

REDAKCJA NAUKOWA: MARIUSZ FELTYNOWSKI

SYSTEMY BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH W OCHRONIE PRZECIWPÓŻAROWEJ I RATOWNICTWIE

– od wyrobu do ratownika



Rozważania teoretyczne a zastosowanie w rzeczywistości

REDAKCJA NAUKOWA: MARIUSZ FELTYNOWSKI

SYSTEMY BEZZAŁOGOWYCH STATKÓW POWIETRZNYCH W OCHRONIE PRZECIWPÓŻAROWEJ I RATOWNICTWIE

– od wyrobu do ratownika

Rozważania teoretyczne a zastosowanie w rzeczywistości



Monografia powstała w wyniku badań prowadzonych w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpozarowej im. Józefa Tuliszowskiego – Państwowym Instytucie Badawczym, realizowanych w ramach pracy badawczej pt. „Określenie metodyk badawczych bezzałogowych platform latających mogących mieć zastosowanie w działaniach PSP”.



Wydawnictwo CNBOP-PIB
Józefów 2022

Redakcja naukowa:

nadbryg. dr inż. Mariusz Feltynowski, prof. SGSP

Redakcja merytoryczna:

mgr inż. Grzegorz Zawistowski

Recenzja naukowa:

gen. dyw. w st. spocz. dr hab. inż. Leszek Cwojdziański
dr hab. Janusz Ziarko

Przygotowanie do wydania:

Anna Golińska
Aleksandra Grzęda
Katarzyna Szulejewska

Skład i projekt okładki:

Małgorzata Żurniewicz-Turno

Grafiki na okładce:

www.freepik.com

ISBN: 978-83-958583-3-8

DOI: 10.17381/2022.1

© Copyright by Centrum Naukowo-Badawcze

Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowy Instytut Badawczy, Józefów 2022

Pewne prawa zastrzeżone. Publikacja jest udostępniona na licencji CC BY-SA 4.0.

Wydawca:

Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej

im. Józefa Tuliszkowskiego

Państwowy Instytut Badawczy

05-420 Józefów k/Otwocka, ul. Nadwiślańska 213

www.cnbop.pl

Druk i oprawa: www.drukujzsensem.pl

Nakład: 100 egz.

Spis treści

Wstęp	5
Część I.	
Zakres i technika wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w działaniach ratowniczych PSP	9
Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w straży pożarnej	11
Wykorzystanie dronów przez PSP na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa publicznego jako wyraz troski o prawa człowieka	49
Precyzyjne pozycjonowanie wstępne oraz bezpośrednie przygotowanie nawigacyjne w pracy operacyjnej RPAS.....	65
Część II.	
Bezpieczeństwo wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych	87
Ocena ryzyka w operacjach systemów BSP na przykładzie metody SORA	89
Wpływ stresu na zdolność do pilotażu BSP podczas działań ratowniczo-gaśniczych	113
Bezzałogowe statki powietrzne w PSP a Zintegrowany System Kwalifikacji.....	125
Część III.	
Badania i produkcja bezzałogowych statków powietrznych.....	143
Badania laboratoryjne wybranych elementów BSP	145
Zasady nadzoru procesu produkcji BSP przeznaczonych do działań ratowniczych.....	161
Koncepcja systemu certyfikacji BSP wykorzystywanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowej	173
Zakończenie.....	199
Noty biograficzne	201

Minęły niespełna 3 lata od ukazania się w CNBOP-PIB pierwszej monografii naukowej pt. *Wykorzystanie bezzałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, wydanej w ramach projektu „Sterowanie autonomicznym dronem za pomocą gogli (monookularu)” nr DOB-BIO9/26/04/2018 finansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. Projekt realizowano w zakresie badań naukowych i prac rozwojowych na rzecz obronności i bezpieczeństwa państwa. W CNBOP-PIB komórką odpowiedzialną za prowadzenie tego projektu było Centrum Dronów. Pierwsze doświadczenia na temat badań dotyczących możliwości zastosowań BSP i robotyki w akcjach ratowniczych zdobywano w Instytucie, realizując w latach 2007–2014 projekt Proteus pt. „Zintegrowany mobilny system wspomagający działania antyterrorystyczne i antykryzysowe” nr POIG.01.01.02-00-014/08. Po raz kolejny aktywowano działalność w tym zakresie dwa lata przed rozpoczęciem realizacji projektu nr DOB-BIO9/26/04/2018. Początkowo koncentrowano się na prowadzeniu szkoleń operatorów bezzałogowych statków powietrznych (BSP) dla straży pożarnej i służb realizujących zadania z zakresu zarządzania kryzysowego. Z kolei w latach 2017–2018 CNBOP-PIB uczestniczo w wydaniu dwóch kolejnych edycji rocznych raportów dotyczących rynku dronów w Polsce zatytułowanych odpowiednio *Świt w dolinie śmierci*¹ oraz *Jutrzenka*². W latach 2017–2021 współorganizowano także konkursy zespołów akademickich „Droniada”³ oraz „DroneTech World Meeting”⁴ (w latach 2018–2021) – największe w Polsce, cykliczne wydarzenie poświęcone systemom bezzałogowym i autonomicznym. Zebrane w ten sposób kilkuletnie doświadczenia w świecie szeroko pojmowanych nowych technologii dotyczących eksploatacji platform bezzałogowych oraz praktyczne doświadczenia z akcji ratowniczych, to niewątpliwie właściwy materiał na kolejną, uaktualnioną publikację.

Niniejsze opracowanie jest merytorycznie powiązane z powyżej wspomnianą poprzednią monografią, jednak zawiera bardziej aktualną wiedzę, wynikającą z doświadczeń ostatnich lat, związaną z rozbudową floty dronowej w straży pożarnej⁵, ale równocześnie skorygowaną o perspektywę możliwości sprzętowych i faktyczne zastosowanie BSP w działaniach operacyjnych. Treść i ustalenia poczynione przez autorów monografii

¹ Fundacja Instytut Mikromakro, *Świt w dolinie śmierci. Rynek dronów w Polsce*, edycja 2017, Warszawa 2016.

² Fundacja Instytut Mikromakro, *Jutrzenka. Rynek dronów w Polsce*, edycja 2018, Warszawa 2017.

³ Przedsięwzięcia realizowane przez CNBOP-PIB we współpracy z organizatorem „Droniady” Fundacją Instytut Mikromakro.

⁴ Przedsięwzięcie organizowane przez Instytut Wspierania Nowych Technologii z Torunia we współpracy z CNBOP-PIB.

⁵ Wg SWD ST-PSP w OSP i PSP łącznie jest 109 BSP [dostęp: 27.09. 2021].

z uwzględnieniem skuteczności i bezpieczeństwa działań z wykorzystaniem BSP, pozwalają na częściowe wypełnienie luki w poziomie wiedzy naukowej opisującej przedmiotowe zagadnienia, powstałej w wyniku szybkiego rozwoju technologii bezzałogowych w PSP. Jednakże należy podkreślić, że przedstawiona tutaj treść nie wyczerpuje tematu. Ze względu na przewidywany w strukturach Państwowej Straży Pożarnej dalszy przyrost floty bezzałogowców oraz pilotów konieczne jest przeprowadzanie kolejnych badań i publikacji naukowych w zakresie wykorzystania bezzałogowych systemów latających w działaniach straży pożarnej.

Odnośnie treści metodologicznych dotyczących przygotowywanej monografii należy zauważyć za M. Cieślarczykiem⁶, że przy wyborze właściwych do tej publikacji metod badawczych należy uwzględnić:

- przedmiot i cel badań oraz rodzaj problemu badawczego,
- ilość czasu, sił i środków, które można przeznaczyć na badania,
- znajomość i możliwość wykorzystania danej metody w monografii.

Powyższe założenie przyświecało zespołowi autorskiemu od samego początku prac na publikacją. W tym miejscu warto odnotować, że dziedzina nauk dotyczących obronności i bezpieczeństwa, do której należy obszar będący tematem monografii, jest rozległa i trudna do pewnego wskazania. Sama doktryna przedstawicieli tej dziedziny jest rozbieżna w zakresie określania przedmiotu badań. W. Puślecki uważa, że jest to „ściśle zdefiniowany wycinek rzeczywistości społeczno-przyrodniczej, stanowiącej obiekt zainteresowań poznawczych określonej dyscypliny naukowej”⁷, natomiast według M. Cieślarczyka „przedmiotem badań w naukach wojskowych są fakty, procesy oraz zjawiska”. Wobec tego ustalono, że przedmiotem badań realizowanym na potrzeby niniejszego opracowania w ramach dyscypliny nauki o bezpieczeństwie było zidentyfikowanie faktów, procesów i zjawisk, które mogą mieć wpływ lub mają miejsce w zakresie przygotowania formacji ratowniczej, operatora, pilota, drona do szerokiego i bezpiecznego użycia w ochronie przeciwpożarowej i ratownictwie, w tym również tych, które mogą mieć wpływ na działania innych służb podległych ministrowi właściwemu ds. wewnętrznych.

W związku z powyższym, za cel niniejszej monografii przyjęto usprawnienie zastosowania BSP w obszarze ochrony przeciwpożarowej i ratownictwie poprzez uzupełnienie brakującej wiedzy w zakresie nauk o bezpieczeństwie dotyczącej zastosowania BSP i popularyzację wyników badań.

Zgodnie z wyżej wybraną metodą naukową, o problemie badawczym mówimy wówczas, gdy zachodzi potrzeba zdobycia wiedzy (obok wiedzy funkcjonuje równoległe obszar niewiedzy). Jak zauważa J. Apanowicz, z niewiedzą ściśle związany jest problem naukowy, który uważany jest za problem badawczy. Sformułowanie tego problemu polega na określeniu

⁶ M. Cieślarczyk, *Metody, techniki i narzędzia badawcze oraz elementy statystyki stosowane w pracach magisterskich i doktorskich*, Warszawa 2003, s. 41.

⁷ W. Puślecki, *Metody badań pedagogicznych*, Wyd. ODN, Kalisz 1985, s. 3.

– na podstawie dotychczasowej posiadanej wiedzy – pewnego obiektywnego stanu, obszaru niewiedzy⁸. Stosownie do przyjętego celu, problem badawczy w niniejszej monografii sprowadzał się do próby odpowiedzi na pytanie: jakich zmian należy dokonać w procesie przygotowania sprzętu, pilota, zakresu zastosowania i nadzoru, aby zwiększyć skuteczność i poprawić bezpieczeństwo stosowania BSP w ochronie przeciwpożarowej i ratownictwie?

Rozwiązanie tak sformułowanego problemu badawczego narzuciło tryb postępowania zmierzający do realizacji w kolejnych częściach publikacji trzech kolejnych kroków badawczych:

1. Przedstawienia obecnego zakresu i technik wykorzystania BSP w działaniach ratowniczych PSP.
2. Przedstawienia elementów wpływających na bezpieczne użytkowanie BSP dot. analizy ryzyka w operacjach bezzałogowców latających, kompetencji i kwalifikacji pilota z uwzględnieniem stresu występującego podczas realizacji czynności ratowniczych.
3. Przedstawienia wyników wybranych badań laboratoryjnych dotyczących eksploatacji BSP i propozycji zmian prawnoorganizacyjnych zwiększających bezpieczeństwo i nadzór nad wprowadzanymi do zastosowania w zakresie bezpieczeństwa publicznego systemami bezzałogowymi.

Badania wstępne obejmujące literaturę uzasadniły podjęcie analizy nad zastosowaniem BSP w ratownictwie, a udział w ćwiczeniach, akcjach i projektach oraz pracach badawczych z wykorzystaniem tej technologii spowodował, że do problemów badawczych wynikających z trzech powyższych kroków przyjęto trzy hipotezy szczegółowe:

1. Zakres rozważań teoretycznych, a następnie praktycznych zastosowań BSP w ratownictwie i ochronie przeciwpożarowej rozwija się od kilkunastu lat. Przyпуска się, że najczęstsze obecnie użycie BSP to monitoring miejsca zdarzenia, bezprzewodowa transmisja obrazu światła widzialnego oraz podczerwieni jak również możliwość dostarczenia drobnego sprzętu ratowniczego.
2. Bezpieczeństwo jest kluczowym elementem zastosowania BSP. Przyпуска się, że jednym z największych obecnie problemów, z jakim mają do czynienia piloci BSP w służbach MSWiA jest analiza ryzyka prowadzenia operacji bezzałogowych oraz brak standardów kwalifikacji dotyczący ich kompetencji.
3. W ochronie przeciwpożarowej w Polsce wg danych KG PSP z końca 2021 r. jest już ponad sto BSP. Zakłada się, że w celu zwiększenia bezpieczeństwa eksploatacji i nadzoru nad wprowadzanymi do zastosowania w zakresie bezpieczeństwa publicznego systemami bezzałogowymi możliwe i uzasadnione jest wprowadzenie właściwych standardów.

⁸ J. Apanowicz, *Metodologiczne uwarunkowania pracy naukowej. Prace doktorskie. Prace habilitacyjne*, Difin, Warszawa 2005, s. 68–69.

Założony cel pracy w połączeniu z kolejnymi krokami i problemami badawczymi mającymi za zadanie podjęcie próby weryfikacji hipotez, wskazywał na zasadność zastosowania w publikacji w poszczególnych artykułach metod teoretycznych takich jak: analiza, synteza, abstrahowanie, wnioskowanie, porównanie, analogia.

