

Regulacje dotyczące SBSP w aspekcie bezpieczeństwa lotnictwa bezzałogowego

UAS Regulations in The Aspect of Unmanned Aviation Safety



Wiktor Wyszywacz

Dr inż.

Członek Zarządu Aeroklubu
Polskiego

600316413@wp.pl

Streszczenie: Dynamiczny rozwój lotnictwa bezzałogowego wymusił określenie zasad wykonywania operacji lotniczych SBSP. Regulacje dotyczące SBSP ustalają zasady użytkowania statków bezzałogowych i porządkują sposób ich funkcjonowania w integracji z lotnictwem załogowym. Nadrzędnym celem wprowadzanych regulacji i przepisów jest zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa. Regulacje powinny uwzględniać zarówno aktualne potrzeby rozwojowe branży jak i wyraźnie sprecyzowane cele w zakresie bezpieczeństwa. Wszystkim interesariuszom związanym z lotnictwem zależy na tym, aby pomimo współużytkowania części przestrzeni powietrznej przez oba rodzaje lotnictwa, nie pogorszyć społecznego uznania wysokiego poziomu bezpieczeństwa transportu lotniczego. Wprowadzane regulacje rzutowały bezpośrednio na bezpieczeństwo operacji w lotnictwie załogowym jak i bezzałogowym. Przedstawiono w zarysie dotychczasowe doświadczenia oddziaływania regulacji w lotnictwie załogowym oraz omówiono aktualne regulacje w lotnictwie bezzałogowym, zarządzanie bezpieczeństwem i ryzykiem zagrożeń. Omówiono znaczenie poddziału operacji bezzałogowych na VLOS i BVLOS oraz na kategorie otwartą, szczególną i certyfikowaną. W obu rodzajach lotnictwa jednym z najbardziej znaczących czynników mających wpływ na poziom bezpieczeństwa jest czynnik ludzki (HF – human factor). Dlatego uwzględniono udział i znaczenie HF jako istotnego składnika istniejących i wdrażanych regulacji. Odniesiono się do aktualnie wprowadzanych zmian na poziomie krajowym i europejskim. W podsumowaniu przedstawiono wnioski końcowe.

Słowa kluczowe: SBSP; Bezpieczeństwo; Zagrożenia; Ryzyko; Regulacje; Zarządzanie bezpieczeństwem; SORA

Abstract: The dynamic development of unmanned aviation forced the definition of the rules for performing UAS flight operations. The UAS regulations set the rules for the use of unmanned aerial vehicles and organize their functioning in integration with manned aviation. The paramount goal of the introduced regulations and provisions is to ensure an appropriate level of safety. Regulations should take into account both the current development needs of the industry and clearly defined safety objectives. It is important to all aviation stakeholders that, despite the shared use of a part of the airspace by both types of aviation, public recognition of the high level of aviation safety has not deteriorated. The introduced regulations had a direct impact on the safety of operations in both manned and unmanned aviation. The current experience of the impact of regulations in manned aviation is outlined and the current regulations in unmanned aviation, as well as safety and risk management, are discussed. The importance of the VLOS and BVLOS unmanned operations as well as the open, special and certified categories were discussed. In both types of aviation, one of the most significant factors influencing the level of safety is the human factor (HF). Therefore, the participation and importance of HF as an important component of the existing and implemented regulations was taken into account. Reference was made to the changes currently introduced at the national and European levels. The final conclusions are presented in the summary

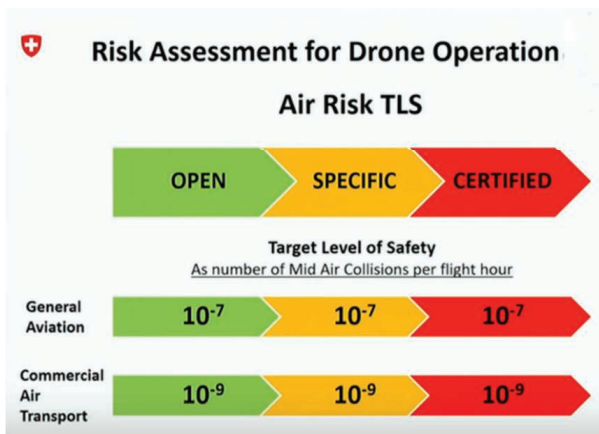
Keywords: UAS; Safety; Threats; Risk; Regulations; Safety management; SORA

Wprowadzenie

Rozwój lotnictwa bezzałogowego początkowo stymulowały techniki i technologie wojskowe, ale obecnie SBSP mają szerokie zastosowania cywilno - użytkowe i rekreacyjne. Systemy bezzałogowe znalazły zastosowanie niemal we wszystkich

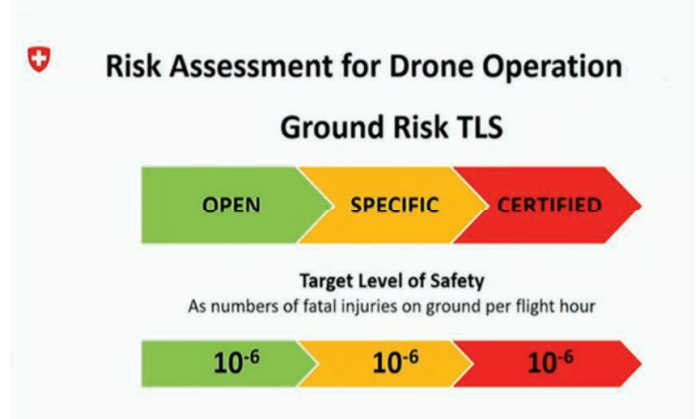
sektorach gospodarki, w nauce, rekreacji oraz w wielu dziedzinach działalności człowieka. Obserwowany rozwój systemów BSP umożliwia zaawansowana elektronika, inteligentne systemy informatyczne, techniki i technologie satelitarne i szereg innych. Zastosowania militarne koncentrują się głównie

na efektywności realizacji postawionych zadań. W zastosowaniach cywilnych najistotniejszym elementem składowym jest zapewnienie założonego poziomu bezpieczeństwa (TLS -Target Level of Safety) przy możliwie wysokiej skuteczności i niskich nakładach finansowych. Dla wszystkich interesariuszy lotnictwa



