia statku powietrznego na drugie okrążenie, podjęciem decyzji o odlocie na lotnisko zapasowe, a w przypadku, gdyby BSP nie zostały zauważone przez kontrolerów ruchu lotniczego lub załogi SP, może dojść do kolizji w locie. Zgodnie z obowiązującymi procedurami takie zdarzenia są zgłaszane organom porządkowym, jednak do ujęcia sprawców dochodzi rzadko. Trudnością jest szybkie namierzenie operatora.
	Wszystkie zgłoszenia dotyczące naruszenia granic przestrzeni odpowiedzialności przez zdalnie sterowane systemy latające są umieszczane w Centralnej Bazie Zgłoszeń Urzędu Lotnictwa Cywilnego.

	Obowiązujące przepisy są na bieżąco dostosowywane do potrzeb wynikających z dynamicznie rosnącej aktywności BSP. Z analizy zgłoszeń ATM/CNS wynika, że główną przyczyną zagrożeń z obszaru technologii bezzałogowej dla ruchu lotniczego jest niska świadomość operatorów BPS, brak respektowania obowiązujących przepisów. Anonimowe działania niepożądane, nawet te wykonywane nieświadomie, czyli np. niewykonywanie <i>check-in</i>, powinny być nadzorowane i bezzwłocznie eliminowane.
Projektowanie szkoleń (kadra wykładowców)	Mimo wielu zalet przyszłościowo połączenie dronów ze sztuczną inteligencją może nieść pewne poważne wyzwania. Bezpieczeństwo i prywatność danych, kontrola nad autonomicznymi dronami oraz regulacje prawne to tylko niektóre z aspektów wymagających rozważenia. Nie ma jednak wątpliwości, że przyszłość dronów połączonych ze sztuczną inteligencją jest bardzo obiecująca. Świadomość społeczna w dalszym ciągu wymaga edukacji i działań profilaktycznych. Aby zapewnić odpowiedni poziom bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej, eliminacja zagrożeń do wymaganego minimum jest niezbędna. Analiza i szacowanie ryzyka to elementy, które wymagają ciągłego monitoringu, bowiem stanowią one narzędzia dostarczania odpowiednich metod zwalczania ryzyka. Wymagana jest systematyczna aktualizacja programów szkolenia, systemu egzaminowania, weryfikacja operatorów. Kontrola na poziomie sprzedaży powinna być bazą do bezpiecznego operowania BSP w przestrzeni powietrznej. Wyżej wymienione stanowią etap pośredni, absolutnie podstawowy do ustandaryzowania zachowań operatorów, głównie dronów FPV. Konieczne jest implementacja skutecznych systemów antydronowych, bazowanie na tych sprawdzonych (itp. HAWK 1700).
Praktyczne wykonywanie lotów (piloci wykonujący loty załogowe)	Zdecydowanie należy wprowadzić większy nadzór nad działalnością BSP w przestrzeni powietrznej. Generowanie zagrożeń tak naprawdę zależy od tego, w jaki sposób zostanie uświadomione społeczeństwo – to ono jest głównym zagrożeniem w ramach użytkowania BSP. Teoretycznie koncepcje lotnicze uwzględniają BSP, w praktyce jednak działania operatorów nie zawsze są zgodne z postanowieniami wspomnianych koncepcji. Generowanie ryzyka może być wywołane przede wszystkim niewłaściwym procesem szkolenia operatorów, brakiem świadomości dotyczącej zagrożeń. Egzaminy i szkolenia online są banalnie proste, co więcej niektórzy rozwiązują test bez przygotowania, bazując na dostępnych w Internecie filmach instruktażowych. Zwiększenie nacisku na wdrażanie systemów antykolizyjnych dedykowanych dronom to temat, który powinien być rozwijany w związku ze stale rosnącym popytem na BSP. Mimo wielu aplikacji usprawniających działania operatorów, mających na celu przede wszystkim bezpieczeństwo w powietrzu (<i>check-in</i> czy <i>DroneMap</i>), wielu operatorów nie korzysta z narzędzi umożliwiających sprawdzenie aktualnych informacji dotyczących dostępności przestrzeni powietrznej w danym obszarze.

Operatorzy komercyjni	Biorąc pod uwagę samodzielnie konstruowane modele BSP, koncepcje bezpieczeństwa w niewystarczającym stopniu uwzględniają obecności dronów w przestrzeni powietrznej.
	W sytuacjach kryzysowych/szczególnych/poszukiwawczych/ratowniczych obligatoryjnie powinno się skrócić czas utworzenia strefy operowania – wymagana zmiana procedur PANSO.
	Dobrym rozwiązaniem byłoby wdrożenie skutecznych systemów antydronowych na terenach zurbanizowanych.
	Analiza i szacowanie ryzyka nie są prowadzone w sposób należyty – informacje dotyczące zachowań niezgodnych z procedurami powinny być nagłaśniane w postaci alertów, z równoczesnym zastrzeżeniem sankcji względem nieodpowiedzialnych operatorów.
	Pomysł kontroli sprzedażowej na bazie aplikacji brzmi obiecująco. Rekomendowane jest opatentowanie nazwy aplikacji oraz przeznaczenia projektu.
	Zastosowanie dronów w portach lotniczych (zabezpieczenie lotnisk, ruchu lotnictwa pasażerskiego) nie stanowi głównej korzyści. Obecność dronów monitorujących w strefie lotniskowej nie jest konceptem koniecznym z uwagi na obecność kamer, SOLu, dotychczas stosowanych procedur.
	Koncepcja bezpieczeństwa w Polsce obierze taki kierunek jak w USA – istnieje konieczność implementacji Remote ID celem wyeliminowania anonimowości użytkowników przestrzeni powietrznej. Dotychczasowe incydenty, które sprawiły, że prawo uległo ewolucji w konkretnym kierunku, były wynikiem braku możliwości wyciągnięcia konsekwencji indywidualnej.
	Często na zamkniętych grupach operatorów prezentowane są bezmyślne zachowania pilotów BSP, które cieszą się bezmyślną aprobatą. Brak refleksji nad ryzykiem, jakie niesie nieodpowiedzialne „eksperymentowanie”. Nieświadomość ludzi względem skali zagrożenia jest ogromna.
Siły szybkiego reagowania, wysokiej gotowości	Ewolucja zmian systemu BSP zdecydowanie powinna opierać się na działaniach praktycznych – uważam, że większość osób po zakupie małego BSP nawet nie interesuje się tym, co wolno, a czego nie, to właśnie głównie nieświadomi użytkownicy generują obecne problemy.
	W przypadku lotów o statusie HEMS (ang. <i>Helicopter Emergency Medical Service</i>) minima operacyjne do lotu to podstawa chmur nie mniejsza niż 300 stóp (<i>clouds base no less than 300 ft</i>), widoczność nie mniejsza niż 3000 m (<i>visibility no less than 3000 m</i>). Występuje wówczas konflikt interesów z dronami w kategorii otwartej zdolnymi wykonywać loty nie wyżej niż 400 stóp nad poziomem gruntu (<i>no higher than 400 ft AGL</i>). Jeżeli operator nie zgłosi swoich operacji do FIS (ang. <i>Flight Information Service</i> – służba informacji powietrznej), może nie zdążyć odseparować się od śmigłowca pojawiającego się nagle w ramach wykonywanej misji, poruszającego się z prędkością 120 węzłów (120 kts ¹⁴²).
	W zakresie zastępowania systemów lotniskowych technologią bezzałogową, jeżeli weźmiemy pod uwagę monitorowanie płaszczyzny roboczej lotniska (drogi startowe – ang. <i>Runways</i> – RWY's, drogi kołowania – ang. <i>Taxiways</i> – TWY's, płyty postojowe – <i>Apron's</i>), BSP nie jest w stanie zastąpić SMR (ang. <i>Surface Movement Radar</i>) – Radaru Obserwacji Powierzchni Lotniska. Kluczowym tego dowodem jest chociażby kwestia operacji LVP (ang. <i>Low Visibility Procedures</i> – procedury ograniczonej widzialności).

¹⁴² 1 kt (węzeł) odpowiada w przybliżeniu prędkości 1,8 km/h.

	Wybiegając bardziej w przyszłość – rozwój nowej generacji systemów radiolokacyjnych, w tym radarów dedykowanych wykrywaniu małych obiektów w przestrzeni powietrznej CTR/MCTR, oraz naciski na kontrolę ewidencji w celu zmuszenia producentów dronów do wyposażania ich w miniaturowe transpondery w modzie A z jednym domyślnym nr SQUAWK ¹⁴³ , nadającym autonomicznie po uruchomieniu drona, dałyby szansę załodze (informacja na ACAS ¹⁴⁴ /TCAS ¹⁴⁵) oraz służbie kontroli lotniska (TWR – Tower) na ostrzeżenie załogi statku powietrznego o dronie lub w porę podanie komendy GO AROUND (odejście samolotu na drugi krąg), a następnie skierowanie odpowiednich służb we wskazane miejsce w celu usunięcia zagrożenia.
	Nie posiadamy skutecznego sprzętu w zakresie ochrony i zwalczania, takich jak stosowany przez USA system C-RAM ¹⁴⁶ (ang. <i>Centurion Counter-Rocket, Artillery and Mortar</i>).
	Połączenie gałęzi lotnictwa wojskowego i cywilnego nie jest pożądane. Nad poligonami (strefa D) kategoryczny zakaz dronów powinien być podparty obostrzeniem neutralizacji.
	Cywilne środowisko jest znacznie większe liczebnie niż wojskowe – przy niskich wysokościach pojawia się problem wykrywania BSP. Każde rozwiązanie w ramach kształtowania świadomości jest pożądane: aplikacje, profilaktyka marketingowa, zwiększanie sankcji itp.
	Należy skupić się na wiarygodnym i rzetelnym procesie szkolenia. Z autopsji: szkolenie VLOS ¹⁴⁷ (BSP poniżej 25 kg) w latach 2013–2016 obligowało do potwierdzenia wiedzy w takich obszarach jak budowa, eksploatacja, meteorologia, czynnik ludzki oraz wykonania badań lotniczych. Teraz jest dużo łatwiej, przez co być może mniej bezpiecznie.
Analiza ryzyka	Europejskie i światowe standardy oceny ryzyka dla BSP są w procesie ewolucji. Pojawiają się nowe wersje metodologii SORA. Prace prowadzi JARUS.
	ULC prowadzi sukcesywnie niezbędne analizy. Kwestie systemu BSP uwzględnia Krajowy Program i Plan Bezpieczeństwa, Urząd kompletuje dane do wskaźników SPI (ang. <i>Safety Performance Indicators</i> – wskaźniki poziomu bezpieczeństwa).
	Ocena i szacowanie ryzyka powinny być wykonywane w zależności od operacji lotniczej i typu BSP. Wydaje się, że przy niektórych typach operacji szacowanie ryzyka jest zbyt skomplikowane – analiza SORA.
	W wielu wypadkach analiza ryzyka jest zbyt szczegółowa i skomplikowana. Piloci BSP często nie wiedzą, w jaki sposób prawidłowo oszacować ryzyko.

¹⁴³ SQUAWK to czterocyfrowy kod transpondera, ściśle powiązany ze znakiem wywoławczym samolotu i jego planem lotu. Przydzielany na etapie składania planu lotu i wpisywany do bazy danych. Dzięki temu kontrola radarowa jest w stanie zidentyfikować daną jednostkę powietrzną, czyli wie, że np. samolot nadający SQUAWK 3101 to akurat LOT3802, a nie WEA567.

¹⁴⁴ Ang. *Airborne Collision Avoidance System* (ACAS) – system zapobiegania kolizjom w powietrzu, opracowany celem zmniejszenia prawdopodobieństwa kolizji w powietrzu między samolotami. ACAS to rodzina urządzeń pokładowych, które działają niezależnie od naziemnego systemu kontroli ruchu lotniczego (ATC) i zapewniają unikanie kolizji dla szerokiego spektrum typów samolotów.

¹⁴⁵ Ang. *Traffic Alert and Collision Avoidance System* (TCAS) – pokładowy system zapobiegający zderzeniom statków powietrznych, informuje wzajemnie dwa statki powietrzne o kursie kolizyjnym w zależności od wysokości, na jakiej się znajdują, wznoszą czy zniżają oraz odległości względem siebie.

¹⁴⁶ System C-RAM pozwala na automatyczne wykrywanie, śledzenie, a także atakowanie i niszczenie celów, w tym rakiet, pocisków artyleryjskich, moździerzy czy dronów.

¹⁴⁷ Szkolenie VLOS (ang. *Visual Line of Sight*) – kompleksowe szkolenie dla osób prywatnych oraz firm, które chcą zdobyć uprawnienia do prowadzenia operacji powietrznych w zasięgu wzroku w celach komercyjnych.

	Szczególną uwagę należy zwrócić na loty BSP niezgodne z przepisami i procedurami w strefie CTR.
	Mimo wielu informacji chociażby zamieszczonych w Internecie, nawet niewielka liczba zadań w ramach zamawiania przestrzeni powietrznej tudzież bezpiecznego operowania dronem (rzadziej dokumentacji koniecznej do prowadzenia) w ramach wykonywania lotów często przerasta operatorów. Skala ryzyka wielokrotnie zależy od wielkości BSP – przykładowo wykonywanie lotów BSP przez doświadczonego operatora w terenie oddalonym (zabezpieczonym) niesie mniejsze ryzyko niż loty małym BSP latającym nad zgromadzeniem ludzi.
	Istnieje obawa, że pogoń za nowinkami technologicznymi często bierze górę ponad ocenę ryzyka – mowa tu w szczególności o BSP typu FPV.
Ocena systemu BSP	Planuje się wprowadzenie Remote ID, co poprawi widoczność BSP dla służb ruchu lotniczego. Sądzę, że to właściwy kierunek.
	Dobrze rokującą kwestią jest wejście na rynek BSP z nadaną klasą C0–C6. Wszelkie systemy neutralizujące i zakłócające stanowią niezbędny element ochrony obiektów krytycznych, w tym lotnisk.
	Proces wdrażania zmian w systemie ochrony przestrzeni powietrznej w odniesieniu do BSP wymaga natychmiastowych działań. Największy problem jest z małymi BSP i ich różnorodnością.
	Niekontrolowane loty BSP w pobliżu portów lotniczych oraz infrastruktury krytycznej zagrażają ich prawidłowemu funkcjonowaniu oraz bezpiecznemu przepływowi ruchu w przestrzeni powietrznej.
	Udoskonalanie systemu powinno zachodzić stopniowo, w sferze prawnej i proceduralnej. Należałoby się także zastanowić nad sferą edukacyjną – wydaje się, że wielu użytkowników BSP nie ma świadomości rozwiązań prawnych.
	Należy wciąż doskonalić systemy online typu Pansa UTM (kiedyś Droneradar).
	Obligatoryjne stało się umieszczanie na każdym BSP numeru operatora, posiadanie obowiązkowego oświetlenia, zapoznanie się z podstawowymi prawami dotyczącymi latania dronami (A1/A3), niektóre drony wyposażone są w transpondery ADS-B. Niestety operatorzy nie zawsze respektują ww. proces implementacji narzędzi bezpieczeństwa w ramach realizacji lotów bądź brakuje nadzoru (kontroli służb) nad egzekwowaniem obowiązków operatorów. Trudnym zadaniem jest wzbudzenie zainteresowania absolutnym przestrzeganiem zasad wśród osób latających.
	BSP z uwagi na skuteczność są pożądane w ramach monitoringu przygranicznego realizowanego przez służby, m.in. Straż Graniczną. Patrząc na aspekt utrzymania bezpieczeństwa lotniczego i niesienia wymiernych korzyści, jest to jeden z czołowych, słusznych kierunków zastosowania.

Źródło: wyniki badań własnych.

Skompletowana baza rekomendacji niezaprzeczalnie stanowi potwierdzenie powziętych hipotez badawczych. Zaskakującym faktem jest, że zaprezentowane w ramach dysertacji poglądy koncepcyjne, postrzegane pierwotnie jako skrajne, spotkały się z aprobatą specjalistów, często uzupełniano je możliwymi rozwiązaniami formułowanymi w ramach systemu zdobytych doświadczeń. Ponadto zdefiniowano kwestie, które warto byłoby

udoskonalic celom usprawnienia kontroli bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej, należytej dbałości o system niezakłóconego operowania BSP, ochronę osób postronnych oraz zapewnienie pożądanej synchronizacji lotnictwa. W tabeli nr 77 przedstawiono eksponowane przez ekspertów sugestie dotyczące możliwości rozwiązania zdiagnozowanych problemów.

Tabela 77. Krytyczne obszary działalności BSP

Obszar problemowy	Sugestie dotyczące możliwości rozwiązania zdiagnozowanego problemu
Poziom wyszkolenia operatorów	Zweryfikowanie programu szkolenia oraz egzaminu w systemie drony.ulc.gov.pl, w szczególności zagadnień z dziedzin takich jak „ograniczenia korzystania z przestrzeni powietrznej” i „regulacje lotnicze”.
Niska świadomość operatorów BPS	Zasadne jest zweryfikowanie programu szkolenia (również sposobu egzaminowania – tu: głównie egzaminy prowadzone online) oraz nałożenie zwiększonych kar/grzywn za przestępstwa związane z nieodpowiednim (często również nieumyślnym) spowodowaniem szkody.
Cywilno-wojskowy przepływ informacji	Brak zasilenia informacją wojskowych kontrolerów ruchu lotniczego w odniesieniu do aktywności BSP w przypadku braku zgłoszenia telefonicznego. Ważnym elementem mającym wpływ na poprawę bezpieczeństwa byłoby pozyskanie przez stronę wojskową systemu Pansa UTM.
Udoskonalenie funkcjonowania systemów antydronowych	Urządzenia wchodzące w skład systemów antydronowych miewają trudności w oddziaływaniu na drony FPV – powodem jest samodzielne budowanie oraz programowanie dronów przez pilotów. W związku z możliwą różnorodnością konfiguracji podzespołów i oprogramowania tego typu dronów istnieje techniczna możliwość wyjścia poza zakres pracy neutralizatora.
Rejestracja operatorów	Każdy operator powinien być obligatoryjnie zarejestrowany. Drony mogą stanowić poważne zagrożenie, harmonia w materii bezpiecznego operowania jest zadaniem wymagającym – konieczna jest zatem nieprzerwana obserwacja sytuacji z wdrażaniem odpowiednich narzędzi.
Systemy przejęcia kontroli nad dronami operującymi nielegalnie	Powinno się dążyć do wdrażania różnego rodzaju systemów przejęcia kontroli/neutralizacji dronów operujących z naruszeniem uprawnień. Na całym świecie jest wiele popularnych rozwiązań, które powinny działać również w Polsce. Przykładowo, zdarzenie na lotnisku Warszawa-Okęcie: zauważono obiekt latający, pilot zameldował, że coś widzi, niestety nie było odpowiedniego wyposażenia, żeby owego drona „ściągnąć na ziemię”.
Ochrona lotnisk	Analizując bilans korzyści i strat płynących z prób bezprawnych wtargnięć niepożądanych BSP na teren portów lotniczych, priorytetem jest niedopuszczenie żadnego obcego BSP w ten obszar infrastruktury krytycznej – nawet jeśli zastosowanie odpowiednich narzędzi miałyby uniemożliwić ruch wszystkich BSP, łącznie z lotniskowymi (odpowiadają m.in. za szybką kontrolę stanu dróg startowych, kołowania, ingerencji osób trzecich).
Przestrzeń kontrolowana	Na dzień dzisiejszy nie ma jasnych procedur wykorzystania BSP w kontrolowanej przestrzeni powietrznej oraz przekazywania dowodzenia i odpowiedzialności (m.in. kwestia odpowiedzialności za szkody wyrządzone w czasie operacji powietrznej wykonywanej w sposób autonomiczny).
Wzmoczona operacyjność BSP	Z uwagi na wzmoczoną operacyjność BSP większość systemów bezpieczeństwa lotnictwa wymaga dostosowania do aktualnie panującej sytuacji w przestrzeni powietrznej. Niełatwym zadaniem jest

	przeorganizowanie dotychczasowego systemu bezpieczeństwa w warunkach aktualnej dynamiki zmian technologii bezzałogowej. W kwestii zagrożeń wskazuje się nieuprawnione wtargnięcia BSP, wlot w tłum, wewnątrz zgromadzeń ludzkich, nagrywanie ujęć z powietrza w terenie zamieszkałym.
Szacowanie ryzyka	Ceny, jak i dostępność BSP różnego typu zmieniają się na korzyść użytkowników – nieproporcjonalnie do poziomu prac nad oceną i szacowaniem ryzyka.
Procedura EMERGENCY	Według przepisów PANSa stworzenie strefy działań jest 24 godzinnym procesem. W ramach zastosowania procedury szybkiego reagowania (EMERGENCY) podczas akcji poszukiwawczych odnotowuje się wyraźną potrzebę uwarunkowania przypadków szczególnych odrębnym przepisem.
Wtargnięcia na teren portów lotniczych	Małe drony, operujące w pobliżu portów lotniczych stanowią poważne zagrożenie. Pojawienie się nieznanego BSP w rejonie lotniska może doprowadzić do wstrzymania lotów.

Źródło: wyniki badań własnych.

Ponadto w ramach wymiany poglądów w toku prowadzonych wywiadów eksperci z obszaru lotnictwa praktycznego w odniesieniu do własnych doświadczeń dokonali odrębnego podziału BSP ze względu na potencjalny zakres stwarzanych zagrożeń.

Tabela 78. Podział grup BSP ze względu na generowany poziom zagrożenia

Charakterystyka BSP	Poziom zagrożenia
<i>Duże, wojskowe do zadań rozpoznawczo-bojowych</i> o masie i osiąгах porównywalnych do średnich i lekkich samolotów w pełni przystosowanych do operacji w przestrzeni kontrolowanej (wyposażonych w transponder z modem S). Tego typu BSP nie stanowią większego zagrożenia dla innych SP w strefach CTR/MCTR.	
<i>Lekkie, wojskowe BSP</i> do celów rozpoznania pola walki, bez transpondera. Loty są zgłaszane w ramach odpowiedzialności operatorów. Niniejsza kwestia zmienia się w przypadku zaistnienia konfliktu zbrojnego (przykład konfliktu w Ukrainie).	
<i>Komercyjne wirnikowe o masie do 25 kg</i> (kategoria otwarta), zakładając, że operator postępuje zgodnie z zasadami i warunkami bezpieczeństwa. Teoretycznie nie powinny stanowić zagrożenia.	
<i>Niekomercyjne, małe o masie poniżej 250 g.</i> Biorąc pod uwagę fakt, że ich użytkowanie nie wymaga szkolenia i uprawnień, pozostaje jedynie liczyć na świadomość obywatelską i sytuacyjną operatorów. Ten przypadek możemy porównać do loterii.	
LEGENDA:	
MAŁE ZAGROŻENIE	UMIARKOWANE ZAGROŻENIE

Źródło: wyniki badań własnych.

Uzyskane wyniki badań umożliwiły sformułowanie wniosków koncepcyjnych z jednoczesną oceną bezpieczeństwa w odniesieniu do aktualnego systemu BSP. Badanie

stanowiło fundament opracowania docelowej koncepcji. W ramach kreowania adekwatnego systemu środków zaradczych specjaliści wskazywali przede wszystkim następujące składowe:

- identyfikację BSP na bazie Remote ID¹⁴⁸;
- analizę koncepcji e-identyfikacji;
- konieczność implementacji urządzeń neutralizacji niepożądanych BSP w ramach Sił Zbrojnych;
- kontynuację procesu wdrażania systemów antydronowych;
- wzmożenie działań prewencyjnych w ramach ochrony portów lotniczych;
- nieprzerwane prowadzenie analizy ryzyka;
- budowanie na nowo zaufania w społeczeństwie – w wyniku konfliktu na Ukrainie nastąpiło pogorszenie nastrojów społecznych względem operacyjności BSP;
- podnoszenie świadomości społecznej w ramach stosowanych działań profilaktycznych – przykładowo krótkie spoty reklamowe ukazujące skutki ewentualnych kolizji z dronami, prezentujące zakres oraz skalę odpowiedzialności karnej;
- poprawę jakości procesu szkolenia i egzaminowania przyszłych operatorów;
- monitorowanie sytuacji w przestrzeni powietrznej pod względem autonomicznych konstrukcji BSP oraz modeli FPV;
- szeroko pojętą redukcję zagrożeń powodowanych przez małe, amatorskie drony;
- zsynchronizowanie systemu zasilania informacją cywilnych i wojskowych kontrolerów ruchu lotniczego w odniesieniu do aktywności BSP – w przypadku braku zgłoszenia telefonicznego kontrolerzy wojskowi nie są zasilani adekwatną informacją;
- zmianę procedur związanych z tworzeniem strefy działań (proces 24-godzinny) w przypadku sytuacji szczególnych.

5.5. Wnioski

W rozdziale piątym zebrano najistotniejsze informacje uzyskane w trakcie przeprowadzonego procesu badawczego oraz wyciągnięto wnioski z analizy wyników. Wskazano znaczenie uzyskanych wyników w kontekście całego obszaru

¹⁴⁸ *Remote ID* to system, który pozwala BSP na przekazywanie danych identyfikacyjnych innym urządzeniom. Ten system można porównać do swego rodzaju tablicy rejestracyjnej dla dronów, dzięki którym informacje za pomocą sygnałów radiowych docierają do odbiorników naziemnych.

tematycznego rozprawy. Na bazie analizy odpowiedzi uzyskanych w ramach ankietowania, dokonano oceny aktualnego stanu bezpieczeństwa lotnictwa, zasadności obowiązujących regulacji prawnych, procedur oraz nastrojów społecznych w odniesieniu do wzmożonej operacyjności BSP, wskazano zależności istotne statystycznie.

Wraz z zaawansowaniem procesu badawczego zidentyfikowano nowe kierunki wykorzystania BSP, upowszechniania w kolejnych gałęziach przemysłu. Zmiany zastosowań oraz niezmienna dynamika rozwoju nie były jednak traktowane jako trudności napotkane w trakcie cyklu badawczego, generujące negatywny wpływ na wyniki – wręcz przeciwnie, dynamika zmian rozwojowych, jak np. upowszechnienie dronów FPV, szeroki zakres zastosowania bojowego w ramach działań taktycznych oraz implementacja algorytmów AI stanowiły cenne źródło nowych danych, dostarczających perspektyw wpływających na poszerzenie zakresu eksploracji. Każde z tych źródeł stanowiło kluczowy element rozwoju badań prowadzący do nowych kierunków rozważań, poszerzenia wiedzy oraz dalszych perspektyw badawczych.