W przypadku powyższych metod teoretycznych „badanie (...) polega jedynie na określonym rozumowaniu przy dążeniu do pełnego, obiektywnego odzwierciedlenia rzeczywistości”⁹.

Treści ujęte w monografii powstawały ze szczególnym uwzględnieniem wieloletniego doświadczenia redaktora naukowego w działaniach pionu operacyjnego Państwowej Straży Pożarnej oraz udziału całego zespołu autorów w projektach i pracach badawczo-rozwojowych wykorzystujących problematykę BSP¹⁰. Szczególny nacisk położono na kryterium oceny użyteczności poruszanych zagadnień dla służb MSWiA odpowiedzialnych za bezpieczeństwo powszechne i porządek publiczny, w tym także aktualne bezpieczeństwo wschodniej granicy państwa, ale przede wszystkim dla działań podejmowanych przez straż pożarną. Potrzebę podjęcia prac nad drugą monografią dotyczącą BSP i jej zakresem tematycznym uzasadnia niezmiennie marginalna liczba pozycji tego typu na rynku wydawniczym. Publikacja ta dedykowana jest czytelnikowi reprezentującemu zarówno sferę nauki, jak i praktyki, zainteresowanemu technologicznym doskonaleniem obszaru praktycznego wykorzystania BSP i rozwoju usług dronowych.

⁹ B. Szulc, Z. Mazurek, *Podstawy tożsamości metodologicznej nauk wojskowych*, praca naukowo-badawcza, Wyd. AON, Warszawa 2010, s. 104–105.

¹⁰ 1. Projekt „e-Notice” – European Network of CBRN Training Centres, realizacja 2017–2022, źródło Horyzont 2020, tematyka: Utworzenie paneuropejskiej sieci centrów prowadzących szkolenia, testy oraz demonstracje funkcjonalne z zakresu ochrony przed zagrożeniami CBRN.
2. Projekt FIRE-IN: Fire and Rescue Innovation Network, realizacja 2017–2022, źródło Horyzont 2020, tematyka: Stworzenie europejskiej sieci koordynacyjnej, która będzie służyła do celów badań naukowych, innowacji i normalizacji oraz tworzenia zaleceń dotyczących wdrażania perspektywicznych rozwiązań, które odpowiadają na potrzeby praktyków zajmujących się pożarnictwem i ratownictwem).
3. Projekt OZAB – opracowanie innowacyjnego systemu zarządzania bezpieczeństwem obiektów zabytkowych w zurbanizowanych centrach miast, realizacja 2015–2018, źródło: NCBiR, konkurs NCBR DOB-BIO7/08/01/2015.
4. Projekt EASER: Enhancing Assessment in Search and Rescue, realizacja 2018–2020, tematyka: opracowanie rekomendacji i standardowych procedur operacyjnych dot. rozpoznania wstępnego prowadzonego przez grupy poszukiwawczo ratownicze w trakcie działań ratowniczych po trzęsieniach ziemi uwzględniając przeszkody składające się na tzw. „efekt bariery”, źródło: Mechanizm Ochrony Ludności UE.
5. Projekt ASSISTANCE: Adapted situation awarenESS tools and tailored training curricula for increaSing capabilities and enhANCing the proTeCtion of first responders; realizacja: 2019–2021, źródło Horyzont 2020, tematyka: integracja nowoczesnych narzędzi i technologii (np. drony/roboty wyposażone w różne czujniki, itp.), budowa platformy, której głównym celem jest zwiększenie ochrony i wydajności organizacji „first responders”, które współpracują ze sobą podczas łagodzenia skutków dużych katastrof oraz utworzenie europejskiej sieci szkoleniowej, która zapewni szkolenia w oparciu o nowoczesne rozwiązania VR, AR (wirtualną, mieszaną i/lub rozszerzoną rzeczywistość).
6. Projekt e-Pionier – wykorzystanie potencjału uczelni wyższych na rzecz podniesienia innowacyjności rozwiązań ICT w sektorze publicznym, realizacja 2017–2019, źródło: NCBiR, Program Operacyjny Polska Cyfrowa, Oś III Cyfrowe kompetencje społeczeństwa, Działanie 3.3. „e-Pionier – wsparcie uzdolnionych programistów na rzecz rozwiązywania zidentyfikowanych problemów społecznych lub gospodarczych”; tematyka: opracowanie systemu (MPV) precyzyjnego lądowania UAV na niestabilnej platformie dla jednostki bezzałogowej.

Część I

**Zakres i technika wykorzystania
bezzałogowych statków powietrznych
w działaniach ratowniczych PSP**

Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w straży pożarnej

dr inż. Jacek Roguski,
profesor CNBOP-PIB

Wprowadzenie

Państwowa Straż Pożarna (PSP) odgrywa kluczową rolę w zakresie neutralizacji skutków zamachów terrorystycznych. Wszelkie działania ratownicze w czasie zagrożenia o charakterze terrorystycznym oparte są na zachowaniu priorytetu ratowania życia i zdrowia oraz technologii działań służących minimalizacji skutków zdarzenia. Podczas zdarzeń z udziałem materiałów niebezpiecznych, PSP podejmuje czynności z zakresu rozpoznawania skażeń substancjami chemicznymi, biologicznymi oraz skażeń radiacyjnych. Jednostki PSP wyposażone są w sprzęt do prowadzenia czynności dekontaminacyjnych – w ograniczonym zakresie dla ludzi (dekontaminacja wstępna) oraz w pełnym zakresie dla sprzętu biorącego udział w akcji.

Od 1995 roku funkcjonuje w Polsce, zorganizowany przez PSP, krajowy system ratowniczo-gaśniczy (KSRG)¹, który stanowi integralną część organizacji bezpieczeństwa wewnętrznego państwa. Ma on na celu ochronę życia, zdrowia, mienia lub środowiska poprzez walkę z pożarami lub innymi klęskami żywiołowymi. W jego skład wchodzi ratownictwo techniczne, chemiczne, ekologiczne i medyczne. System zakłada ścisłą współpracę z jednostkami systemu Państwowego Ratownictwa Medycznego oraz systemem powiadamiania ratunkowego.

¹ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz.U. 2017 poz. 1319 z późn. zm.); J. Roguski, D. Szulczyńska, *Wykorzystanie innowacyjnych technologii w działaniach ratowniczo-gaśniczych PSP w celu podnoszenia bezpieczeństwa funkcjonariuszy i ochrony środowiska*, SFT Vol. 57 Issue 1, 2021, pp. 100–113.

Podstawowym założeniem w budowie systemu ratowniczo-gaśniczego było stworzenie jednolitego i spójnego układu, skupiającego powiązane ze sobą różne jednostki ochrony przeciwpożarowej, inne służby, inspekcje, straże, instytucje oraz podmioty, które dobrowolnie – w drodze umowy cywilnoprawnej – zgodziły się współdziałać w akcjach ratowniczych. Jednostki wchodzące w skład krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego w ramach posiadanych sił i środków współpracują z właściwymi organami i podmiotami podczas zdarzeń nadzwyczajnych, wywołanych zagrożeniem czynnikiem biologicznym również podczas zdarzeń o charakterze terrorystycznym. Jednostki systemu biorą także udział w likwidacji zagrożenia (w tym w działaniach ratowniczych, w przypadku wystąpienia zdarzenia radiacyjnego). Bezpośrednie działania ratownicze wykonywane są niejednokrotnie w strefach zagrożenia wybuchem, narażenia na działanie różnego rodzaju promieniowania. Czasem ekstremalnie trudne warunki, w jakich przychodzi działać ratownikom, wywołują u nich bardzo duże obciążenie fizyczne, co skutkuje koniecznością częstej wymiany ekip ratowniczych w strefach działań. Najczęściej identyfikacja zagrożenia oparta jest na analizie obrazu z kamer oraz odczytu danych (oznakowania) przenośnych urządzeń identyfikacyjno-pomiarowych, wyposażonych w odpowiednie sondy. Poprawę skuteczności i bezpieczeństwa działań ratowniczych w strefach zagrożenia można osiągnąć poprzez wprowadzenie robotów – zdalnie sterowanych platform mobilnych, wyposażonych w odpowiedni sprzęt rozpoznawczy i ratowniczo-gaśniczy. Dzięki nim strażak-ratownik mógłby zostać odsunięty od strefy bezpośredniego zagrożenia życia i zdrowia. Dodatkową zaletę stanowią możliwości robocze konstrukcji, które pozwalają na jej długotrwałą eksploatację w warunkach ekstremalnych. W procesach dynamicznych, gdzie skutki zdarzenia rosną z upływem czasu, czynnikiem decydującym o powodzeniu akcji ratowniczej jest czas od chwili zaistnienia zdarzenia do podjęcia działań ratowniczych. Brak sprzętu o odpowiedniej mobilności powoduje, że dotarcie na miejsce akcji jest znacznie opóźnione i wymaga olbrzymiego wysiłku fizycznego, a pomoc poszkodowanym i ich ewakuacja poza strefę zagrożenia przeciąga się w czasie. Stąd też istotnego znaczenia nabiera problem zbudowania pojazdu wsparcia akcji ratowniczo-ratowniczych prowadzonych w szczególnie trudnych warunkach, do których możemy zaliczyć:

- możliwość wystąpienia wybuchu par cieczy i gazów,
- możliwość „okrażenia” przez pożar,
- wyrzuty substancji toksycznych, produktów rozkładu termicznego lub spalania,
- bardzo silne promieniowanie cieplne i radiacyjne,
- wysoka zmienność sytuacji i wystąpienie niespodziewanych zagrożeń, przy których wyposażenie ratowników w standardowe środki ochrony indywidualnej jest niewystarczające (o czym świadczą wypadki – również śmiertelne – wśród ratowników),
- konieczność prowadzenia działań na obszarach niedostępnych dla standardowych pojazdów ratowniczych.

Opierając się na klasyfikacji Międzynarodowej Federacji Robotyki², roboty wykorzystywane w działaniach straży pożarnych i innych służb ratowniczych należą do grup opisanych poniżej.

Roboty mobilne – są to roboty z napędem kołowym lub gąsienicowym, znajdujące zastosowanie w różnych dziedzinach nauki i techniki. Podstawowym kryterium ich klasyfikacji jest liczba kół napędzanych i kierowanych.

Roboty kroczące – jest to szybko rozwijająca się grupa robotów, przeznaczonych do realizacji różnych wybranych funkcji lokomocyjnych.

Roboty latające – roboty poruszające się w przestrzeni trójwymiarowej, przeznaczone np. do celów zwiadowczych, rozpoznawczych.

Roboty podwodne – roboty przeznaczone do badań głębin morskich, działalności badawczo-naukowej, ratownictwa, kontroli technicznej urządzeń podwodnych oraz w zadań wojskowych, takich jak ochrona przeciwminowa, rozpoznanie.

Użycie zdalnie sterowanego pojazdu w rejonach niebezpiecznych, ograniczających możliwości bezpośredniej obserwacji jego otoczenia, stawia szczególnie wysokie wymagania systemowi sterowania i zobrazowania. Powinien on umożliwiać obserwację terenu i otoczenia, osprzętów roboczych oraz lokalizację pojazdu względem przeszkód³.

Dlatego wskazane jest wykorzystanie systemu wizyjnego, który pozwoli na zobrazowanie położenia pojazdu i jego lokalizację względem obiektów o znanym położeniu oraz względem celu misji. Zebrane dane powinny być przesyłane do stanowiska operatora. Efektywność działania wymaga teleoperacji tzn. zdalnego sterowania z pominięciem możliwości wykorzystania przez operatora bezpośrednich bodźcowych sprzężeń zwrotnych na dystansie nie mniejszym niż 0,5 km. Zasadniczym problemem, jaki wymaga rozwiązania, jest przekazywanie danych mające na celu zobrazowanie położenia i otoczenia pojazdu przy ograniczonej przepustowości kanałów transmisji⁴.

² http://e-learning.prz.edu.pl/pluginfile.php/94599/mod_resource/content/1/W4.pdf [dostęp: 04.10.2021].

³ M. Łopatka, A. Typiak, *Koncepcja pojazdu transportowego o wysokiej mobilności*, „Logistyka” 2009, 3.

⁴ A. Typiak, R. Typiak, T. Muszyński, *Support robots for the polish armed forces*, 5th IARP RISE'2011 'Robotics for risky interventions and Environmental Surveillance-Maintenance' Brussels – Leuven, Belgium 2011, 6, s. 112–118.

1. Roboty mobilne – bezzałogowe platformy lądowe (BPL)

Według Międzynarodowej Federacji Robotyki robot to mechaniczne urządzenie wykonujące automatycznie pewne zadania. Działanie robota może być sterowane przez człowieka, przez wprowadzony wcześniej program, bądź przez zbiór ogólnych reguł, które zostają przełożone na działanie robota przy pomocy technik sztucznej inteligencji. Domeną ich zastosowań są też te zadania niebezpieczne, które stanowią zagrożenie dla człowieka, na przykład związane z manipulacją szkodliwymi dla zdrowia substancjami lub przebywaniem w nieprzyjaznym środowisku.