1. Porównanie TLS dla ryzyka w powietrzu

Źródło: Methodology for the Specific Ops Risk Assessment (SORA) by JARUS - UAS Workshop 2018



2. Porównanie TLS dla ryzyka na ziemi

Źródło: Methodology for the Specific Ops Risk Assessment (SORA) by JARUS - UAS Workshop 2018

załogowego, w tym rządów, istotne jest bezpieczeństwo operacji wykonywanych przez statki bezzałogowe. Poziom bezpieczeństwa lotów SBSP nie może odbiegać istotnie od poziomu lotnictwa załogowego. Przez przeszło sto lat zostało wypracowane wysokie zaufanie do transportu lotniczego. Założenia i porównanie poziomu bezpieczeństwa lotów SBSP z lotnictwem załogowym przedstawiają rysunki 1 i 2 [1].

Integracja przy prowadzeniu operacji lotniczych pomiędzy bezzałogowymi i załogowymi statkami powietrznymi jest koniecznością wynikającą ze względu na wspólne użytkowanie części przestrzeni powietrznej. Jest to głównie przestrzeń do wysokości 150m AGL (VLL). Dla uzyskania integracji lotnictwa załogowego i bezzałogowego wprowadzane są odpowiednie regulacje, szczególnie dla lotów SBSP, które mają na celu zapewnienie odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa lotniczego.

Bezpieczeństwo w lotnictwie

Budowanie systemu bezpieczeństwa w lotnictwie opiera się na zarządzaniu ryzykiem i właściwie przeprowadzonej analizie ryzyka. Dlatego międzynarodowe organy lotnicze wprowadzają stosowne regulacje dotyczące możliwie pełnego

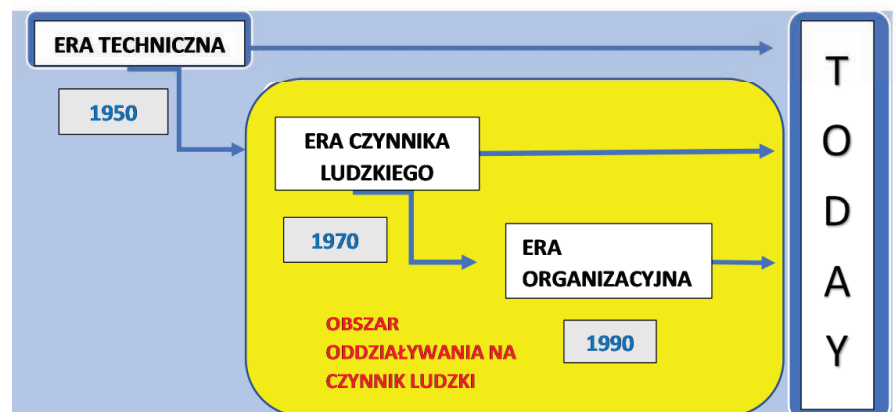
zakresu problematyki bezpieczeństwa. W lotach załogowych przepisy podążały za rozwojem lotnictwa i często stanowiły reakcję na tragiczne zdarzenia. Głównym czynnikiem rzutującym na poziom bezpieczeństwa jest czynnik ludzki (HF), który odpowiada za przeważającą część wypadków lotniczych. Ustanawiane regulacje nie zawsze biorą pod uwagę w dostatecznym stopniu znaczenie HF. Jest to wyraźnie widoczne w 118 letniej historii lotnictwa. Ewolucja regulacji w lotnictwie dotycząca bezpieczeństwa zawiera kilka etapów przedstawionych na rysunku 3.

W badaniach naukowych z upływem czasu i zdobywaniem coraz większych doświadczeń zmieniały się także koncepcje przyczynowości wypadków lotniczych, sposobów zapobiegania im i zarządzania ryzykiem. Jednym ze znamienych przy-

kładów jest model prof. J. Reasona znany pod nazwą „sera szwajcarskiego”, który z powodzeniem może być stosowany jako uzasadniony sposób postrzegania problemów w procesie tworzenia regulacji w zakresie bezpieczeństwa lotów bezzałogowych.

Zmienne przepisy lotnicze stawały się coraz bardziej skuteczne w podnoszeniu poziomu bezpieczeństwa ze względu na bogatą bazę danych dotyczącą zdarzeń z przeszłości. W odniesieniu do SBSP baza danych jest bardzo uboga. Stąd ustalanie zasad dotyczących bezpieczeństwa, zawartych w regulacjach dla SBSP, wymaga stosowania metod proaktywnych i predyktywnych.

Analiza różnych koncepcji, teorii i modeli służących do rozwiązywania problemów związanych z bezpieczeństwem lotniczym i za-



3. Ewolucja regulacji w lotnictwie dotycząca bezpieczeństwa

Źródło: opracowanie własne

rządzenia ryzykiem zagrożeń (5M, SHALL, HFACS, Practical Drift i inne) potwierdza stwierdzenie, że HF znajduje się w centrum zagadnień bezpieczeństwa. Modele uwzględniają co prawda elementy otoczenia, w którym pracuje pilot, ale uzależniają jego działania, w tym błędy, od relacji z otoczeniem. Teoria profesora Jamesa Reasona sytuuje błędy i naruszenia człowieka jako jeden z elementów łańcucha bezpieczeństwa, podkreślając jednocześnie, że popełnione przez niego błędy są zaliczane do aktywnych, które skutkują natychmiastowymi konsekwencjami. Niemniej jednak pozostałe bariery teorii Reasona, także dotyczą ludzi znajdujących się w środowisku, otoczeniu pilota. Stanowią je elementy począwszy do organizacji i zarządzania aż po szkolenie czy przepisy dotyczące wykonywania operacji.