W polityce bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach rozwoju mobilności dronowej pozostaje sporo przestrzeni na wszelkiego rodzaju usprawnienia, zarówno na poziomie proceduralnym. Kwestia ta została zaprezentowana w ramach opracowanych propozycji rozwiązań zawartych w przedmiotowej dysertacji.

Część badawcza rozprawy identyfikuje ponadto perspektywy przyszłościowych badań nad dronami, które są niezwykle obiecujące i obejmują wiele różnych obszarów odpowiedzialnych za rozwój tej technologii. Oto kilka kluczowych kierunków, które mogą zdominować badania w najbliższych latach:

- autonomia i sztuczna inteligencja – wzrost zastosowania sztucznej inteligencji w dronach otwiera nowe możliwości w zakresie autonomicznych operacji. Badania mogą skupić się na rozwijaniu algorytmów umożliwiających dronom podejmowanie decyzji w czasie rzeczywistym, co zwiększy ich efektywność w różnych zastosowaniach, takich jak dostawy, monitorowanie środowiska czy misje ratunkowe;
- detekcja i unikanie – w odniesieniu do bezpieczeństwa lotnictwa, rozwój technologii wykrywania dronów oraz systemów unikania kolizji będzie kluczowy. Badania mogą obejmować nowe metody detekcji, takie jak radary, kamery czy systemy akustyczne, które pozwolą na bezpieczne współistnienie dronów i załogowych statków powietrznych;

- zarządzanie ruchem powietrznym – w miarę wzrostu liczby BSP w przestrzeni powietrznej kluczowe stanie się opracowanie systemów zarządzania ruchem powietrznym, zdolnych do integrowania dronów z tradycyjnym lotnictwem. Badania mogą koncentrować się na tworzeniu inteligentnych systemów, które zapewnią bezpieczeństwo i efektywność operacji;
- rewolucjonizowanie branży – drony mają potencjał do obiecującego rozwoju wielu sektorów, takich jak rolnictwo, budownictwo, logistyka, ochrona środowiska czy medycyna. Badania mogą skupić się na opracowywaniu nowych zastosowań oraz optymalizacji istniejących procesów z wykorzystaniem dronów;
- transport i logistyka – oferując bardziej ekologiczne alternatywy dla tradycyjnych metod dostaw BSP mogą zrewolucjonizować transport. W miastach, gdzie zatory komunikacyjne są powszechne, drony mogą dostarczać przesyłki w sposób szybszy i bardziej efektywny, przyczyniając się tym samym do zmniejszenia emisji CO₂;
- zrównoważony rozwój i ekologia – w miarę rosnącej świadomości ekologicznej BSP mogą przyczynić się do zwiększenia efektywności produkcji, co z kolei może prowadzić do zmniejszenia zużycia pestycydów i nawozów. Dzięki ich zdolności do zbierania danych z trudno dostępnych miejsc mogą dostarczać cennych informacji na temat zmian klimatycznych, degradacji środowiska czy stanu ekosystemów. Prognozuje się rozwój monitorowania stanu środowiska, w tym jakości powietrza, wód oraz bioróżnorodności.

Analizując wyżej wymienione wnioski z opracowania rozdziału 5 można stwierdzić, iż stanowi on pośrednie potwierdzenie ostatniej hipotezy szczegółowej nr 4, odnoszącej się do konieczności prowadzenia dociekań naukowych dążących do poszukiwania środków zaradczych o szerszym spektrum działania, implementacji adekwatnego systemu (koncepcji) w zakresie operowania BSP, zmian w zasadach postępowania wobec operatorów, uregulowanych prawnie. Konkretnie narzędzia w odniesieniu do ww. hipotezy zostaną zaprezentowane w ramach kolejnego rozdziału, opisującego propozycje rozwiązań.

ROZDZIAŁ VI

PROPOZYCJE ROZWIĄZAŃ W ZAKRESIE POPRAWY BEZPIECZEŃSTWA LOTNICTWA W WARUNKACH OPERACYJNOŚCI BSP

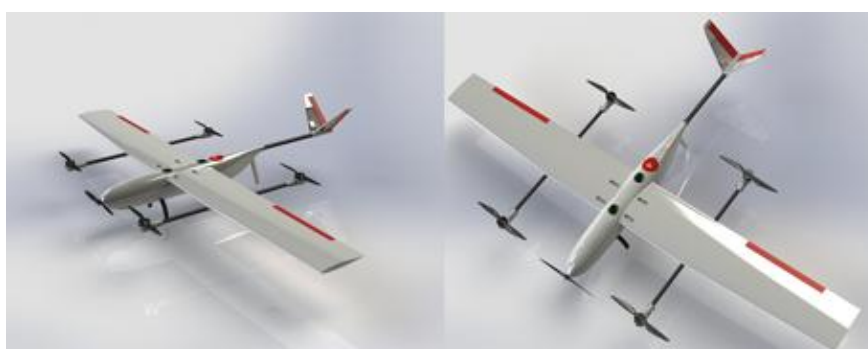
6.1. Ocena bieżącej sytuacji rynku dronowego

Pożądany poziom bezpieczeństwa lotnictwa mierzony jest wskaźnikami określonymi w Krajowym Programie Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym SPI (ang. *Safety Performance Indicators*). Lotnictwo charakteryzuje się wygórowanymi standardami względem zadań ochrony jego bezpieczeństwa. Koncepcja harmonijnej synchronizacji funkcjonowania lotnictwa konwencjonalnego z bezzałogowym wymaga zatem podejścia zachowawczego, głównie z jednego powodu – w przestrzeni powietrznej nie ma miejsca na pomyłki, każdy proces musi być potwierdzony złożoną analizą potencjalnie występującego ryzyka. Oprócz aparatu kontroli na poziomie krajowym Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego skutecznie czuwa nad ochroną lotnictwa cywilnego w ujęciu globalnym, dostosowując normy i zalecane metody postępowania do zachodzących zmian w środowisku operowania. Dostosowanie regulacji prawnych oraz zaostrzenie sankcji za łamanie przepisów w kwestii wykorzystania BSP obecnie wydają się być kluczowe.

Generowanie zagrożeń w dużej mierze obejmuje dyskusyjny obszar operatorów, którzy tworzą coraz szerszą społeczność zróżnicowanych intencjonalnie użytkowników przestrzeni powietrznej. Ich motywacje wykonywania lotów w gruncie rzeczy nie są do przewidzenia. Kolejnym aspektem jest wykonywanie lotów „metodą prób i błędów” z uwagi na rosnący trend autonomicznego konstruowania urządzeń bezzałogowych. Bardzo ważnym elementem jest współpraca konstruktorów BSP ze środowiskiem legislacyjnym. Projektowanie sprzętu profesjonalnego bez konsultacji z organami certyfikującymi (wydającymi zezwolenia) mija się z celem. Testy i dalsze badania muszą uwzględniać potrzeby zleceniodawcy z zachowaniem aktualnych przepisów. Historia zna już przypadki eliminacji z rynku pręźnie działających gigantów technologii bezzałogowej w wyniku surowo weryfikowanych certyfikatów nadawanych przez EASA. Niestety doświadczyła tego polska spółka LabAir z Farada Group. Mimo statusu pioniera komercyjnych lotów w transporcie medycznym została zmuszona do wstrzymania działalności operacyjnej jesienią 2023 r. Spółka została wezwana przez Urząd Lotnictwa Cywilnego do okazania raportu DVR (ang. *Design Verification Report*) potwierdzającego spełnienie przez dron

Farada G1 wszystkich wymogów stawianych dronom do wykonywania operacji średniego i wysokiego ryzyka (SAIL III i IV). Certyfikat wydaje wyłącznie EASA w ramach żmudnego i kosztownego procesu.

Przykład autonomicznego projektu drona, z założenia na potrzeby rynku medycznego (dane spółki pozostają anonimowe), zaprezentowano poniżej. Proces wykonania modelu miał odzwierciedlić pierwotne przeznaczenie omówione na etapie planistycznym. Teoria i praktyka często jednak nie mają pokrycia. W przypadku braku podejścia etapowego, zgodnego z obowiązującymi wymogami ULC, często definiuje się problemy z uzyskaniem wymaganych certyfikatów i osiągnięciem pożądaných zdolności.



Rysunek 39. Prototyp drona zaprojektowanego w ramach dostaw medycznych

Źródło: grafika wykonana przez konstruktora.

Projekt na pierwszy rzut oka nie wzbudza zastrzeżeń. Testy wykazały jednak, że prototyp ma problem na poziomie startowym – niepoprawnie odrywa się od ziemi. Ponadto wyważenie i rozmiar zamontowanych łopatek sprawiają, że nie osiąga on wymaganych parametrów do startu. Specyfikację techniczną zamieszczono w tabeli nr 79.

Tabela 79. Specyfikacja drona

Zespół napędowy ✓ silnik ciągnący ze śmigłem 19 cali ✓ silniki startu pionowego ze śmigłem 22 cale	Dane techniczne ✓ rozpiętość 3200 mm ✓ długość 2050 mm ✓ waga 17 kg ✓ MTOW poniżej 25 kg (zalecany do 20 kg) ✓ czas lotu do 150 min
Zasilanie ✓ 2 x pakiet li-po 6s 30Ah (Voltage 12s)	

Material ✓ kompozyt szklany ✓ kompozyt węglowy	✓ spadochron ratunkowy ✓ podgląd FPV ✓ ADBS ✓ FLARM ✓ V-Tail ✓ takeoff/landing VTOL
---	--

Źródło: parametry wyznaczone przez konstruktora.

Niestety urządzenie nie spełnia wymogów użycia komercyjnego na dużą skalę. Analizując specyfikę problemu, na wczesnym etapie konstruktorskim projekt nie został dostosowany do wymogów certyfikacji, co spowodowało wtórne wprowadzanie modyfikacji w ramach modelu. Każdy BSP musi być certyfikowany zgodnie z obowiązującymi przepisami UE dotyczącymi klasyfikacji dronów. W tym miejscu warto również podkreślić, że zmiana klasy drona wymaga zgłoszenia tego faktu odpowiednim organom nadzorczym (ULC) oraz ewentualnej ponownej rejestracji drona w odpowiednim systemie (rejestracja BSP w systemie drony.gov.pl). Prototyp konstrukcyjnie budzi zastrzeżenia w odniesieniu do pierwotnych założeń w kwestii przeznaczenia. Nakłady czasowe w przypadku podjętego projektu nie przełożyły się na efekt końcowy, a sam projekt zapewne będzie wymagał kolejnych usprawnień. Ponadto wymagana jest certyfikacja zgodnie z obowiązującymi przepisami.

Jak łatwo można zauważyć, proces autonomicznego tworzenia BSP na skalę szerszą niż jedynie amatorskie zastosowanie wymaga merytorycznie naszkicowanego procesu z wytyczeniem ścieżki realizacji projektu aż do fazy testów w powietrzu. Wielu konstruktorów zapomina o weryfikacji obostrzeń w ramach technicznych cech konstrukcji oraz wymaganych certyfikacjach w odniesieniu do rodzaju planowanych lotów. W przypadku konstruowania BSP w ramach usługi na rzecz podmiotu celem spełnienia oczekiwań, a co najważniejsze skonstruowania drona zgodnego z docelowym przeznaczeniem, ważne jest wykonywanie testów zaprojektowanych urządzeń w obecności zleceniodawcy. Proces twórczy powinien przebiegać etapowo, zgodnie z procedurami – poniżej przedstawiono skróconą propozycję poprawnego przebiegu procesu konstruktorskiego:

Etap I: zapoznanie z procedurami i wymaganiami względem ULC i EASA.

Etap II: dokonanie specyfikacji konstrukcji, biorąc pod uwagę docelowe przeznaczenie BSP (m.in. konkretnie określona klasa BSP) oraz obowiązujące w świetle prawa wymogi.

Etap III: zatwierdzenie projektu po analizie zgodności.

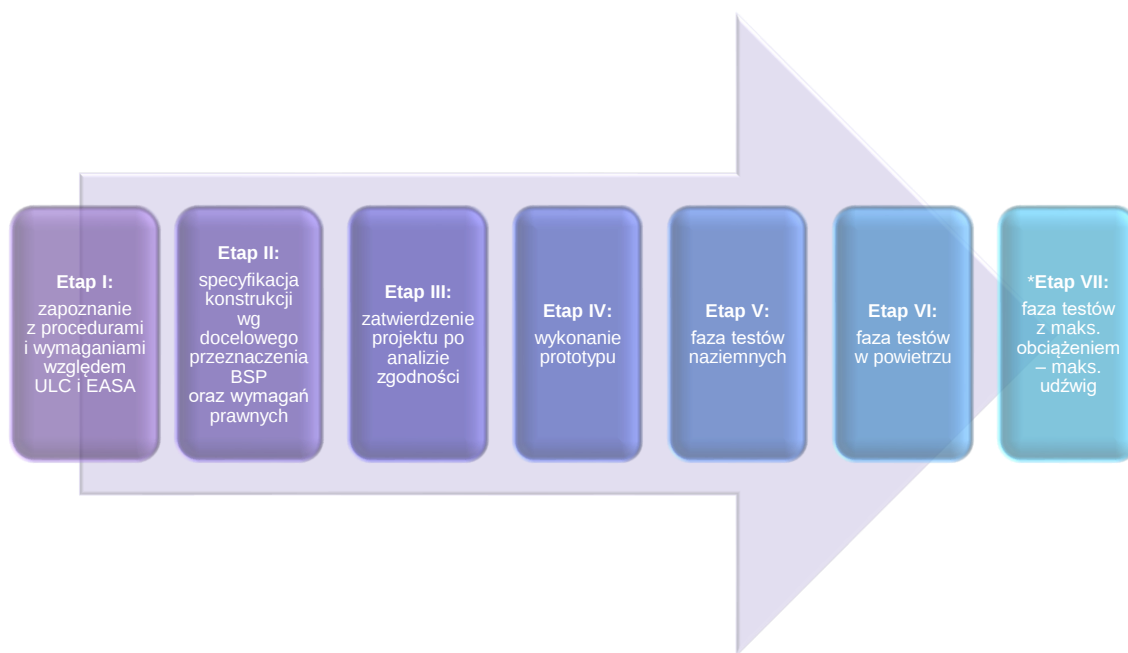
Etap IV: wykonanie prototypu.

Etap V: faza testów naziemnych (w obecności zleceniodawcy).

Etap VI: faza testów w powietrzu (w obecności zleceniodawcy).

Etap VII*: faza testów z maksymalnym obciążeniem – maks. udźwig (w obecności zleceniodawcy).

* Etap VII jedynie w przypadku dronów z podwieszeniem/zasobnikiem/itp.



Rysunek 40. Schemat organizacji autonomicznego konstruowania BSP

Źródło: opracowanie własne.

W wyniku zestawionych w ramach badań doświadczeń respondentów niektóre efekty przeprowadzonych etapów konstrukcyjnych urządzeń powinny być na bieżąco prezentowane inwestorowi. W ten oto sposób można ograniczyć zakres modyfikacji do pożądanego minimum. Propozycja działania względem samodzielnego konstruowania dla określonego sektora usług krótko obrazuje kluczowe etapy postępowania w przypadku podjęcia wyzwania, jakim jest projekt w pełni autorski.

Do zadań EASA należą zarówno certyfikacja typu statku powietrznego i komponentów, jak i zatwierdzanie przedsiębiorstw, które projektują, produkują wyroby lotnicze lub prowadzą ich obsługę techniczną. W ramach realizowanych usług agencja pobiera stosowne opłaty stanowiące podstawę jej budżetu. Wielomiesięczna niekiedy certyfikacja to często wyzwanie finansowe dla dynamicznych małych i średnich

przedsiębiorstw. Z jednej strony takie zjawisko zabezpiecza lotnictwo przed niedoskonałością rozwiązań dronowych, z drugiej jednak ogranicza niektórym podmiotom rozwój technologiczny oraz stosowanie bardziej opłacalnych rozwiązań w przedsiębiorstwie.

Kluczowe jest zatem skuteczne prognozowanie scenariuszy rynku dronowego z uwzględnieniem rozwoju narzędzi usprawniających realizację zadań oraz redukujących koszty z uwagi na automatyzację systemów. W niedalekiej przyszłości coraz częściej sztuczna inteligencja (AI) będzie upowszechniała się w projektach systemów BSP. Zyskują na znaczeniu również metody cyfrowego odwzorowania danych, mapowania terenu, tzw. cyfrowe bliźniaki (ang. *Digital Twins*), które aktualnie stosuje m.in. Skysnap – geoportal służący do wizualizacji wyników pomiarów dronowych oraz geodezyjnych na inwestycjach budowlanych. W najprostszym ujęciu *Digital Twin* to wirtualne kopie procesów, produktów bądź też usług. W kwestii korzyści płynących z zastosowania *Digital Twin* Dyrektor ds. Rozwoju Biznesu firmy Skysnap wskazuje następujące:

- błyskawiczna ocena ryzyka i czasu produkcji,
- zdalne monitorowanie w czasie rzeczywistym,
- aktualny stan wiedzy o obiekcie/maszynie,
- prognozowanie uszkodzeń, awarii, błędów,
- tworzenie symulacji pod kątem różnych scenariuszy,
- poprawa decyzji finansowych opartych na danych,
- współpraca zespołowa na bazie spójnych i aktualnych informacji,
- łatwe przekazywanie wiedzy o obiekcie bez utraty kluczowych informacji,
- przewaga konkurencyjna.

Ponadto z biegiem czasu nastąpi popularyzacja przetwarzania chmurowego i brzegowego oraz przede wszystkim cyberbezpieczeństwa. Przetwarzanie brzegowe koncentruje się na przybliżaniu przetwarzania do brzegów sieci, gdzie generowane i przetwarzane są dane. Przetwarzanie w chmurze to scentralizowany model zapewniający zdalny dostęp do współdzielonych zasobów obliczeniowych za pośrednictwem Internetu.

Naukowcy z Instytutu Lotnictwa w ramach przedsięwzięcia „Droniada Future Forum by Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa” dokonali *foresightu* definiującego trzy scenariusze rozwoju rynku dronowego do 2040 r. *Foresight* ma na celu zobrazować zakres wymaganych zmian, określić wymiar ograniczeń, stworzyć koncepcję rozwoju technologii przy eliminacji nielegalnej operacyjności. Traktowany z poziomu procesu *foresight* ma charakter interdyscyplinarny, integruje zatem zróżnicowane perspektywy, m.in. rozwój naukowy,

technologiczny, gospodarczy, polityczny i społeczny. Z założenia jest nastawiony na osiągnięcie konsensusu w gronie interesariuszy, ponieważ tylko właściwa kooperacja daje szansę sukcesu w zakresie skutecznego wariantowania przyszłych wydarzeń. Poniżej zamieszczono syntetyczny opis każdego z trzech wariantów rozwoju rynku bezzałogowego:

Tabela 80. Scenariusze rozwoju rynku dronowego do 2040 r.

Nazwa scenariusza	Charakterystyka scenariusza	Lata
Przerwany lot. Scenariusz technologicznej kontrewolucji.	Ograniczenie możliwości wykorzystania dronów w zadaniach profesjonalnych przez EASA efektem lobbingu największych producentów sprzętu lotniczego, środowiska pilotów załogowych statków powietrznych i kontrolerów ruchu lotniczych. Jedynie drony opatrzone certyfikatem C5 i C6 mają prawo poruszać się w kategorii szczególnej – pozostałe urządzenia będą musiały przejść przez proces kosztownej certyfikacji w EASA z następstwem wykazania raportu DVR. Drony chińskich producentów pomimo uzyskania unijnych certyfikatów stały się niedozwolone w zadaniach publicznych. Przyczyniło się do tego wejście w życie amerykańskiej ustawy (ang.) <i>National Defense Authorization Act</i> (NDAA). Unijne rządy postanowiły wdrożyć podobne prawo. Jeżeli dron nie został wyprodukowany w UE lub USA, to nie zostaje dopuszczony do rynku zamówień publicznych.	2026 – 2030
	Zmiana nastawienia europejskich koncernów lotniczych i usługodawców do robotyki powietrznej spowodowana dronową rewolucją, która trwa na innych kontynentach – głównie w USA. Stare modele biznesowe oraz wykorzystywanie śmigłowców i samolotów załogowych w ramach usług (rolnictwo, monitoring obszarów itp.) przestają być opłacalne z uwagi na wysoki poziom AI. Następuje odpływ wykwalifikowanej kadry robotycznej na inne rynki.	2031 – 2035
	Rozpoczyna się proces odbudowy zasobów kadrowych europejskiej gospodarki w zakresie robotyki i AI. W organizacjach zarządzających przestrzenią powietrzną oraz wśród samorządowców następuje zmiana pokoleniowa. Nowe kadry próbują nadgonić stracony czas. Koniec technofobicznej kontrewolucji.	2035 – 2040
	PODSUMOWANIE: Obligatoryjne postępowanie zgodne z ogólnounijnymi trendami. Odnawia się zjawisko techno-pesymizmu. Firmy dronowe nie są w stanie wywrzeć wpływu na decydentów politycznych. Brak środków finansowych na rozwój AI. Następuje regres kapitału intelektualnego i technologicznego. Firmy konstruktorskie i produkcyjne dronów przeniosły swoją działalność poza Unię Europejską (albo zbankrutowały). Triumfują technofoby – brak wizji przyszłości i odwagi zmian. Niektórzy z nich po czasie zauważają, że technologiczna kontrewolucja zniszczyła potencjał rozwojowy kraju. Polski rynek będzie musiał rozpocząć odbudowę zostając w tyle na tle globalnego rozwoju BSP.	

Lot na uwięzi. Scenariusz ostrożnych zmian.	Polska realizuje rozsądne odstępstwa od dronowych regulacji europejskich. Loty w interesie publicznym realizowane przez firmy prywatne stały się normą na podstawie decyzji Urzędu Lotnictwa Cywilnego, zwalniającej ze stosowania rozporządzeń unijnych i przywracającej przepisy krajowe z 2018 r. Rynek odradza się w warunkach nakładów europejskich i rodzimych firm teleinformatycznych, które w rozwoju robotyki widzą miejsce na zwiększenie sprzedaży rozwiązań z zakresu AI. Obowiązuje zakaz używania chińskich BSP do zadań publicznych. Konstruowane są coraz lepsze, krajowe projekty. Branża dronowa wsparta środkami unijnymi i współpracą w tzw. złotej triadzie innowacyjności: nauka – biznes – samorządy systematycznie rozwiązuje zagadnienia techniczne, jak odporność dronów na warunki meteorologiczne, emisja hałasu, nawigacja bezsatelitarna, zwiększenie przepustowości transmisji i bezpieczeństwa danych. Lobby lotnicze próbują bezskutecznie opóźnić rozwój rynku dronowego (producenci sprzętu załogowego, piloci <i>general aviation</i>, operatorzy lotnisk). Nie rozpoczęto skalowanych lotów komercyjnych z uwagi na przeciągające się procedury certyfikacji „latających samochodów”. Inwestorzy przestają angażować kapitał. Rynek taksówek powietrznych okazał się bańką spekulacyjną, w wyniku czego dochodzi do upadków firm, które próbowały rozwijać tą gałąź technologii BSP. Realne potrzeby ludzi żyjących w miastach są zapewniane przez wygodę transportu publicznego.	2026 – 2030
	Europejskie zarządzanie przestrzenią powietrzną odbywa się całkowicie cyfrowo. Lotnictwo załogowe i robotyka powietrzna integrowane są bez większych zakłóceń. Pojawiają się nowe zagrożenia w postaci AI. Nowe pokolenie kadry inżynierskiej, które zna narzędzia radzenia sobie z lękami społecznymi i kreowania akceptacji, musi zapobiec procesowi nadmiernej dominacji robotyki. Sytuacja geopolityczna uległa modyfikacji – Ukraina i Gruzja stały się członkami UE i NATO. Doświadczenia ukraińskie w zakresie technologii dronowej są bezcenne – w tej kwestii częściowo wykorzystuje się system wymiany doświadczeń.	2031 – 2035
	Działalność wojsk dronowych pozytywnie wpływa na rynek cywilny. Ministerstwo Obrony Narodowej przewiduje, że od lat 40. XXI wieku Wojsko Polskie przestanie kupować załogowe samoloty i śmigłowce. Podstawowym uzbrojeniem staną się drony. W USA już prawie 75% przesyłek ostatniej mili¹⁴⁹ dostarczają roboty lądowe i latające. Świat chce nadążyć za trendami zza oceanu.	2035 – 2040
	PODSUMOWANIE: Poszukuje się metod skutecznej implementacji AI i robotyki. Instytucje rządowe, samorządowe, biznes i nauka zacieśniły współpracę, występują przed komisjami Parlamentu Europejskiego, lobbują za zmianami w prawie, z korzyścią dla rozwoju gospodarki i innowacyjności. Brak woli zmian na poziomie unijnym skutkuje zmianami w prawie krajowym celem ochrony miejsc pracy i inwestycji. Polska staje się innowacyjnym rynkiem w zakresie robotyki powietrznej, wskazując korzyści z inwestycji w robotykę, w tym drony.	

¹⁴⁹ Dostawę ostatniej mili lub logistykę ostatniej mili definiuje się jako ostatni etap łańcucha dostaw, w którym towary (np. paczki) są transportowane z magazynu lub sklepu detalicznego do klienta.