W przypadku bezzałogowych platform lądowych (BPL) podstawowym celem jest zwiększanie dystansu między człowiekiem a zagrożeniem. Dotyczy to głównie realizacji zadań w warunkach szczególnie uciążliwych lub szkodliwych dla ludzi. Przeprowadzone analizy literaturowe pokazały, że na świecie istnieje wiele modeli tego typu pojazdów, których aktywności polegają najczęściej na rozpoznaniu zagrożenia, podjęciu niewielkich ładunków, przeniesieniu ich w bezpieczne miejsce bądź neutralizacji w miejscu zidentyfikowania⁵.

Poszukiwano jednak rozwiązań konstrukcyjnych, które spełnią nowe oczekiwania i będą zdolne do realizacji stawianych im zadań. Pierwsze konstrukcje tego typu robotów powstały w latach 90-tych XX wieku – były to zautomatyzowane, przystosowane do teleoperacji maszyny inżynieryjne, głównie koparki gaśnicowe, kołowe i samochodowe oraz ładowarki i spycharki. Jednak ich cena i koszty eksploatacji były stosunkowo wysokie, a własności robocze słabo dostosowane do potrzeb.

Różnorodność zadań, przed jakimi stają obecnie jednostki służb ratowniczych (w tym jednostki straży pożarnej) – niejednokrotnie nie odbiega od zadań realizowanych przez wojskowe jednostki specjalne misji pokojowych. Stąd też wymagania dla wojskowego robota wsparcia pokojowych misji ratowniczych nie będą odbiegały od wymagań stawianych robotom pracującym w warunkach prowadzonych działań ratowniczych.

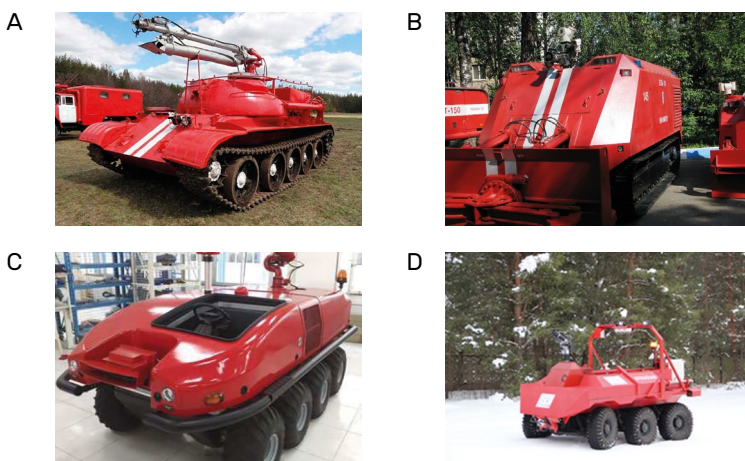
Definiując cechy, jakie powinien posiadać robot wsparcia misji ratowniczych – podobnie jak w przypadku robotów militarnych – należy rozgraniczyć je w aspekcie sprecyzowanych zadań dla konkretnego robota. Niemniej jednak wspólną grupą założeń dla wszystkich robotów tego typu będą wymagania związane z możliwościami trakcyjnymi, a więc mobilnością w różnych warunkach terenowych, zarówno w terenie otwartym, jak i zurbanizowanym⁶. Pożądane zdolności robocze w zadaniach ratownictwa w terenie zurbanizowanym wymagają, aby były to pojazdy lekkie o prędkościach

⁵ A. Bartnicki, *Pojazdy specjalne stosowane w akcjach ratowniczych jednostek straży pożarnej*, „Logistyka” 2011, 6.

⁶ J. Roguski, D. Czerwienko, *Bezzałogowe platformy lądowe*, BiTP Vol. 30 Issue 2, 2013, pp. 81–90.

przejazdowych ok. 5–10 km/h i roboczych do kilku km/h, z możliwością bezstopniowej zmiany i czasie realizacji misji ograniczonej do 1–2 godzin⁷.

Roboty te powinny być wyposażone w osprzęt roboczy o kinematyce pozwalającej zarówno na penetrację przestrzeni wewnątrz budynków, jak i podnoszenie niewielkich przedmiotów oraz posiadać układ jezdny umożliwiający poruszanie się po trudnym podłożu. Zastosowanie nowoczesnego systemu sterowania umożliwia zdalne sterowanie pojazdem i jego wyposażeniem z odległości nawet kilkuset metrów, co skutecznie odsuwa zagrożenie i zmniejsza ryzyko w trakcie niebezpiecznych akcji. Jest to jeden z najbardziej perspektywicznych kierunków rozwoju omawianego sprzętu, którego przykłady zaprezentowano na rycinie 1.



Ryc. 1. Roboty pożarnicze minimalizujące bezpośrednie zagrożenie ratownika: A – robot na podwoziu gaśnicowym Soyka 1 (Rosja), B – robot firmy DOK-ING (Chorwacja), – robot gaśniczy (Niemcy), D – Bezzałogowa Platforma Lądowa Strażak

Źródło: S.G. Carichenko, *Ekstremal'naya robototekhnika v MChS Rossii – zadachi i perspektivy*, BiTP Vol. 28 Issue 4, 2012, pp. 97–106 (ryc. A, B); archiwum autora (C, D).

Na podstawie analizy wykorzystania wdrożonych rozwiązań można stwierdzić, że dominują dwa podstawowe obszary zastosowań⁸:

- prowadzenie akcji gaśniczej w strefie niebezpiecznej (roboty gaśnicze jako mobilny nośnik działka wodnego – do tego celu wykorzystywane są platformy wysokiej zwrotności i mobilności);

⁷ A. Bartnicki, J. Łopatka, *Wymagania stawiane platformom mobilnym w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych*, „Logistyka” 2011, 6, s. 83–93.

⁸ A. Bartnicki, *Pojazdy specjalne ...*, dz. cyt.

- torowanie dróg oraz usuwanie niebezpiecznych materiałów ze strefy bezpośredniego zagrożenia (roboty wsparcia – jako maszyny bazowe wykorzystywane są najczęściej mini-maszyny).

Zdaniem autora, co potwierdzają również źródła literaturowe⁹, głównym celem robotyki pożarniczej jest wykonywanie różnego rodzaju prac w ekstremalnych warunkach zewnętrznych, które są niebezpieczne i szkodliwe dla człowieka lub nawet całkowicie wykluczają jego obecność. Tak sformułowany obszar działania precyzuje wymagania dotyczące systemów robotycznych w odniesieniu do sytuacji awaryjnych. Wówczas do ich zadań należą następujące operacje technologiczne:

- rozpoznanie i oględziny stref awaryjnych w celu kontroli wzrokowej, radiochemicznej, określenia lokalizacji obiektów i stanu wyposażenia technologicznego w strefie awarii, identyfikacji miejsc i charakteru uszkodzeń sprzętu ratowniczego;
- czynności załadunkowo-rozładunkowe i transportowe mające na celu dostarczenie sprzętu technicznego i materiałów na miejsce pracy, wykonywanie prac inżynierskich w celu usunięcia gruzu i demontażu konstrukcji awaryjnych, odbiór i transport niebezpiecznych przedmiotów na miejsce ich unieszkodliwiania;
- manipulacyjne prace technologiczne przy montażu i demontażu urządzeń, nakładanie i usuwanie powłok, uszczelnianie nieszczelności na rurociągach i urządzeniach technologicznych, przenoszenie materiałów radioaktywnych i wybuchowych, instalowanie podpór i podnośników, spawanie i cięcie konstrukcji metalowych, wiercenie, cięcie konstrukcji budowlanych, otwieranie drzwi i włazów;
- prace porządkowe w celu dekontaminacji terenu, budynków i urządzeń, zbieranie i usuwanie rozlanych materiałów silnie toksycznych, wypompowywanie wycieków substancji silnie toksycznych;
- gaszenie – w tym rozpoznanie źródła/ogniska – pożaru, jego lokalizacja i gaszenie;
- poszukiwanie osób w rejonie zagrożenia i ich późniejsza ewakuacja.

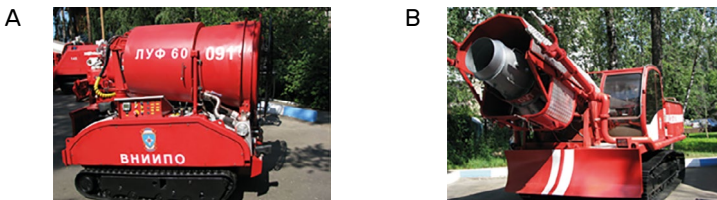


Рис. 2. Roboty wyposażone w system do zraszania dużych powierzchni: A – system gaśniczy LUF-60 (Austria), B – mobilny robot gaśniczy na podwoziu gąsienicowym МПУ ГБТ-15021 (Rosja)

Źródło: archiwum autora.

⁹ S.G. Carichenko, *Ekstremal'naya robototekhnika v MChS Rossii – zadachi i perspektivy*, BiTP Vol. 28 Issue 4, 2012, pp. 97–106; Ye.I. Yurevich, *Osnovy robototekhniki*, St. Petersburg 2017; YE.I. Yurevich, S.G. Tsarichenko, *Opyt i perspektivy razvitiya modul'nykh robototekhnicheskikh sistem ekstremal'noy robototekhniki*, Trudy XXI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii „Ekstremal'naya robototekhnika”, St. Petersburg 2010, s. 21–26; J. Roguski, D. Czerwieńko, *Bezzalagowe platformy lądowe*, BiTP Vol. 30 Issue 2, 2013, pp. 81–90.

Przykładowo, dla zwiększenia skuteczności gaszenia pożaru oraz zmniejszenia ryzyka obrażeń strażaków w przestrzeniach zamkniętych, stosuje się wielofunkcyjny system gaśniczy LUF-60 produkcji austriackiej (ryc. 2A). Mobilna jednostka gaśnicza LUF-60 jest samobieżnym zdalnie sterowanym pojazdem gąsienicowym, wyposażonym w zespół wentylatorowy z dyszami do pozyskiwania drobno rozpylonej wody lub piany o wydajności 7–40 l/s przy odległości podawania do 80 m, wytwornicę piany średniej z przepływem roztworu środka pianotwórczego do 14 l/s przy zakresie podawania piany do 35 m. Efekt gaszenia zapewniany jest dzięki możliwości transportu bezpośrednio na miejsce pożaru – za pomocą strumienia powietrza wytworzonego przez wentylator – drobno rozpylonej wody, piany o niskiej i średniej krotności/liczbie spienienia, co w efekcie powoduje obniżenie temperatury i stężenia produktów spalania w strefie pożaru.

VNIPO (Federalna Państwowa Instytucja Budżetowa VNIPO EMERCOM Rosji – rosyjski odpowiednik CNBOP-PIB) opracowało konstrukcję mobilnego robota gaśniczego na podwoziu gąsienicowym MPY ГBT-15021 (zob. rys. 2B), który przeznaczony jest do prowadzenia działań ratowniczo-gaśniczych w górnictwie, zakładach przetwórczych ropy i gazu, zakładach chemicznych, w warunkach silnego promieniowania ciepłego. Zdalne sterowanie pojazdem realizowane jest w zależności od potrzeb, z wykorzystaniem łączy wizyjnych i radiowych, ze stanowiska kierowania na odległość do 1000 m od źródła pożaru. Pozwala to na gaszenie, schładzanie konstrukcji obiektów oraz instalacji technologicznych w obiektach szczególnego przeznaczenia, np. elektrowniach jądrowych, magazynach uzbrojenia, zakładach produkcyjnych wykorzystujących lub produkujących toksyczne lub trujące substancje.

Podobną funkcję użytkową może spełniać system ratowniczo-gaśniczy MTSRG, który powstał w ramach projektu Mobilny Turbinowy System Ratowniczo-Gaśniczy, realizowany w latach 2014–2018, finansowany przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju. System został opracowany przez konsorcjum naukowe, w skład którego wchodziło m.in. CNBOP-PIB. W ramach systemu wykonano demonstrator technologii karosowany na podwoziu MAN TGM 18.290 (4×4), w którym źródłem gazów gaśniczych jest turbina lotnicza typu SO 3, stosowana w samolotach Iskra. W odróżnieniu od podobnych zagranicznych rozwiązań, funkcjonalność samochodu poszerzono o możliwość podawania zarówno wody, jak i proszków gaśniczych, a także środków dekontaminacyjnych ze źródeł zewnętrznych.

Problemem sygnalizowanym podczas realizacji projektu, dotyczącym teleoperacji związanych z kierowaniem robotami drogą radiową oraz odbiorem informacji z zainstalowanych czujników i urządzeń jest przerywanie odbioru sygnału radiowego, wynikające z przeciążenia sieci bądź jego zaniku w obszarze działania promieniowania jonizacyjnego. Doświadczenia użytkowników wskazują na konieczność dublowania systemów sterowania z uwzględnieniem połączeń kablowych oraz wzmocnienia sieci radiowych

stacjonarnymi lub mobilnymi przekaźnikami sygnału¹⁰ zamontowanymi na platformach mobilnych lub aerostatach (balonach) na uwięzi, dodatkowo wyposażonych w urządzenia do obserwacji w czasie rzeczywistym.

Według posiadanych informacji, w przypadku zaniku możliwości sterowania, roboty mogą powrócić na miejsce startu/miejsce odzyskania sygnału sterującego po wcześniej zadanej trasie z pomocą autonomicznych systemów sterowania.