Regulacje dotyczące SBSP – świat, Europa, Polska

Organizacje międzynarodowe, europejskie i narodowe władze lotnicze wprowadzają odpowiednie regulacje starając się podnieść poziom bezpieczeństwa użytkownika SBSP. ICAO w okólniku nr 328 z 2011 roku [8] omawia SBSP jako nowy kompo-

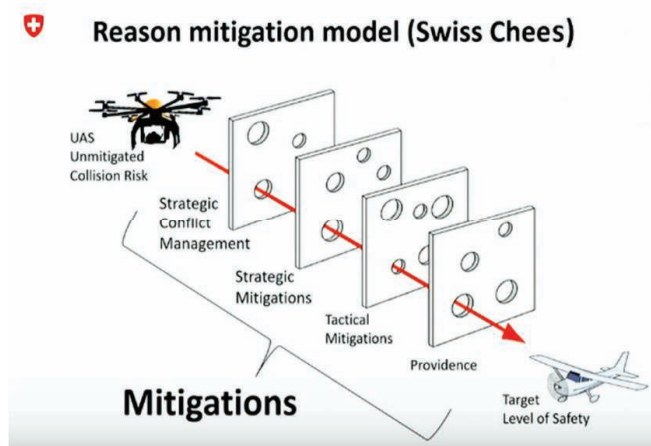
nent w funkcjonowaniu systemu lotniczego w przestrzeni niesegregowanej. Filarami okólnika są operacje, sprzęt, personel. Punkt 2.7 okólnika ocenia, iż BSP nie będą przewozić pasażerów zarobkowo (może w odległej przyszłości), co w porównaniu z rzeczywistością wykazuje błąd założenia. Okólnik zawiera dwie koncepcje. Jeden koncept odnosi się do kontrolowania bezpieczeństwem przez Krajowe Plany Bezpieczeństwa (SSP - State Safety Programme), drugi do systemu zarządzania bezpieczeństwem (SMS - Safety Management System) [10], przy czym odpowiedzialność za SMS przypisana jest operatorom lotniczym. Obecnie na forum międzynarodowym ICAO wprowadza do swoich załączników uzupełnienia dotyczące SBSP np. załączniki 13 i 19 czy też w Globalnym Planie Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym GASP [9] (Global Aviation Safety Plan) ICAO Doc 10004 na lata 2020 – 2022.

Państwa Unii Europejskiej, które są jednocześnie członkami ICAO, powołały Europejską Agencję Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA), aby ujednolicić w ramach wspólnoty

przepisy i osiągnąć wysoki poziom bezpieczeństwa operacji lotniczych. EASA opracowała Europejski Program bezpieczeństwa Lotniczego (EASP - European Aviation Safety Programme), który jest odpowiednikiem Załącznika 19 ICAO. EASA sporządziła także europejską mapę drogową na rzecz bezpiecznej integracji SBSP we wszystkich klasach przestrzeni powietrznej [17], przyjmując loty w zasięgu wzroku VLOS i poza zasięgiem wzroku BVLOS oraz trzy kategorie operacji pod względem wielkości ryzyka:

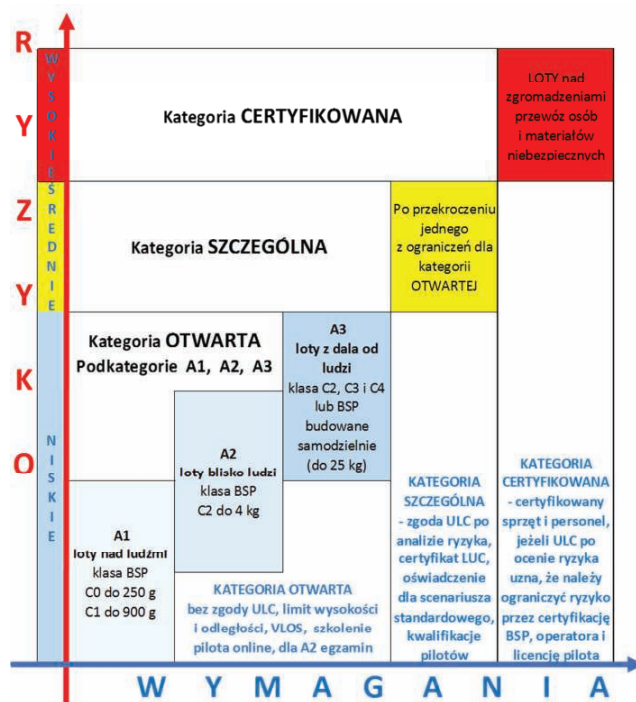
1. otwarta (open) - niskie ryzyko;
2. szczególna (specific) – średnie ryzyko;
3. certyfikowane (certified) – wysokie ryzyko.