Ku słońcu. Scenariusz Dedala i Ikara.	Posłowie pod wpływem trwającej w USA hossy na rozwiązania dronowe oraz AI żądają radykalnych zmian w polityce europejskiej. Kompetencje w zakresie nadzoru nad dronami zostają odebrane EASA i przekazane do nowej agencji zajmującej się AI, cyfryzacją i transportem autonomicznym. Panuje świadomość, że prawo nie nadąży za rozwojem nowej technologii, a stare struktury zarządcze chcą utrzymać za wszelką cenę <i>status quo</i>. W zmianie polityki unijnej prym wiedzie rząd RP wsparty przez koalicję samorządów, biznesu i nauki. Polska staje się atrakcyjnym miejscem do rozwoju robotyki powietrznej na tle zakazu stosowania chińskich dronów w zadaniach publicznych w USA i UE. Tu chcą inwestować firmy dronowe i informatyczne z całego świata, co z kolei wpływa korzystnie na motywację absolwentów szkół wyższych, aby wiązać swój los z Polską i unijnym biznesem robotycznym. Do kraju wracają rodzime firmy dronowe, które wcześniej szukały rynków zbytu na swoje wyroby i usługi poza UE.	2026 – 2030
	Integracja Ukrainy i Gruzji z UE i NATO odbywa się przy istotnej roli Polski. W ramach wymiany doświadczeń wykorzystuje się ukraiński dorobek w zakresie dronów, lecz na horyzoncie pojawił się czarny łabędź. AI zaczęła się wymykać spod kontroli. Implementacja AI do dronów jest obarczona coraz większym ryzykiem. Zaczyna to przypominać lot Dedala i Ikara ku słońcu. W przypadku AI pozostaje zwiększyć nakłady na prace badawczo-rozwojowe i solennie przestrzegać zapisów unijnego Aktu o sztucznej inteligencji z 2024 roku.	2031 – 2035
	Sposób działania AI opanowują biznes i nauka. Robotyka wkracza w swój złoty wiek. Powstają nowe modele biznesowe, uwzględniające wady i zalety narzędzi robotycznych opartych na AI.	2035 – 2040
	PODSUMOWANIE: Polska trendsetterem zmiany w polityce unijnej wobec dronów. Wykorzystywane są rozwiązania z USA w zakresie współpracy biznesu, nauki i instytucji rządowych. Integracja środowisk różnych interesariuszy branży dronowej oraz pozytywne zmiany prawne przyniosły owoce. Kooperacja instytutów badawczych i biznesu wypracowała kapitał intelektualny umożliwiający osiągnięcie fazy dojrzałości rynkowej. Globalne innowacyjne koncerny teleinformatyczne inwestują w rynek polski. Musimy się zmierzyć z niepewnością, jaką kryje AI. Lot ku Słońcu należy prowadzić rozważnie.	

Źródło: opracowanie własne na podstawie materiału pokonferencyjnego w ramach „Droniada Future Forum by Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa”, edycja 2024.

Zaprezentowane w tabeli nr 80 charakterystyki poszczególnych scenariuszy stanowią cenne narzędzie spekulacji na temat adekwatnych rozwiązań na przyszłość. Opracowanie z pełną szczegółowością opisuje skutki działań oraz wypracowane efekty. Umożliwia poznanie tego, co być może faktycznie będzie czekać krajowy rynek technologii

bezzałogowej. Scenariusze celowo zostały zestawione kontrastowo, wpływając tym samym na świadomość czytelnika. Łatwo zauważyć, że podzielono je na poszczególne wersje:

- pesymistyczna, z ograniczeniem rozwoju technologii (charakteryzująca się technofobią);
- zrównoważona, osiągalna (najbardziej realna w swoich założeniach);
- optymistyczna, wręcz nieco utopijna (wydaje się nazbyt pozytywna).

Korelując zestawione na bazie *foresightu* informacje, pożądanym scenariuszem, a zarazem sukcesem krajowego rynku BSP wydawałoby się odnotowanie w przyszłości zbalansowanej wizji „Lotu na uwięzi. Scenariusz ostrożnych zmian”.

W ramach wniosków koncepcyjnych płynących z powziętych badań analiza współczesnych konfliktów zbrojnych wskazuje, że kluczową rolę odgrywają platformy bezzałogowe. Sterowanie przy zachowaniu bezpiecznej odległości od rejonu prowadzenia działań nie naraża życia i zdrowia pilota. Bezzałogowe systemy powietrzne stały się wartościowym środkiem prowadzenia rozpoznania na polu walki, umożliwiając patrolowanie wybranych obszarów przez 24 godziny na dobę oraz precyzyjne rażenie celów. Istotą rozpoznania obrazowego jest pozyskiwanie informacji z materiałów zarejestrowanych przez sensory działające z wykorzystaniem metod teledetekcji fotograficznej, termalnej lub radarowej. Tak uzyskane dane służą do wykrycia i rozpoznania działalności przeciwnika, jego urządzeń, infrastruktury, uzbrojenia i wyposażenia. Sensory pozyskujące informacje w ramach rozpoznania obrazowego dzielimy na:

- Pasywne – wykorzystujące promieniowanie obserwowanego obiektu do zobrazowania,
- Aktywne – emitujące energię, która odbija się od badanego obiektu, następnie jest przez nie odbierana i badana¹⁵⁰.

Rodzaje sensorów zamontowanych na bezzałogowych statkach powietrznych, wysoki pułap oraz czas pozostawania w powietrzu dają możliwość nieprzerwanego zdobywania informacji o przeciwniku i terenie zarówno w dzień, jak i w nocy. Ograniczenie prowadzenia skutecznej obserwacji mogą powodować: warunki atmosferyczne, dobrze zamaskowane cele stacjonarne lub mobilne, których nie będzie zdradzać emisja ciepła lub promieniowania elektromagnetycznego. Mimo wszystko z uwagi na posiadane sensory rozpoznawcze, możliwość sterowania, transmisji obrazu i określania współrzędnych w czasie rzeczywistym BSP są skutecznym środkiem zdobywania danych o potencjalnym przeciwniku. W tabeli

¹⁵⁰ Z. Modrzejewski, *Podstawy rozpoznania wojskowego*, wyd. AON, Warszawa 2016, s. 22–23.

nr 81 zaprezentowano klasyfikację bezzałogowych statków powietrznych według standardów NATO.

Tabela 81. Klasyfikacja NATO – bezzałogowe statki powietrzne

Klasa	Kategoria	Zastosowanie	Wysokość operowania /stopy/	Promień działania /km/	Wspierany dowódca	Przykładowa platforma
Klasa III (> 600 kg)	Strike/ Combat	strategiczne/ narodowe	do 65 000	bez ograniczeń	teatr działań	Reaper
	HALE	strategiczne/ narodowe	do 65 000	bez ograniczeń	teatr działań	Global Hawk
	MALE	operacyjne/ teatr działań	do 45 000	bez ograniczeń	operacja połączona	Heron
Klasa II (150-600 kg)	Tactical	taktyczne (brygada)	do 18 000	200	brygada	Hermes 450
Klasa J (< 150 kg)	Small (> 15 kg)	taktyczne	do 5 000	50	batalion, pułk	Scan Eagle
	Mini (< 15 kg)	taktyczne	do 3 000	25	kompania, pluton, drużyna	Skylark
	Micro (< 66 J ¹²⁶)	taktyczne	do 200	5	pluton, drużyna	Black Widow

Źródło: opracowanie własne na podstawie *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*, AJP-3.3, edition B, version 1, 2016, s. 4–15.

6.2. Autorska aplikacja – UAVOcheck

Nowe technologie opierające się w dużej mierze na wykorzystaniu zdolności urządzeń mobilnych skutecznie usprawniają procesy, wykorzystując jedynie zdalną wymianę danych (Internet). W ramach realizacji tematu rozprawy zaprojektowano prototyp aplikacji na potrzeby kontroli sprzedażowej. Wieloetapowy proces badawczy umożliwił konkretne określenie potrzeb oraz funkcjonalności mobilnej aplikacji sprzedażowej.

Uzyskanym w ramach analiz wynikających z zastosowanych metod empirycznych produktem z zakresu innowacyjnych metod rozwiązania problemu naukowego jest prototyp autorskiej aplikacji sprzedażowej. Opracowane narzędzie ma za zadanie odzwierciedlić prostotę weryfikacji operatorów na etapie sprzedaży BSP przy współczesnych uwarunkowaniach technologicznych. Oczywiście nie jest to projekt, który zmieni oblicze motywacji działań operatorów lub kierunek zastosowań dronów w celach własnych. Patrząc jednak szerzej na ideę budowania świadomości wśród użytkowników BSP oraz stałą

potrzebę ewolucji działań profilaktycznych względem dynamiki zmian na rynku technologii bezzałogowej, narzędzie z powodzeniem mogłoby stanowić wsparcie bieżących działań.

W ramach badania pilotażowego z wykorzystaniem ankietowania (etap umożliwiający potwierdzenie zasadności postawionych celów rozprawy, jak również zdefiniowanie docelowej formy kwestionariuszy ankiet) oraz właściwego sondażu diagnostycznego (etap I) potwierdzono potrzebę implementacji narzędzi kontroli na etapie sprzedażowym. W ramach przeprowadzonych wywiadów eksperckich (etap II) uzyskano odpowiedzi na aktualne potrzeby w obszarze bezpieczeństwa przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej oraz określono wymagania wobec nabywców dronów – operatorów. Ostatnim etapem było przeprowadzenie ewaluacji na poziomie użytkowym i graficznym w porozumieniu ze specjalistą branży UX Design – ang. *User Experience Designer*, którego celem jest zwiększenie satysfakcji klienta korzystającego z produktu cyfrowego (np. strony, aplikacje internetowe) poprzez poprawę jego funkcjonalności i użyteczności, dostarczenie produktu łatwego w obsłudze, zapewnienie pożądanых interakcji między klientem a produktem.

Idea stworzenia autorskiej aplikacji służącej do weryfikacji nabywców dronów została założona już na etapie koncepcyjnym. W toku badań poszukiwano jednak potwierdzenia celowości niniejszego narzędzia oraz konkretnej odpowiedzi ekspertów w dziedzinie bezpieczeństwa lotniczego. Poszczególne elementy produktu, poczynając od nazwy aplikacji, aż po system czytania danych dotyczących nabywcy, zostały opracowane w oparciu o dyskusje na poziomie eksperckim celem uzyskania prostoty obsługi z jednoczesną maksymalizacją funkcjonalności narzędzia.

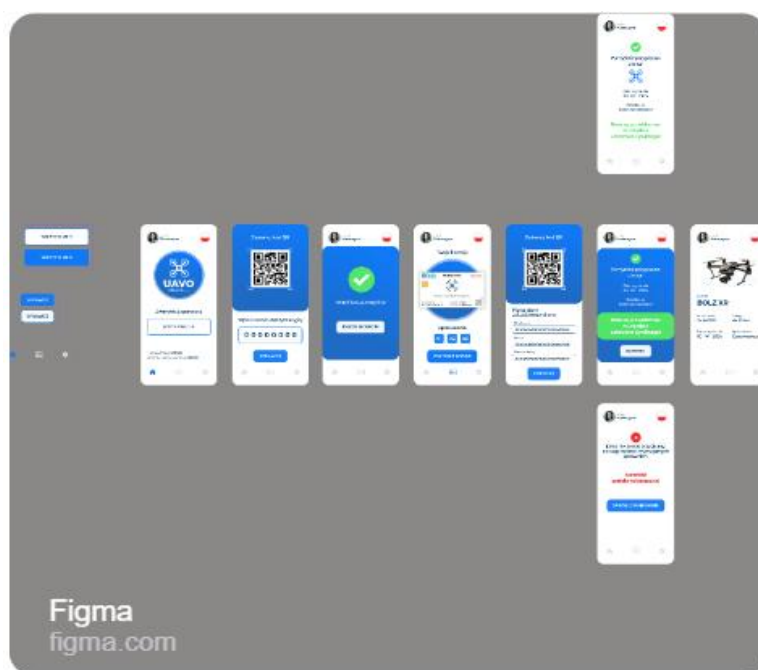
Sama nazwa charakteryzuje się możliwie najprostszą formą, łącząc w sobie hasła dotyczące drona – BSP (ang. *UAV*), operatora (ang. *UAVO*) oraz sprawdzenia (z ang. *Check*). Decyzja o anglojęzycznej formie haseł spowodowana była ujednoliceniem prawa europejskiego oraz ewentualnym włączeniem standaryzacji wobec sprzedaży poza rynkiem krajowym. Na rysunku nr 41 zaprezentowano grafikę loga aplikacji UAVOcheck.



Rysunek 41. Logo aplikacji UAVOcheck

Źródło: opracowanie własne.

Interfejs aplikacji wykonano na bazie programu Figma, stanowiącego narzędzie do projektowania i prototypowania stron internetowych i aplikacji mobilnych. Program umożliwia tworzenie interaktywnych widoków, zawiera niezbędne pakiety i narzędzia wykorzystywane w pracy Web Designera. Jednym z największych atutów Figma jest możliwość współpracy w czasie rzeczywistym. Podstawową zaletą jest szybkość działania.



Rysunek 42. Schemat aplikacji w programie Figma

Źródło: opracowanie własne.

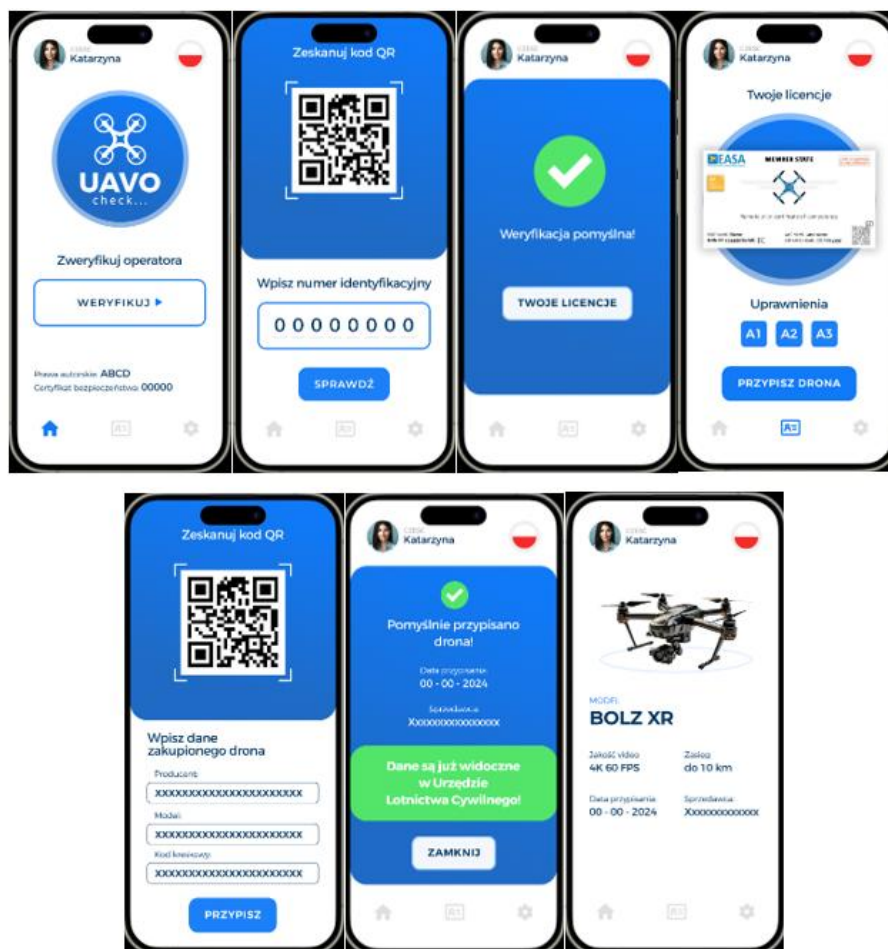
Figma pozwala na dodawanie animacji i przejść w celu urealistycznienia odwzorowania doświadczeń użytkownika. Dzięki wykorzystaniu niniejszego programu zastosowano efekty

przejścia między ekranami celem sprawdzenia, jak zmieniają się widoki w odpowiedzi na działania użytkownika (potencjalnie sprzedawcy). Dodatkowo za pomocą programu można łatwo edytować dowolne pliki wektorowe, w tym SVG, co znacznie przyspiesza pracę nad projektem.

Myślą przewodnią opracowanego w ramach środka zaradczego narzędzia kontroli sprzedażowej było umożliwienie sprawnej wymiany informacji w kwestii weryfikacji rejestracji nabywcy drona w systemie ULC, posiadanych uprawnień oraz dopisania konkretnego urządzenia w ramach danego operatora (nabywcy). Do najistotniejszych **korzyści** płynących z funkcjonowania aplikacji sprzedażowej należą:

- zweryfikowanie nabywcy drona w błyskawicznym tempie,
- niezakłócona weryfikacja użytkownika oraz posiadanych przez niego uprawnień na poziomie sprzedawcy,
- wymiana informacji w czasie rzeczywistym na linii Urząd Lotnictwa Cywilnego – dystrybucja dronów,
- aplikacja kompatybilna z oprogramowaniem typu Android/iOS – może być obsługiwana na urządzeniach typu telefon komórkowy, tablet, co umożliwia jej obsługę bez ograniczeń.

Sprzedawca w ramach aplikacji byłby zobowiązany do odczytu numeru operatora BSP lub kodu QR potwierdzającego posiadanie uprawnień z następstwem dopisania zakupionego drona do zweryfikowanego użytkownika. Na rysunku nr 43 przedstawiono kolejno okna aktywnej aplikacji celem zobrazowania charakterystyki interfejsu oraz posiadanych opcji. Zaprezentowana na kolejnej stronie grafika przedstawia scenariusz poprawnej weryfikacji rejestracji nabywcy oraz jego uprawnień. Aplikacja funkcjonuje interaktywnie w ramach witryny internetowej.



Rysunek 43. Interfejs aplikacji UAVOcheck

Źródło: opracowanie własne.

W odniesieniu do aktualnie posiadanych zasobów systemu ULC należy podkreślić, że numer/kod QR generowany jest po ukończeniu określonego szkolenia dedykowanego operatorom. W ramach niniejszej aplikacji na sprzedawcę/dystrybutora technologii bezzałogowej nałożono by obowiązek odczytu numeru operatora lub kodu QR podczas zakupu konkretnego drona. Takie rozwiązanie zapewniłoby identyfikację polegającą na automatycznym dopisaniu zakupionego BSP komercyjnego do konkretnego operatora – co w przypadku spowodowania sytuacji niebezpiecznej tudzież przepadnięcia drona umożliwiłoby sprawne wyciągnięcie odpowiednich konsekwencji wobec użytkownika przestrzeni powietrznej. Tego typu weryfikacja miałaby za zadanie modelowanie poprawnej świadomości społecznej, spowodowanie przemyślanych „zakupów” oraz ograniczenie trendu traktowania dronów jako zabawek czy źródła nieuprawnionej kontroli/stalkingu, narzędzia do popełnienia przestępstwa. Celem dokładniejszego zobrazowania przekazania

informacji do organu sprawującego władzę nad lotnictwem cywilnym na schemacie (rysunek nr 44) przedstawiono skrócony algorytm funkcjonalny aplikacji.



Rysunek 44. Algorytm funkcjonalny UAVOcheck

Źródło: opracowanie własne.

Zaprezentowana grafika krok po kroku opisuje przebieg dopisania drona do zarejestrowanego (w systemie Urzędu Lotnictwa Cywilnego) nabywcy. W pierwszym etapie sprzedawca dokonuje odczytu kodu QR użytkownika – niniejszy kod uzyskiwany jest w wyniku rejestracji operatora w systemie ULC. W przypadku problemów technicznych (również nieposiadania kodu w danej chwili przez operatora) alternatywnym wyjściem jest ręczne wpisanie numeru identyfikacyjnego operatora. Po wykonaniu opisanej operacji w oknie aplikacji pojawia się informacja dotycząca posiadanych przez nabywcę uprawnień. W ten sposób można sprawdzić, czy użytkownik posiada uprawnienia do operowania nabywanym urządzeniem. Następnie, korzystając z widocznej na grafice opcji „przypisz drona”, przechodzimy do strony, która umożliwia odczyt kodu QR nabywanego urządzenia – w tym momencie proces poprawnego dopisania drona wraz z dystrybucją informacji w czasie rzeczywistym do ULC jest zakończony. W przypadku niespodziewanych problemów technicznych związanych z odczytem kodu QR proces zabezpieczono możliwością alternatywnego ręcznego wpisania danych seryjnych drona. Zapisane w ten sposób w systemie ULC dane umożliwiają uzyskanie pełnej informacji dotyczącej posiadanego przez konkretnego użytkownika przestrzeni powietrznej (operatora) zestawu

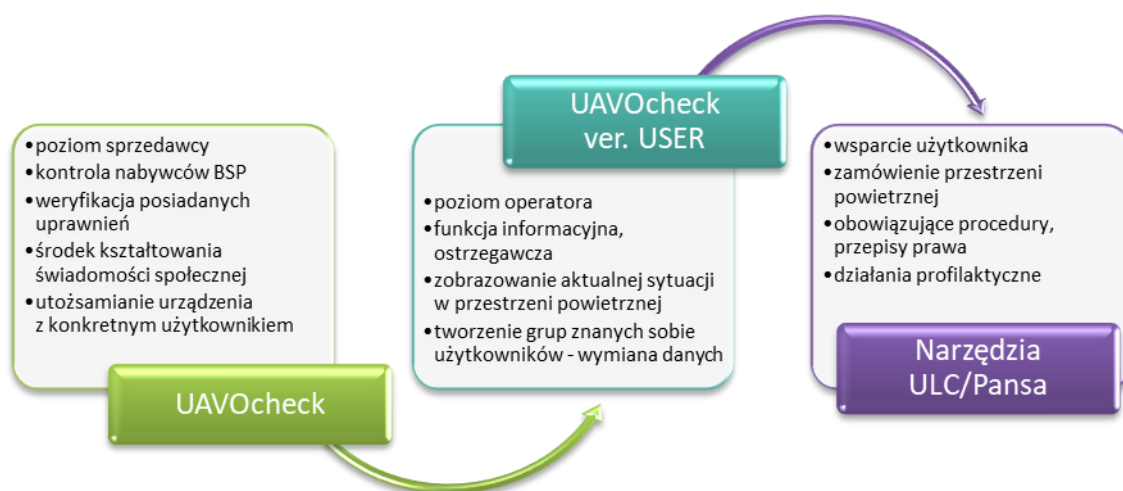
BSP. Rozwiązanie zdecydowanie ułatwiłoby wyciąganie konsekwencji wobec niezgodnego z przeznaczeniem zastosowania BSP przez operatorów, rozwiązałoby również problem identyfikacji użytkownika drona w przypadku utraty kontroli (w tym zasięgu) oraz tzw. ucieczki drona. Należy podkreślić, że mimo obowiązku oznaczenia drona, polegającego na umieszczeniu numeru operatora wygenerowanego podczas rejestracji, wielu użytkowników nie zadaje sobie trudu w tym zakresie (nie jesteśmy w stanie tego kontrolować). Dzięki aplikacji numer seryjny drona umożliwiłby zidentyfikowanie „właściciela” urządzenia.

W ujęciu długofalowym aplikacja UAVOcheck mogłaby zostać poszerzona o pewne właściwości użytkowe, tworząc zdublowaną wersję dedykowaną zarejestrowanemu w systemie ULC operatorowi. Połączenie dwóch form (dwóch rodzajów aplikacji) miałoby na celu projektowanie dobrych nawyków w odniesieniu do aspektu etycznego, który zawiera się w ramach wskazywanej luki teoretycznej (luki wskazywanej jako czynnik do podjęcia badań nad dysertacją). Mając na myśli wdrożenie w kolejnym etapie wersji użytkowej, mówimy o narzędziu, które mogłoby swoim zakresem obejmować nie tylko sprzedawców i ich współpracę z Urzędem Lotnictwa Cywilnego w obszarze weryfikacji uprawnień użytkowników, modelowania ich świadomości oraz poczucia odpowiedzialności karnej, ale również stanowić wsparcie samego użytkownika. W myśl konceptu wersja USER (użytkownik) aplikacji posiadałaby m.in.:

- wskazówki dla początkującego operatora (przykładowo interaktywne informacje dotyczące poprawnego zamówienia przestrzeni powietrznej),
- zobrazowanie aktualnego ruchu BSP w przestrzeni powietrznej,
- kanał komunikacyjny pomiędzy operatorami – na zasadzie prowadzenia korespondencji z innymi operatorami celem wymiany informacji/ostrzeżeń,
- notyfikacje prawne, aktualizacje przepisów oraz ich zapowiedzi,
- przekierowanie do właściwych witryn internetowych oraz aplikacji mobilnych celem skorzystania z odpowiednich usług (witryna internetowa Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej, zintegrowana aplikacja mobilna PansaUTM itp.).

Kompilacja dwóch produktów w ramach jednego konceptu wraz z zachowaniem spójności logotypu oraz charakterystyki graficznej miałyby za zadanie głównie upowszechnić trend weryfikacji użytkowników oraz świadomego wykorzystania przestrzeni powietrznej. Pierwotny produkt UAVOcheck pełniłby funkcję celową wypracowaną na bazie procesu badawczego oraz przeprowadzonej analizy eksperckiej, natomiast produkt wspierający –

wersja użytkownika miałyby upowszechnić nurt kontroli sprzedażowej, wpływać profilaktycznie i zaradczo, stanowić pośrednio działanie marketingowe.