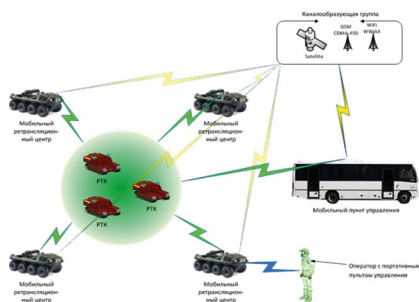


Рис. 3. Ogólny schemat sieci współdziałania

Źródło: S.G. Carichenko, *Ekstremal'naya robototekhnika v MChS Rossii – zadachi i perspektivy*, BiTP Vol. 28 Issue 4, 2012, pp. 97–106.

Brak dedykowanych służbom ratowniczym robotów powoduje, że do akcji niebezpiecznych wprowadza się – po uprzednim przystosowaniu – istniejące, dostępne na rynku maszyny robocze. Niemniej jednak charakter procesów realizowanych w ramach działań ratowniczych w obszarach: gaszenia pożarów, ewakuacji ludności, penetracji gruzowisk, rozpoznania skażeń, podejmowania i neutralizacji ładunków niebezpiecznych, zmniejszania zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych, wymaga budowy robotów specjalistycznych. Podobnie jak w przypadku rozwiązań militarnych, próba stworzenia robota uniwersalnego powoduje znaczny wzrost kosztów takiej konstrukcji, a jej narażenie na potencjalne zniszczenie w czasie realizacji zadania sprawia, że kierunki takich działań określa się jako ekonomicznie nieuzasadnione.

1.1. Przykłady projektów robotycznych realizowanych przez CNBOP-PIB

Zgodnie z zakresem zadań statutowych realizowanych przez CNBOP-PIB określonych w załączniku do decyzji nr 1 Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia

¹⁰ S.G. Carichenko, *Ekstremal'naya robototekhnika v MChS Rossii – zadachi i perspektivy*, BiTP Vol. 28 Issue 4, 2012, pp. 97–106.

12 stycznia 2021 r.¹¹ jednym z zadań Instytutu jako jednostki organizacyjnej Państwowej Straży Pożarnej jest prowadzenie prac naukowo-badawczych mających na celu podniesienie poziomu bezpieczeństwa ludności oraz ratowników poprzez wprowadzanie innowacyjnych technologii, do których niewątpliwie można zaliczyć technologie robotyczne, w tym stosowanie bezzałogowców.

Poniżej przedstawiono główne projekty naukowo-badawcze, które w ocenie autora znacząco wpłynęły na stan wiedzy oraz późniejsze praktyczne wykorzystanie robotów w strukturach jednostek ochrony przeciwpożarowej.

Projekt pt. „Zintegrowany mobilny system wspomagający działania antyterrorystyczne i antykryzysowe” o nr POIG.01.01.02-00-014/08 był realizowany w latach 2007–2014, przez konsorcjum w składzie:

- Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów – lider projektu,
- Centrum Badań Kosmicznych PAN,
- Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej – Państwowy Instytut Badawczy,
- Instytut Technologii Materiałów Elektronicznych,
- Politechnika Poznańska,
- Politechnika Warszawska.

Wymagania techniczne i operacyjne projektu zostały zdefiniowane we współpracy z przyszłymi użytkownikami (policja, straż pożarna, centra antykryzysowe). Proteus jest systemem operacyjnym złożonym ze współpracujących ze sobą elementów, gwarantujących efektywność w każdym rodzaju zagrożenia kryzysowego. Realizacja projektu umożliwiła wszystkim podmiotom biorącym w nim udział na pozyskanie nowej, unikalnej wiedzy, dzięki której w przyszłości będą one mogły skuteczniej współpracować z przemysłem w procesie opracowania innowacyjnych produktów. Każde urządzenie wchodzące w skład systemu pełni ściśle określoną funkcję, a zarazem stanowi jego integralną część. Elementy wchodzące w skład Proteusa funkcjonują już w służbach ratowniczych jako oddzielne jednostki, natomiast ich połączenie w jedną jednostkę operacyjną jest innowacyjne nawet w skali światowej. Centralnym elementem systemu jest mobilne centrum dowodzenia (MCD). Dane do MCD są dostarczane zarówno z zewnętrznych źródeł, jak i z pozostałych elementów systemu: samolotu bezzałogowego oraz trzech robotów mobilnych, które poza funkcją rozpoznawczą pełnią również kluczową rolę interwencyjną, eliminując zagrożenie dla życia i zdrowia ludzi w operacjach neutralizacji zagrożeń lub transportu materiałów niebezpiecznych.

W projekcie założono zbudowanie demonstratora składającego się z:

- mobilnego centrum dowodzenia wraz z podsystemem łączności – integrującego cały system modułu detekcyjnego wraz z czujnikami zagrożeń i nawigacji,

¹¹ Dziennik Urzędowy Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 12 stycznia 2021 r. poz.1.

- mobilnego centrum operatorów robotów z zestawem trzech specjalistycznych robotów mobilnych oraz bezpilotowego statku latającego przystosowanego do zbierania niezbędnych informacji oraz obserwacji w czasie rzeczywistym.

W wyniku realizacji projektu powstał zintegrowany system do zwalczania sytuacji kryzysowych, w tym terrorystycznych, w którego skład wchodzi:

- zestaw czujników niezbędnych do nawigacji i badania stanu otoczenia użytych robotów mobilnych oraz dla określenia stanu bezpieczeństwa środowiska (rozpoznanie ewentualnego skażenia chemicznego, biologicznego, promieniowania jonizującego),
- bezpilotowy statek latający,
- mały robot mobilny do celów inspekcyjno-ratowniczych,
- robot o zwiększonej funkcjonalności,
- robot interwencyjny (umożliwiający podjęcie aktywnych działań w rejonie zagrożenia),
- mobilne centrum dowodzenia,
- mobilne centrum operatorów robotów.

1.1.1. Elementy systemu operacyjnego Proteus¹²

Mobilne centrum dowodzenia (MCD)

Centrum dowodzenia, wykonane przez Politechnikę Poznańską na podwoziu marki Daf LF 55.220, wyposażone w szereg rozwiązań telekomunikacyjnych i informatycznych (z wykorzystaniem technik satelitarnych), które pozwalają na przetwarzane i analizowane danych nadchodzących z pozostałych elementów Proteusa, takich jak samolot bezałogowy czy roboty. Posiada ono następujące funkcjonalności:

- pozwala na rozwinięcie w rejonie akcji nowoczesnego, w pełni autonomicznego stanowiska dowodzenia,
- zostało wyposażone w system ekspercki, wielokryterialnie analizujący sytuację kryzysową i przedstawiający operatorom i kierującym akcją listę możliwych scenariuszy rozwiązania problemu,
- rozwiązania informatyczne w pojeździe zapewniają kierującemu działaniami najlepszą możliwą ocenę sytuacji, włącznie z elementami wirtualnej rzeczywistości,
- umożliwia wspomaganie podejmowania decyzji przez dostęp do zewnętrznych baz danych i systemów eksperckich ułatwiających ocenę i prognozowanie rozwoju sytuacji,

¹² J. Roguski, *Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych opracowanych w czasie realizacji projektów naukowo-badawczych, w: Innowacyjne technologie w straży pożarnej*, J. Roguski (red.), CNBOP-PIB, Józefów 2018, s. 19–38.

- posiada systemy łączności i wymiany informacji zapewniające efektywną współpracę z różnych służb oraz komunikację ze stacjonarnymi stanowiskami kierowania. W rezultacie mobilne centrum dowodzenia stanowi nowoczesny mobilny rozproszony system gromadzenia i dystrybucji informacji, stanowiący integralny element złożonego systemu, o unikalnej w skali europejskiej funkcjonalności.

Mobilne centrum operatorów robotów (MCOR)

MCOR karosowane na podwoziu marki Daf LF, przystosowane zostało do przewozu 3 robotów wchodzących w skład systemu oraz zarządzania ich pracą. Pojazd wyposażony został w przenośne konsole operatorów robotów oraz w system łączności z centrum dowodzenia w ramach podstawowego stanowiska dowodzenia akcją.

Mały robot mobilny (MRM)

Najmniejszy z robotów systemu Proteus, zaprojektowany i wykonany z myślą o działaniach rozpoznawczych oraz w trudnodostępnych miejscach. Został wyposażony w kamerę wizyjną oraz termowizyjną, a także gaśnicowy układ napędowy, który umożliwia pokonywanie przeszkód o wysokości nawet 0,5 metra. Masa 50 kilogramów, wymiary: dł. 97 cm, szer. 58 cm, wys. 30 cm.

Robot mobilny interwencyjny (RMI)

Średniej wielkości robot systemu Proteus, przystosowany do działań interwencyjnych. Wyposażony w dwumetrowy manipulator o udźwigu około 28 kg oraz różnego rodzaju czujniki do określania poziomu zagrożenia. Konstrukcja wysięgnika pozwala na zamontowanie sprzętu roboczego, np. nożyc do cięcia blachy. Robot skonstruowany został z myślą o przemieszczaniu się w trudnym terenie, a także krawężnikach czy schodach. Masa robota: 65 kg, wymiary: dł. 100 cm, szer. 60 cm, wys. 50 cm. Podobnie jak MRM, robot interwencyjny wyposażony jest w kamery, wizyjną oraz termowizyjną.

Robot mobilny o zwiększonej funkcjonalności (RMF)

Największy robot Proteusa, przystosowany do transportowania przedmiotów za pomocą manipulatora o zasięgu ponad 2 metrów i udźwigu powyżej 40 kg. Dzięki modułowej budowie pozwala na możliwość montażu dodatkowych czujników, kamer itp. Masa robota: 300 kg, wymiary: dł. 150 cm, szer. 90 cm, wys. 100 cm.

Powyższe roboty zostały zaprojektowane i wykonane przez Przemysłowy Instytut Automatyki i Pomiarów.

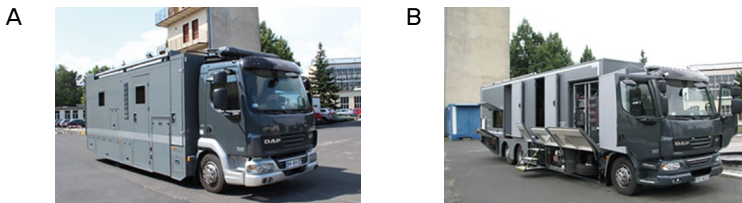
Bezzałogowy statek latający (BSL)

Dron został zaprojektowany i wykonany przez Politechnikę Poznańską. Posiada silnik

spalinowy, pozwalający osiągnąć pułap 4000 m i prędkość przelotową 100 km/h. Zapas paliwa pozwala na ośmiogodzinny lot samolotu. Masa własna BSL wynosi 40 kg, rozpiętość skrzydeł 6,2 m, a długość 2,85 m. Zastosowane rozwiązania konstrukcyjne i wyposażenie pozwalają na wspomaganie działań dzięki:

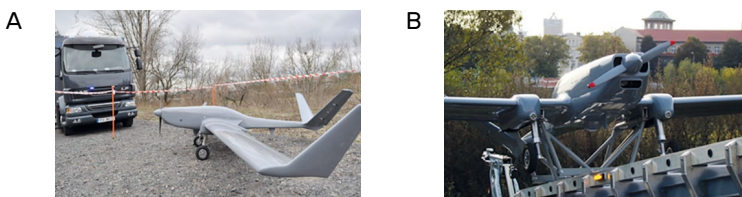
- wyposażeniu w szereg czujników, np. czujnik płomieni oraz różnego typu kamery,
- modułowej budowie umożliwiającej dostosowanie samolotu do różnego rodzaju akcji,
- automatyzacji i wykorzystaniu systemu GPS oraz możliwości planowania toru lotu, co umożliwi operowanie samolotem bez umiejętności w zakresie pilotażu,
- katapultcie umożliwiającej start z ograniczonej powierzchni.

Z uwagi na obowiązujące w tamtym czasie regulacje prawne dotyczące bezzałogowych statków powietrznych wprowadzone na podstawie ustawy z dnia 3 lipca 2002 roku Prawo lotnicze (Dz.U. z 2012 roku poz. 933, z późn. zm.) i nowelizacji z dnia 30 czerwca 2011 roku¹³, badanie własności użytkowych czujników przewidzianych do wykorzystania



Ryc. 4. Elementy systemu Proteus: mobilne centrum dowodzenia (A), mobilne centrum operatorów robotów (B)

Źródło: archiwum CNBOP-PIB.



Ryc. 5. Bezzałogowy statek latający: widok ogólny (A), na przyczepie/katapultcie (B)

Źródło: PIAP.



Ryc. 6. Mały robot mobilny

Źródło: PIAP.



Ryc. 7. Robot mobilny interwencyjny (RMI)

Źródło: PIAP.

¹³ Urząd Lotnictwa Cywilnego, Bezzałogowe statki powietrzne w Polsce, Raport o aktualnym stanie prawnym odnoszącym się do bezzałogowych statków powietrznych, Warszawa 2013, s. 2.



Ryc. 8. Robot mobilny o zwiększonej funkcjonalności

Źródło: archiwum CNBOP-PIB.

w BSL przeprowadzone zostały na innych samolotach bezzałogowych wykonanych przez Politechnikę Poznańską.

Projekt roboczy pt. „Technologia zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych” (2010–2013) realizowało konsorcjum w składzie:

- Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowy Instytut Badawczy – lider projektu,
- Sieć Badawcza Łukasiewicz – Instytut Technologii Eksploatacji,
- HYDROMEGA Sp. z o.o.,
- Wojskowa Akademia Techniczna,
- Wojskowy Instytut Chemii i Radiometrii.