EASA ustaliła również wytyczne dla producentów i użytkowników, dotyczące wymogów dla sprzętu do 25kg. SBSP są podzielone na pięć klas od C0 do C4 (Class 0 - Class 4) oraz dodatkowo ustalono klasę C5 i C6 dla STS. Bezzałogowe systemy powietrzne przeznaczone są do eksploatacji zgodnie z zasadami i wa-



4. Model J. Reasona łagodzenia ryzyka kolizji w powietrzu dla SBSP

Źródło: Methodology for the Specific Ops Risk Assessment (SORA) by JARUS - UAS Workshop 2018[12]



5. Schemat podziału na kategorie operacji i klasy SBSP

Źródło: opracowanie własne

runkami mającymi zastosowanie do operacji w ramach kategorii otwartej i STS. Podział operacji na VLOS i BVLOS determinuje poziom ryzyka. Stąd kategoria otwarta, w której dopuszczono wyłącznie operacje VLOS, jest obciążona niskim ryzykiem, ze względu na ciągłe pozostawanie BSP w zasięgu wzroku pilota, który dostrzega zagrożenia i unika kolizji w powietrzu. W kategorii operacji szczególnej BSP pozostaje poza zasięgiem wzrokowym pilota – BVLOS, zwiększony jest dystans pomiędzy RPS a BSP i pilot wspomaga się urządzeniami typu DAA mając obraz z kamery BSP i ewentualną pomoc obserwatorów.

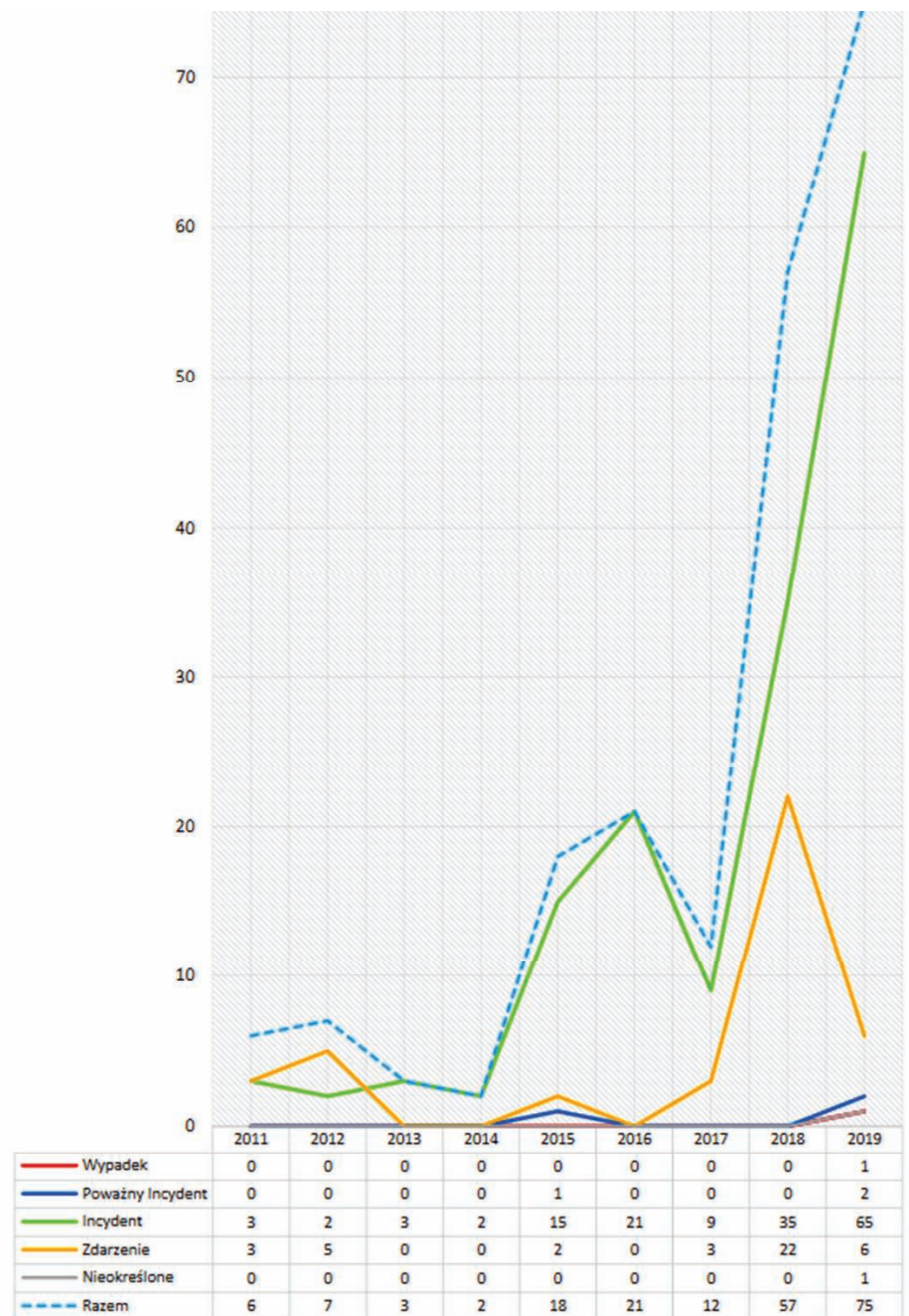
Rozporządzenia Komisji (UE) dotyczące powyższych unormowań to:

- Rozporządzenie Delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. (nowelizacja rozporządzenie 2020/1058) w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich; [15]
- Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych; [16]

Schemat podziału na kategorie operacji i klasy SBSP przedstawia rys. 5. Istotnym dopełnieniem regulacji EASA jest opracowana przez JARUS analiza ryzyka dla operacji szczególnych [6]. Organizacja JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) to wspólne organy odpowiedzialne za tworzenie przepisów dotyczących systemów bezzałogowych), skupia światowych ekspertów z 61 krajów, EASA i EUROCONTROL, przedstawiciele narodowych władz lotniczych, przemysłu czy linii lotniczych.