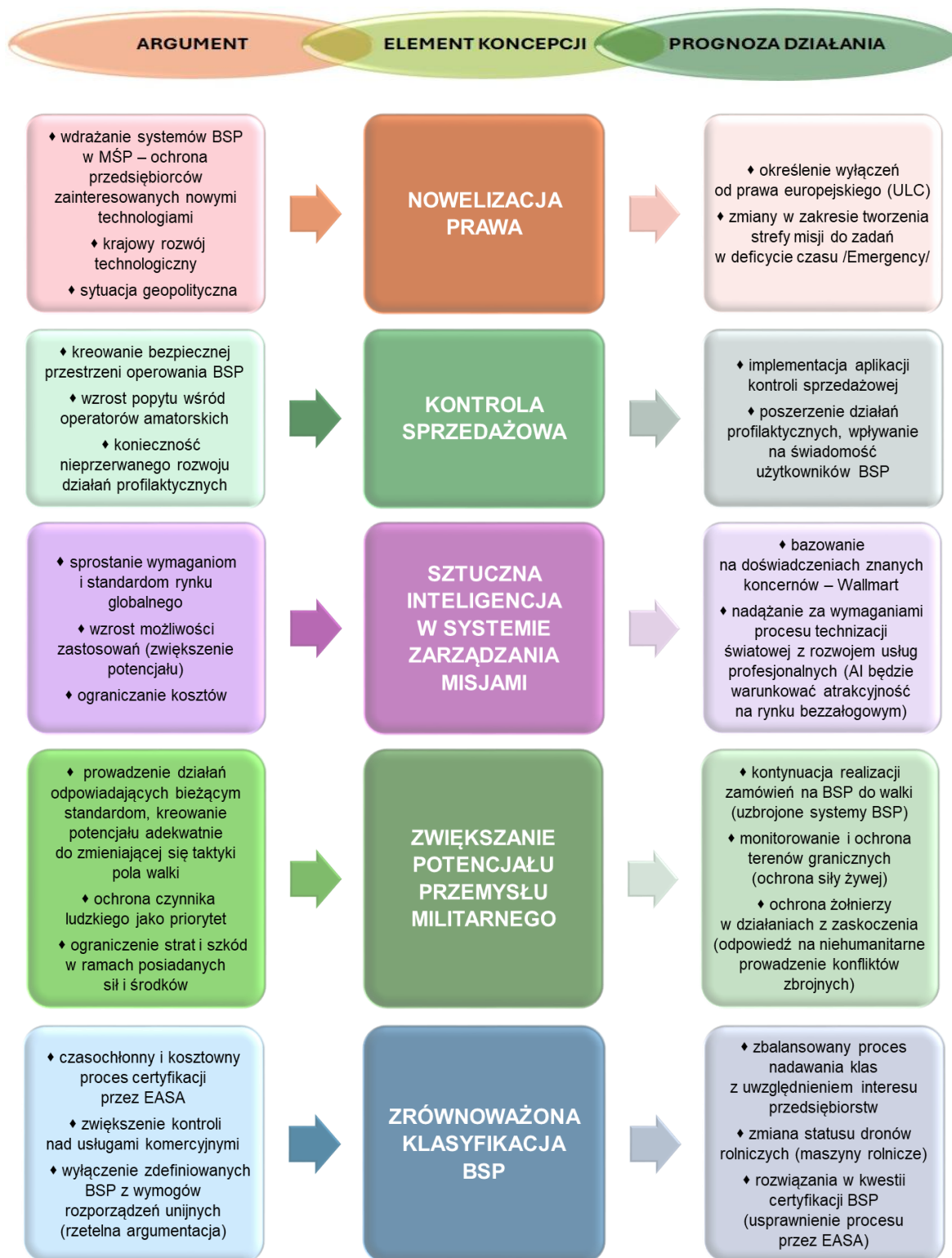
Rysunek 45. Schemat synchronizacji produktów w ramach aplikacji UAVOcheck

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowując, z uwagi na główny cel aplikacji opracowane narzędzie spotkało się z aprobatą ekspertów w ramach prowadzonych rozmów i analiz w odniesieniu do wywiadów eksperckich. Większość badanych jednogłośnie stwierdziła, że istnieje silna potrzeba wdrażania kolejnych działań profilaktycznych celem stworzenia balansu względem sytuacji w przestrzeni powietrznej. Technologia bezzałogowa zrewolucjonizowała system przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej, zwłaszcza na małych pułapach, co wymaga bezwzględnej kontroli aktualnej sytuacji w kwestiach zachowania należytego poziomu bezpieczeństwa, jak również dynamiki reakcji na niezgodne z przeznaczeniem wykorzystanie BSP. Funkcjonalność aplikacji zdefiniowano hasłowo: profilaktyka, ochrona lotnictwa, poszerzenie świadomości, ograniczenie działań niepożądanych. Idealnym scenariuszem byłoby wprowadzenie kontroli sprzedażowej w ramach rynku i prawodawstwa Unii Europejskiej. Biorąc pod uwagę złożoność każdego procesu implementacji zmian oraz potrzebę jego poprawnej weryfikacji, wdrożenie kontroli na poziomie sprzedaży na rynku krajowym (w pierwszym etapie testu) byłoby działaniem pożądanym, umożliwiającym szacowanie skuteczności rozwiązania.

6.3. Koncepcja użycia BSP z zapewnieniem pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa

Z uwagi na przedstawione wyniki badań, wspomniane problemy w obszarze rozwoju technologii BSP, stale rosnący popyt na technologię bezzałogową, ewolucję BSP w kolejnych rodzajach gałęzi przemysłu, jak również potrzebę udoskonalenia tej materii w słusznym celu opracowano koncepcję, której priorytetem jest zachowanie stabilnej sytuacji w ramach implementacji lotów bezzałogowych na dużą skalę. Celem koncepcji jest zapewnienie pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa w dobie funkcjonującego systemu lotów BSP, ograniczenie niezgodnego z przeznaczeniem wykorzystania dronów oraz nieprzestrzegania przez operatorów obowiązującego prawa. W skrajnych przypadkach, wykorzystując doświadczenia krajów wysoko rozwiniętych, gdzie technologia ta testowana była w szerokim spektrum zastosowań, koncepcja zakłada ograniczenie operowania dronów amatorskich do minimum – głównie w odniesieniu do wysokich pułapów operowania. Koncepcja została odniesiona do rynku krajowego. Jej głównym założeniem jest profesjonalne użycie BSP. Za priorytet uważa się wsparcie przedsiębiorców otwartych na wdrażanie – a tym samym testowanie – nowych technologii bezzałogowych oraz wzmożoną kontrolę działalności amatorskiej. Najwyższym celem jest zapewnienie harmonijnej synchronizacji lotnictwa załogowego z bezzałogowym w warunkach bezwzględnej ochrony systemu bezpieczeństwa lotnictwa. Założenia znormalizowanej koncepcji użycia BSP przedstawiono graficznie (rysunek nr 46). Wielopłaszczyznowość zaprezentowanej idei gwarantuje szersze spektrum oddziaływania oraz wpływania na redukcję narastających zagrożeń.



Rysunek 46. Krajowa koncepcja użycia BSP w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa

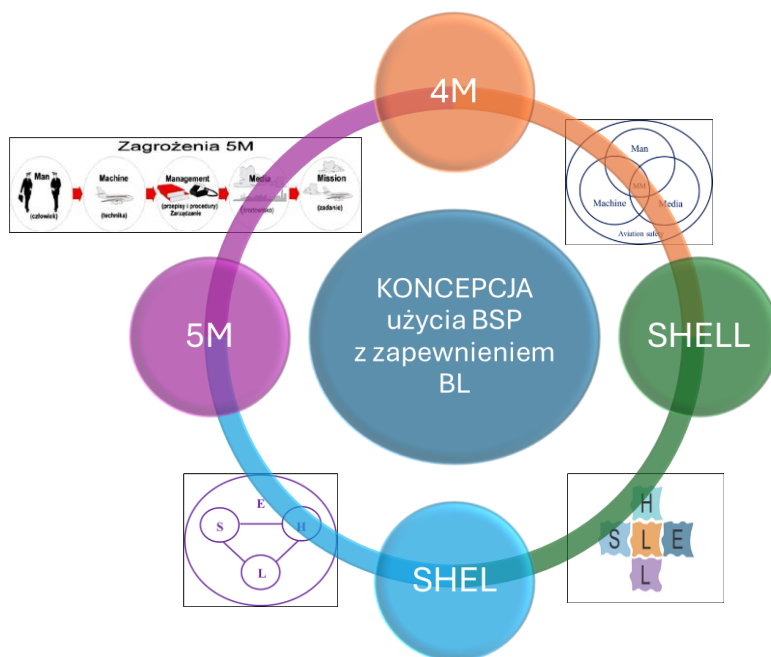
Źródło: opracowanie własne.

Należy mieć na uwadze, że dzisiejsi operatorzy dronów, również tych na potrzeby własne (amatorskich), stanowią często grupę wysoce wykwalifikowanych specjalistów,

których zainteresowanie tematem jest na tyle zaawansowane, że pozwala na anonimowe, a zarazem autonomiczne zastosowanie szybkich dronów (m.in. FPV) do ściśle określonych przez nich celów. W takich przypadkach jedynym, aczkolwiek trudnym do osiągnięcia sposobem przeciwdziałania jest dokładny monitoring przestrzeni powietrznej z natychmiastową neutralizacją drona w przypadku niezgłoszonej misji. Temat neutralizacji oraz występujących w tym zakresie ograniczeń zostały przybliżone we wcześniejszej części dysertacji. Mamy zatem świadomość trudności towarzyszących prawidłowemu przeprowadzeniu takiego procesu. Oczekuje się, że przyszłościowo tworzona koncepcja powinna znaleźć swoje odzwierciedlenie w działaniach profilaktycznych, aktualizacjach przepisów prawnych, procedur postępowania oraz odpowiedniej polityce względem odstępstw od dronowych regulacji europejskich. Celem argumentacji wyodrębnienia pięciu konkretnych, zaprezentowanych na schemacie składowych koncepcji koniecznym jest przytoczenie najbardziej istotnych przyczyn kreowania prognoz. W tym miejscu należy podkreślić spójność powziętej koncepcji z omawianymi w ramach dysertacji modelami bezpieczeństwa lotniczego oraz powszechnie znanymi teoriami. Przykładowo w odniesieniu do teorii C.O. Millera – model 4M (opis na str. 53) możemy adekwatnie przyporządkować składowym *Man*, *Machine*, *Mission/Management* oraz *Media* elementy powziętej koncepcji BSP, gdzie:

- M (ang. *Man* – Człowiek) – można zestawzić z elementem kontroli sprzedażowej;
- M (ang. *Machine* – statek powietrzny) – można przyporządkować składową odniesioną do przemysłu militarnego jako elementu związanego z badaniem zdolności najnowszych BSP, jak również kwestię odniesioną do zaawansowania technologii, czyli w tym przypadku rozwój sztucznej inteligencji;
- M (ang. *Mission/Management* – zadanie/zarządzanie) – jest to kwestia powiązana z nowelizacją prawa oraz problematyką klasyfikacji BSP;
- M (ang. *Media* – środowisko) – jako że jest to kwestia związana z warunkami i środowiskiem realizacji misji w powietrzu, element ten można łączyć z rozwojem technologii wykorzystujących sztuczną inteligencję, jak również środowiskiem proceduralnym.

Podobnego rozróżnienia można dokonać w przypadku modelu SHELL, teorii 5M i innych, z włączeniem schematów przyczyn wypadków.



Rysunek 47. Schemat spójności koncepcji z modelami bezpieczeństwa lotnictwa

Źródło: opracowanie własne.

Nowelizacja prawa stanowi proces ciągły. Każda z przeprowadzanych operacji lotniczych musi być realizowana według ściśle określonych przepisów i procedur. Chcąc sprostać wymaganiom stawianym rozwojowi nowych technologii, należy nadążać za ochroną systemu bezpieczeństwa, a co za tym idzie, wdrażać adekwatne przepisy prawne celem zapobiegania intensyfikacji działań wykraczających poza definicję normy. Najczęściej omawianym elementem w ramach wspomnianego obszaru problematycznego jest zjawisko zdolności maszyn do wykazywania ludzkich umiejętności takich jak rozumowanie, uczenie się, planowanie i kreatywność, czyli nic innego jak sztuczna inteligencja. Obawę wzbudza również łatwość samodzielnego konstruowania BSP na bazie powszechnie już dostępnych w Internecie podzespołów. Z drugiej jednak strony mówi się również o przeregulowaniu rynku dronowego, polegającym na nieadekwatnym dostosowaniu procedur w stosunku do rozwoju technologii cyfrowej i tzw. *Internet of Things* (internetu rzeczy), której częścią są latające roboty. Patrząc na kwestię obiektywnie, dynamika sytuacji w dziedzinie technologii bezzałogowej powoduje konieczność bieżącego wprowadzania do systemu adekwatnych modyfikacji zgodnych z wymaganiami ochrony bezpieczeństwa lotnictwa, jak również potrzebami rynku.

Kontrola sprzedażowa aktualnie nie istnieje. Każdy może nabyć komercyjnego drona z indywidualnym zakresem zdolności, o dowolnych parametrach. Samo nabywanie BSP

nie stanowi problemu, jednakże kontrolowanie wypełniania obowiązku rejestracji, posiadanych certyfikatów, umiejętności oraz intencji operatorów już tak. Zdarza się, że niepożądane w przestrzeni powietrznej zachowania wynikają z nieświadomości przepisów, co oczywiście nikogo nie zwalnia z odpowiedzialności karnej. Przykładowo w przypadku ucieczki drona nieoznaczonego numerem operatora lub którego właściciel celowo nie dokonał rejestracji, nie jesteśmy w stanie zidentyfikować danych operatora. Wdrożenie obligatoryjnej rejestracji danych seryjnych drona z automatycznym dopisaniem urządzenia do nabywcy – zweryfikowanego na poziomie sprzedaży operatora umożliwiłoby uruchomienie adekwatnego postępowania wobec naruszania sankcji przez nieodpowiedzialnych operatorów. Jest to zadanie wymagające z uwagi na konieczność współpracy punktów dystrybucyjnych z systemami organów odpowiedzialnych za ewidencję operatorów oraz nadawanie uprawnień. Pamiętajmy, że systemy elektronicznej wymiany danych realnie funkcjonują, bo to właśnie na tej zasadzie odbywa się obecnie rejestracja BSP i ich użytkowników. Wobec powyższego w ramach dobrych praktyk należałoby uczyć sprzedawców urządzeń komercyjnych. Z uwagi na opinię ekspertów dotyczącą generowania ryzyka przez amatorów środek zaradczy w obszarze kontroli sprzedażowej postrzega się jako istotny. Omówiona wyżej teoria została potwierdzona również w ramach badań społecznych oraz *matchmakingów*, gdzie to właśnie małe drony amatorskie wskazywano jako najtrudniejsze do ograniczenia źródło zagrożenia względem portów lotniczych oraz przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej.

Wdrażanie sztucznej inteligencji (AI) to warunek konieczny do rozwoju robotyki powietrznej. Poszerzanie spektrum technik AI, w tym cyfrowych bliźniaków, umożliwia realizację procesów wielotorowo, z jednoczesnym ograniczeniem kosztów (koszt personelu indywidualnie obsługującego urządzenia, zaprogramowane odpowiednio procesy mogą prowadzić misje nieprzerwanie, używając w jednym czasie większej liczby BSP). Istotnym argumentem przemawiającym za rozwojem robotyki powietrznej jest brak wystarczającej liczby pilotów załogowych statków powietrznych. Pilot drona wspierany przy pomocy AI może nadzorować rój dronów składający się z kilkuset maszyn. Rzecz jasna, że nie można nie zgodzić się z tezą mówiącą o ryzykach spowodowanych natężeniem bodźców w ramach kreowanych algorytmów sztucznej inteligencji. Znane są już przecież mylnie wydawane polecenia AI w wyniku niepoprawnego odczytu poleceń. Faktem jednak jest, że AI skutecznie przetwarza dane i eliminuje żmudne procesy manualne, segmentuje informacje, dając nam precyzyjne odpowiedzi na palące pytania. Praca operatorów, którzy zaimplementowali algorytmy AI, jest bardziej efektywna z uwagi na obniżenie ryzyka

niedopatrzeń oraz błyskawiczne wykrywanie kluczowych informacji w ramach „postprodukcji”. Operator zobligowany jest wówczas do poprawnego wykonania misji bez konieczności żmudnej pracy nad uzyskanym materiałem. Wiele branży widzi duży potencjał w implementacji AI z uwagi na automatyzację dotychczas realizowanych procesów oraz zwiększenie wydajności w ramach wykonywanych zadań (przykładowo: jako narzędzie wspomagające w ramach analizy zdjęć policyjnych z nalotu podczas poszukiwania osób zaginionych). W wyniku połączenia drona i sztucznej inteligencji z chmury punktów jesteśmy w stanie stworzyć odwzorowanie w postaci tzw. cyfrowego bliźniaka, czyli nic innego jak cyfrowy model m.in. obiektów. Globalny nacisk na szeroką implementację AI do systemów BSP nie powoduje zatem zaskoczenia – brak rąk do pracy, możliwości nieprzerwanej inwentaryzacji, inteligentnej organizacji hal magazynowych oraz ograniczenie środków na finansowanie określonych usług przemawia za robotyzacją.

W odniesieniu do potrzeby nieprzerwanego zwiększania potencjału w zakresie przemysłu militarnego aktualne założenia polityki Ministerstwa Obrony Narodowej są spójne z założeniami koncepcji. Jednym z dowodów tego stanu rzeczy jest program odstraszania i obrony „Tarcza Wschód” datujący realizację założeń na lata 2024–2028, z planowanym budżetem około 10 mld zł¹⁵¹. Program ten obejmuje nie tylko zwiększenie manewrowości wojsk własnych poprzez nową infrastrukturę drogową, ułatwiające budowę przepraw tymczasowych i gromadzenie konstrukcji mostowych przy przeszkodach wodnych, ale również nowoczesne technologie jak drony i systemy antydronowe. Ministerstwo Obrony Narodowej podkreśla, że Polska zamierza wyciągnąć wnioski z konfliktu na Ukrainie, przygotowując obronę odpowiadającą obecnym wyzwaniom. Należy korzystać z doświadczeń własnych, sąsiadów, wojsk południowokoreańskich oraz izraelskich, które pokazują, że żadna zaporą nie obroni się sama. Współcześnie konflikty zbrojne toczą się w różnych domenach i sferach, co generuje potrzebę kompleksowego i wielowarstwowego systemu.

Ostatnią składową koncepcji jest certyfikacja BSP. W przypadku konstruowania drona na konkretne potrzeby inwestora, np. dla zastosowania w rolnictwie, producent zobligowany jest do zgromadzenia dokumentacji wykazującej zgodność z obowiązującymi wymaganiami celem przedłożenia jej EASA. Po pozytywnej ocenie dokumentacji EASA wydaje raport – certyfikat DVR (wspomniany już wcześniej *Design Verification Report*). Czas trwania procesu w dużym stopniu zależy od złożoności ocenianego systemu

¹⁵¹ M. Kowalska-Sendek, *Polska Zbrojna*, nr 7 (939), Warszawa 2024, s. 25.

oraz od szybkości reakcji producenta w obszarze prawidłowego wykazania zgodności. Koszt raportu DVR uzależniony jest od rzeczywistego czasu spędzonego przez personel EASA na ocenie dokumentacji. EASA pobiera opłaty według obowiązującej stawki godzinowej wynoszącej 250 euro. Po przeprowadzeniu analizy ryzyka SORA operator określa SAIL (poziom ryzyka wewnętrznego operacji) oraz identyfikuje cele bezpieczeństwa operacyjnego (ang. *Operational Safety Objectives* – OSO), które należy wykazać w określony sposób. Operatorzy ubiegający się o zezwolenie na operację przy użyciu drona posiadającego wydany przez EASA adekwatny raport DVR, będą mogli wykazać zgodność z OSO związanymi z projektem. Od 01.01.2024 r. nie ma możliwości wprowadzania na rynek dronów określanych przez EASA mianem *legacy drones* („starych dronów”), a w sklepach można nabywać produkty z nadaną etykietą klasy C0–C6 wg nowej certyfikacji. Próba organizacji europejskiego rynku dronowego bez uwzględniania interesów małych i średnich przedsiębiorstw oraz samorządów popierających innowacyjne inwestycje nie sprzyja motywacji przedsiębiorców do profesjonalnego automatyzowania procesów. Z drugiej jednak strony europejskie władze lotnicze mogą zacząć postrzegać drony i firmy dronowe jako niebezpieczeństwo, konkurencję dla istniejącego modelu biznesowego opartego na śmigłowcach i samolotach załogowych, szczególnie w monitoringu i rolnictwie.

Odnosząc się do rynku krajowego, przez ostatnią dekadę drony niecertyfikowane nasyciły rynek, ich nagłe zniknięcie z przestrzeni powietrznej nie wydaje się być możliwe. Do końca roku 2025 będą one mogły latać w kategorii szczególnej na podstawie NSTS¹⁵², a równolegle i później, przez kolejne dwa lata dalej będą mogły być używane w kategorii otwartej [w podkategorii A3, jeśli ich maksymalna masa startowa (MTOM) przekroczy 250 g lub w A1, jeśli MTOM < 250 g]. Wszystkie szczegóły dotyczące wprowadzania nowych dronów z etykietą C0–C6 na rynek europejski po 31.12.2023 r. znajdują się w rozporządzeniu delegowanym Komisji (UE) 2019/945. Na obecnym etapie rozwoju rynku bezzałogowego firmy potrzebują wsparcia działań biznesowych sektora BSP w zakresie certyfikacji, stosowania metod oceny ryzyka, prawa, procedur operacyjnych oraz integracji systemów BSP (SBSP) w strukturze organizacji. Z pomocą przychodzi kompleksowo

¹⁵² Wykonując operacje w kategorii „szczególnej”, wymagana jest rejestracja wszystkich operatorów BSP bez względu na masę eksploatowanego drona. Operator BSP musi mieć złożone oświadczenie o zgodności operacji zgodnej ze scenariuszem standardowym NSTS lub STS (z tego obowiązku zwolnieni są operatorzy, którzy posiadają certyfikat LUC) i posiadać na stronie e-Rejestracja Krajowego Systemu Informacji Dronowej potwierdzenie odbioru i kompletności oświadczenia o zgodności operacji ze scenariuszem standardowym NSTS lub STS. Krajowe scenariusze standardowe NSTS są ważne 2 lata – jednak nie dłużej niż do 31.12.2025 r.

zaprojektowana oferta usług Instytutu Lotnictwa, dedykowana producentom i operatorom SBSP, związana z regulacjami prawnymi, certyfikacją (oznakowanie CE) oraz uzyskiwaniem zezwoleń na loty.

Ponadto ważnym aspektem jest problem niskiego stanu informatyzacji i cyfryzacji pojawiający się głównie w rolnictwie. Powodem tego stanu rzeczy jest brak kwalifikacji dronów z uwzględnieniem ich przeznaczenia – Polska Izba Systemów Bezzałogowych proponuje, aby drony opryskowe traktować jako maszyny rolnicze. W ten sposób pojawiłaby się możliwość wyłączenia ich spod wymogów rozporządzeń unijnych. Dofinansowania przewidziane są na ciągniki i maszyny rolnicze, co oznacza, że przy obecnej klasyfikacji urządzeń nie ma przestrzeni dla technologii bezzałogowej, co z kolei nie wspiera konkurencyjności rynku rolnego. Celowym jest zatem stworzenie nowego ekosystemu wokół BSP, który łączyłby właściwości rolnicze i robotyczne tych urządzeń bezzałogowych. Według badań oprysk dronowy generuje:

- 50% niższe koszty operacyjne;
- 54% mniej pestycydów;
- 90% mniej wody;
- 82% mniej CO₂.

Należy korzystać z doświadczeń obserwowanych w innych krajach Unii Europejskiej. Niemcy dopuściły 42 środki opryskowe do stosowania w winnicach, w miejscach trudno dostępnych, na stokach. Część landów wprowadziła dofinansowania dla rolników wykorzystujących drony opryskowe do walki z omacnicą prosowianką na plantacjach kukurydzy. Na Węgrzech z kolei połowa rolników kupuje drony wyłącznie dla siebie, natomiast druga część staje się posiadaczem BSP z myślą o świadczeniu usług sąsiadom. Na bazie wskazanych doświadczeń należałoby kreować krajową politykę dronową, opierającą się na rejestracji urządzeń w sposób umożliwiający rozwój dziedziny.

Biorąc pod uwagę wskazane elementy koncepcji, można jasno odczytać intencjonalność i zamiar określonych powyżej składowych – istotą jest umożliwienie dalszego rozwoju technologii bezzałogowej w warunkach najwyższych standardów bezpieczeństwa w lotnictwie. Obecnie stoimy przed wyzwaniem wypracowania profesjonalnego potencjału krajowego sektora dronowego wobec obowiązujących regulacji, które mogą zahamować rozwój rynku. Należy podtrzymywać polski potencjał technologiczny w sektorze BSP celem wypracowania przewag konkurencyjnych na poziomie europejskim i globalnym. Idealnym scenariuszem byłoby wdrażanie polskich podmiotów na rynki międzynarodowe. Droga do sukcesu wymaga jednak współpracy

na poziomie jednostek naukowych, badawczych oraz firm z sektora dronowego. Projekt koncepcji zakłada optymalny, realny scenariusz rozwoju rynku dronowego w Polsce.

6.4. Wnioski

W rozdziale zweryfikowano pozytywnie hipotezę szczegółową nr 4, która wskazuje na potrzebę zmian w systemie bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego, w tym na monitorowaniu rejestracji i użycia BSP, implementacji środków zaradczych o szerszym spektrum działania, zaostrzeniu zasad postępowania wobec operatorów oraz zastosowaniu nowych technologii. Opisane działania mają na celu utrzymanie niezakłóconego, pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP. W ramach założeń dedykowanych tej części rozprawy, stanowiącej podsumowanie wysiłków badawczych, celem odpowiedzi na postawione pytanie badawcze: „Jakie zmiany należy wprowadzić w celu utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP?” zrealizowano:

- sformułowano prognozy rozwoju mobilności dronowej na przestrzeni kolejnych lat;
- na podstawie szczegółowej wymiany doświadczeń w oparciu o opinie gremium eksperckiego w ramach przeprowadzonych wywiadów zdefiniowano katalog zagrożeń, dokonując jednoczesnej kategoryzacji zagrożeń względem stopnia ryzyka, opracowano rekomendacje możliwych rozwiązań oraz określono możliwości ich wdrożenia;
- opracowano projekt w obszarze nowych technologii – prototyp aplikacji mobilnej, zidentyfikowano możliwości rozwoju aplikacji;
- na bazie analizy powtarzalności błędów konstruktorskich określono poprawny algorytm organizacji autonomicznego konstruowania BSP;
- opracowano koncepcję użycia BSP w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa, stanowiącą wynikową efektów zrealizowanych badań.

Opracowanie racjonalnej koncepcji użycia dronów z zachowaniem bezpieczeństwa lotnictwa to krok w stronę zintegrowania tej nowoczesnej technologii z istniejącymi systemami lotniczymi. Koncepcja uwzględnia kilka kluczowych elementów, które mają na celu zapewnienie bezpieczeństwa zarówno dla dronów, jak i załogowych statków powietrznych. Skupia się na unikaniu bezpodstawnego zastosowania oraz ograniczenia nieprzemyślanej operacyjności amatorskiej. BSP jako narzędzie niosące ogromny potencjał należy stosować w ściśle specjalistycznych dziedzinach, celem niezakłóconej

przepustowości ruchu w przestrzeni powietrznej. Oczywiście stwierdzenie nie skupia się na dążeniu do eliminacji operacyjności amatorskiej, a jedynie podkreśla istotę egzekwowania wymogów dotyczących rejestracji dronów, licencjonowania operatorów, zasad dotyczących stref zakazu lotów oraz co wykazano w ramach niniejszej dysertacji – identyfikacji sprzętu posiadanego przez konkretnego operatora w ramach kontroli sprzedażowej.