Celem projektu było stworzenie zaawansowanego demonstratora technologii umożliwiającego zmniejszenie zagrożenia technicznego i środowiskowego spowodowanego wypadkiem lub awarią systemu technicznego. Demonstrator technologii został opracowany w formie bezzałogowego, mobilnego, zdalnie sterowanego systemu przeznaczonego do:

- szybkiego prowadzenia działań rozpoznawczych w zakresie wykrywania substancji niebezpiecznych w atmosferze bez narażania ratowników,
- zmniejszania stężenia substancji niebezpiecznych w powietrzu,
- ograniczania zasięgu emisji gazów toksycznych i par do atmosfery,
- odkażania strefy objętej skażeniami chemicznymi,
- podawania prądów gaśniczych, zwartych lub rozproszonych, w celu schładzania palących się obiektów,
- zwiększenie widoczności w strefie zadymionej.

Bezzałogowa platforma lądowa (BPL) „STRAŻAK” jako zaawansowany demonstrator technologii zaprojektowana została do działań przy rozpoznaniu i likwidacji skutków awarii chemicznych w zakładach przemysłowych i transporcie materiałów niebezpiecznych¹⁴.

¹⁴ J. Roguski, D. Czerwienko, *Bezzałogowe platformy lądowe*, BiTP Vol. 30, Issue 2, 2013, pp. 81–90.

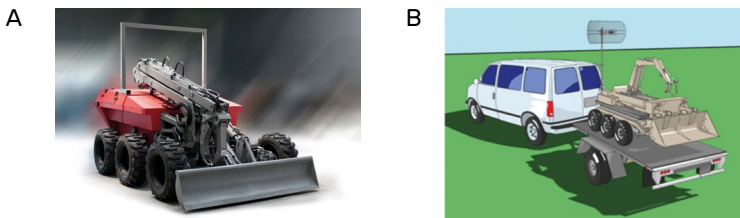


Ryc. 9. Bezzałogowa platforma lądowa (BPL) „STRAŻAK”

Źródło: archiwum CNBOP-PIB.

System umożliwia zwiększenie dystansu między człowiekiem a zagrożeniem oraz rozszerza zakres możliwości dotarcia do miejsca zdarzenia w szczególnie trudnych warunkach prowadzenia akcji ratowniczej. Pozwala na działania w strefie niebezpiecznej, chemicznej, z wyłączeniem strefy zagrożenia wybuchem, przy jednoczesnym pozyskaniu informacji o zagrożeniach w rejonie działania oraz odkażanie odkażalnikami ciekłymi i likwidację skażeń przy użyciu sorbentów.

Inny rodzaj bezzałogowej platformy lądowej został opracowany przez Instytut Budowy Maszyn Wydziału Mechanicznego WAT w konsorcjum z WB Electronics S.A. (lider) i Hydromegą Sp. z o.o. Robot ratowniczy „Florian”¹⁵ (ryc. 10A, 10B) powstał w wyniku realizacji projektu badawczo-rozwojowego pt. „Opracowanie i wdrożenie systemu bezzałogowego pojazdu ratowniczego” dofinansowanego przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju (NCBR).



Ryc. 10. Robot ratowniczy „Florian”

Źródło: archiwum autora; https://hydromega.com.pl/badania_i_rozwoj/florian/.

Elementami składowymi opracowanego systemu są:

- bezzałogowa platforma ratownicza o wysokiej mobilności terenowej, dysponująca dwoma typami osprzętów roboczych o zmiennej konfiguracji oraz zestawem różnego typu sensorów,

¹⁵ https://hydromega.com.pl/badania_i_rozwoj/florian/ [dostęp 4.10.2021]; Samojezdne platformy dla PSP – informacja o polskich projektach badawczych, prezentacja CNBOP-PIB (materiał niepublikowany).

- zestaw transportowy, przeznaczony do szybkiego przerzutu całego systemu w rejon prowadzenia akcji ratowniczej (ryc. 10B),
- mobilne stanowisko dowodzenia, zapewniające bezprzewodowe sterowanie platformą oraz zbieranie i analizowanie informacji z zamontowanych na niej sensorów,
- bezprzewodowy system łączności o wysokiej przepustowości, pracujący w oparciu o protokoły sterowania zapewniające wysoką odporność na zakłócenia oraz umożliwiające realizację wybranych funkcji w trybie autonomicznym.

2. Roboty latające

Bezzałogowy statek powietrzny (ang. *unmanned aerial vehicle*, UAV), potocznie zwany dronem, to pilotowane zdalnie lub wykonujące lot autonomicznie urządzenie, które nie wymaga do lotu załogi obecnej na pokładzie. BSP są obecnie wykorzystywane głównie do obserwacji i rozpoznania, przez co zwykle w skład ich wyposażenia wchodzi głowice optoelektroniczne służące do obserwacji. Uzbrojone i przeznaczone do wykonywania działań bojowych statki są określane jakoUCAV (ang. *unmanned combat air vehicle*). Bezzałogowe statki powietrzne z powodzeniem znajdują zastosowanie w branży geodezyjnej i GIS oraz innych dziedzinach nauki i techniki. Ze względu na środki finansowe techniczny rozwój konstrukcji oraz systemów sterowania dronami dokonuje się w obszarze sił zbrojnych.

2.1. Drony – historia zagadnienia

Zgodnie z definicją zatwierdzoną przez Zgromadzenie ICAO „bezzałogowy statek powietrzny (dron) to statek powietrzny bez pilota, który działa bez dowódcy statku powietrznego na pokładzie i jest albo w pełni zdalnie sterowany z innego miejsca na ziemi, z innego samolotu, z kosmosu lub zaprogramowany i całkowicie autonomiczny”¹⁶.

Eksperti lotnictwa poza raketami wojskowymi, które latają bez pilotów na pokładzie wyróżniają trzy główne rodzaje statków powietrznych:

- zdalnie sterowane,
- programowane i obsługiwane przez systemy nawigacyjne,
- zaprojektowane z nałożonymi ograniczeniami lotu i latające w sposób powtarzalny¹⁷.

Cywilne wykorzystanie dronów zostało po raz pierwszy ogłoszone w 2013 roku przez firmę Amazon. Wówczas użyto ich do dostarczania dóbr konsumpcyjnych. Od tego czasu rynek ten szybko się rozwinął, otwierając nowe obszary zastosowań komercyjnych

¹⁶ https://www.ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/prezentacje-2014/drony_aspekt_prawny [dostęp: 4.10.2021].

¹⁷ [www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Bespilotnyy_letatel'nyy_apparat_\(dron,_BPLA\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Bespilotnyy_letatel'nyy_apparat_(dron,_BPLA)) [dostęp: 4.10.2021].

i prywatnych. Oprócz samych producentów dronów zainteresowanie tematem wykazują firmy dystrybucyjne, producenci komponentów, optyki i komputerowych systemów wizyjnych, oprogramowania, firmy świadczące usługi mapowania i fotografii lotniczej, sektor rolniczy, szereg służb publicznych (policja, pogotowie, straż pożarna, służby ratownicze), firmy ubezpieczeniowe i inwestycyjne i inne.

2.2. Rodzaje klasyfikacji dronów

W dalszej części rozdziału przedstawiono podział BSP, który został zawarty w Białej Księdze Rynku BSP¹⁸.

Podział ze względu na zakres funkcji BSP

Podstawowe funkcje, które mogą być realizowane przy wykorzystaniu BSP to:

- funkcje związane z monitorowaniem – obrazowanie terenu lub powietrza w celu pozyskania danych poddawanych dalszej analizie,
- funkcje związane z transportem – czynności związane z przemieszczaniem osób i dóbr materialnych,
- funkcje związane z komunikacją (telekomunikacją) – zapewnienie bezpiecznego korzystania z przestrzeni powietrznej przez wiele rodzajów BSP, szczególnie bezzałogowce autonomiczne.

Zakres zastosowań cywilnych BSP

Biorąc pod uwagę cywilne zastosowanie BSP można wyróżnić trzy grupy odbiorców:

- konsumenci (dla hobbystów) – wykorzystywane w celach rekreacyjnych, produkowane masowo, w szczególności w Chinach,
- przedsiębiorstwa – wykorzystywane w sektorze przedsiębiorstw, w szczególności w budownictwie, rolnictwie, ubezpieczeniach, komunikacji i fotografii ogólnej oraz spółkach skarbu państwa powiązanych z powyższymi branżami,
- administracja publiczna – wykorzystywane przez jednostki samorządu terytorialnego do utrzymania porządku publicznego.

Zakres klasyfikacji ze względu na zakres i cel wykorzystania

Dla każdego sektora zastosowań można wytypować te rodzaje dronów, które są optymalne ze względu na specyfikę, zakres potrzeb oraz cel wykorzystania przed dany sektor. W zależności od paramentów – wagi, wielkości, przeznaczenia, można przyjąć następującą, uproszczoną klasyfikację dronów (Teal Group Corporation, 2017a):

¹⁸ M. Darowska, K. Kutwa, *Biała Księga Rynku Bezzałogowych Statków Powietrznych*, Warszawa 2019, s. 34–37.

- prosumenckie BSP – obejmują tę część dronów konsumenckich, która jest stosowana również do celów komercyjnych, jednak ich niska cena oznacza niezbyt wysoką jakość, co ogranicza zastosowanie komercyjne. Przykładem są Mavic, DJI Inspire, DJI Spreading Wings Family,
- mini BSP – obejmują małe taktyczne BSP o wadze ok. 25 kg, do których uruchomienia wystarczy jedna osoba. Mogą to być zarówno jednostki z nieruchomymi skrzydłami, jak i ze śmigłami. Typowymi przykładami są: Raven i Shriek firmy AeroVironment (USA), eBee szwajcarskiej firmy senseFly, UX5 francuskiej firmy Deltair. Ze względu na dość niskie koszty i zmniejszające się restrykcje regulacyjne, tego typu drony znajdują szerokie zastosowanie na rynku komercyjnym,
- małe BSP – małe taktyczne BSP stosowane głównie przez administrację publiczną i jej służby, np. do patrolowania brzegu morskiego i innych zastosowań dla zadań wykonywanych poza linią zasięgu wzroku operatora. Są to np. FlyEye firmy Flutronic, ScanEagle firmy Boeing Insitut i Textron firmy Aerosonde.
- BSP MALE – (ang. *Medium-Altitude Long Endurance*) bezzałogowce latające na średniej wysokości do ok. 24 godzin i posiadające daleki zasięg, używane głównie do rozpoznania. W zastosowaniach cywilnych są one używane przez organy bezpieczeństwa wewnętrznego do zapewnienia bezpieczeństwa granic morskich i lądowych. Natomiast są one zwykle zbyt drogie, by stosować je do zadań komercyjnych. Typowymi przykładami są: Predator produkowany przez General Atomics Aeronautical System, Heron oferowany przez Israel Aerospace Industries, Hermes 900 firmy Elbit Systems czy polski FT-5,
- BSP HALE – (ang. *High-Altitude Long Endurance*) bezzałogowce latające na dużych wysokościach, o zakładanej długości lotu do trzech miesięcy, przeznaczone głównie do zapewnienia dostępu do Internetu na obszarach, gdzie nie ma odpowiedniej infrastruktury naziemnej. Zarówno Airbus, jak i Facebook wykorzystują BSP zasilane energią słoneczną.

Kategorie dronów ze względu na ryzyko i odpowiedzialność związane z wykorzystaniem
Agencja Unii Europejskiej ds. Bezpieczeństwa Lotniczego (EASA) opracowała nowe regulacje w celu uwzględnienia komercyjnego wykorzystania dronów, przyjmując podejście oparte na ryzyku, które dzieli operacje na trzy główne kategorie:

- otwarta: jest to najniższa kategoria ryzyka, w której drony działałyby zgodnie z określonymi zasadami, bez konieczności uzyskania zezwolenia od danej władzy lotniczej dla danej operacji. Mimo to większość operatorów wykonujących operacje w tej kategorii będzie podlegała rejestracji w organie nadzoru (w Polsce jest to Urząd Lotnictwa Cywilnego, ULC),
- specjalna: wyższa kategoria ryzyka wymagająca pozwolenia na użycie drona albo wykonania operacji danego typu. Oznacza to konieczność przeprowadzenia

oceny ryzyka (za wyjątkiem spełnienia wymagania określonego jako scenariusz standardowy, ang. *standard scenario*), uwzględniającej możliwości bezzałogowca, operatora, środowiska i konkretnego zadania. Ta kategoria ryzyka w największym stopniu będzie służyć komercjalizacji rynku dronów,

- certyfikowana: najwyższa kategoria ryzyka, w której zarówno dron, jak i operator będą podlegać wymogom zbliżonym do tych obowiązujących w lotnictwie załogowym (certyfikaty, zezwolenia). Ta kategoria obejmuje przede wszystkim duże drony służące do transportu ludzi, mienia oraz najprawdopodobniej statków o średnicy powyżej 3 m.