Dokument przedłożony przez organizację JARUS pod nazwą „SORA v2.0” (Specific Operations Risk Assessment) [11] dla systemów bezzałogowych prezentuje model zarządzania ryzykiem operacji UAS dla operatorów jak i władz lotniczych. SORA ma być rozwiązaniem na brak możliwości zastosowania do SBSP tradycyjnych metod zarządzania ryzykiem. Opracowanie dotyczy kategorii szczególnej lotów SBSP. Model zakłada określenie zagrożenia łącznie z sugestią stosowanych ogólnych przeciwdziałań w taki sposób, aby osiągnąć granice bezpiecznego

wykonania operacji. Uwzględnia zagrożenia lotów BVLOS i możliwych błędów pilota. SORA koncentruje się na ustalaniu przesłanek, które w celach bezpieczeństwa mają tworzyć ramy, ograniczenia dla podmiotów lotniczych. Natomiast w mniejszym stopniu skupia się na problemach zarządzania ryzykiem zagrożeń na poziomie operacyjnym. Regulacje dotyczące sprzętu, operatorów, pilotów czy zasad operacji nie uwzględniają bezpieczeństwa lotów SBSP kompleksowo w aspekcie zarządzania przestrzenią powietrzną. W 2007 roku został powołany SESAR Joint



6. Operacje bezzałogowych statków powietrznych. Źródło: ULC

Undertaking (SESAR - Single European Sky ATM - Air Traffic Management - Research, Europejski system zarządzania ruchem lotniczym) jako wspólne przedsięwzięcie publiczno-prywatne, którego członkami założycielami są UE i Eurocontrol oraz wiele instytucji sektora lotniczego (w tym PAŻP). Dokument SESAR JU - European ATM Master Plan: „Roadmap for the safe integration of drones into all classes of airspace” porusza problematykę zarządzania ryzykiem na wysokim poziomie ogólności definiując ryzyko, konsekwencje i działania łagodzące. W ramach programu realizowana jest koncepcja dotycząca bezpieczeństwa lotów SBSP „U-space”. Jako taka „U-space” jest modelem stworzonym w celu ułatwienia wykonywania każdego rodzaju operacji SBSP w każdej klasie przestrzeni i rodzaju środowiska, nawet najbardziej zatłoczonym, jako połączenie SBSP z lotnictwem załogowym i ATC.

Do 2021 roku loty SBSP w regulacjach polskich, traktowane były odrębnie na zasadzie wyłączenia z zapisów dotyczących lotnictwa załogowego. Od początku 2021 roku zaczęły obowiązywać rozporządzenia unijne 2019/945 i 2019/947. Zmieniają one znacząco podejście do SBSP i zagadnienia bezpieczeństwa uznając, że loty bezzałogowe to część wspólnej działalności lotniczej wraz z lotami załogowymi. Aktualne przepisy krajowe to wytyczne prezesa ULC nr 24 [3] i nr 7 [2] oraz wytyczne o numerach od 15 do 23 [4] zawierające dziewięć scenariuszy NSTS. Polskie prawo lotnicze jest w trakcie nowelizacji. Przewidywane w projekcie zmiany ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz. U. z 2020 r. poz. 1970, z późn. zm.), zwanej dalej „ustawą – Prawo lotnicze” oraz niektórych innych ustaw, mają na celu zapewnienie stosowania nowych przepisów Unii Europejskiej dotyczących bezzałogowych stat-

ków powietrznych oraz systemów bezzałogowych statków powietrznych [14].

Najważniejszą zmianą zaproponowaną w projekcie jest wprowadzenie do ustawy Prawo lotnicze nowego działu dedykowanego bezzałogowym statkom powietrznym. Projektowany dział VIa „Bezzałogowe statki powietrzne” ustawy został podzielony na 6 rozdziałów regulujących: wykonywanie operacji z użyciem systemów bezzałogowych statków powietrznych, strefy geograficzne dla systemów bezzałogowych statków powietrznych, rejestr operatorów systemów bezzałogowych statków powietrznych, wyznaczone podmioty i uznane podmioty, dokumenty potwierdzające kwalifi-

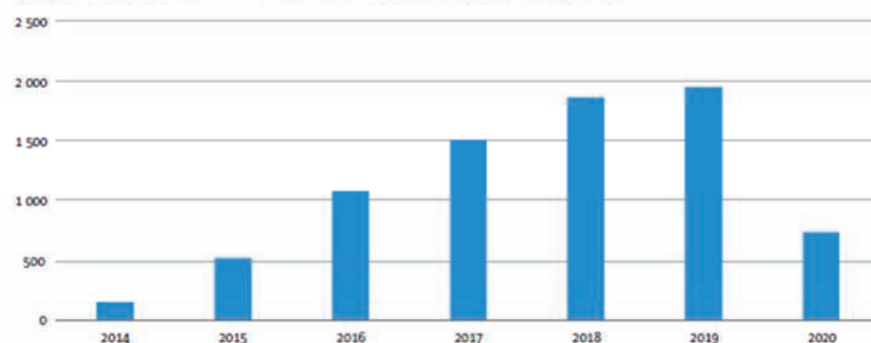
kacje, szkolenia i egzaminy oraz zapobieganie bezprawnemu użyciu bezzałogowych statków powietrznych. Do ustawy Prawo lotnicze mają zostać wydane rozporządzenie określające warunki dla operacji w kategorii otwartej i szczególnej oraz rozporządzenie dotyczące stref geograficznych.