Oprócz koncepcji prezentującej zrównoważone zastosowanie BSP w warunkach utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa, w ramach proponowanych rozwiązań opracowano autorski projekt nowoczesnej aplikacji mobilna, zaprojektowanej z myślą o skutecznej kontroli nabywanych przez operatorów dronów. Narzędzie zapewniając pełną transparentność i kontrolę nad weryfikacją posiadanych przez nabywcę uprawnień zdecydowanie przyczyniłoby się do zwiększenia świadomości użytkowników BSP, ograniczyłoby niezgodne z przeznaczeniem zastosowanie urządzeń oraz pełniło funkcję profilaktyczną. Każdy dron posiadałby systemowo przypisanego właściciela, co wiązałoby się z brakiem anonimowości w przypadku przechwycenia urządzenia. Ponadto aplikacja poprzez uzupełnienie odpowiednimi algorytmami mogłaby pełnić dodatkowe funkcje, korzystne dla samych dystrybutorów:

- lepsze planowanie logistyki zaopatrzenia;
- skrócenie czasu reakcji na zmieniające się potrzeby rynku;
- automatyzacja raportowania, możliwość szybkiej reakcji na anomalie sprzedażowe (np. nagły wzrost popytu).

W toku realizacji ostatniej części dysertacji stwierdzono, że założenia koncepcyjne zostały osiągnięte, a zdefiniowane hipotezy badawcze potwierdzone. Ponadto podjęta tematyka z uwagi na swoją aktualność wskazuje na szereg perspektyw dotyczących rozwijania badań nad tematem. W ramach przyszłościowych kierunków badań można wskazać zdolność BSP do samodzielnego podejmowania decyzji w grupach (ang. *swarm intelligence*¹⁵³), kooperację dronów z innymi autonomicznymi systemami, badania nad tym kto na przestrzeni lat będzie mógł korzystać z powietrznej przestrzeni (dynamika rozwoju autonomicznych bezpilotowców wymusi potrzebę wprowadzenia konkretnych ograniczeń, o czym dywagowano już w ramach niniejszej rozprawy). Szeroki obszar naukowych dociekań stanowi również aspekt BSP wykorzystywanych na potrzeby aglomeracji

¹⁵³ Ang. *swarm intelligence* – pojęcie oznaczające tworzenie się współpracy pomiędzy wieloma sprawcami naturalnymi lub sztucznymi (np. roboty) bez uprzednio zdefiniowanego planu i bez jednego organu dowodzącego, pojęcie to występuje najczęściej w pracach nad sztuczną inteligencją.

miejskich – zastosowanie BSP w ramach inspekcji, napraw, czyszczenia, jak również monitoring klimatu i przeciwdziałanie katastrofom.

ZAKOŃCZENIE

Osiągnięcie sukcesu w kwestii harmonijnego rozwoju technologii bezzałogowych z zachowaniem pożądaných wskaźników bezpieczeństwa lotniczego wymaga współpracy na poziomie jednostek naukowych i badawczych. To jedyny słuszny kierunek wypracowania odpowiedzi na realne wyzwania i potrzeby. Krajowy potencjał technologiczny wymaga wsparcia sektora dronowego w kwestii rozwoju branży specjalistycznych. Celem uniknięcia pogłębiającego się dysonansu w kwestii amatorskiego i profesjonalnego zastosowania BSP należy dołożyć wszelkich starań, aby zrealizował się omówiony w ramach dysertacji, optymistyczny scenariusz rozwoju krajowego rynku dronowego. Dokonując analizy kierunków wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych, wskazano możliwe rozwiązania w sferze działań prewencyjnych względem utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa.

Z analizy literatury w przedmiotowym zakresie wynika, że funkcjonujący obecnie system wykonywania lotów BSP cechuje podejście reaktywne. Zauważalny jest brak wystarczającej liczby mierzalnych wskaźników odniesionych do krytycznej oceny ryzyka w zakresie operacyjności dronów amatorskich. Ponadto zdefiniowano kwestię problemową w obszarze braku kontroli sprzedażowej, która wymaga adekwatnego działania.

Oryginalność i nowatorstwo w rozwiązaniu problemu naukowego osiągnięto poprzez wskazanie propozycji wdrożenia autorskiej aplikacji UAVOcheck, mającej na celu kontrolowanie nabywców dronów na poziomie sprzedaży. Główną ideą aplikacji jest rozwój działań profilaktycznych wpływających na świadomość operatorów. Zgodnie z założeniami projektu kwestia kontroli sprzedażowej w dalszej perspektywie mogłaby być rozwijana w ramach współpracy z dotychczas funkcjonującymi systemami monitoringu i ochrony bezpieczeństwa przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej.

Analiza literatury zagranicznej wraz z oceną wyników badań prowadzonych przez instytuty (m.in. Stanów Zjednoczonych oraz Chin) definiuje znaczną zmienność prognoz w przedmiotowym zakresie – przewidywane kierunki rozwoju BSP wykraczają poza aktualne możliwości krajowe w zakresie rozwoju optymalnych metod potencjalnie stosowanych w przyszłości systemów środków zaradczych, zapewniających właściwy poziom bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej. Relacja optymalnego wykorzystania potencjału BSP do zaawansowanych technologii skonsolidowanych wymaga bowiem perfekcyjnie dostosowanego systemu środków oceny i zwalczania ryzyka.

W ramach dociekań naukowych stwierdzono, że istnieje luka teoretyczna w zakresie szacowania i analizy ryzyka wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w odniesieniu do ich wpływu na bezpieczeństwo portów lotniczych oraz prawidłowego przepływu ruchu powietrznego. Wciąż niewiele możemy dowiedzieć się na temat niezawodnego rozwiązania, które pozwoliłoby kontrolować intencje działań operatorów BSP. Jak już wspomniano, nie znajdziemy również informacji dotyczących weryfikacji użytkowników na etapie sprzedażowym. Mimo że w dokumentach normatywnych widnieją konkretne zapisy świadczące o obowiązku rejestracji użytkowników BSP w Urzędzie Lotnictwa Cywilnego, wielu operatorów bagatelizuje obowiązek rejestracji BSP o wadze powyżej 250 g. Istnieje zatem absolutna potrzeba sformułowania koncepcji potencjalnych, krajowych środków zaradczych, ujednolicenia zasad teoretycznych i metodycznych na bazie otwartych źródeł informacji. Obecny system wymiany doświadczeń w obszarze lotnisk międzynarodowych wskazuje na dynamikę rozwoju skali incydentów z udziałem BSP, również na terenach infrastruktury krytycznej – w tym lotniskowej.

Miarą naukowca jest uwolnienie się od stosowanych, utartych schematów działania, otwierając tym samym umysł na otaczającą rzeczywistość. Zaprezentowany elementarny koncept bezpiecznego zastosowania BSP z założenia miał cechować się realnością działań oraz możliwością implementacji w krótkim czasie, w ramach aktualnego systemu. Nowe rozwiązania wraz z postępowaniem ewolucji zmian rynku bezzałogowego mogą stać się niespodziewanie niezbędne. W dobie dzisiejszej sytuacji geopolitycznej, w tym nieprzerwanego konfliktu na wschodzie oraz prac nad automatyzacją lotnictwa z wykorzystaniem sztucznej inteligencji nie jesteśmy bowiem w stanie prognozować pewnej przyszłości mobilności dronowej. Dlatego tak ważne jest dostarczanie metod i narzędzi sprawnego umacniania systemu bezpieczeństwa w razie wystąpienia adekwatnych potrzeb.

Analiza wyników przeprowadzonych badań empirycznych umożliwiła zdefiniowanie trafnych supozycji oraz wniosków koncepcyjnych. Zrealizowany proces badawczy pozwolił na udzielenie odpowiedzi odniesionych do głównego problemu (pytania) badawczego: „Jak powinny być używane bezzałogowe statki powietrzne w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa?”.

Zestawione odpowiedzi uzyskane w toku badań potwierdziły istnienie adekwatnych względem bezpieczeństwa lotnictwa regulacji prawnych i norm postępowania oraz aktualizowanie normatywów zgodnie z bieżącymi potrzebami. Jednakże konkludując skalę zastosowań przemysłu BSP z możliwościami anonimowego wykorzystania

technologii bezzałogowej, można pokusić się o stwierdzenie, że środki zaradcze występujące w odniesieniu do niezgodnego z przeznaczeniem wykonywania misji BSP w powietrzu są niewystarczające. W tej kwestii należało usystematyzować zakres modyfikacji systemu realizacji lotów bezzałogowych, które najskuteczniej zminimalizują generowanie zagrożeń omawianych w ramach dysertacji. Według danych Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej aktualnie (2024) odnotowuje się statystycznie blisko 4000 lotów dronów dziennie.

Z drugiej strony technologia bezzałogowa to niezaprzeczalnie przełom w rozwoju lotnictwa, który niesie za sobą wiele wymiernych korzyści. Kluczem do sukcesu jest zapewnienie absolutnego balansu w obszarze zastosowania najnowszych technologii wspieranych m.in. sztuczną inteligencją, z wykluczeniem jednoczesnego generowania ryzyka. W środowisku zrównoważonej synchronizacji lotnictwa konwencjonalnego z bezzałogowym osiągalne byłoby programowanie realizacji usług w warunkach zmniejszenia kosztów, optymalizacji czasu oraz zwiększenia mobilności.

Skutkiem powziętych badań zdaje się być wniosek, że zaawansowana operacyjność dronów w warunkach pożądanego wskaźnika bezpieczeństwa lotnictwa jest zadaniem dalece złożonym, dedykowanym krajom wysoko rozwiniętym ze względu na generowane koszty w procesie eksploracji i wdrażania, a skuteczność jego realizacji wymaga rzetelnej analizy ryzyka wraz z jego szacowaniem. W ujęciu długoterminowym wyniki badań sformułowane w postaci koncepcji umożliwią określenie odpowiednich środków naprawczych celem ograniczenia incydentów lotniczych z udziałem dronów.

Uzyskane wyniki badań potwierdzają trafność sformułowanej hipotezy rozprawy doktorskiej, która głosi, że BSP powinny być używane z zapewnieniem najwyższego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa, bazującego na kompetencjach personelu, jak również na:

- dynamice rozwoju nowych bezzałogowych technologii na tle koncepcji bezpieczeństwa lotnictwa,
- monitorowaniu rejestracji i użycia BSP w celu uzyskania akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa,
- ewolucji zmian systemu bezpieczeństwa lotnictwa z uwagi na wielokierunkowość gałęzi zastosowania BSP,
- implementacji środków zaradczych celem zapobiegania działaniom niebezpiecznym.

Tym samym osiągnięto założony cel pracy, który w części poznawczej opierał się na identyfikacji szans i zagrożeń wynikających z wykorzystania BSP w kontekście bezpieczeństwa lotnictwa, natomiast w części utylitarnej na opracowaniu koncepcji użycia BSP w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa. Główny problem badawczy oraz problemy szczegółowe rozwiązano, a postawiona hipoteza główna została pozytywnie zweryfikowana w całości.

Z pełną świadomością można stwierdzić, że badania zaprezentowane w niniejszej dysertacji oraz uzyskane wnioski i rekomendacje nie wyczerpują złożonej problematyki, jaką jest technologia bezzałogowa w obliczu jej nieprzerwanego rozwoju. Z biegiem czasu względem rynku dronowego oraz jego użytkowników będą pojawiały się kolejne wyzwania, nacechowane algorytmami sztucznej inteligencji oraz rejestracji BSP jako skategoryzowanych urządzeń w ramach branży specjalistycznych. W ten sposób istnieje możliwość zadbania o interesy przedsiębiorców operujących na niskich pułapach, w ramach terenów zweryfikowanych jako bezpieczne. Kolejną kwestią są wysokie koszty certyfikacji dronów specjalistycznych ustalone przez Agencję Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (ang. *European Union Aviation Safety Agency* – EASA), a tym samym zamykanie drzwi do wdrażania nowych technologii małym przedsiębiorstwom. Ponadto w ramach systemu dostaw produktów specjalistycznych, przedmiotów nagłej potrzeby należy dążyć do obniżenia kosztów dostawy pojedynczej paczki. Trzeba rozpatrywać przyszłość nauki, techniki, gospodarki i społeczeństwa, mając za cel identyfikację obszarów badań strategicznych oraz nowych technologii o potencjale generowania najwyższych korzyści gospodarczych i społecznych. W związku z powyższym Autorka nie wyklucza podjęcia dalszych badań nakierowanych na tworzenie narzędzi wsparcia średnich i małych przedsiębiorstw krajowych w aspekcie bezzałogowej technicyzacji, polegającej na implementacji racjonalnego algorytmu wdrożeniowego urządzeń, celem popularyzacji technologii bezzałogowej z ograniczeniem do działalności strictly dziedzinowej.

WYKAZ SKRÓTÓW

ACI	<i>Airport Council International</i> – Międzynarodowa Rada Portów Lotniczych
AGL	<i>Above Ground Level</i> – wysokość nad poziomem terenu
ALoSP	<i>Acceptable Level of Safety Performance</i> – Akceptowalny Poziom Bezpieczeństwa
AOA	<i>Air Operations Area</i> – strefa operacyjna lotniska
ARC	<i>Air Risk Class</i> – klasa ryzyka w powietrzu
ASP	<i>Airport Security Program</i> – program ochrony portu lotniczego
ATS	<i>Air Traffic Services</i> – Służby Ruchu Lotniczego
BL	Bezpieczeństwo Lotów
BVLOS	<i>Beyond Visual Line of Sight</i> – operacje poza zasięgiem wzroku operatora bezzałogowego statku
CAA	<i>Civil Aviation Authority</i> – Urząd Lotnictwa Cywilnego
CAT	<i>Commercial Air Transport</i> – zarobkowy przewóz lotniczy
CONOPS	<i>Concept of Operations</i> – koncepcja operacji
CRM	<i>Crew Resource Management</i> – Zarządzanie Zasobami Załogi
EASA	<i>European Union Aviation Safety Agency</i> – Europejska Agencja Bezpieczeństwa Lotnictwa
ECAC	<i>European Civil Aviation Conference</i> – Europejska Konferencja Lotnictwa Cywilnego
FIS	<i>Flight Information Service</i>
FOD	<i>Foreign Objects Debris/Damage</i> – każdy rodzaj zniszczenia lub zagrożenia statku powietrznego spowodowane ciałem obcym
GCI	Główne Centrum Informacji
GPS	<i>Global Positioning System</i> – Globalny System Nawigacyjny
H	wysokość lotu podawana w metrach n.p.m.
IATA	<i>International Air Transport Association</i> – Międzynarodowe Zrzeszenie Przewoźników Lotniczych
ICAO	<i>International Civil Aviation Organization</i> – Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego
IFR	<i>Instrument Flight Rules</i> – Zasady Lotów Według Wskazań Przyrządów
iSTARS	<i>Integrated Safety Trend Analysis and Reporting System</i> – zintegrowany system analizy i zgłaszania trendów dotyczących bezpieczeństwa

KBWL LP	Komisji Badania Wypadków Lotniczych Lotnictwa Państwowego
KL	Kierownik Lotów
KPBLC	Krajowy Program Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym
MATZ	<i>Military Aerodrome Traffic Zone</i> – Wojskowa Strefa Ruchu Lotniskowego
MON	Ministerstwo Obrony Narodowej
NTSB	<i>National Transport Safety Board</i> – Narodowa Rada Bezpieczeństwa Transportu
OKL	Obiektywna Kontrola Lotów
OPK	Obrona Powietrzna Kraju
OPL	Obrona Przeciwlotnicza
RPA	<i>Remotely Piloted Aircraft</i> – zdalnie sterowany statek powietrzny
SBL	Służba Bezpieczeństwa Lotów
SBSP	system bezzałogowego statku powietrznego
SIL	Służba Inżynieryjno-Lotnicza
SMM	<i>Safety Management Manual</i> – Podręcznik Zarządzania Bezpieczeństwem
SMP	<i>Safety Management Panel</i> – zespół ds. zarządzania bezpieczeństwem
SMS	<i>Safety Management System</i> – System Zarządzania Bezpieczeństwem
SORA	<i>Specific Operations Risk Assessment</i> – ocena ryzyka dla operacji SBSP w kategorii szczególnej
SP	statek powietrzny
SPI (WB)	<i>Safety Performance Indicators</i> – wskaźnik bezpieczeństwa
SRM	<i>Safety Risk Management</i>
SSP	<i>State Safety Program</i> – Krajowy Program Bezpieczeństwa
STL	Specjalny Transport Lotniczy
UAS	<i>Unmanned Aerial System</i> – bezzałogowy system powietrzny
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicle</i> – bezzałogowy statek powietrzny
ULC	Urząd Lotnictwa Cywilnego
USAF	<i>United States Air Force</i> – Siły Powietrzne Stanów Zjednoczonych
VFR	<i>Visual Flight Rules</i> – Zasady Lotów z Widocznością
VLOS	<i>Visual Line of Sight</i> – operacje w zasięgu wzroku operatora bezzałogowego statku powietrznego

SŁOWNIK POJĘĆ

Akceptowalny poziom bezpieczeństwa (ang. <i>Acceptable Level of Safety Performance – ALoSP</i>)	Poziom bezpieczeństwa uzgodniony przez władze państwa, który ma zostać osiągnięty w lotnictwie cywilnym w danym państwie, zdefiniowany w krajowym programie bezpieczeństwa, wyrażony w formie docelowych poziomów bezpieczeństwa i wskaźników poziomu bezpieczeństwa.
Bezzałogowy statek powietrzny	Każdy statek powietrzny wykonujący operację lub przeznaczony do wykonywania operacji samodzielnie bądź będąc pilotowanym zdalnie bez pilota na pokładzie.
Bezpieczeństwo lotnictwa (ang. <i>safety</i>)	Stan, w którym ryzyka związane z różnymi rodzajami działalności lotniczej, związanymi lub stanowiącymi bezpośrednie wsparcie operacji statku powietrznego są obniżone do akceptowalnego poziomu i kontrolowane.
Bufor ryzyka naziemnego	Obszar nad powierzchnią Ziemi, który otacza przestrzeń operacyjną i który został określony w celu zminimalizowania ryzyka dla osób trzecich znajdujących się na powierzchni w przypadku opuszczenia przez bezzałogowy statek powietrzny przestrzeni operacyjnej.
Dane bezpieczeństwa (ang. <i>safety data</i>)	Zdefiniowany zestaw faktów lub wartości dotyczących bezpieczeństwa, zebranych z różnych źródeł związanych z lotnictwem, który służy do utrzymania lub poprawy bezpieczeństwa.
Incydent	Zdarzenie inne niż wypadek związane z eksploatacją statku powietrznego, które ma wpływ lub mogłoby mieć wpływ na bezpieczeństwo eksploatacji.
Komisja Badania Zdarzeń Lotniczych (KBZL)	Komisja powołana przez właściciela/zarządzającego ośrodka/organizacji/szkoły do zbadania zdarzenia, które zaistniało w związku z jej działalnością, a badania którego nie podjęła się (art. 135. ust. 2a ustawy – Prawo lotnicze) lub od którego badania odstąpiła PKBWL (art. 135. ust. 6 ustawy – prawo lotnicze).
Krajowy program bezpieczeństwa (ang. <i>State Safety Programme – SSP</i>)	Zintegrowany zestaw działań i przepisów mających na celu poprawę bezpieczeństwa.

Kontrolowany obszar naziemny	Obszar naziemny, na którym eksploatowany jest system bezzałogowego statku powietrznego i w którego granicach operator systemu bezzałogowego statku powietrznego jest w stanie zadbać o to, by znajdowały się na nim wyłącznie osoby zaangażowane w operację (kontrolowany obszar naziemny obejmuje przestrzeń operacyjną oraz bufor ryzyka naziemnego).
Lotnictwo cywilne	Oznacza każdą działalność lotniczą prowadzoną przez cywilne statki powietrzne, z wyjątkiem działań prowadzonych przez państwowe statki powietrzne, o których mowa w art. 3 konwencji chicagowskiej o międzynarodowym lotnictwie cywilnym.
Lotnisko	Wyznaczony obszar, na lądzie lub na wodzie, na konstrukcji stałej bądź na stałej lub pływającej konstrukcji na morzu, wraz ze znajdującymi się na nim wszelkimi budynkami, urządzeniami i wyposażeniem, przeznaczony do użytkowania w całości albo w części do celów przylotów, odlotów i ruchu naziemnego statków powietrznych.
Łagodzenie ryzyka (ang. <i>Risk mitigation</i>)	Proces obejmujący działania obronne, kontrole prewencyjne lub sposoby odzyskiwania mający na celu zmniejszenie dotkliwości i/lub prawdopodobieństwa przewidywanych konsekwencji zagrożenia. Podjęcie działań dla zredukowania ryzyka do poziomu akceptowalnego.
Ocena bezpieczeństwa (ang. <i>Safety assessment</i>)	Jest to ocena polegająca na identyfikacji zagrożeń i oceny związanego z nimi ryzyka pod kątem akceptowalnego poziomu bezpieczeństwa lub inaczej ocena wskazująca, że poziom bezpieczeństwa wymagany przez akceptowalne sposoby spełnienia wymagań (AMC) albo specyfikacje certyfikatu (CS) został osiągnięty.
Ochrona lotnictwa (ang. <i>security</i>)	Oznacza połączenie środków oraz zasobów ludzkich i materialnych przeznaczonych do ochrony lotnictwa cywilnego przed aktami bezprawnej ingerencji, które zagrażają bezpieczeństwu lotnictwa cywilnego.
Operator lotniska	Każda osoba prawna lub fizyczna eksploatująca jedno lub większą liczbę lotnisk bądź składająca ofertę eksploatacji jednego lub większej liczby lotnisk.
Operator statku powietrznego	Każda osoba prawna lub fizyczna eksploatująca jeden lub większą liczbę statków powietrznych bądź składająca ofertę eksploatacji jednego lub większej liczby statków powietrznych.

Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych (PKBWL)	Usytuowana przy ministrze właściwym do spraw transportu, niezależna, stała „Komisja” prowadząca badania wypadków i incydentów.
Przestrzeń bezpieczeństwa	Pojemność przestrzeni powietrznej wykraczającej poza przestrzeń lotu, w której stosuje się procedury bezpieczeństwa.
Przestrzeń lotu	Pojemność przestrzeni powietrznej zdefiniowana przestrzennie i czasowo, w której operator systemu bezzałogowego statku powietrznego planuje wykonać operację w ramach normalnych procedur.
Przestrzeń operacyjna	Połączenie przestrzeni lotu i przestrzeni bezpieczeństwa.
Stany ukryte (ang. <i>latent conditions</i>)	Mogą istnieć w systemie na długo przed pojawieniem się szkodliwych następstw. Konsekwencje stanów ukrytych mogą pozostawać uśpione przez długi czas. Początkowo stany te nie są postrzegane jako szkodliwe, ale w pewnych warunkach mogą stać się widoczne, gdy zostaną naruszone zabezpieczenia poziomu operacyjnego. Mogą one być stworzone przez ludzi znajdujących się daleko od miejsca zdarzenia w sensie czasowym i przestrzennym. Mogą obejmować stany wynikające z kultury bezpieczeństwa związane z wyborem sprzętu lub konstrukcją procedur, sprzecznymi celami organizacyjnymi, wadliwymi systemami organizacyjnymi lub decyzjami kierownictwa.
Strefa krytyczna lotniska	Oznacza tę część strefy zastrzeżonej lotniska, do której dostęp osób lub przedmiotów wymaga poddania się kontroli bezpieczeństwa i posiadania dokumentów uprawniających do przebywania w tej strefie.
Strefa ogólnodostępna lotniska	Oznacza te części portu lotniczego, przyległe tereny i budynki lub ich części, które nie są strefą operacyjną lotniska. Jest to teren lotniska i jego budynki, do których dostęp nie wymaga posiadania karty identyfikacyjnej.
Strefa operacyjna lotniska	Oznacza powierzchnie manewrową portu lotniczego, przyległe tereny i budynki lub ich części, do których dostęp jest ograniczony.
Strefa zastrzeżona lotniska	Oznacza część strefy operacyjnej lotniska, gdzie oprócz ograniczonego dostępu stosowane są również inne normy ochrony lotnictwa. Jest to teren lotniska, do którego dostęp ze względów bezpieczeństwa mają wyłącznie uprawnione osoby.

System Zarządzania Bezpieczeństwem (ang. <i>Safety Management System – SMS</i>)	Systematyczne podejście do zarządzania bezpieczeństwem obejmujące niezbędne struktury organizacyjne, zakres odpowiedzialności, zakres obowiązków, politykę oraz procedury.
Sytuacja kryzysowa	To zagrożenie bezpieczeństwa aktem bezprawnej ingerencji w lotnictwie cywilnym.
Uchybienia aktywne (ang. <i>active failures</i>)	Działania lub zaniechania, w tym błędy i łamanie reguł, które mają natychmiastowy skutek negatywny. Z perspektywy czasu są one postrzegane jako działania niebezpieczne. Uchybienia aktywne dotyczą personelu na pierwszej linii (piloci, kontrolerzy ruchu lotniczego, inżynierowie obsługi technicznej statku powietrznego itp.) i mogą prowadzić do szkodliwych następstw.
Wyposażenie lotniska związane z bezpieczeństwem	Każdy przyrząd, wyposażenie, mechanizm, aparatura, oprzyrządowanie, oprogramowanie lub urządzenie dodatkowe, które są używane lub przeznaczone do użycia na potrzeby bezpiecznych operacji statków powietrznych na lotnisku.
Wypadek (ang. <i>accident</i>)	Zdarzenie związane z eksploatacją statku powietrznego, które w przypadku załogowego statku powietrznego zaistniało od momentu wejścia na jego pokład dowolnej osoby z zamiarem odbycia lotu aż do opuszczenia pokładu przez tę osobę lub (w przypadku bezzałogowego statku powietrznego) zachodzi od momentu, gdy statek powietrzny jest gotowy do ruchu w celu wykonania lotu aż do czasu jego zatrzymania po zakończeniu lotu i wyłączenia głównego układu napędowego.
Zdarzenie (ang. <i>occurrence</i>)	Oznacza każde związane z bezpieczeństwem wydarzenie, które naraża na niebezpieczeństwo lub które – jeżeli nie podjęto w odniesieniu do niego działań naprawczych lub nie zajęto się nim – mogłoby narazić na niebezpieczeństwo statek powietrzny, znajdujące się w nim osoby. Zdarzenie obejmuje w szczególności wypadek lub poważny incydent.