Podział dronów ze względu na rozmiary

Drony różnią się od siebie wielkością, funkcjonalnością, zasięgiem, autonomią i innymi cechami. Konwencjonalnie wszystkie drony można podzielić na cztery grupy:

- mikro – ważą mniej niż 10 kg, a ich maksymalny czas lotu wynosi 60 minut, wysokość lotu – 1 kilometr,
- mini – ważą do 50 kg i mogą latać nawet do pięciu godzin, wysokość lotu waha się od 3 do 5 kilometrów,
- midi – konstrukcja i funkcjonalność różnią się w zależności od przeznaczenia maszyny, w tej klasie istnieją bezzałogowe statki powietrzne o masie do 1 tony, dostosowane do 15 godzin lotu – takie UAV wznoszą się na wysokość do 10 kilometrów,
- ciężkie drony – ich waga przekracza tonę, opracowano urządzenia do lotów długodystansowych trwających dłużej niż jeden dzień, mogą latać na wysokości 20 kilometrów.

Podział dronów według cech głównych

Istnieje również klasyfikacja dronów (UAV) według następujących cech głównych:

- projektu/konfiguracji,
- rodzaju startu,
- przeznaczenia,
- parametrów technicznych,
- rodzaju zasilania silnika,
- ładowności,
- rodzaju systemu automatyki,
- systemu unikania kolizji,
- rodzaju nawigacji,
- rodzajów ochrony przed zagłuszaniem sygnału,
- szerokości pasma widma częstotliwości radiowych,
- przetwarzania danych na pokładzie,
- specjalizacji oprogramowania.

Bezzałogowe statki powietrzne są trudne do sklasyfikowania, ponieważ mają bardzo różne cechy charakterystyczne. Różnorodność ta wynika z mnogości konfiguracji i komponentów UAV. Dodatkowo producenci nie są ograniczani przez żadne standardy. W rezultacie, obecnie nie ma żadnych wymagań ze strony organów nadzorujących lotnictwo określających, jak UAV powinien być wyposażony.

Każdy bezzałogowy statek powietrzny posiada już obecnie moduł nawigacji satelitarnej oraz moduł programowania. Jeśli BSP jest wykorzystywany do odbierania, przechowywania i przesyłania informacji do konsoli operatora, dodatkowo instaluje się w nim kartę pamięci i nadajnik, które są w stanie odbierać ludzkie polecenia i na nie odpowiadać. W takich urządzeniach instalowane są specjalne moduły odbiorników poleceń.

2.3. Zalety i problemy związane z rozwojem rynku dronów

Aby w pełni docenić zalety UAV, należy zrozumieć, jak i gdzie można ich używać. Zdaniem ekspertów przykładowo ok. 90% rosyjskiego rynku dronów jest zaangażowane w dwa kierunki tj. mapowanie i badania diagnostyczne obiektów, w szczególności rurociągów, linii energetycznych i autostrad. Bezzałogowe statki powietrzne są również aktywnie wykorzystywane w sektorze rolniczym do zbierania informacji o powierzchni pod uprawami, fotografii, a także chemicznej obróbki sadzonek¹⁹.

Utrzymanie i konserwacja UAV jest tańsza niż koszty użytkowania dla załogowych statków powietrznych. Samoloty i śmigłowce wymagają utrzymywania systemów bezpieczeństwa i ochrony dla pilotów. Specjaliści zarządzający i serwisujący samoloty i śmigłowce muszą przechodzić szkolenia specjalistyczne, kwalifikowanie oraz badania okresowe.

Nakłady czasowe i finansowe na eksploatację dronów są nieporównywalnie niższe. Istotną zaletą dronów są ich własności użytkowe oraz możliwość dotarcia do miejsc problematycznych.

Szybkość dostawy ładunku to kolejny mocny atut dronów, które mogą dotrzeć do odległej działki w 30 minut (helikopter potrzebuje 2 godzin na pokonanie tego samego dystansu)²⁰. W przypadku samolotów załogowych ważne jest posiadanie pasa startowego o długości 500–600 metrów posiadającego określone parametry do startu i lądowania, podczas gdy miniaturowe drony mogą z łatwością lądować nawet na schodach w pobliżu progu budynku. UAV mają relatywnie niskie koszty eksploatacji ze względu na kompaktowe wymiary²¹, co również jest ich zaletą.

¹⁹ <https://brlab.ru/scopes/selskoe-khozyaystvo/> [dostęp: 5.10.2021]; <https://ageek.net/ru-blog/ispolzovanie-dronov-dlya-vneseniya-szr-i-udobrenij> [dostęp: 5.10.2021].

²⁰ <https://www.aviapanorama.ru/wp-content/uploads/2015/08/14.pdf> [dostęp: 5.10.2021].

²¹ N. Korshunov, *Vozdushnyye roboty prizvany na zashchitu i okhranu lesov*, „Aviapanorama” 2015, 4, s. 14–20.

Z badań literaturowych wynika, że w ponad 40 krajach obowiązują zasady używania dronów we wspólnej przestrzeni powietrznej. Dotyczy to małych śmigłowców jedno- lub wielowirnikowych oraz płatowców z autonomicznym sterowaniem.

Ramy prawne dla integracji wielkogabarytowych dronów we wspólnej przestrzeni powietrznej opracowuje międzynarodowa organizacja lotnictwa cywilnego (ang. *International Civil Aviation Organization*, ICAO). Prace nad stworzeniem dokumentu powinny zakończyć się do 2024 roku. Będzie on zawierał w szczególności normy zdatności do lotu statków powietrznych, zasady i procedury licencjonowania personelu lotniczego, wymogi bezpieczeństwa środowiskowego oraz szereg innych norm.

Analitycy zwracają uwagę na następujące kluczowe trendy rozwoju rynku bezzałogowych statków powietrznych:

- drony są aktywnie wprowadzane do segmentów obsługiwanych obecnie przez satelity i załogowe statki powietrzne, ponieważ rośnie zapotrzebowanie na wysokiej jakości dane z fotografii lotniczych,
- granice między dronami profesjonalnymi i konsumenckimi zaczęły się zawężać, a średnia cena wszystkich rodzajów urządzeń będzie spadać,
- powstaje nowy, szybko rozwijający się segment – rynek usług geoinformacyjnych, a rozwój w zakresie sztucznej inteligencji i specjalistycznych sensorów będzie wspierać rozwój branży UAV.

Zgodnie z opiniami ekspertów rozbudowa branży UAV napotyka na szereg ograniczeń i barier zarówno prawnych, jak i technicznych, które znacząco wpływają na rozwój rynku nie tylko w poszczególnych krajach ale również na całym świecie.

Problemy rozwojowe rynku UAV to:

1. Ingerencja dronów w prywatność i tajemnice handlowe. Nawet korzystając z drona konsumenckiego, można z łatwością wlecieć na teren prywatny i robić zdjęcia i filmy, w tym za pomocą noktowizora, kamer termowizyjnych i innych czujników, co może bezpośrednio naruszać zasady prywatności i tajemnicy handlowej.
2. Konieczność znalezienia kompromisu pomiędzy potrzebami konsumentów prywatnych, biznesu i państwa. Gwałtowny wzrost sprzedawanych urządzeń i ich nielicencjonowane użytkowanie może zagrażać funkcjonowaniu usług publicznych i stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa narodowego.
3. Drony mogą być niewłaściwie używane w celu kradzieży, przemytu, przewozu substancji zabronionych itp. Często nie da się określić, jaką misję wykonuje dron, aż do momentu jej zakończenia.

Jednocześnie, jak każda innowacyjna branża, rynek UAV stoi przed wyzwaniami do pokonania. Bariery rozwoju rynku dronów są następujące:

1. Niewystarczająco jasne przepisy dotyczące wykorzystania dronów konsumenckich i komercyjnych oraz zakaz ich swobodnego użytkowania (licencjonowania) w przestrzeni powietrznej.

2. Ryzyko stwarzania problemów innym uczestnikom ruchu lotniczego, a także pojazdom, infrastrukturze i ludziom na ziemi.
3. Poważne obawy dotyczące niewłaściwego wykorzystania dronów w celu ingerowania w prywatność i tajemnice handlowe, prawdopodobnie przechwycenia i przejęcia kontroli nad dronem przez innych.

Aby złagodzić rozważane ryzyka, w wielu krajach istnieje wymóg obowiązkowego ubezpieczenia komercyjnych UAV.

2.4. Branże priorytetowe dla rozwiązań opartych na dronach

W dostępnej literaturze identyfikuje się następujące obszary zastosowania dronów:

- rolnictwo,
- służby ratownicze (strażacy, policja, pogotowie),
- energetyka i górnictwo,
- budowa i rozwój,
- geodezja (kartografia),
- ubezpieczenie,
- transport i spedycja,
- służby państwowe i miejskie,
- środki masowego przekazu i media;
- organizacje ekologiczne,
- nauka i edukacja,
- łączność,
- wykonywanie zdjęć i filmów,
- sport i rozrywka.

Kluczowe perspektywy rozwoju rynku dronów:

- użycie przez policję w dużych miastach,
- wykorzystanie w straży pożarnej,
- zastosowanie w ochronie zdrowia,
- zastosowanie w kartografii,
- geodane wysokiej rozdzielczości,
- pilna dostawa zakupów, żywności, części zamiennych, baterii, kabli,
- usługi kurierskie,
- fotografia lotnicza na potrzeby agrobiznesu i rolnictwa precyzyjnego,
- monitoring rurociągów i linii energetycznych,
- wzmacnianie sygnału w celu poprawy zasięgu sieci,
- wejście na rynek UAV linii lotniczych,
- wykorzystanie w mediach,

- wzrost aktywności handlowej w zakresie rozwoju oprogramowania,
- wzrost sprzedaży dronów z wysokiej jakości kamerami i systemami stabilizacji.

Jednym z obszarów zastosowań dronów jest lotnictwo, w którym obowiązuje szereg przepisów krajowych, unijnych i międzynarodowych. Korzystanie z przestrzeni powietrznej wiąże się z bezpieczeństwem ludzi i mienia, co wymusza standaryzację i certyfikację rozwiązań nierzadko na poziomie ponadnarodowym i certyfikację sprzętów oraz zaangażowanych instytucji. Dotyczy to lotnictwa załogowego i bezpośrednio przekłada się na rozwijające się lotnictwo bezzałogowe. Regulacje mogą stymulować – bądź też tworzyć – bariery rozwoju rynku dronów. Krajowe rozporządzenie wydane na podstawie art. 33 ust. 2 i 4 ustawy z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (zwane dalej rozporządzeniem BVLOS), które weszło w życie w dniu 31 stycznia 2019 r. dopuszcza loty automatyczne i umożliwia wykonywanie operacji poza zasięgiem widoczności wzrokowej operatora, stąd ostatnie zmiany w legislacji powinny pobudzić rozwój nowych technologii i usług dronowych oraz ich komercjalizację. Niemniej jednak postępująca automatyzacja zarządzania przestrzenią powietrzną stawia przed legislatorem nowe wyzwania, zwłaszcza w obszarze regulacji sektorowych. Środowisko U-space²² od strony operacyjnej i regulacyjnej jest przedsięwzięciem multidyscyplinarnym, wymagającym zaangażowania licznych instytucji i ministerstw, aby w odpowiedni sposób określić zadania i obowiązki różnych interesariuszy U-space. Obecnie liczba osób zaangażowanych w tworzenie regulacji lotniczych, w tym systemu certyfikacji oraz w nadzór nad rynkiem jest nieproporcjonalnie niska, w świetle skali rozwoju dziedziny w kraju oraz procedowanych regulacji unijnych, w których stanowieniu i konsultacjach bierze udział legislator krajowy. Rynek infrastruktury U-space już się wytworzył, jest on wciąż niedojrzały i nieustandaryzowany, a poszczególne państwa dopiero zaczynają testować rozmaite rozwiązania. Patrząc jednak na dynamikę tej dziedziny, można zakładać, że pierwsze znaczące wdrożenia rozpoczęły się już w roku 2019. Polska Agencja Żeglugi Powietrznej podjęła działania związane z pozyskiwaniem informacji o rzeczywistych parametrach lotów, jako jednego z kluczowych elementów niezbędnych nie tylko do rozwoju rynku i umożliwienia masowych lotów autonomicznych, ale również bezpieczeństwa ruchu lotniczego i przyszłej integracji lotnictwa bezzałogowego z lotnictwem załogowym. Ponadto w ramach Centralno-Europejskiego Demonstratora Dronów środowisko U-space będzie poddane testowaniu i zostaną wypracowane standardy do zarządzania ruchem dronów w terenach miejskich na podstawie doświadczeń z projektu realizowanego z Górnośląsko-Zagłębiowską Metropolią.

²² U-space – zestaw nowych usług systemu teleinformatycznego o wysokim poziomie digitalizacji i automatyzacji oraz specjalnych procedur zaprojektowanych w celu wspierania bezpiecznego i optymalnego dostępu do przestrzeni powietrznej dla dużej liczby dronów.

Globalna wartość rynku dronów w segmencie zastosowań cywilnych w okresie 2017–2026 szacowana jest na blisko 73,5 mld USD. Polski udział to wielkość rzędu 3,3 mld PLN. Według prognoz wartość tego rynku w administracji publicznej w Polsce będzie stanowić 121,1 mln PLN łącznego udziału polskiego rynku w latach 2017–2026, zaś w sektorze komercyjnym 2,1 mld PLN, a w konsumenckim 1,1 mld PLN²³. Jednocześnie wartość integracji dronów z gospodarką, czyli korzyści pośrednich, jakie może przynieść całej gospodarce wykorzystanie dronów, jest znacząco wyższa od wartości samego rynku dronów, liczonego jako wartość wyprodukowanego sprzętu.