Najistotniejsze zmiany w prawie lotniczym mające wpływ na problematykę bezpieczeństwa dotyczą wielu zagadnień. W projekcie założono, że przepisy regulujące zasady wykonywania operacji przy użyciu systemów bezzałogowych statków powietrznych na użytek cywilny będą co do zasady stosowane również w przypadku wykonywania operacji przez podmioty, których



151
Drone Incident Management at Aerodromes

Figure A: Reported UAS occurrences between 2014 and 2020
(Source: EASA query from the European Central Repository, ECCAIRS).⁸



7. Odnotowane zdarzenia bezzałogowych statków powietrznych w latach 2014-2020

Źródło: EASA

Unmanned Aerial Vehicles Market - Growth Rate by Region (2021 - 2026)

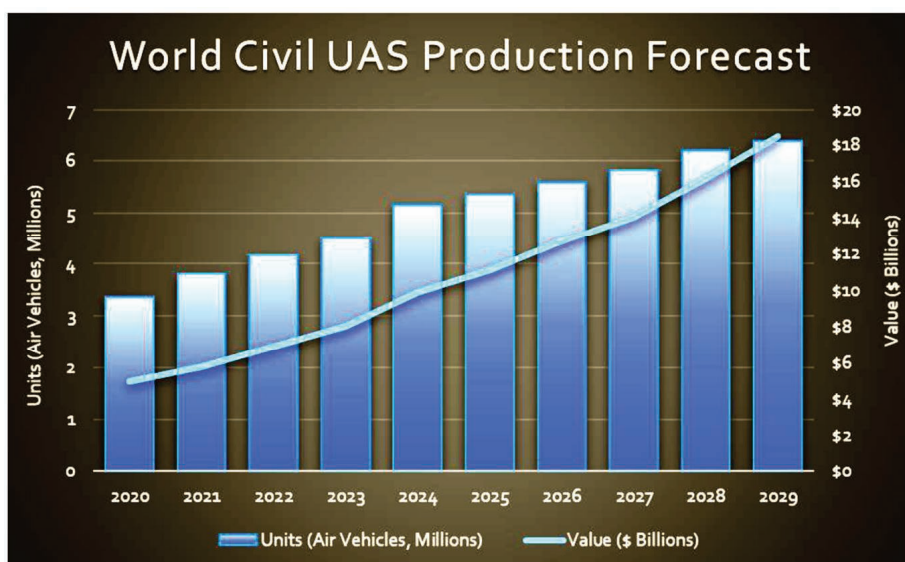


Source: Mordor Intelligence



8. Tempo wzrostu rynku SBSP na świecie według regionów

Źródło: Mordor Intelligence



9. Prognozy wzrostu rynku SBSP na świecie
Źródło: Teal Group

ustawowym zadaniem są wszelkiego rodzaju usługi wykonywane w interesie publicznym. Uzasadnieniem takiego stanowiska ustawodawcy jest, aby zasady wykonywania operacji przy użyciu SBSP oraz poziom kwalifikacji osób je wykonujących na rzecz służb państwowych, były takie same jak dla wszystkich użytkowników przestrzeni powietrznej. Istotnym elementem jest rejestracja operatorów jako i certyfikowanych SBSP. Odpowiedzialność za zadania właściwego organu (art. 18 rozporządzenie 2019/947) została przydzielona odpowiednio ULC i PAŻP. Agencja między innymi ma zapewnić utrzymanie, prowadzenie i rozwój systemu teleinformatycznego wykorzystywanego do realizacji usług związanych z wykonywaniem przez Agencję zadań. Zmiany w prawie lotniczym mają umożliwić kontrolowanie nie tylko członków personelu lotniczego, ale także osób przeprowadzających, szkolenia i egzaminy teoretyczne oraz szkolenia praktyczne i ocenę umiejętności praktycznych. Dla NSTSów przyjęto rozwiązanie, zgodnie z którym potwierdzenie odbioru i kompletności oświadczeń będzie przekazywane do operatorów systemów bezzałogowych statków powietrznych bez

konieczności wydawania decyzji administracyjnych. Członkowie klubów lub stowarzyszeń modelarstwa lotniczego będą mogli wykonywać operacje w kategorii „szczególnej” po uzyskaniu od Prezesa ULC zezwolenia. Polisa OC będzie obowiązkowa dla SBSP o MTOM powyżej 250g. Poza przepisami karnymi ustawy i zawartymi tam sankcjami, w załączniku nr 5c do ustawy zaproponowano długą listę relatywnie wysokich kar pieniężnych za niedopilnowanie formalności ze strony pilotów i operatorów.

Bezpieczeństwo a rozwój branży

Rozwijająca się branża bezzałogowa wymusza powstawanie nowych i modyfikacje istniejących regulacji oraz działań w celu uzyskania założonego poziomu bezpieczeństwa wraz z możliwie małymi ograniczeniami dla jej rozwoju. Decydującym wskaźnikiem o poziomie bezpieczeństwa są wypadki i incydenty lotnicze z udziałem SBSP. Dane dotyczące zdarzeń z udziałem SBSP w Polsce rejestrowane są w CBZ (Centralnej Bazy Zgłoszeń) prowadzonej przez ULC. W załączniku do Krajowego Programu Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym - Krajowym

Planie Bezpieczeństwa 2020 – 2023, w Krajowym Rejestrze Zagrożeń pkt. 3.c - Operacje bezzałogowych statków powietrznych (UAV/RPAS), przedstawione są wskaźniki prezentujące wypadki i incydenty z udziałem SBSP - rysunek 6.

NAA przekazują swoje dane do ECCAIRS (European Co-ordination centre for Accident and Incident Reporting Systems) Europejskiego Centrum Koordynacji Systemów Zgłaszania Wypadków i Incydentów. W raporcie EASA przedstawiono zestawienie zdarzeń dotyczących SBSP w latach 2014-2020 na lotniskach - rysunek 7 [5]. Znaczący spadek zdarzeń jest odnotowany w 2020 roku.