SPIS RYSUNKÓW

Rysunek 1. Proces naukowej analizy ryzyka.....	30
Rysunek 2. Schemat zarządzania ryzykiem.....	30
Rysunek 3. Bayraktar TB2	46
Rysunek 4. Ewolucja bezpieczeństwa	53
Rysunek 5. Model „sera szwajcarskiego”	56
Rysunek 6. Teoria E. Edwardsa – model SHEL.....	58
Rysunek 7. Model SHELL	59
Rysunek 8. Teoria C.O. Millera – model 4M.....	61
Rysunek 9. System 5M – zasadnicze elementy mające wpływ na bezpieczeństwo lotu.....	62
Rysunek 10. Warunki sprzyjające niebezpiecznemu działaniu załogi	62
Rysunek 11. Wpływ kierownictwa na cele bezpieczeństwa.....	63
Rysunek 12. Obieg informacji w systemie raportowania	65
Rysunek 13. Zestawienie modeli bezpieczeństwa lotnictwa	81
Rysunek 14. Wpływ zagrożeń na bezpieczeństwo państwa	83
Rysunek 15. Schemat poznawczy ryzyka.....	87
Rysunek 16. Interfejs strony Urzędu Lotnictwa Cywilnego umożliwiającej rejestrację i szkolenia.....	92
Rysunek 17. Dokument potwierdzający rejestrację operatora – przykład.....	93
Rysunek 18. Screen z filmu prezentującego przebieg egzaminu w podkategorii A1/A3.....	95
Rysunek 19. Model ryzyka dla bezzałogowych statków powietrznych	101
Rysunek 20. Schemat nadzoru operacyjności bezzałogowych statków powietrznych	113
Rysunek 21. Schemat opisu obszaru zagrożeń na wzór zaproponowany przez EASA w EPAS ...	118
Rysunek 22. Podział sklasyfikowanej przestrzeni powietrznej	127
Rysunek 23. Elementy struktury przestrzeni powietrznej	130
Rysunek 24. Dron należący do ISIS przechwycony przez Federalną Policję w Iraku	137
Rysunek 25. Kontroler CC3D Open Source.....	138
Rysunek 26. Zestaw części do samodzielnej konstrukcji drona FPV.....	139
Rysunek 27. Algorytm konstrukcyjny drona FPV	141
Rysunek 28. Skompletowana konstrukcja drona FPV	142
Rysunek 29. Zrzut bomby na cel (czołg) za pomocą BSP skonstruowanego samodzielnie (produkcja ISIS, Irak)	143
Rysunek 30. Przykład sklepu internetowego umożliwiającego konstrukcję drona zaprojektowanego na indywidualne potrzeby użytkownika	144
Rysunek 31. Dron „kamikaze” FPV – Ukraina.....	146
Rysunek 32. Neutralizacja celu dronem FPV – Ukraina.....	146

Rysunek 33. Stanowisko pracy operatora drona – Ukraina	147
Rysunek 34. Dron „Baba Jaga”	149
Rysunek 35. Namierzanie celu dronem „Baba Jaga”	149
Rysunek 36. Siła rażenia drona „Baba Jaga”	150
Rysunek 37. Destrukcyjna cztery rosyjskie czołgi przez 92. Brygadę Zmechanizowaną (UKR), Bakmut	150
Rysunek 38. Startup dronów transportowych Natilus.....	202
Rysunek 39. Prototyp drona zaprojektowanego w ramach dostaw medycznych.....	215
Rysunek 40. Schemat organizacji autonomicznego konstruowania BSP	217
Rysunek 41. Logo aplikacji UAVOcheck.....	225
Rysunek 42. Schemat aplikacji w programie Figma.....	225
Rysunek 43. Interfejs aplikacji UAVOcheck.....	227
Rysunek 44. Algorytm funkcjonalny UAVOcheck	228
Rysunek 45. Schemat synchronizacji produktów w ramach aplikacji UAVOcheck	230
Rysunek 46. Krajowa koncepcja użycia BSP w zapewnieniu bezpieczeństwa lotnictwa	232
Rysunek 47. Schemat spójności koncepcji z modelami bezpieczeństwa lotnictwa.....	234

SPIS TABEL

Tabela 1. Analiza SWOT – schemat (macierz TOWS).....	14
Tabela 2. Analiza SWOT w odniesieniu do koncepcji zapewnienia bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP	15
Tabela 3. Próba badawcza biorąca udział w sondażu diagnostycznym.....	33
Tabela 4. Próba badawcza biorąca udział w wywiadzie eksperckim	34
Tabela 5. Przyporządkowanie technik i narzędzi badawczych do metod empirycznych	35
Tabela 6. Przebieg badań empirycznych	38
Tabela 7. Charakterystyka metody badawczej – sondaż diagnostyczny	39
Tabela 8. Charakterystyka metody badawczej – indywidualny wywiad pogłębiony	40
Tabela 9. Ewolucja przepisów prawa lotniczego	71
Tabela 10. Regulacje prawne w zakresie BSP.....	74
Tabela 11. Klasyfikacja BSP	79
Tabela 12. Maksymalne przerwy w lotach dla pilotów, pilotów BSP klasy II i III.....	79
Tabela 13. Etapy procesu zarządzania ryzykiem.....	84
Tabela 14. Dane w zakresie liczby zarejestrowanych operatorów i pilotów dronów.....	88
Tabela 15. Przepisy przejściowe określone Rozporządzeniem Wykonawczym Komisji EU 2019/947.....	96
Tabela 16. Opis kategorii ryzyka – metoda jakościowa	98
Tabela 17. Klasy ryzyka na ziemi – GRC	103
Tabela 18. Obliczanie parametru SAIL	106
Tabela 19. Klasyfikacja PDRA	110
Tabela 20. Wskaźniki rodzajów zagrożeń wg klasyfikacji	114
Tabela 21. Przykłady poważnych incydentów lotniczych.....	120
Tabela 22. Okoliczności kwalifikacji wypadków lotniczych	121
Tabela 23. Klasyfikacja służb żeglugi powietrznej	122
Tabela 24. Zgłoszenia ATM CNS	123
Tabela 25. Elementy przestrzeni powietrznej.....	127
Tabela 26. Wskaźniki monitorujące zagrożenia w zakresie UAV/RPAS	130
Tabela 27. Współczesne zagrożenia spowodowane niezgodną z przeznaczeniem operacyjnością BSP	151
Tabela 28. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 1	159
Tabela 29. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 2	161
Tabela 30. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 3.....	162
Tabela 31. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 4.....	164
Tabela 32. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 5.....	165

Tabela 33. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6A.....	166
Tabela 34. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6B.....	167
Tabela 35. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6C.....	167
Tabela 36. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6D.....	168
Tabela 37. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 6E.....	168
Tabela 38. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 7.....	170
Tabela 39. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 8.....	171
Tabela 40. Rozwinięcie pytania ankietowego nr 8 – pytanie otwarte, wypowiedzi badanych.....	171
Tabela 41. Zestawienie odpowiedzi ankietowanych na pytanie ankietowe nr 8 w części otwartej.....	172
Tabela 42. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 9A.....	175
Tabela 43. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 9B.....	176
Tabela 44. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 9C.....	176
Tabela 45. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 10.....	177
Tabela 46. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 11.....	178
Tabela 47. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 12.....	179
Tabela 48. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie ankietowe nr 13.....	181
Tabela 49. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 1.....	183
Tabela 50. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 2.....	184
Tabela 51. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 3.....	185
Tabela 52. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 4.....	186
Tabela 53. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 5.....	187
Tabela 54. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 6.....	188
Tabela 55. Wyniki odpowiedzi udzielonych na pytanie metryczkowe nr 7.....	189
Tabela 56. Rozróżnienie ankiet z uwagi na język.....	191
Tabela 57. Test niezależności chi-kwadrat Pearsona oraz miary związku dla testu.....	192
Tabela 58. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 1.....	193
Tabela 59. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 1.....	193
Tabela 60. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 1.....	193
Tabela 61. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 2.....	194
Tabela 62. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 2.....	195
Tabela 63. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 2.....	195
Tabela 64. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 3.....	196
Tabela 65. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 3.....	196
Tabela 66. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 3.....	196
Tabela 67. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 4.....	197
Tabela 68. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 4.....	197

Tabela 69. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 4.....	198
Tabela 70. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 5	198
Tabela 71. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 5	199
Tabela 72. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 5.....	199
Tabela 73. Tabela krzyżowa dotycząca zależności statystycznej nr 6	200
Tabela 74. Wyniki testów chi-kwadrat dotyczących zależności statystycznej nr 6	200
Tabela 75. Tabela miar symetrycznych dla zależności statystycznej nr 6.....	200
Tabela 76. Operacyjność BSP – wnioski i rekomendacje ekspertów	203
Tabela 77. Krytyczne obszary działalności BSP	209
Tabela 78. Podział grup BSP ze względu na generowany poziom zagrożenia	210
Tabela 79. Specyfikacja drona.....	215
Tabela 80. Scenariusze rozwoju rynku dronowego do 2040 r.....	219
Tabela 81. Klasyfikacja NATO – bezzałogowe statki powietrzne	223

SPIS WYKRESÓW

Wykres 1. Opinie na temat możliwości wystąpienia zamachu terrorystycznego w lotnictwie cywilnym.....	86
Wykres 2. Zdarzenia z udziałem BSP (lata 2011–2022)	132
Wykres 3. Zdarzenie z udziałem BSP ograniczone do CAT (lata 2011–2022).....	133
Wykres 4. Wskaźnik zdarzeń lotniczych z udziałem BSP (lata 2011–2022)	134
Wykres 5. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 1	160
Wykres 6. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 1	160
Wykres 7. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 2	161
Wykres 8. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 2	161
Wykres 9. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 3	163
Wykres 10. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 3	163
Wykres 11. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 4	164
Wykres 12. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 4	164
Wykres 13. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 5	165
Wykres 14. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 5	165
Wykres 15. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 6	169
Wykres 16. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 6	169
Wykres 17. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 7	170
Wykres 18. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 7	171
Wykres 19. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 8	172
Wykres 20. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 8	172
Wykres 21. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 9	177
Wykres 22. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 10	178
Wykres 23. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 10	178
Wykres 24. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 11	179
Wykres 25. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 12	180

Wykres 26. Zilustrowanie uzyskanych wyników, wykres uproszczony – pytanie ankietowe nr 12	180
Wykres 27. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie ankietowe nr 13	182
Wykres 28. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 1	183
Wykres 29. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 2	184
Wykres 30. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 3	185
Wykres 31. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 4	186
Wykres 32. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 5	187
Wykres 33. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 6	188
Wykres 34. Zilustrowanie uzyskanych wyników – pytanie metryczkowe nr 7	190
Wykres 35. Zilustrowanie uzyskanych wyników – język ankiety.....	191

BIBLIOGRAFIA

Publikacje zwarte:

1. *Allied Joint Doctrine for Air and Space Operations*, AJP-3.3, edition B, version 1, NATO Standardization Office, Bruksela 2016.
2. Ban X., Abramson D., Zhang Y., Cano Calhoun C., *Investigation of Drone Applications to Improve Traffic Safety in RITI Communities*, Technical Report, University of Alaska 2023.
3. Bareja K., Klimczak K., *Neoklasyczne ramy analizy atrybutów ryzyka* [w:] *Ryzyko w rachunkowości*, red. A. Karmańska, Difin, Warszawa 2008.
4. Berezowski C., *Międzynarodowe prawo lotnicze*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1964.
5. *Bezpieczeństwo w lotnictwie w wybranych aspektach funkcjonowania portu lotniczego*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2013.
6. *Bezpieczeństwo w portach morskich i lotniczych wybrane aspekty działalności*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2014.
7. Compa T., *Bezpieczeństwo operacji w portach lotniczych: obsługa handlingowa*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2013.
8. Compa T., *Bezpieczeństwo transportu lotniczego w systemie bezpieczeństwa narodowego*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2014.
9. Compa T., *Ochrona lotnictwa przed atakami bezprawnej ingerencji*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2012.
10. Compa T., *Teoretyczne aspekty bezpieczeństwa w lotnictwie*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2012.
11. Compa T., *Współczesne zagrożenia bezpieczeństwa transportu lotniczego*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2018.
12. Compa T., Rajchel J., Załęski K., *Bezpieczeństwo w lotnictwie w różnych aspektach działalności lotniczej*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2014.
13. Cymerski J., Wiciak K., *Przeciwdziałanie zagrożeniom powstałym w wyniku bezprawnego i celowego użycia bezzałogowych platform mobilnych*, Wyd. Wyższej Szkoły Policji w Szczytnie, Szczytno 2005.
14. Darowska M., Kutwa K., *Biała Księga Bezzałogowych Statków Powietrznych*, Polski Instytut Ekonomiczny, Warszawa 2019.
15. Dougherty M., *Drony – Bayraktar TB2, Predator, Reaper*, Wyd. Bellona, Warszawa 2015.
16. Feltynowski M., *Wybrane aspekty operacyjnego funkcjonowania systemów bezzałogowych*, Badania – Technologie – Bezpieczeństwo, Wyd. Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, Warszawa 2022.
17. Grenda B., Turzyńska H., *Czynnik ludzki i jego wpływ na bezpieczeństwo lotów*, Wyd. ASzWoj, Warszawa 2016.
18. Grenda B., Nowak J., *Wybrane problemy zarządzania kryzysowego w organizacjach lotniczych*, Wyd. AON, Warszawa 2013.

19. *FOD PREVENTION GUIDELINE*, National Aerospace FOD Prevention, INC.
20. Isaac A.R., Ruttenberg B., *Air Traffic Control: Human Performance Factors*, Wyd. Gower Technical, Londyn 1999.
21. Jajuga K., *Pojęcie ryzyka i zarządzanie ryzykiem* [w:] *Zarządzanie ryzykiem*, Wyd. PWN, Warszawa 2009.
22. Jakóbiak I., *Drony. Wprowadzenie* (ang. *Building Multicopter Video Drones*), Wyd. Helion, Gliwice 2014.
23. Jancelewicz B., *Bezpieczeństwo i niezawodność w lotnictwie*, Wyd. Adam Marszałek, Toruń 2009.
24. Kaczmarek T.T., *Zarządzanie ryzykiem. Ujęcie interdyscyplinarne*, Wyd. Difin, Warszawa 2010.
25. Kaminer I., Pascoal A.M., Xargay E., *Time-critical cooperative control of autonomous air vehicle*, Butterworth-Heinemann, Oxford 2017.
26. Karpowicz J., *Bezpieczeństwo lotów i ochrona lotnictwa*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2010.
27. Karpowicz J., *Podstawy taktyki lotnictwa Sił Powietrznych*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2008.
28. Kilby T., Kilby B., *Make: drony dla początkujących*, Wyd. APN Promise SA, Warszawa 2016.
29. Klich E., *Bezpieczeństwo lotów w transporcie lotniczym*, Wydawnictwo Naukowe Instytutu Technologii Eksploatacji, Radom 2011.
30. Klich E., *Bezpieczeństwo lotów, wybrane zagadnienia*, Wyd. AON, Warszawa 1999.
31. Klich E., Karpowicz J., *Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2011.
32. Kochańczyk R., Stechnij T., Wilisowski A., *Aspekty prawne oraz certyfikacyjne bezzałogowych statków powietrznych w świetle wybranych regulacji międzynarodowych*, Szkoła Policji w Katowicach, Katowice 2019.
33. Konieczka R., Żurek J., *Dominujący wpływ czynnika ludzkiego na bezpieczeństwo wykonywania lotów*, Instytut Lotnictwa, Warszawa 2011.
34. Konieczny J., *Zarządzanie w sytuacjach kryzysowych, wypadkach i katastrofach*, Wyd. Garmond, Poznań 2001.
35. Kozłowski M., *Porty lotnicze – infrastruktura, eksploatacja i zarządzanie*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2015.
36. *Krajowy Plan Bezpieczeństwa 2023–2025, Załącznik do Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym*, Departament Zarządzania Bezpieczeństwem w Lotnictwie Cywilnym, Urząd Lotnictwa Cywilnego, wyd. 7, Warszawa 2023.
37. Kuhn T., *Struktura rewolucji naukowych*, Wydawnictwo Aletheia, Warszawa 2000.
38. Kunikowski J., Turek A., *Bezpieczeństwo i dyplomacja. Słownik terminów*, Wydawnictwo Pedagogium, Warszawa 2008.
39. Kwasiborska A., *Bezpieczeństwo transportu lotniczego – wybrane aspekty*, Akademia Humanistyczna im. Aleksandra Gieysztora, Pułtusk 2016.
40. Kwieciński M., *Bezpieczeństwo – wymiar współczesny i perspektywy badań*, Krakowskie Towarzystwo Edukacyjne sp. z o.o. – Oficyna Wydawnicza AFM, Kraków 2010.

41. *Leksykon wiedzy wojskowej*, Wyd. MON, wyd. 1, Warszawa 1979.
42. Łuczak K., *Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2016.
43. Łukaszyk L., Balcerzak T., *Lotnictwo współczesne i jego problemy: cywilizacja, kultura, prawo, ekonomika, bezpieczeństwo, obronność*, Wyd. AON, Warszawa 2007.
44. Madej M., *Międzynarodowy terroryzm polityczny [w:] Jednostka i społeczeństwo wobec zagrożenia terroryzmem*, red. I. Chodura, Biuletyn Informacji Rady Europy, Warszawa 2002.
45. McWhinney E., *Aerial Piracy and International Terrorism – The Illegal Diversion of Aircraft and International Law*, Wyd. Springer, Dordrecht 1987.
46. Melnarowicz W., *Ocena efektywności szkolenia personelu bezzałogowych statków powietrznych*, Wyd. WAT, Warszawa 2018.
47. Modrzejewski Z., *Podstawy rozpoznania wojskowego*, Wyd. AON, Warszawa 2016.
48. Nita P., *Projektowanie lotnisk i portów lotniczych*, Wyd. WKŁ, Warszawa 2014.
49. Nowacki G., *Siły kosmiczne USA i FR*, Studia Bezpieczeństwa Narodowego, Wyd. WAT, Warszawa 2018.
50. *Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej*, nr 2(6), Wyd. AON, Warszawa 2012.
51. Parandowski J., *Mitologia. Wierzenia i podania Greków i Rzymian*, Wyd. Puls, Warszawa 1998.
52. Pascual M., Da Ronch A., Wiley J., *Advanced UAV aerodynamics, flight stability and control: novel concepts, theory and applications*, Wyd. Wiley, University of Southampton, United Kingdom 2017.
53. *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 2, Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego – International Civil Aviation Organization 2009.
54. *Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem*, Doc. 9859, wyd. 4, Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego – International Civil Aviation Organization 2018.
55. *Przegląd bezpieczeństwa wewnętrznego*, wyd. 11(6), Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego, Warszawa 2014.
56. *Przewodnik po analizie ryzyka metodą SORA – Specific Operations Risk Assessment (dla osób fizycznych)*, Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Lotnictwa, Warszawa 2021.
57. *Przykładowy program nauczania do umiejętności dodatkowej (DUZ) dla zawodu Technik spedytor 333108, Technik eksploatacji portów i terminali 333106, Zastosowanie dronów do organizowania i śledzenia przewozu Ładunków*, konkurs nr POWR.02.15.00-IP.02-00-004/19, Warszawa 2020.
58. Radomski A., Kozuba J., Ogonowski K., Bujek M., *Współczesne aspekty bezpieczeństwa w transporcie lotniczym*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2017.
59. Rajchel J., *Bezpieczeństwo w porcie lotniczym*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2010.

60. Rajchel J., *Militarne i niemilitarne zasoby obronne państwa w kształtowaniu bezpieczeństwa powietrznego XXI wieku*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2013.
61. Rajchel J., Grenda B., Nowak J., *Bezpieczeństwo i zarządzanie kryzysowe w lotnictwie*, Wyd. Wyższej Szkoły Oficerskiej Sił Powietrznych, Dęblin 2014.
62. Riedel K., *Zwalczanie terroryzmu lotniczego, aspekty prawnomiędzynarodowe*, Wyd. Jurysta, Warszawa 2003.
63. Rypulak A., *Sensory obrazowe bezzałogowych statków powietrznych*, Lotnicza Akademia Wojskowa, Dęblin 2023.
64. Siadkowski A.K., *Bezpieczeństwo i ochrona w cywilnej komunikacji lotniczej na przykładzie Polski, Stanów Zjednoczonych i Izraela*, Wyd. WSPol w Szczytnie, Szczytno 2013.
65. Siadkowski A.K., *Prawodawstwo w ochronie lotnictwa cywilnego*, Wyd. WSB, Dąbrowa Górnicza 2015.
66. Siadkowski A.K., *Przygotowanie kadr w ochronie lotnictwa cywilnego*, Wyd. WSB, Dąbrowa Górnicza 2015.
67. Sienkiewicz P., *Modele bezpieczeństwa, konfliktów i równowagi w systemach społecznych*, Wyd. Dydaktyczno-Naukowe AGH, Warszawa 1991.
68. Sienkiewicz P., *Podstawy teorii systemów*, Wyd. AON, Warszawa 1993.
69. Sienkiewicz P., *Inżynieria systemów bezpieczeństwa*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2015.
70. Singleton W.T., *Safety and risk. The study of the real skills*, Baltimore 1979.
71. Skorupski J., *Ilościowe metody analizy incydentów w ruchu lotniczym*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2018.
72. *Słownik języka polskiego*, Państwowe Wydawnictwo Naukowe, Warszawa 1978.
73. Stańczyk J., *Współczesne pojmowanie bezpieczeństwa*, ISP PAN, Warszawa 1996.
74. Szymankiewicz Ł., *Terroryzm lotniczy wobec Izraela*, Wyd. Difin, Warszawa 2019.
75. Sztucki J., Gąsior M., Zajac G., Szczelina M., *Zarządzanie bezpieczeństwem lotnictwa cywilnego*, Wyd. Naukowe Dolnośląskiej Szkoły Wyższej, Wrocław 2011.
76. Taleb N.N., *Czarny łabędź. Jak nieprzewidywalne zdarzenia rządzą naszym życiem*, Wydawnictwo: Zysk i S-ka 2020.
77. Taleb N.N., *Zwiedzeni przez przypadek. Tajemnicza rola losowości w życiu i w rynkowej grze*, Wyd. Zysk i S-ka 2020.
78. Truszczyński O., Biernacki M., *Skalowanie udziału czynnika ludzkiego w wypadkach lotniczych*, Polski Przegląd Medycyny Lotniczej, Warszawa 2010.
79. Turzyńska H., Grenda B., *Czynnik ludzki i jego wpływ na bezpieczeństwo lotów*, Wyd. ASzWoj, Warszawa 2016.
80. Walsh J., Schulzke M., *Drones and suport for the use of Force*, University of Michigan Press, Michigan 2018.
81. Winiarski J., *Ryzyko – teoria i praktyka*, InfoGlobMar, Gdańsk 2010.
82. Wolanin J., *Zarys teorii bezpieczeństwa obywateli*, Szkoła Główna Służby Pożarniczej, Warszawa 2005.
83. Zabłocki E., *Lotnictwo cywilne*, Wyd. AON, Warszawa 2009.

84. Zabłocki E., *Ochrona przed zagrożeniami terroryzmu lotniczego*, Wyd. AON, Warszawa 2009.
85. Zajac S., *Zagrożenia lotnisk wojskowych i cywilnych atakami terrorystycznymi*, Wydział Lotnictwa i Obrony Powietrznej, Wyd. AON, Warszawa 2005.
86. Zoleński W., *Modelowanie zależności przyczynowo-skutkowych w opisie sytuacji problemowej*, Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, Wyd. Politechniki Śląskiej, Gliwice 2017.
87. Żmigrodzka M., Krakowiak E., *Systemy zabezpieczeń technicznych w ochronie portu lotniczego*, Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Transport, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2018.

Literatura poświęcona metodom badawczym:

1. Ajdukiewicz K., *Logika pragmatyczna*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1974.
2. Apanowicz J., *Metodologia ogólna*, Wyd. Bernardinum, Gdynia 2002.
3. Apanowicz J., *Zarys metodologii prac dyplomowych z organizacji i zarządzania*, Wyd. WSAiB, Gdynia 1997.
4. Babbie E., *Podstawy badań społecznych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2008.
5. Cempel C., *Teoria i inżynieria systemów – zasady i zastosowania myślenia systemowego*, Wyd. Politechnika Poznańska, Poznań 2004.
6. Czernyszewicz E., *Aspekty, podejścia, narzędzia i techniki stosowane w ocenie ryzyka [w:] Jakość i zarządzanie w agrobiznesie, wybrane aspekty*, Wyd. Katedry Zarządzania i Marketingu, Uniwersytet Przyrodniczy w Lublinie, Lublin 2018.
7. Dawidczyk A., Jurczak J., *Metodologia bezpieczeństwa w przykładach i zastosowaniach*, Podręcznik Akademicki, Wyd. Difin, Warszawa 2022.
8. Dawidczyk A., Jurczak J., Łuka P., *Metody, techniki, narzędzia badawcze nauk o bezpieczeństwie*, Wyd. Difin, Warszawa 2019.
9. Denzin N., Lincoln Y., *Metody badań jakościowych – tom 1*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009.
10. Denzin N., Lincoln Y., *Metody badań jakościowych – tom 2*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2009.
11. Flisiuk B., Gołabek A., *Możliwości komercjalizacji wyników badań naukowych w instytutach badawczych – modele, procedury, bariery oraz dobre praktyki*, Zeszyty naukowe Politechniki Śląskiej, Wyd. Instytut Technik Innowacyjnych EMAG, Katowice 2015.
12. Góralski A. (red.), *Zadanie, metoda, rozwiązanie*, Wyd. Naukowo-Techniczne, Warszawa 1978.
13. Hipisz N., *Standaryzowane techniki badawcze jako szczególny sposób komunikowania się*, Przegląd Socjologiczny, Wyd. Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, nr 1, 2012.
14. Kaczmarek M., Olejnik I., Springer A., *Badania jakościowe – metody i zastosowania*, Wydawnictwo CeDeWu, Warszawa 2013.