U-space otworzy zupełnie nowy rynek technologii i usług, którego wstępnie szacowana wartość na przestrzeni 10 lat obejmuje kwotę 310 mld PLN według scenariusza pesymistycznego, 576 mld PLN – według scenariusza umiarkowanego, a opierając się na założeniach scenariusza optymistycznego to nawet 913 mld PLN korzyści gospodarczych²⁴.

2.5. UAV w energetyce

Globalny rynek rozwiązań elektroenergetycznych wykorzystujących drony został oszacowany jesienią 2017 roku na prawie 9,5 mld USD i ma perspektywy trwałego wzrostu²⁵. Drony tworzą odrębny segment globalnego rynku energii, ponieważ światowy przemysł przechodzi na technologie energooszczędne. Rozwój tego segmentu ułatwia polityka oszczędzania energii w zakresie przejścia na odnawialne źródła energii (OZE) w Chinach, Indiach i innych krajach o bardzo dużym zaludnieniu. Roczne straty branży związane z naprawami i wypłatami odszkodowań wynoszą ok. 169 mld USD. Ekspertci zauważają, że wykorzystanie UAV przez inżynierów energetyki pomaga zminimalizować straty. Opisanie w literaturze obszary zastosowań dronów²⁶ do realizowania potrzeb energetyki obejmowały zarówno sieci elektroenergetyczne (monitorowanie linii napowietrznych), jak i elektrownie konwencjonalne, jądrowe czy wykorzystujące OZE.

W efekcie ich zastosowanie pozwalałoby na uzyskanie oceny:

- stanu zniszczeń po anomaliach pogodowych,
- stopnia odrostów roślinności w pobliżu linii napowietrznych,
- stanu luster w fotowoltaicznych elektrowniach słonecznych,
- stanu zniszczeń w elektrowniach atomowych,
- wyników inspekcji turbin wiatrowych i nawet hal elektrowni konwencjonalnych.

Wszystkie te prace w efekcie końcowym powodują ograniczenie zagrożeń awariami i zwiększenie bezpieczeństwa pożarowego.

²³ M. Darowska, K. Kutwa, *Biała Księga...*, dz. cyt.

²⁴ Tamże.

²⁵ <https://www.pwc.pl/pl/media/2017/2017-10-17-pwc-drony-sektor-energetyczny.html> [dostęp: 18.10.2021].

²⁶ R. Czapaj-Atlas, B. Dudek, *Drony, mini- i mikrodrony – przegląd obszarów zastosowań bezzałogowych statków powietrznych dla potrzeb monitoringu i inspekcji, w szczególności w obszarze energetyki*, „Energetyka” 2014, 8, s. 485–492.

2.6. UAV wykorzystywane przez straż pożarną²⁷

Drony umożliwiają wykrywanie we właściwym czasie dymu, pożarów lasów, a także badanie obszaru pożaru, wyznaczanie obszaru zadymienia, analizę stanu powietrza, obecności i stężenia szkodliwych substancji w celu określenia obszaru dotkniętego pożarem. W Polsce, przed pojawieniem się UAV, pożary lasów były monitorowane głównie przez samoloty i śmigłowce oraz naziemną sieć obserwatorów. Wykorzystanie UAV może zmniejszyć ryzyko związane z wykorzystaniem załogowych statków powietrznych, jak również znacząco obniżyć koszty takich operacji. Drony mogą być również używane w nocy.

Duże drony natomiast są przeznaczone do bezpośredniego gaszenia pożarów. Mogą one np. w trybie lotu szybowcowego pobierać wodę z akwenów wodnych, a następnie zrzucić ją na źródło pożaru.

Z kolei śmigłowce lub wielowirnikowe UAV są używane do gaszenia pożarów w wieżowcach, np. UAV jest używany do podnoszenia węża strażackiego na wymaganą wysokość. Do tego celu można również wykorzystać autonomiczne drony wyposażone w pokładowe pojemniki z mieszankami gaśniczymi.

Jednym z najbardziej popularnych zastosowań dronów jest walka z pożarami lasów.

Specjaliści wymieniają następujące możliwości wykorzystania UAV do walki z pożarami:

- patrolowanie lokalnych obszarów lub obiektów liniowych,
- wykorzystanie UAV jako punktu obserwacji lotniczej o określonym położeniu geograficznym,
- monitorowanie pożarów przy użyciu kamer na podczerwień w okresach zagrożenia, kiedy nie można korzystać z klasycznego lotnictwa,
- rozpoznanie z powietrza krawędzi aktywnego pożaru przez naziemne i powietrzne mobilne zespoły gaśnicze,
- monitorowanie stanu pożarów torfowisk z wykorzystaniem zakresu podczerwieni,
- wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych jako przekaźników VHF w łączności radiowej podczas pożarów lasów.

²⁷ <http://robotrends.ru/robopeedia/pozharnye-i-bespilotnik> [dostęp: 18.10.2021].

2.7. Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych stosowanych w UAV wykorzystywanych przez straż pożarną

Poniżej przedstawiono kierunki rozwoju rozwiązań konstrukcyjnych zastosowanych w dronach w zakresie dostarczania środków gaśniczych lub podnoszenia linii gaśniczych.

1. W sierpniu 2020 roku firma EHang (Chiny) zaprezentowała drona gaśniczego na bazie swojej powietrznej taksówki. Drony EHang 216 F²⁸ zostały pierwotnie zaprojektowane jako osobiste powietrzne taksówki do przewozu osób. Powstały dron został przeznaczony do gaszenia pożarów w wieżowcach. Zbiornik o pojemności do 150 litrów może być wypełniony specjalną pianą do gaszenia pożarów. Nad kokpitem umieszczono sześciostrzałowy miotacz ładunków gaśniczych. Wystrzeliwane z niego ładunki przebijają szyby budynku za pomocą specjalnej końcówki z węglików spiekanych. Dron posiada laserowy celownik i kamerę, ułatwiające lokalizację pożaru. Dron jest zaprojektowany do działania półautonomicznego, w którym proces gaszenia pożaru jest kontrolowany przez operatora, natomiast dron samodzielnie utrzymuje się na pozycji. BSL jest zdolny do pracy na wysokości do 600 metrów i ma zasięg do 5 km od stanowiska operatora.



Ryc. 11. Dron 216F

Źródło: EHang.



Ryc. 12. Drony firmy Guofei G.A.E.M.

Źródło: <https://www.ichongqing.info/2020/01/22/>.

2. W styczniu 2020 roku chińska firma Guofei General Aviation Equipment Manufacturing przeprowadziła eksperyment gaśniczy, polegający na gaszeniu pożaru symulowanego wieżowca w rejonie Dazu. Do akcji wykorzystano sześć dużych multikopterów strażackich zasilanych przewodowo z ziemi. Drony ugasiły kontrolowany pożar symulowanego wieżowca oraz prznosiły na pokładzie mieszanki proszkowe lub dostarczały węże strażackie do celów gaśniczych. W eksperymencie testowano drony, które otrzymują zasilanie z ziemi, co usuwa ograniczenie czasu lotu zmniejszając ograniczenia efektywności gaśniczej.

²⁸ <https://dlpilota.pl/wiadomosci/ehangcom/drony-strazackie-gasza-pozary-w-chinach> [dostęp: 19.10.2021].

3. W kwietniu 2020 roku chińska firma QilingUAV²⁹ zaprezentowała dron gaśniczy przeznaczony do gaszenia pożarów leśnych. Śmigłowiec ma długość 2,8 m, wysokość 1,6 m i jest wyposażony w dwa współosiowe wirniki o średnicy 3,6 m. Dron o masie 160 kg wyposażony jest w dwa 34-konne silniki benzynowe chłodzone cieczą i jest w stanie utrzymać się w powietrzu do 4 godzin. Masa całkowita wynosi 260 kg, łącznie z dwoma bombami gaśniczymi.



Ryc. 13. Dron JC260

Źródło: qilinguav.com [dostęp: 19.10.2021].



Ryc. 14. Dron Flyox Mark I (Hiszpania)

Źródło: <http://robotrends.ru/robopedia/flyox-mark-i> [dostęp: 19.10.2021].

Dron lata z prędkością do 100 km/h i może przenosić ładunek o wadze do 100 kg. Posiada dwa punkty zawieszenia na bomby gaśnicze. Bomby gaśnicze można zrzucić pojedynczo lub jednocześnie. Inne szczegóły dotyczące JC260 nie zostały opublikowane.

Przedstawione rozwiązania konstrukcyjne powstały w związku z rosnącym problemem bezpieczeństwa pożarowego w Chinach. Według danych statystycznych za rok 2019 z liczby 233 tysięcy pożarów prawie 7000 dotyczyło budynków wysokich, co stanowiło ponad 10% wzrost w stosunku do roku 2018.

Przykładem tradycyjnego myślenia w zakresie technik gaszenia przy pomocy BSL jest zakończony w lipcu 2017 r. hiszpański projekt bezzałogowych samolotów amfibii Flyox Mark I i Flyox Mark II przeznaczonych do gaszenia pożarów. Pierwszy samolot został wysłany do USA we wrześniu 2017 roku, gdzie został poddany przez firmę Unmanned Aircraft International procesom testowania i certyfikacji. Umożliwiło to jego późniejsze użytkowanie w USA³⁰. Podstawowe wymiary to: rozpiętość skrzydeł 14 m, max. masa startowa 4000 kg, ładowność 1850 kg. Podwozie główne chowane.

²⁹ <https://www.inceptivemind.com/qilinguav-jc260-drone-drops-bombs-extinguish-forest-fire/12401/> [dostęp: 19.10.2021].

³⁰ <http://singularaircraft.com/technical-sheet/> [dostęp: 19.10.2021].

2.8. Przykłady UAV użytkowanych przez straż pożarną w zakresie wykrywania lub monitorowanie pożarów

W roku 2019 firma Fotokite wprowadziła na rynek drona na uwięzi przeznaczonego dla straży pożarnej. Przy jego opracowaniu Fotokite połączył siły z producentem sprzętu przeciwpożarowego Pierce Manufacturing, aby wyprodukować UAV, który może być zintegrowany z pojazdami używanymi przez ratowników, jak również z innym sprzętem przeciwpożarowym³¹. Rozwiązanie to zapewnia automatyczny, ale niezawodny start, lot i lądowanie. Dron jest przechowywany i wypuszczany z małej platformy wbudowanej w samochód pożarniczy. Może on pozostawać w powietrzu przez ponad 24 godziny bez przerwy, zapewniając transmisję danych przez kabel łączący dron z pojazdem. Sygnały wideo z kamery termowizyjnej i optycznej kamery cyfrowej przesyłane są bezpośrednio do laptopów, tabletek, a także do monitorów zdalnych centrów kontroli operacyjnej zespołów szybkiego reagowania, co pozwala na niemal natychmiastowe otrzymywanie informacji o sytuacji. Lekka i wytrzymała rama drona jest przeznaczona do długotrwałego użytkowania w trudnych warunkach i spełnia normę ochrony IP55, co pozwala na użytkowanie drona w warunkach deszczu, śniegu i wietrznej pogody³².

Kolejnym przykładem dronów użytkowanych przez straż pożarną w USA są BSP produkcji DJI (Phantom 4 Pro, Matrice 200 i Matrice 600) wyposażone w kamery video i termowizyjne. W 2019 roku Firma DJI zawarła umowę ze strażą pożarną w Los Angeles na opracowanie specjalistycznych urządzeń i narzędzi dla ratowników. Zostały one użyte podczas 175 misji. Urządzenia emitują strumień wideo w czasie rzeczywistym, identyfikują najgorętsze strefy i zaznaczają obszar, pomagając strażakom zaplanować ich działania.

Z kolei w 2017 roku Wszechrosyjski Instytut Badawczy Obrony Przeciwpożarowej Ministerstwa Sytuacji Nadzwyczajnych Rosji (VNIIPO) zaprezentował działający model quadcoptera, który może być używany w połączeniu ze stacją meteorologiczną. Multi-kopter posiada do 30 czujników zdolnych do analizy stanu powietrza pod kątem obecności wielu szkodliwych substancji i ich stężenia. Stacja pogodowa pozwala obliczyć strefę zagrożenia, a także ocenić kierunek jej ruchu.

³¹ <https://dronelife.com/2019/04/17/fotokite-launches-tethered-drone-system-for-firefighters/> [dostęp: 19.10.2021].

³² <http://robotrends.ru/> [dostęp: 19.10.2021].