Eurocontrol prezentuje także zestawienie zdarzeń dotyczących SBSP w EVAIR (Voluntary ATM Incident Reporting) Bulletin No 22 2015 - 2019 Summer periods 10 May 2021[7]. Po znaczącym wzroście w 2018 roku EVIAR odnotował spadek zdarzeń z dronami w 2019r. Z danych wynika, że latem 2019 roku najbardziej dotknięta fazą lotu była faza podejścia w odniesieniu do wcześniej monitorowanego okresu. Większość zdarzeń zgłaszana była przez operatorów lotniczych (AO) w czasie dobrych warunków widzialności i w czasie zbliżania, ale odnotowano też zdarzenia na wyższych wysokościach. Około 15% spotkań z BSP można zaliczyć do poważnych incydentów.

Ażeby znaleźć stopień zależności poziomu bezpieczeństwa od stosowanych regulacji należy uwzględnić również dane dotyczące tendencji rozwojowych branży. Według Mordor Intelligence tempo wzrostu rynku SBSP na świecie według regionów rozkłada się w sposób pokazany na rysunku 8 [13].

Mordor Intelligence przewiduje, że rynek bezzałogowych statków powietrznych w okresie prognozy (2021-2026) zarejestruje CAGR (Compound Annual Growth Rate)

na poziomie 8,48%, a segment cywilny i handlowy zdominują rynek w okresie prognozy. Z kolei Teal Group releases 2020/2021 world civil UAS market profile and forecast [18], uwzględnia wpływ pandemii sugerując, że zmienia ona strukturę wzrostu w branży, zwiększając wsparcie dla dronów dostawczych, jednocześnie szkodząc inwestycjom w niektóre zastosowania długoterminowe. Prognozy Teal Group przewidują, że produkcja bezzałogowych statków powietrznych poza przeznaczeniem militarnym wyniesie 108 miliardów dolarów w następnej dekadzie i wzrośnie z 5 miliardów dolarów na rynku świtowym w 2020 roku do 18,4 miliarda dolarów w 2029 roku, rysunek 9, co stanowi 15,6% łączną roczną stopę wzrostu.

Zestawiając systematyczny wzrost rynku branży bezzałogowej w porównaniu z malejącą ilością zdarzeń z udziałem SBSP można stwierdzić, że globalnie operacje bezzałogowe wykonywane są z niższym poziomem ryzyka. Wynika to z lepiej dostosowanych przepisów i zwiększonej ogólnej świadomości bezpiecznego wykonywania lotów SBSP. Daje to podstawę do stwierdzenia, że podejmowane działania w celu zapewnienia zakładanego poziomu bezpieczeństwa w lotach bezzałogowych przynoszą pozytywne efekty.

Podsumowanie i wnioski

Bezpieczeństwo lotów SBSP jest zależne od wielu czynników. Do najistotniejszych należy zaliczyć poziom techniczny i technologiczny systemów bezzałogowych oraz działania mające wpływ na sprawność szeroko rozumianego czynnika ludzkiego. W obu przypadkach podstawową rolę odgrywają wprowadzane regulacje, które rzutują na poziom zarówno bezpieczeństwa jak i efektywności. W odniesieniu

do lotów bezzałogowych, przyjęta przez międzynarodowe władze lotnicze ICAO i EASA koncepcja zakłada poziom ryzyka jako podstawę do wprowadzania podziału lotów i związanych z nimi regulacji. Tym samym eliminuje błędy i słabości działań stosowanych do kontroli poziomu bezpieczeństwa w rozwoju lotnictwa załogowego. W aspekcie technicznym i technologicznym wprowadzane regulacje uwzględniają bieżące osiągnięcia i rozwiązania dotyczące zarówno systemów bezzałogowych oraz zarządzania i kontroli przestrzeni powietrznej. Najślabszym ogniwem budowanego systemu bezpieczeństwa w lotach bezzałogowych jest oddziaływanie na czynnik ludzki. Wzrost ilości negatywnych zdarzeń związanych z lotami SBSP wynika z efektu skali stosowanych SBSP. Jednocześnie przy szybkim wzroście ilości operacji SBSP w ostatnich dwóch latach odnotowano wyraźny spadek incydentów z udziałem SBSP. Ponieważ decydujący wpływ na poziom bezpieczeństwa ma szeroko rozumiany HF, istnieje podstawa do stwierdzenia, że odnotowany spadek wynika zarówno z modyfikowanych starych oraz nowych skuteczniejszych regulacji oddziaływujących na HF jak i ze zdobywania doświadczeń i budowania świadomości i kultury bezpieczeństwa wśród personelu operatorów i pilotów oraz innych użytkowników bezzałogowych statków powietrznych.

Analiza przedstawionych danych wskazuje na szereg obszarów i problemów, które mogą być wykorzystane do zapewnienia wyższego poziomu bezpieczeństwa. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- Specjalizacja regulacji dostosowanej do różnych rodzajów lotów i wykonywanych zadań; np. zalecenia dotyczące zarządzania SBSP dostawczymi i wykonują-

cymi inne komercyjne usługi (jak w lotnictwie załogowym regulacje dla komercyjnego transportu lotniczego i GA)

- Wprowadzanie regulacji dla SBSP z jednoczesnym uwzględnieniem adekwatnych zmian dotyczących lotnictwa załogowego;
- Rozwijanie systemów zarządzania ruchem w przestrzeni powietrznej dla SBSP umożliwiających pełną integrację z lotnictwem załogowym;
- Uwzględnienie w regulacjach nieuniknionych w najbliższej przyszłości lotów SBSP z ludźmi na pokładzie oraz problematyki lotów autonomicznych.