15. Kamiński A., *Metoda, technika, procedura badawcza w pedagogice empirycznej* [w:] *Metodologia środowiskowych badań pedagogicznych*. Studia Pedagogiczne, tom 9, Wydawnictwo Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1970.
16. Kisielnicki J., *Metody systemowe*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 1986.
17. Kolman R., *Poradnik dla doktorantów i habilitantów*, Oficyna Wydawnicza Ośrodka Postępu, Bydgoszcz 1994.
18. Kwiecińska M., *Przedmiot badań w naukach o obronności*, *Obronność – Zeszyty Naukowe Wydziału Zarządzania i Dowodzenia Akademii Obrony Narodowej*, nr 3(19), Wyd. AON, Warszawa 2016.
19. Kvale S., *Prowadzenie wywiadów*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2010.
20. Lutyński J., *Metody badań społecznych. Wybrane zagadnienia*, Wyd. Łódzkiego Towarzystwa Naukowego, Łódź 2000.
21. Łobocki M., *Metody i techniki badań pedagogicznych*, Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2009.
22. Łobocki M., *Wprowadzenie do metodologii badań pedagogicznych*, Oficyna Wydawnicza „Impuls”, Kraków 2004.
23. Malinowski A., *Statystyka w administracji*, Wyd. Wolters Kluwer SA, Warszawa 2015.
24. Mendel T., *Metodyka pisania prac doktorskich*, Wydawnictwo Akademii Ekonomicznej w Poznaniu, Poznań 1995.
25. Nowak S., *Metodologia badań społecznych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 2008.
26. Ostrihansky M., Szmigiero M., *Prawo dronów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym*, Wyd. Wolters Kluwer, Warszawa 2020.
27. Pabis S., *Metodologia i metody nauk empirycznych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1985.
28. Pelc M., *Elementy metodologii badań naukowych*, Wyd. AON, Warszawa 2012.
29. Pieter J., *Ogólna metodologia pracy naukowej*, Wyd. Polskiej Akademii Nauk, Warszawa 1967.
30. Pilch T., Bauman T., *Zasady badań pedagogicznych. Strategie ilościowe i jakościowe*, Wyd. Akademickie „Żak”, Warszawa 2001.
31. Pilch T., Wroczyński R., *Metodologia pedagogiki społecznej*, Wyd. Polskiej Akademii Nauk, Wrocław 1974.
32. Pytkowski W., *Organizacja badań i ocena prac naukowych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1985.
33. Rabiej M., *Analizy statystyczne z programami Statistica i Excel*, Wyd. Helion, Gliwice 2018.
34. Sienkiewicz P., Marszałek M., Świeboda H., *Metodologia badań bezpieczeństwa narodowego*, tom 1, Wyd. AON, Warszawa 2010.
35. Sienkiewicz P., *Analiza systemowa*, Bellona, Warszawa 1995.
36. Sławińska M., Witczak H., *Podstawy metodologiczne pracy doktorskiej w naukach ekonomicznych*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2012.
37. Sobocki M., *Metody badań pedagogicznych*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1978.

38. Szafrński M., *Skuteczność działań w systemach zarządzania jakością, przedsiębiorstw. Badania i ocena. Skuteczność działań*, Wyd. Politechniki Poznańskiej, Poznań 2006.
39. Sztumski J., *Wstęp do metod i technik badań społecznych*, Wyd. Śląsk, Katowice 2004.
40. Tarczyński W., Mojsiewicz M., *Zarządzanie ryzykiem. Podstawowe zagadnienia*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2001.
41. Yin R.K., *Studium przypadku w badaniach naukowych*, Wyd. Uniwersytetu Jagiellońskiego, Kraków 2015.
42. Zaczyński W., *Praca badawcza nauczyciela*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1995.
43. Zaczyński W., *Problematyka badawcza marketingu*, Wyd. Naukowe PWN, Warszawa 1996.

Artykuły naukowe:

1. Bolz K., Nowacki G., *Air transport safety in UAV operational conditions*, Journal of civil engineering and transport, transEngin, vol. 5, issue 1, 2023.
2. Bolz K., *Korelacja korzyści i zagrożeń wynikających z użycia BSP*, Wyd. Studia Bezpieczeństwa Narodowego, 1/2020 vol. 17, WAT, Warszawa 2020.
3. Brzuchalska K., *Dron jako narzędzie wspomagające system bezpieczeństwa*, Czasopismo Zabezpieczenia 2/2017, Stowarzyszenie Inżynierów i Techników Komunikacji Rzeczypospolitej Polskiej, Warszawa 2017.
4. Chrzęszcz B., *Paradygmat według koncepcji Thomasa Samuela Kuhna. Analiza metodologicznoprawna [w:] Czasopismo naukowe „Folia Iuridica Universitatis Wratislaviensis”*, vol. 10 (1), Wrocław 2021.
5. Frymus M., *Zarządzanie ryzykiem warunkiem sprawnego funkcjonowania gminy [w:] Finanse. Rynki finansowe. Ubezpieczenia*, Zeszyty Naukowe Uniwersytetu Szczecińskiego, nr 718, Szczecin 2012.
6. Konert A., Kasprzyk P., Łaciński P., *Podstawy prawne zarządzania bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym [w:] Zarządzanie bezpieczeństwem w lotnictwie cywilnym*, Wyd. Uniwersytetu Śląskiego, Katowice 2016.
7. Kowalska-Sendek M., *Polska Zbrojna*, nr 7 (939), Warszawa 2024.
8. Lasota M., *Czynnik ludzki w wybranych modelach powstawania wypadków lotniczych*, Obronność. Zeszyty Naukowe 3(27), Wyd. ASzWoj, Warszawa 2018.
9. Lorenc W., Chodnicki M., *Drony transportowe – nowa era transportu towarów i ludzi*, Autobusy, Warszawa 2016.
10. Marszałkiewicz J., *Zagrożenie dla portów lotniczych ze strony bezzałogowych statków powietrznych*, Przegląd Komunikacyjny 12/2017, Gdańsk 2017.
11. Nowacki G., *Threat Assessment of Potential Terrorist Attacks to the Transport Infrastructure*. TransNav, The International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, vol. 8, no. 2, Gdynia 2014.
12. Nowacki G., Paszukow B., *Security problems of international airports*, Rocznik Bezpieczeństwa Morskiego, Wyd. AMW, Gdynia 2020.

13. Nowacki G., Paszukow B., *Selected Problems of Security Control in Civil Aviation Based on Own Empirical Research*, Polish Political Science Yearbook, nr 50, Marszałek Publishing Group, Toruń 2021.
14. Paszukow B., Nowacki G., Piwowarczyk R., *Current trends and challenges within aviation security systems at international airports* [w:] *Dylematy współczesnej obronności i bezpieczeństwa państwa – aspekty logistyczne, techniczne i ekologiczne*, tom 3, WAT, Warszawa 2018.
15. Pietrek G., Pietrek M., *Bezzałogowe statki powietrzne jako zagrożenie dla infrastruktury krytycznej państwa*, Zeszyty Naukowe SGSP, wyd. 83, Warszawa 2022.
16. Szczygielska A., *Operacje wielodomenowe – ujęcie teoretyczne*, Przegląd Sił Zbrojnych, nr 1, Warszawa 2024.
17. Zieja M., Smoliński H., Gołda P., *Jakościowe i ilościowe szacowanie ryzyka na podstawie analizy zdarzeń w lotnictwie wojskowym*, Prace naukowe ITWL, Zeszyt 38, Warszawa 2016.

Dokumenty normatywne:

1. Instrukcja bezpieczeństwa lotów Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (Instrukcja BL) DD-3.3.31, MON, WLW 1/2022, Poznań 2022.
2. Instrukcja organizacji lotów w lotnictwie Sił Zbrojnych Rzeczypospolitej Polskiej (IOL-2023), Warszawa 2023.
3. Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym podpisana 7 grudnia 1944 r. w Chicago, ratyfikowana przez Polskę (Dz. U. z 1959 r. Nr 35, poz. 212 z późn. zm.).
4. Konwencja o ujednolicieniu niektórych prawideł, dotyczących międzynarodowego przewozu lotniczego podpisana w Warszawie dnia 12 października 1929 r. (Dz. U. z 1933 r. Nr 8, poz. 49).
5. Konwencja o ujednolicieniu niektórych prawideł, dotyczących zajęcia zabezpieczającego statków powietrznych podpisana w Rzymie dnia 29 maja 1933 r. (Dz. U. z 1937 r. Nr 74, poz. 540).
6. Konwencja o ujednolicieniu niektórych prawideł dotyczących międzynarodowego przewozu lotniczego sporządzona w Montrealu dnia 28 maja 1999 r. (Dz. U. z 2007 r. Nr 37, poz. 235).
7. Konwencja o zwalczaniu bezprawnego zawładnięcia statkami powietrznymi sporządzona w Hadze dnia 16 grudnia 1970 r. (Dz. U. z 1972 r. Nr 25, poz. 181).
8. Konwencja o zwalczaniu bezprawnych czynów skierowanych przeciwko bezpieczeństwu lotnictwa cywilnego sporządzona w Montrealu dnia 23 września 1971 r. (Dz. U. z 1976 r. Nr 8, poz. 37).
9. Konwencja w sprawie przestępstw i niektórych innych czynów popełnionych na pokładzie statków powietrznych sporządzona w Tokio dnia 14 września 1963 r. (Dz. U. z 1971 r. Nr 15, poz. 147).

10. Konwencja w sprawie znakowania plastycznych materiałów wybuchowych w celu ich wykrywania z dnia 1 marca 1991 r. (Dz. U. z 2007 r. Nr 135, poz. 948).
11. Międzynarodowa Konwencja o współpracy w dziedzinie bezpieczeństwa żeglugi powietrznej EUROCONTROL sporządzona w Brukseli dnia 13 grudnia 1960 r., w całości zmieniona Protokołem dnia 12 lutego 1981 r. (Dz. U. z 2006 r. Nr 238, poz. 1723).
12. Międzynarodowe Normy i Zalecane Metody Postępowania. Załącznik nr 17 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym. Ochrona Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego przed Aktami Bezprawnej Ingerencji, wyd. 9, ICAO, Montreal 2011.
13. Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej, tekst jednolity, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Warszawa 2023.
14. Narodowy Program Ochrony Infrastruktury Krytycznej, Załącznik nr 1: Standardy służące zapewnieniu sprawnego funkcjonowania infrastruktury krytycznej – dobre praktyki i rekomendacje, Rządowe Centrum Bezpieczeństwa, Warszawa 2023.
15. Norma Obronna NO-05-A026, Szkolenie lotnicze. Program szkolenia lotniczego. Wymagania., Zatwierdzona Decyzją Nr 13/MON Ministra Obrony Narodowej z dnia 27 lutego 2023 r., Warszawa 2023.
16. Regulamin lotów lotnictwa Sił Zbrojnych RP (RL-2023), Decyzja Nr 25/DG RSZ Ministra Obrony Narodowej z dnia 6 lutego 2023 r., Warszawa 2023.
17. Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich.
18. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury z dnia 25 czerwca 2003 r. w sprawie warunków, jakie powinny spełniać obiekty budowlane oraz naturalne w otoczeniu lotniska (Dz. U. z 2003 r. Nr 130, poz. 1192, z późn. zm.).
19. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 4 września 2012 r. w sprawie podstawowych przepisów porządkowych związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa i ochrony lotów oraz porządku na lotnisku (Dz. U. z 2012 r., poz. 1023).
20. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 15 marca 2013 r. w sprawie szczegółowych wymagań dotyczących programów ochrony w lotnictwie cywilnym (Dz. U. z 2013 r., poz. 374).
21. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 20 września 2013 r. w sprawie Krajowego Programu Kontroli Jakości w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 1148).
22. Rozporządzenie Ministra Transportu, Budownictwa i Gospodarki Morskiej z dnia 20 września 2013 r. w sprawie Krajowego Programu Szkolenia w zakresie ochrony lotnictwa cywilnego (Dz. U. z 2013 r., poz. 1147).

23. Rozporządzenie Ministra Infrastruktury i Rozwoju z dnia 20 października 2015 r. w sprawie użycia lasera lub światła z innych źródeł w strefach przestrzeni powietrznej (Dz. U. z 2015 r., poz. 1816).
24. Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 24 czerwca 2003 r. w sprawie obiektów szczególnie ważnych dla bezpieczeństwa i obronności państwa oraz ich szczególnej ochrony (Dz. U. z 2003 r. Nr 116, poz. 1090, z późn. zm.).
25. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (UE) 2018/1139 z dnia 4 lipca 2018 r. w sprawie wspólnych zasad w dziedzinie lotnictwa cywilnego i utworzenia Agencji Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego oraz zmieniające rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 2111/2005, (WE) nr 1008/2008, (UE) nr 996/2010, (UE) nr 376/2014.
26. Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.
27. Traktat o otwartych przestworzach, sporządzony w Helsinkach z dnia 24 marca 1992 r. (Dz. U. z 2001 r. Nr 103, poz. 1127).
28. Układ o tranzycie międzynarodowych służb powietrznych podpisany w Chicago z dnia 7 grudnia 1944 r. (Dz. U. z 1959 r. Nr 35, poz. 213).
29. Umowa Wielostronna w sprawie opłat trasowych, sporządzona w Brukseli dnia 12 lutego 1981 r. (Dz. U. z 2006 r. Nr 238, poz. 1725).
30. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo Lotnicze (Dz. U. z 2012 r. poz. 933, z późn. zm.).
31. Wytyczne nr 6/2024 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 20 maja 2024 r. w sprawie wyznaczania stref geograficznych dla systemów bezzałogowych statków powietrznych.
32. Wytyczne nr 7/2024 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 20 maja 2024 r. w sprawie sposobów wykonywania operacji przy użyciu systemów bezzałogowych statków powietrznych w związku z wejściem w życie przepisów rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) nr 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.
33. Wytyczne nr 8/2021 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 13 sierpnia 2021 r. w sprawie sposobu weryfikacji tożsamości kandydatów na uzyskanie kompetencji pilota bezzałogowego statku powietrznego dla podkategorii A2 kategorii „otwartej” podczas egzaminu teoretycznego przeprowadzanego online.
34. Wytyczne nr 9/2024 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 27 czerwca 2024 r. w sprawie ogłoszenia alternatywnych sposobów spełnienia wymagań (AltMoC) do akceptowalnych sposobów spełnienia wymagań AMC1 do art. 11 sekcja 2.5.3 etap nr 9 do rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2019/947.
35. Wytyczne nr 11/2015 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 24 listopada 2015 r. w sprawie wprowadzenia do stosowania wymagań ustanowionych przez Organizację Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (ICAO), Doc. 9859, Dz. Urz. ULC, poz. 64.
36. Wytyczne nr 15/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-01 dla operacji w zasięgu

widoczności wzrokowej (VLOS) lub z widokiem z pierwszej osoby (FPV), wykonywanych z użyciem bezzałogowego statku powietrznego o masie startowej mniejszej niż 4 kg.

37. Wytyczne nr 16/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-02 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowego statku powietrznego kategorii wielowirnikowiec (MR) o masie startowej mniejszej niż 25 kg.
38. Wytyczne nr 17/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-03 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii stałopłat (A) o masie startowej mniejszej niż 25 kg.
39. Wytyczne nr 18/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-04 dla operacji w zasięgu widoczności wzrokowej (VLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii helikopter (H) o masie startowej mniejszej niż 25 kg.
40. Wytyczne nr 19/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-05 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych o masie startowej mniejszej niż 4 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota.
41. Wytyczne nr 20/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-06 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii wielowirnikowiec (MR) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.
42. Wytyczne nr 21/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-07 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii stałopłat (A) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.
43. Wytyczne nr 22/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-08 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych kategorii helikopter (H) o masie startowej mniejszej niż 25 kg, w odległości nie większej niż 2 km od pilota bezzałogowego statku powietrznego.
44. Wytyczne nr 23/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego NSTS-09 dla operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej (BVLOS) z użyciem bezzałogowych statków powietrznych o masie startowej mniejszej niż 25 kg, wykonywane przez operatorów systemów bezzałogowych statków powietrznych posiadających krajową zgodę na loty (BVLOS).
45. Wytyczne nr 24/2020 Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 30 grudnia 2020 r. w sprawie wyznaczania stref geograficznych dla systemów bezzałogowych statków powietrznych.

46. Załącznik nr 13 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym „Badanie wypadków i incydentów lotniczych”, Międzynarodowe normy oraz zalecone metody i zasady postępowania, ICAO, wyd. 9, 2001.
47. Załącznik nr 17 do konwencji chicagowskiej „Ochrona międzynarodowego lotnictwa cywilnego przed aktami bezprawnej ingerencji”, wyd. 13, 2006.
48. Załącznik nr 19 do Konwencji o międzynarodowym lotnictwie cywilnym „Zarządzanie bezpieczeństwem”, wyd. 2, Lipiec 2016.

Strony internetowe:

1. www.aeromind.pl
2. www.armytimes.com
3. www.avifly.pl
4. www.baykartech.com
5. www.benchmark.pl
6. www.caci.com
7. www.dailytelegraph.com.au
8. www.defence24.pl
9. www.easa.europa.eu
10. www.encyklopedia.pwn.pl
11. www.esa.int
12. www.fly4future.com
13. www.inspektoratmonbl.wp.mil.pl
14. www.kancelarierp.pl
15. www.kyivpost.com
16. www.leidensecurityandglobalaffairs.nl
17. www.pansa.pl
18. www.reddit.com
19. www.scrippsnews.com
20. www.sp.mil.pl
21. www.ssrlszrp.wp.mil.pl
22. www.swiatdronow.pl
23. www.troncatfpv.com
24. www.ulc.gov.pl

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1 – KWESTIONARIUSZE ANKIETY (POL./ANG.)

Załącznik nr 2 – KWESTIONARIUSZE WYWIADU (POL./ANG.)

Załącznik nr 3 – ARKUSZ OBSERWACJI

Załącznik nr 4 – KWESTIONARIUSZ ANKIETY PILOTAŻOWEJ

ZAŁĄCZNIK – KWESTIONARIUSZ ANKIETY W JĘZYKU POLSKIM

1. Czy Pana/Pani zdaniem użytkownicy dronów prywatnych są osobami świadomymi zagrożeń wynikających z ich niewłaściwego użycia?
 - a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Nie mam zdania
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie

2. Czy według Pana/Pani kwestia wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych jest właściwie sformalizowana w systemie prawnym?
 - a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Nie mam zdania
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie

Jeżeli według Pana/Pani system prawny jest niewłaściwy, to dlaczego?

.....

.....

3. Czy uważa Pan/Pani, że system kontroli działalności dronów aktywnych w przestrzeni powietrznej jest w Polsce wydajny?
 - a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Nie mam zdania
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie

4. Czy uważa Pan/Pani, że niewłaściwe użycie BSP może prowadzić do naruszenia prywatności (aspekt zagrożenia prywatności)?
 - a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Nie mam zdania
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie

5. Czy znane są Panu/Pani zagraniczne systemy zapobiegające zagrożeniom nielegalnego użycia dronów?
 - a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Nie mam zdania

- d) Raczej nie
- e) Zdecydowanie nie

6. Jak ocenia Pan/Pani wskazane poniżej szanse rozwoju nowych technologii użytkowych w zakresie upowszechniania bezzałogowych statków powietrznych odnosząc się do przedstawionych poniżej kierunków ewaluacji?

Proszę ocenić każdy ze wskazanych kierunków rozwoju w skali: „bardzo duże” oznacza w Pana/Pani odczuciu najwyższe prawdopodobieństwo wystąpienia, natomiast „bardzo małe” najniższe.

Szanse rozwoju Kierunek rozwoju	bardzo duże	duże	nie mam zdania	małe	bardzo małe
a. Wykorzystanie na polu walki, zintegrowane obronne platformy BSP – przyszłość pola walki (np. koncepcja <i>Multi-Domain Operation</i>)					
b. Dostawa produktów zamawianych online (np. projekt koncernu Amazon)					
c. Drony pasażerskie – transport ludzi					
d. Drony stratosferyczne zastępujące satelity operujące po orbicie					
e. Powszechne wykorzystanie w działalności terrorystycznej, do transportu materiałów niebezpiecznych					

7. Czy Pana/Pani zdaniem drony są w stanie zastąpić w przyszłości konwencjonalne systemy walki stosowane w Siłach Zbrojnych?

- a) Zdecydowanie tak
- b) Raczej tak
- c) Nie wiem
- d) Raczej nie
- e) Zdecydowanie nie

8. Proszę krótko odpowiedzieć na pytanie, czy Pana/Pani zdaniem dynamiczny rozwój technologii bezzałogowych statków powietrznych będzie w przyszłości potencjalnie stwarzał więcej zagrożeń czy korzyści? Proszę krótko wymienić potencjalne korzyści/ zagrożenia (w zależności od dokonanego wyboru).

Dynamiczny rozwój technologii bezzałogowych statków powietrznych będzie w przyszłości potencjalnie stwarzał więcej **zagrożeń/korzyści**.*

Potencjalne **zagrożenia/korzyści***:

.....

* niepotrzebne skreślić

9. Czy sposób nabywania wiedzy przez operatorów dronów w Polsce (a w efekcie poziom kompetencji reprezentowanych przez operatorów dronów posiadających uprawnienia wymagane w kategorii otwartej – A1, A2, A3) jest według Pana/Pani na odpowiednim krajowym poziomie?

(Operacje w kategorii „otwartej” mogą być wykonywane wyłącznie w zasięgu widoczności wzrokowej pilota lub stojącego obok pilota obserwatora do wysokości nie większej niż 120 m od najbliższego punktu powierzchni ziemi, dronami o masie nie przekraczającej 25 kg. Kategoria „otwarta” dzieli się na trzy podkategorie: A1, A2 i A3, w oparciu o ograniczenia operacyjne i wymogi, jakim podlegają piloci bezzałogowych statków powietrznych oraz drony:

A1 – dopuszcza się przelot nad osobami postronnymi (z pewnymi ograniczeniami), ale nie wolno wlatywać nad zgromadzenia osób;

A2 – nie wolno wlatywać nad osoby i zgromadzenia osób. Minimalna odległość pozioma od osób to 30 m lub 5 m, jeżeli dron posiada funkcję ograniczającą prędkość lotu;

A3 – nie wolno wlatywać nad osoby i zgromadzenia osób. Minimalna odległość pozioma od terenów mieszkaniowych, użytkowych, przemysłowych lub rekreacyjnych to 150 m.

* Zgromadzenia osób – zgromadzenia, w którym zagęszczenie osób uniemożliwia im przemieszczanie się).

Poziom Obszar nabytej wiedzy	Wystarczający	Cieężko określić	Niewystarczający
a. Wiedza teoretyczna			
b. Umiejętności praktyczne			
c. Świadomość stworzenia ryzyka w przestrzeni powietrznej			

10. Czy uważa Pan/Pani, że w prawie dotyczącym operatorów BSP powinien istnieć obowiązek sprawdzenia dostępności określonej strefy przestrzeni powietrznej przed każdym planowanym lotem?
- Zdecydowanie tak
 - Raczej tak
 - Nie wiem
 - Raczej nie
 - Zdecydowanie nie
11. Czy używał/a Pan/Pani stron www/aplikacji śledzenia ruchu w przestrzeni powietrznej takich jak np. Flight Radar, DroneRadar, strony Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej?
- Tak, niejednokrotnie
 - Sporadycznie
 - Nie, ale wiem, jak skorzystać z takich narzędzi
 - Słyszałem/-am o tym
 - Nigdy
12. Czy uważa Pan/Pani, że w przyszłości celem zapewnienia komfortowej realizacji zadań w powietrzu przez załogi innych statków powietrznych drony powinno się wyposażać w transpondery (takie, które wchodzi w skład wyposażenia załogowych statków powietrznych)?

- a) Zdecydowanie tak
- b) Raczej tak
- c) Nie wiem
- d) Raczej nie
- e) Zdecydowanie nie

13. Jakiego Pana/Pani zdaniem należałoby podjąć działania celem stworzenia warunków większego bezpieczeństwa lotnictwa w przypadku aktywnego udziału dronów w przestrzeni powietrznej?

** proszę zaznaczyć maksymalnie 3 odpowiedzi*

- a) Zaostrzenie norm prawnych w przypadku niewłaściwego użycia dronów przez nieodpowiedzialnych operatorów.
- b) Zwiększenie wieku uzyskania uprawnień (np. możliwość uzyskania uprawnień od 18. roku życia) w kategorii otwartej.
- c) Weryfikacja operatorów na etapie sprzedażowym – sprzedaż dronów jedynie osobom z uprawnieniami.
- d) Implementacja nowoczesnego systemu środków zaradczych zwłaszcza w odniesieniu do portów lotniczych.
- e) Zwiększona detekcja w zakresie bezzałogowych statków powietrznych wnoszonych na teren portu lotniczego – szczegółowa weryfikacja tożsamości osób przewożących ze sobą drony.
- f) Wprowadzenie systemu automatycznej, bezwzględnej neutralizacji dronów „niezgłoszonych”, wylatujących poza właściwe dla nich strefy.
- g) Inne, jakie?

.....

METRYCZKA

1. Miejsce zamieszkania
 - a) Wieś
 - b) Miasto do 50 tys. mieszkańców
 - c) Miasto od 50 do 100 tys. mieszkańców
 - d) Miasto od 100 do 500 tys. mieszkańców
 - e) Miasto powyżej 500 tys. mieszkańców
2. Wiek
 - a) poniżej 20 lat
 - b) 20–35 lat
 - c) 35–50 lat
 - d) powyżej 50 lat
3. Jakie jest Pana/Pani wykształcenie?
 - a) Wyższe
 - b) Pomaturalne
 - c) Średnie
 - d) Zawodowe
 - e) Podstawowe
4. Jaki status społeczny Pan/Pani posiada?
 - a) Prezes/Właściciel firmy
 - b) Dyrektor/Kierownik/Szef Wydziału
 - c) Pracownik naukowy
 - d) Funkcjonariusz/Żołnierz zawodowy
 - e) Pracownik biurowy/Referent
 - f) Inny, jaki?
5. W jakiej organizacji Pan/Pani aktualnie pracuje?
 - a) Organizacja lotnicza
 - b) Port lotniczy
 - c) Organizacja/Instytucja Państwowa
 - d) Placówka naukowa
 - e) Prowadzę własną działalność
 - f) Inna, jaka?
6. Czy posiada Pan/Pani drona lub interesuje się jego zakupem*?
 - a) Posiadam uprawnienia
 - b) Posiadam drona
 - c) Nie posiadam, ale zamierzam kupić własnego drona
 - d) Nie posiadam
 - e) Korzystałem/-am z usług firmy wykorzystującej drony

f) Inne, jakie?