Równoległy rozwój rozwiązań technicznych i technologicznych SBSP, zarządzanie przestrzenią powietrzną dla wspólnego użytkowania przez SBSP i lotnictwo załogowe, budowanie świadomości bezpieczeństwa czynnika ludzkiego i dostosowanie regulacji do zmieniających się warunkowań, może zapewnić utrzymanie bezpieczeństwa na zakładanym poziomie. ◀

Wykaz najważniejszych akronimów i skrótów

AGL (Above Ground Level) – wysokość nad poziomem terenu

ATC (Air Traffic Control) – kontrola ruchu lotniczego

ATM (Air Traffic Management) - system zarządzania ruchem lotniczym

BSP – bezzałogowy statek powietrzny

BVLOS (Beyond Visual Line of Sight) - operacje poza zasięgiem wzroku operatora bezzałogowego statku powietrznego

DAA – Detect And Avoid („wykryj i uni-

kaj”) - systemy umożliwiające zobaczenie lub wykrycie zagrożeń i podjęcie działań w celu spełnienia akceptowalnych zasad lotu

EASA (European Union Aviation Safety Agency) – Agencja Bezpieczeństwa Lotniczego Unii Europejskiej, do 2018 roku EASA (European Aviation Safety Agency)

HF (Human Factor) – czynnik ludzki
ICAO (International Civil Aviation Organization) – Organizacja Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego

JARUS (Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems) - wspólne organy odpowiedzialne za tworzenie przepisów dotyczących systemów bezzałogowych

MTOM – maksymalna masa startowa; maksymalna określona przez producenta lub konstruktora masa bezzałogowego statku powietrznego

NSTS (National Standard Scenario) - Krajowy Scenariusz Standardowy
PAŻP (PANSA – Polish Air Navigation Services Agency) – Polska Agencja Żeglugi Powietrznej

RPS (Remote Pilot Station) – kontroler do zdalnego sterowania BSP

SBSP – system bezzałogowego statku powietrznego

SESAR Joint Undertaking (SESAR - Single European Sky ATM - Air Traffic Management – Research), Europejski system zarządzania ruchem lotniczym)

SMS (Safety Management System) – system zarządzania bezpieczeństwem
SORA (Specific Operations Risk Assessment) - Ocena ryzyka dla operacji SBSP w kategorii szczególnej

Strefa geograficzna - część przestrzeni powietrznej wyznaczonej przez właściwy organ, która ułatwia, ogranicza lub wyklucza operacje z użyciem bezzałogowych systemów powietrznych, aby wyeliminować zagrożenia związane z bezpieczeństwem, prywatnością, ochroną danych osobowych, ochroną lub środowiskiem wynikające z operacji z użyciem tych systemów

STS (Standard Scenario) – standardowe scenariusze lotów SBSP

TLS (Target Level of Safety) - założony cel bezpieczeństwa

UAS (Unmanned Aerial System) – bezzałogowy system powietrzny

ULC – Urząd Lotnictwa Cywilnego

VLL (Very Low-Level Airspace) – przestrzeń powietrzna niskiej wysokości

VLOS (Visual Line of Sight) - Operacje w zasięgu wzroku operatora bezzałogowego statku powietrznego

Materiały źródłowe

[1] Cross Jean, ISO 31010 Risk assessment techniques and open systems, Sixth Workshop on Open Systems Dependability Tokyo, 2017-10-21.

[2] DZIENNIK URZĘDOWYURZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO, poz.35, WYTYCZNE NR 7 PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO z dnia 9 czerwca 2021 r.

[3] DZIENNIK URZĘDOWYURZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO, poz.78, WYTYCZNE NR 24 PREZESA URZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO z dnia 30 grudnia 2020 r.

[4] DZIENNIK URZĘDOWYURZĘDU LOTNICTWA CYWILNEGO, Wytyczne nr 15-23 - Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego z dnia 29 grudnia 2020 r. w sprawie Krajowego Scenariusza Standardowego

[5] –EASA Drone Incident Management at Aerodromes, The challenge of unauthorised drones in the surroundings of aerodromes, Cologne, Germany, 8 March 2021

[6] EASA Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems (Regulations (EU) 2019/947 and (EU) 2019/945), Published January 2021

[7] EVAIR BULLETIN No 22 Years 2015-2019

[8] ICAO Cir 328, Unmanned Aircraft Systems (UAS) 2011.

[9] ICAO Doc 10004 Globalny Plan Bezpieczeństwa w Lotnictwie Cywilnym 2017-2019 (GASP), aktu-

alizacja edycja 2020-2022.

[10]ICAO Doc 9859 AN/474 PODRCZNIK ZARZĄDZANIA BEZPIECZEŃSTWEM (wydanie drugie - 2009)

[11]JARUS Doc. 06 SORA - Specific Operations Risk Assessment (pakage), JAR-DEL-WG6-D.04, 2019.

[12]Methodology for the Specific Ops Risk Assessment (SORA) by JARUS - UAS Workshop 2018

[13]Mordor Intelligence Unmanned Aerial Vehicles Market - Growth, Trends, COVID-19 Impact, and Forecasts (2021 - 2026) <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/uav-market>

[14]Projekt ustawy o zmianie ustawy z dnia 26.08.2021 r – Prawo lotnicze oraz niektórych innych ustaw (UD104) dokument518582

[15]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; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32019R0945>

[16]Rozporządzenie Wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych; <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/PL/TXT/?uri=CELEX:32019R0947>

[17]SESAR European ATM Master Plan 2020.

[18]Teal Group, Teal Group releases 2020/2021 world civil UAS market profile and forecast <https://www.compositesworld.com/news/teal-group-releases-20202021-world-civil-uas-market-profile-and-forecast>