* można wskazać jedną lub więcej odpowiedzi

7. Jakie są Pana/Pani zainteresowania? Proszę wskazać główne*.

a) Lotnictwo, bezzałogowe statki powietrzne

b) Nowe technologie

c) Nauki ścisłe

d) Medycyna, psychologia

e) Środowisko, przyroda, ekologia

f) Kultura, sztuka

g) Sport

h) Inne, jakie?

* proszę wskazać maksymalnie 3 odpowiedzi

ZALĄCZNIK – KWESTIONARIUSZ ANKIETY W JĘZYKU ANGIELSKIM

1. In your opinion are the users of private drones aware of the risks resulting from their improper use?
 - a) Definitely yes
 - b) Rather yes
 - c) I have no opinion
 - d) Probably not
 - e) Definitely not

2. In your opinion is the usage of unmanned aerial vehicles properly formalized in the legal system?
 - a) Definitely yes
 - b) Rather yes
 - c) I have no opinion
 - d) Probably not
 - e) Definitely not

If you think the legal system is wrong, please write shortly below why.

.....
.....

3. Do you think that the system of controlling the action of drones active in the airspace is efficient in Poland?
 - a) Definitely yes
 - b) Rather yes
 - c) I have no opinion
 - d) Probably not
 - e) Definitely not
4. Do you think that the misuse of UAV may lead to a breach of privacy (privacy risk aspect)?
 - a) Definitely yes
 - b) Rather yes
 - c) I have no opinion
 - d) Probably not
 - e) Definitely not

5. Are you aware of foreign systems preventing the threats of illegal use of drones?
 - a) Definitely yes
 - b) Rather yes
 - c) I have no opinion
 - d) Probably not
 - e) Definitely not

6. How do you assess the opportunities for the development of new utility technologies indicated below in the field of dissemination of unmanned aerial vehicles, referring to the evaluation directions presented below?

Please rate each of the indicated directions of development on a scale: "very high" means in your opinion the highest probability of occurrence, and "very low" the lowest.

Development opportunities Development direction	very high	high	I have no opinion	low	very low
a. Using on the battlefield, integrated defensive UAV platforms – the future of the battlefield (e.g. Multi-Domain concept operation)					
b. Delivery of online ordered products (e.g. Amazon project)					
c. Passenger drones – transport of people					
d. Stratospheric drones replacement orbiting satellites					
e. Widespread use in terrorist activities, transport of hazardous materials					

7. In your opinion are drones able to replace conventional combat systems used in the Armed Forces in the future?

- a) Definitely yes
- b) Rather yes
- c) I have no opinion
- d) Probably not
- e) Definitely not

8. Please briefly answer the question whether in your opinion the dynamic development of unmanned aerial vehicle technology will potentially create more threats or benefits in the future? Please shortly list the potential benefits/threats (depending on your own choice).

The dynamic development of unmanned aerial vehicle technology will be potentially pose more **risks/benefits*** in the future.

Name potential **risks/benefits***:

.....

* cross out the unnecessary statement

9. Is the method of acquiring knowledge by drone operators in Poland (and as a result the level of competence represented by drone operators with permissions required in the open category - A1, A2, A3) in your opinion at the appropriate national level?

(Operations in the "open" category may be performed only within the visual line of sight of the pilot or the observer standing next to the pilot up to a height of not more than 120 meters from the nearest point of the earth's surface, with drones weighing not more than 25 kg. The "open" category is divided into three sub-categories: A1, A2 and A3 based on the operational limitations and requirements to which unmanned aerial vehicle pilots and drones are subject:

A1 – it is allowed to fly over bystanders (with some restrictions), but it is not allowed to fly over assemblies of people;

A2 – do not fly over people or assemblies of people. The minimum horizontal distance from people is 30 m or 5 m if the drone has a function that limits the flight speed;

A3 – do not fly over people or assemblies of people. The minimum horizontal distance from residential, commercial, industrial or recreational areas is 150 m.

* *Gatherings of people - gatherings where the density of people prevents them from moving.*)

Level Area of knowledge	Sufficient	It's hard to define	Insufficient
a. Theoretical knowledge			
b. Practical abilities			
c. The consciousness of creation risk in space air			

10. Do you think that in the law on UAVs operators there should be an obligation to check the availability of a specific airspace zone before each planned flight?

- a) Definitely yes
- b) Rather yes
- c) I have no opinion
- d) Probably not
- e) Definitely not

11. Have you used websites/airspace tracking applications such as Flight Radar, DroneRadar, website of the Polish Air Navigation Services Agency (PANSa)?

- a) Yes, many times
- b) Occasionally
- c) No, but I know how to use such tools
- d) I have heard about it
- e) Never

12. Do you think that in the future, in order to ensure comfortable performance of tasks in the air by the conventional aviation crews, drones should be equipped with transponders (those that are part of the equipment of manned aircraft)?

- a) Definitely yes
- b) Rather yes
- c) I have no opinion
- d) Probably not
- e) Definitely not

13. In your opinion, what actions should be taken to create conditions for greater aviation safety in the case of active participation of drones in the airspace? *Please select up to 3 answers.*

- a) Tightening legal standards in the event of misuse of drones by irresponsible operators.

- b) Increasing the age of obtaining the license (e.g. the possibility of obtaining the license from the age of 18) in the open category.
- c) Verification of operators at the sales stage – sale of drones only to authorized persons.
- d) Implementation of a modern countermeasures system, in particular for airports.
- e) Increased detection in the field of unmanned aerial vehicles brought into the airport – detailed verification of the identity of people carrying drones with them.
- f) Introduction of a system of automatic, absolute neutralization of "unreported" drones flying outside their respective zones.
- g) Other:

.....
.....

STATISTICAL DATA

1. Place of residence:
 - a) Countryside
 - b) City up to 50,000 residents
 - c) City from 50,000 to 100,000 residents
 - d) City from 100,000 to 500,000 residents
 - e) City over 500,000 residents
2. Age:
 - a) under 20 years old
 - b) 20-35 years old
 - c) 35-50 years old
 - d) over 50 years old
3. Education:
 - a) Master Degree, 2nd Level (Master)
 - b) Bachelor Degree, 1st Level (Bachelor)
 - c) Secondary school
 - d) Vocational secondary school
 - e) Primary school
4. What is your current job position?
 - a) CEO of the company/Owner of the company
 - b) Director/Manager/Head of the Department
 - c) Researcher
 - d) An officer/Professional soldier/Security guard
 - e) Office worker/Clerk
 - f) Other:
5. Please indicate the type of organization you work for:
 - a) Aviation organization
 - b) Airport
 - c) National institution/organization
 - d) Scientific branch institution
 - e) Own business
 - f) Other:
6. Do you own a drone or are interested in buying one*?
 - a) I am authorized/I have certified permissions for using drones
 - b) I have a drone
 - c) I do not have one but I'm going to buy my own drone
 - d) I do not have
 - e) I used the services of a company using drones

f) Other:

* you can choose one or more answers

7. What are your interests? Please indicate the main ones*.

a) Aviation, unmanned aerial vehicles

b) New technologies

c) Science

d) Medicine, psychology

e) Environment, nature, ecology

f) Culture, art

g) Sports

h) Other:

* please select up to 3 answers

ZAŁĄCZNIK – KWESTIONARIUSZ WYWIADU W JĘZYKU POLSKIM
INDYWIDUALNY WYWIAD POGŁĘBIONY Z EKSPERTAMI – ZESTAW PYTAŃ:

1. W jaki sposób współczesne koncepcje bezpieczeństwa lotnictwa uwzględniają nowe technologie związane z wykorzystaniem BSP?

PYTANIA POMOCNICZE:

- Czy współczesne koncepcje bezpieczeństwa lotnictwa (narodowe) uwzględniają formalnie nowe technologie związane z BSP?
- Czy wg Pana/Pani wiedzy planowane jest utworzenie koncepcji bezpieczeństwa lotnictwa z uwzględnieniem permanentnej kooperacji statków powietrznych (samoloty/śmigłowce) z BSP?
- Czy zauważa Pan/Pani potrzebę wdrożenia zmodernizowanej koncepcji bezpieczeństwa lotnictwa uwzględniającej BSP (z uwagi na m.in. wzmożony ruch BSP w przestrzeni powietrznej)?
- Czy w Pana/Pani odczuciu BSP w kolejnych koncepcjach bezpieczeństwa lotnictwa będą postrzegane jako zagrożenie/element wymagający monitoringu, stałej obserwacji?

2. Jakie skutki dla bezpieczeństwa lotnictwa wynikają z dynamiki zastosowania BSP?

PYTANIA POMOCNICZE:

- Proszę wskazać główne zalety (może być jedna kluczowa zaleta) działalności BSP dla bezpieczeństwa lotnictwa. W jaki sposób BSP praktycznie ułatwiają pracę w portach lotniczych/monitorują obecnie ruch w przestrzeni powietrznej?
- Czy wg Pana/Pani wiedzy aktualnie istnieją procedury względem ochrony bezpieczeństwa lotnictwa/portów lotniczych, w których BSP są już nieodzownym elementem?
- W jaki sposób Pana/Pani zdaniem BSP zagrażają prawidłowemu funkcjonowaniu portów lotniczych/bezpiecznemu przepływowi ruchu w przestrzeni powietrznej?
- Czy istnieje konkretne zagrożenie generowane w wyniku operacyjności BSP, na które należy zwrócić szczególną uwagę? Jakież?
- Czy w Pana/Pani opinii ocena i szacowanie ryzyka spełniają wymagania w stosunku do stałego wzrostu operacyjności BSP w przestrzeni powietrznej – czy narzędzie te wciąż ewoluuje adekwatnie do aktualnych potrzeb?

3. W jakim stopniu współczesne systemy bezpieczeństwa lotnictwa są wydajne w odniesieniu do operacyjności BSP w przestrzeni powietrznej?

PYTANIA POMOCNICZE:

- W jaki sposób systemy bezpieczeństwa lotów funkcjonują w przypadku ruchu BSP w przestrzeni powietrznej – czy zauważa się zmiany działania systemów polegające na generowaniu/zwiększeniu ryzyka?
- Które obszary obecnych systemów bezpieczeństwa lotnictwa Pana/Pani zdaniem wymagają poprawy z uwagi na wzmożoną operacyjność BSP?

4. Jakie zmiany należy wprowadzić w celu utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego w warunkach operacyjności BSP?

PYTANIA POMOCNICZE:

- Czy proces wdrażania zmian w systemie ochrony przestrzeni powietrznej wymaga natychmiastowych działań? Jeżeli nie, to kiedy Pana/Pani zdaniem należałoby planować/przewidywać potrzebę wprowadzenia zmian.
- W jaki sposób powinien zachodzić proces ewolucji zmian – czy powinny być to rozwiązania praktyczne (m.in. kontrola sprzedażowa, zmniejszenie ruchu niepożądanych BSP, jammersy, neutralizacja), prawne, wdrażanie nowych algorytmów postępowania, nowe procedury w portach? Jakiego jest Pana/Pani zdanie na ten temat?
- W jaki sposób dokonywana jest analiza i szacowanie ryzyka w odniesieniu do utrzymania pożądanego poziomu bezpieczeństwa lotnictwa w warunkach operacyjności BSP? Czy uważa Pan/Pani, że jest realizowana praktycznie na wystarczającym poziomie?

ZAŁĄCZNIK – KWESTIONARIUSZ WYWIADU W JĘZYKU ANGIELSKIM
INDIVIDUAL IN-DEPTH INTERVIEW WITH EXPERTS – A SET OF QUESTIONS:

1. How modern concepts of aviation safety take into account new technologies related to the usage of UAVs?

AUXILIARY QUESTIONS:

- Do modern (European) aviation safety concepts formally take into account new UAV related technologies?
- According to your knowledge is it planned to create an aviation safety concept taking into account the permanent cooperation of aircrafts (planes/helicopters) with UAVs?
- Do you see the need of implementation a modernized aviation safety concept that takes into account UAVs (inter alia due to increased UAV traffic in the airspace)?
- In your opinion should UAVs be perceived in subsequent aviation safety concepts as a threat/element requiring monitoring, constant observation?

2. What consequence for aviation safety result from the dynamics of UAV usage?

AUXILIARY QUESTIONS:

- Please indicate the main advantages (there may be one key advantage) of UAV's activity for aviation safety. How do UAVs practically facilitate work at airports/monitor airspace traffic today?
- According to your knowledge, are there currently procedures for aviation/airport security protection in which UAVs are an indispensable element?
- In your opinion how do UAVs threaten the proper functioning of airports/safe flow of traffic in the airspace?
- Is there a specific hazard generated by UAV's operations that needs special attention?
- In your opinion, do the risk estimation and assessment meet the requirements in relation to the constant increase in UAV's operability in the airspace – is this tool still evolving adequately to current needs?

3. Are modern aviation security systems efficient in relation to UAV's operability in airspace?

AUXILIARY QUESTIONS:

- How flight safety systems works in conditions of UAV's operability in the airspace?
- Which areas of the current aviation security systems in your opinion need improvement due to the fact of increased operability of UAVs?

4. What changes should be introduced in order to maintain the desired level of civil aviation safety in the operational conditions of UAVs?

AUXILIARY QUESTIONS:

- Does the process of implementing changes to the airspace security system require immediate action? If not, when it would be necessary to plan/anticipate the need for changes?

- How should the process of changes evolution take place – should these be practical solutions (including sales control, reducing the traffic of undesirable UAVs, jammers, neutralization), legal solutions, implementation of new algorithms of conducting, new procedures in ports? What is your opinion?
- How are the risks analyzed and assessed in relation to maintaining the desired level of aviation safety in the operational conditions of UAVs? Do you think that it is implemented at sufficient level?

ZAŁĄCZNIK – SKAN ARKUSZA OBSERWACJI

ARKUSZ OBSERWACJI

Rodzaj obserwacji: nieuczestnicząca

Osoba prowadząca obserwację: mgr inż. Katarzyna Bolz

Termin prowadzenia badań: 01.02.2022 r. – 17.03.2023 r.

Miejsce realizacji obserwacji: Szefostwo Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP w Warszawie

Selektywność informacji w obszarze badania: pozyskiwanie danych dotyczących zdarzeń niebezpiecznych z udziałem bezzałogowych statków powietrznych na bazie zgłoszeń służb łączności, nawigacji i dozoru/zarządzania ruchem lotniczym – Communication, Navigation and Surveillance Services/Air Traffic Management (CNS/ATM)

Informacje dodatkowe: ograniczenie miejsca występowania zdarzeń do stref szczególnie objętych nadzorem – lotniska wojskowe oraz przylotniskowe obiekty wojskowe

Data zdarzenia	Waga zagrożenia	Krótki opis zdarzenia	Uwagi/ Nr formularza zgłoszenia
26.04.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Z nieokreślonych przyczyn nastąpiło zawieszenie częstotliwości TWR co uniemożliwiło prowadzenie korespondencji ze znajdującym się w strefie A2 bezzałogowcem /callsign ukryto/. Załoga platformy bezzałogowej nie mogła nawiązać łączności radiowej z TWR ¹ . Zauważono ponadto nakładanie się korespondencji APP ² na częstotliwość TWR, co dodatkowo uniemożliwiło prowadzenie kontroli ruchu lotniczego.	1
19.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Zauważono 3 poruszające się obiekty latające. Obiekty wysyłały czerwone światło przerywane, poruszając się na granicy lotniska, bądź w jego pobliżu. Jeden obiekt poruszał się dynamicznie, 2 pozostałe operowały w zawisie. Po pewnym czasie drony wznowiły działalność w okolicy lotniska nad lasem, następnie bezpośrednio nad płytą lotniska ALFA. W aplikacji Drone Radar loty nie zostały zgłoszone. Ruch obiektów ustał ok. godziny 20.30.	2
21.10.2022	nieokreślony incydent (D)	Przy wykorzystaniu aplikacji Drone Radar dostrzeżono check-in lotu dronem w odległości mniejszej niż 2 km od fizycznych granic lotniska wojskowego. Przestrzeń kontrolowana lotniska MCTR była w tym czasie aktywna. W porozumieniu z operatorem aplikacji Drone Radar potwierdzono lot drona	3

¹ TWR – kontrola lotniska (Tower)

² APP – kontrola zbliżania (Approach Control)

		oraz polecono natychmiastowe lądowanie. Po nawiązaniu komunikacji z operatorem drona potwierdził on, iż nie zgłosił lotu oraz, że nie uzyskał zgody Dowódcy jednostki na wykonanie lotu. Ponadto na pytanie o znajomość przepisów odpowiedział negatywnie.	
24.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Odnutowano incydenty z nieautoryzowanym wlotem dronów. Incydenty następowały kolejno po sobie: wlot nad budynkami jednostki wojskowej, następnie operowanie nad obszarem strzelnicy, pojawienie się drona nad progiem pasa, nie wyżej niż 250 m AGL, następnie dostrzeżono 3 drony nad terenem lotniska wykonujące lot z zachodu na wschód około 500-1000 m AGL oraz kolejne 3 drony w innych terenach lotniska. Incydenty trwały od godziny 17.22. Dopiero po godzinie 22.00 nie odnotowano kolejnych incydentów.	4
28.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Odnutowano incydenty z nieautoryzowanym wlotem dronów. Incydenty kolejno następowały po sobie, około 500-1000 m AGL: wlot nad budynkami jednostki wojskowej, pojawienie się BSP na południowej stronie lotniska, pojawienie się drona nad progiem pasa, operowanie 1 drona w okolicy wieży KL oraz 1 drona nad wieżą KL, następnie dostrzeżono 2 drony nad terenem lotniska, 2 drony w okolicy KL oraz 2 drony nad terenem lotniska. Incydenty rozpoczęły się o godzinie 17.13 i trwały do godziny 19.40.	5
30.10.2022	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Odnutowano incydenty z nieautoryzowanym wlotem dronów. Incydenty następowały kolejno po sobie, około 500-1000 m AGL: 2 drony nad terenem lotniska, 1 dron w okolicy KL. Incydenty miały miejsce w czasie 17.00-17.30.	6
15.11.2022	nieokreślony incydent (D)	Operator bezzałogowego statku powietrznego wykonywał loty w MCTR Oksywie (Rumia) do wysokości 120 m bez uzyskania zezwolenia. Naruszenie granicy przestrzeni odpowiedzialności zostało zauważone w aplikacji Drone Radar.	7
16.11.2022	znaczący incydent (C)	Operator bezzałogowego statku powietrznego wykonywał loty w MCTR Tomaszów do wysokości 120 m bez uzyskania zezwolenia. Naruszenie granicy przestrzeni odpowiedzialności	8

		zostało zauważone w aplikacji Drone Radar. Ruch BSP widoczny był w rejonie drogi S8, na obrzeżach m. Tomaszów Mazowiecki.	
17.11.2022	znaczący incydent (C)	Otrzymano telefoniczne zgłoszenie o wykonywaniu lotu drona w MCTR lotniska Powidz (m. Czerniejewo).	9
17.11.2022	nieokreślony incydent (D)	Przy wykorzystaniu aplikacji Drone Radar zauważono niezgłoszony wcześniej telefonicznie lot dronem w okolicy Gdyni Orłowa w MCTR.	10
18.11.2022	znaczący incydent (C)	Otrzymano telefoniczne zgłoszenie o wykonywaniu lotu drona w MCTR lotniska Powidz (m. Słupca).	11
15.02.2023	główny incydent (B)	Podczas wznoszenia załoga zgłosiła minięcie drona w bliskiej odległości (około 300 ft). Obecność drona w MTMA była nieautoryzowana. Załoga podała współrzędne miejsca zdarzenia.	12
28.02.2023	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Otrzymano informację o obiekcie unoszącym się nad strefą rozśrodkowania samolotów, który emituje światło czerwone i niebieskie. Był to potencjalnie nieautoryzowany wlot BSP. Podczas dalszej obserwacji zaobserwowano kilka obiektów emitujących światło – prawdopodobnie BSP. Ruch obiektów w MCTR nie był zgłoszony.	13
01.03.2023	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Zauważono 3 obiekty emitujące pulsujące światło. Obiekty przemieszczały się wokół lotniska, wzdłuż linii lasu. Obiekty przemieszczały się niezależnie w różnych kierunkach i wszystkich możliwych sektorach. Ruch obiektów w MCTR nie był zgłoszony.	14
04.03.2023	poważna niemożność bezpiecznego zapewnienia ATM (A)	Otrzymano telefonicznie informację o obiekcie unoszącym się nad terenem kompleksu koszarowego, emitującym stroboskopowe światło. Podczas obserwacji TWR odnotowano ruch obiektu nad płytą lotniska A, lot odbywał się na wysokościach około 100-200 m. Dron przemieszczał się w kierunku kompleksu koszarowego (miejsce pamiętnej katastrofy samolotu CASA). Ruch obiektów w MCTR nie był zgłoszony.	15

Załączniki: 15 na 15 str.

Osoba realizująca obserwację:



ZAŁĄCZNIK – KWESTIONARIUSZ ANKIETY PILOTAŻOWEJ

1. Z jakich źródeł przeważnie czerpie Pan/Pani wiedzę na tematy bezpieczeństwa i obronności, w tym bezpieczeństwa lotnictwa?

Źródła wiedzy na tematy bezpieczeństwa i obronności:	Częstotliwość wg skali numerycznej: 1. Zawsze 2. Zazwyczaj 3. Czasami 4. Trudno określić 5. Nie korzystam				
a) czasopisma naukowe	1	2	3	4	5
b) prasa	1	2	3	4	5
c) programy telewizyjne	1	2	3	4	5
d) podcasty	1	2	3	4	5
e) Internet	1	2	3	4	5
f) zajęcia programowe w uczelni	1	2	3	4	5
g) inne źródła (jakie?)	1	2	3	4	5

2. Jak ocenia Pan/Pani swoją wiedzę dotyczącą:

Obszar wiedzy:	Odpowiedź wg skali numerycznej: 1. Bardzo dobrze 2. Dobrze 3. Dostatecznie 4. Niedostatecznie			
a) bezpieczeństwo narodowe	1	2	3	4
b) obronność kraju	1	2	3	4
c) bezpieczeństwo lotnictwa	1	2	3	4
d) prawo lotnicze	1	2	3	4
e) zagrożenia przepływu ruchu w przestrzeni powietrznej	1	2	3	4

3. Czy Pana/Pani zdaniem użytkownicy dronów prywatnych rzetelnie wypełniają obowiązek rejestracji operatora systemu bezzałogowego statku powietrznego (BSP), zgodnie z przepisami?

- a) Zdecydowanie tak
- b) Raczej tak
- c) Nie mam zdania
- d) Raczej nie
- e) Zdecydowanie nie

4. Czy przed zakupem drona (w procesie planowania zakupu) zapoznał się Pan/Pani z obowiązkami operatora drona w ramach nadawanych uprawnień, określonymi przepisami europejskimi obowiązującymi od 31 grudnia 2020 r. oraz konsekwencjami karnymi związanymi z nieprawidłowym użytkowaniem technologii bezzałogowej?
- a) Zdecydowanie tak
 - b) Częściowo tak
 - c) Nie myślałem/am o tym
 - d) Nie, planuję po zakupie
 - e) Zdecydowanie nie
5. Czy znane są Panu/Pani obowiązujące sankcje karne za naruszenie norm w wyniku niepoprawnej działalności operatora bezzałogowego statku powietrznego wynikające z Art. 211 i Art. 212 ustawy Prawo Lotnicze oraz przepisów zawartych w Kodeksie Karnym?
- a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Częściowo
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie
6. Czy zna Pan/Pani procedurę zgłoszenia poprzez aplikację DroneRadar lub bezpośredni kontakt ze służbą Flight Information Service (FIS) przypadku rozbicia lub przepadnięcia drona?
- a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Częściowo
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie
7. Czy Pana/Pani zdaniem nieznanomość i nieprzestrzeganie przepisów prawnych oraz obowiązków operatora drona może stanowić problem w odniesieniu do stale zwiększającej się operacyjności dronów w przestrzeni powietrznej?
- a) Zdecydowanie tak
 - b) Raczej tak
 - c) Nie mam zdania
 - d) Raczej nie
 - e) Zdecydowanie nie

METRYCZKA

1. Płeć
 - a) Mężczyzna
 - b) Kobieta
2. Miejsce zamieszkania
 - a) Wieś
 - b) Miasto do 50 tys. mieszkańców
 - c) Miasto od 50 do 100 tys. mieszkańców
 - d) Miasto od 100 do 500 tys. mieszkańców
 - e) Miasto powyżej 500 tys. mieszkańców
3. Wiek
 - a) poniżej 20 lat
 - b) 20-35 lat
 - c) 35-50 lat
 - d) powyżej 50 lat
4. Jakiego jest Pana/Pani wykształcenie?
 - a) Wyższe
 - b) Pomaturalne
 - c) Średnie
 - d) Zawodowe
 - e) Podstawowe
5. Czy posiada Pan/Pani drona lub interesuje się jego zakupem*?
 - a) Posiadam uprawnienia
 - b) Posiadam drona
 - c) Nie posiadam, ale zamierzam kupić własnego drona
 - d) Nie posiadam
 - e) Korzystałem/-am z usług firmy wykorzystującej drony
 - g) Inne, jakie?

* proszę wskazać 1 lub więcej odpowiedzi
6. Jakimi są Pana/Pani zainteresowania? Proszę wskazać główne*.
 - a) Lotnictwo, bezzałogowe statki powietrzne
 - b) Nowe technologie
 - c) Nauki ścisłe
 - d) Medycyna, psychologia
 - e) Środowisko, przyroda, ekologia
 - f) Kultura, sztuka
 - g) Sport
 - h) Inne, jakie?

* proszę wskazać maksymalnie 3 odpowiedzi