2.9. Wykorzystanie BSP do walki z pożarami leśnymi

W trakcie prac badawczych zidentyfikowano główne zadania w leśnictwie, które można z powodzeniem rozwiązać za pomocą UAV. Do tych obszarów zastosowań można zaliczyć:

1. Zwalczanie pożarów lasów:
 - patrolowanie terenu lokalnego lub obiektów liniowych,
 - wykorzystanie UAV jako geograficznie określonego punktu obserwacji lotniczej,
 - inspekcja aktywnych pożarów za pomocą kamer termowizyjnych w sytuacjach awaryjnych, gdy użycie lotnictwa klasycznego jest niemożliwe,
 - prowadzenie rozpoznania lotniczego krawędzi aktywnego dużego pożaru samodzielnie przez naziemne i lotnicze zespoły gaśnicze,
 - monitorowanie stanu pożarów torfu z wykorzystaniem zakresu podczerwieni,
 - wykorzystanie UAV jako przemiennika łączności VHF przy organizowaniu łączności radiowej w pożarach lasów.
2. Monitoring użytkownika lasu:
 - inspekcja operacyjna miejsc wyrębów i innej działalności gospodarczej w lasach (w trybie dokumentacji fotograficznej lub wideo), wykonanie tych prac jest możliwe we własnym zakresie siłami leśnictw lub dzierżawców,
 - przeciwdziałanie nielegalnemu wyrębowi lasów, wykrywanie naruszeń i informowanie właściwych organów.
3. Ochrona lasu:
 - monitoring stanu patologicznego obszarów funduszu leśnego (w trybie foto lub wideo, dokumentacja) w celu identyfikacji chorób i zmian chorobowych.
4. Gospodarka leśna:
 - planowane zdjęcia lotnicze dużych powierzchni plantacji leśnych w celu inwentaryzacji lasu,
 - zdjęcia lotnicze małych obszarów leśnych na zlecenie użytkownika lasu.

Na podstawie wyników prac prowadzonych w różnych państwach, specjaliści z ośrodków badawczych leśnictwa wyciągnęli dwa ważne wnioski, które określają perspektywy wprowadzenia UAV do gospodarki leśnej:

1. Systemy bezzałogowych statków powietrznych to elementy jednolitego systemu informacyjnego (środowiska), tworzone przez różne środki techniczne typu naziemnego, lotniczego a nawet kosmicznego. Postrzeganie dronów jako substytutu załogowych statków powietrznych jest błędem. Dron to przede wszystkim narzędzie do pozyskiwania informacji.
2. Najbardziej poszukiwane są UAV o masie startowej nie większej niż 20 kg, optymalnie do 10 kg. Najwygodniejsze w eksploatacji są urządzenia napędzane silnikami elektrycznymi. Zastosowanie klasycznego BSP typu śmigłowcowego z silnikami

spalinowymi zapewnia znaczącą przewagę nad bezzałogowym płatowcem o porównywalnych klasach wagowych. Z opinii praktyków wynika, że do rozwiązania 90% taktycznych zadań przeciwpożarowych wystarczy nalot, który trwa 1–1,5 h. Większość zadań można opisać formułą „patrz z góry”. Pozwala to na masowe wprowadzenie samolotów klasy mikro i śmigłowców typu multicopter. Natomiast urządzenia o długim czasie przebywania w powietrzu (4–8 godzin) bardziej nadają się do monitorowania stanu lasów, fotografii lotniczej, prac leśnych, kartografii, czyli tam, gdzie ważna jest wysoka efektywność i dokładność³³. W rozwiązywaniu problemów związanych z pożarami lasów ważna jest zdolność UAV do dostarczania informacji operacyjnych w czasie rzeczywistym z trybem transmisji wideo online. Dlatego duże znaczenie ma tutaj zwartość konstrukcji, łatwość montażu, startu i lądowania. Nagle okazało się, że dla specjalistów gaszących pożary leśne zainstalowanie kamery termowizyjnej w dronie nie jest najważniejszą cechą³⁴.

Aby rozwiązać problemy ochrony lasu i gospodarki leśnej, wymaganymi właściwościami dronów są: czas lotu, możliwość wykonywania zadań w trybie automatycznym i autonomicznym na dużych odległościach, ładowność, zdjęcie wysokiej jakości, wideo, pomiary spektralne itp. Podczas pierwszych prac przeciwko nielegalnej działalności gospodarczej w lesie, przydatną cechą okazał się niski poziom emitowanego hałasu przez małe BSL napędzane silnikami elektrycznymi. Podczas obserwacji miejsc nielegalnego pozyskiwania drewna z wysokości ponad 300 metrów ludzie na ziemi praktycznie nie są w stanie zobaczyć ani usłyszeć śledzącego ich UAV.

Okazało się, że odpowiednie wysokości robocze dla kompaktowych bezzałogowych statków powietrznych nie przekraczały 1000 m, optymalnie 300–600 m. Wyposażenie grup naziemnych i strażników leśnych w lekkie wielowirnikowe bezzałogowce pozwala radykalnie skrócić czas wykrycia pożaru podczas patroli leśnych, a co za tym idzie, koszt ich likwidacji. Jednocześnie umożliwia także obniżyć koszty budowy sieci wież obserwacyjnych.

Na tej podstawie można scharakteryzować następujące cechy użytkowania bezzałogowych statków powietrznych w gospodarce leśnej:

1. Ze względu na własności techniczne UAV mogą być jedynie dodatkowym (pomocniczym) narzędziem do prac lotniczych nad ochroną lasów.
2. To właśnie ukierunkowany charakter użytkowania UAV daje pozytywny efekt, a niektóre klasyczne problemy są rozwiązywane na jakościowo innym, wyższym poziomie.
3. Ustawodawstwo wymaga koordynacji lotów z kontrolą ruchu lotniczego. Użytkowanie UAV jest utrudnione ze względu na aktywność ruchu lotniczego.

³³ N. Korshunov, *Vozdushnyye...*, dz. cyt.

³⁴ Tamże.

Główne wady korzystania z UAV gospodarcze leśnej:

1. Korzystanie z trybu wideo w czasie rzeczywistym wymaga niezawodnego łącza radiowego. W konsekwencji BSP małych klas nie mogą być wykorzystywane do patrolowania z powietrza zasobów leśnych, dlatego promień skutecznego działania jest ograniczony.
2. Ludzkie oko jest w stanie uchwycić więcej informacji niż kamera UAV, lepiej postrzega sytuację, co jest ważne dla jej analizy i prognozowania rozwoju. Pilot-obszernator w samolocie jest w stanie wykryć pożar lasu o powierzchni 0,1 ha z odległości do 30 km, operator lekkiego drona – tylko z odległości 8–12 km.
3. Istnieją tzw. białe plamy w przepisach dotyczących organizacji lotów UAV w przestrzeni powietrznej kraju.

2.10. Drony w polskiej straży pożarnej

Jednostki ratownicze Państwowej Straży Pożarnej (PSP) wyposażane są w nieznaną liczbę bezzałogowych statków powietrznych stosowanych w działaniach ratowniczo-gaśniczych. Wynika to z wielkości dostępnych środków finansowych, które mogą być przeznaczone na zakup specjalnego wyposażenia, jakim są BSP. Platformy bezzałogowe minimalizują bezpośrednie zagrożenie zdrowia i życia człowieka, dlatego wciąż rośnie zainteresowanie tymi konstrukcjami.

Nawet najlepsza konstrukcja bezzałogowca bez odpowiednio wyszkolonego pilota jest bezużyteczna. Fakt ten zaobserwowano na samym początku wykorzystywania BSP w strukturach Państwowej Straży Pożarnej. W związku z tym, z inicjatywy Krajowego Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności, w dniach 15–17 grudnia 2014 r. w Komendzie Głównej PSP przeprowadzono pierwsze w historii Państwowej Straży Pożarnej szkolenie przygotowujące do egzaminu na świadectwo kwalifikacji operatora bezzałogowego statku powietrznego (UAV) z uprawnieniami do przeprowadzania operacji w zasięgu wzroku (VLOS)³⁵.

Program kursu obejmował między innymi:

- podstawy prawa lotniczego w tym klasyfikację i zarządzanie przestrzenią powietrzną,
- czynnik ludzki w lotnictwie,
- zasady wykonywania lotów VLOS w tym odpowiedzialność operatora UAV, zdobywanie informacji o wykorzystywaniu, zamawianiu i uaktywnianiu stref przestrzeni powietrznej,

³⁵ www.straz.gov.pl [dostęp: 18.12.2021].

- bezpieczeństwo wykonywania lotów w tym rodzaju zagrożeń i procedury awaryjne,
- obsługę, budowę i zasady działania UAV.

W szkoleniu udział wzięli funkcjonariusze PSP reprezentujący 10 jednostek organizacyjnych PSP (KG PSP, Lubelską, Małopolską, Mazowiecką, Podkarpacką, Podlaską, Pomorską i Warmińsko-Mazurską KW PSP, SGSP i CS PSP w Częstochowie) oraz funkcjonariusze BOR.

Z uwagi na stosunkowo duże nakłady finansowe niezbędne do zakupu odpowiedniego sprzętu, komendy próbują również wykorzystać pieniądze pozyskane z funduszy unijnych. Przykładem takiej aktywności podjętej przez Komendę Wojewódzką Państwowej Straży Pożarnej w Białymstoku była budowa Zintegrowanego Systemu Ochrony Ludności i Środowiska w układzie transgranicznym Polski i Litwy. Efektem kilkuletnich działań jest zakup BSP Autocopter G15 produkcji USA³⁶. Niestety problemy z użytkowaniem sprzętu doprowadziły do wycofania go z użytkowania. Ten przypadek jest przyczynkiem do konieczności usystematyzowania wymagań dotyczących parametrów sprzętu oraz opracowania listy rankingowej parametrów BSL przeznaczonych do użytkowania w działaniach ratowniczo-gaśniczych.

Z uwagi na pełną dowolność przyjmowanych w okresie początkowym w poszczególnych jednostkach ochrony przeciwpożarowej rozwiązań systemowych, w 2015 roku Krajowe Centrum Koordynacji Ratownictwa i Ochrony Ludności w KG PSP podjęło prace związane z opracowaniem wymagań dla dedykowanej bezzałogowej platformy latającej dla KSRG. Prace dotyczyły między innymi dostosowania konstrukcji BSL do ekstremalnych warunków środowiskowych, uwzględniających w przypadku ujemnych temperatur kwestie oblodzenia krawędzi natarcia wirników nośnych, w przypadku wysokich temperatur – utratę siły nośnej na skutek rozrzedzenia powietrza, utratę stateczności w turbulencjach gorącego powietrza, rozszerzalność termiczną materiałów i związaną zmianę własności wytrzymałościowych.

Na podstawie analizy tendencji wykorzystania BSP na świecie i zastosowanych rozwiązań można stwierdzić, że dominują następujące rozwiązania konstrukcyjne:

- urządzenia pionowego startu i lądowania (śmigłowce jedno - i wielowirnikowe),
- płatowce startujące z katapulty oraz pasa startowego,
- aerostaty.

Obszary zastosowań BSP w działaniach Straży Pożarnej to:

- prowadzenie rozpoznania i pomiarów skażeń w strefie niebezpiecznej np. w sytuacji zagrożenia czynnikami chemicznymi,
- monitorowanie obszarów leśnych, sytuacji powodziowej oraz prac inspekcyjnych,
- monitorowanie sytuacji w czasie szeroko pojętych wypadków komunikacyjnych,

³⁶ <http://bezzaalogowce.pl> [dostęp: 20.10.2021].

- obserwacje pożaru budynków i ich analiza,
- tworzenie sieci dozorowych i łączności³⁷.

Zasadność używania BSP przez straż pożarną wydaje się być poza wszelką dyskusją. Problemy pojawiają się, gdy dochodzi do ustalenia rodzaju statków, jakie miałyby być najlepsze do osiągnięcia celów akcji prowadzonych przez straż pożarną. Z analizy literatury wynika, że optymalne byłyby pionowzloty, choćby dlatego, że są w stanie wykonać zawis. Jednakże to, co w powszechnym mniemaniu wygląda na zaletę (jak właśnie zdolność do zawisu), w przypadku strażackiego BSP może stanowić wadę. Podobnie jest z konstrukcjami startującymi z płyty startowej, jak również wystrzeliwanymi w powietrze za pomocą katapulty. Każde z zastosowanych rozwiązań ma swoje zalety, jak również wady³⁸. W każdym z sugerowanych obszarów zastosowań można wydzielić elementy powtarzalne, których doskonalenie skutkuje większą efektywnością działań. Ćwiczenie elementów powtarzalnych prowadzonych podczas szkoleń i działań pozorowanych może odbywać się z wykorzystaniem rzeczywistego sprzętu określonego rodzaju, w tym wypadku BSP przy ograniczonej liczbie szkolonych operatorów oraz ryzyku uszkodzenia relatywnie drogiego sprzętu. Nowoczesnym rozwiązaniem jest wykonywanie ćwiczeń z zastosowaniem wirtualnej rzeczywistości³⁹, co ogranicza do minimum ryzyko zniszczenia lub uszkodzenia BSP oraz umożliwia wielokrotne realizowanie zadań w warunkach pełnej powtarzalności sytuacji, jaką możemy zastać przy realnych działaniach ratowniczo-gaśniczych przy jednoczesnym zapewnieniu bezpieczeństwa operatorowi oraz ograniczeniu kosztów związanych z prowadzonymi ćwiczeniami.

2.11. Problemy etyczne wykorzystania dronów autonomicznych

Zaawansowane technologie wspierają operatora w prawidłowej obsłudze i użytkowaniu robotów niezależnie od ich sposobu przemieszczania. Zastosowane systemy wspomaganie w zależności od stopnia ich zaawansowania pozwalają na autonomiczną realizację pewnych funkcji, co stanowi istotne ułatwienie i uproszczenie pracy operatora. Jak na razie nie ma uzgodnionej lub prawnie obowiązującej definicji autonomicznych dronów. Przemysł powszechnie posługuje się pojęciem autonomii, ponieważ sprawia ono wrażenie, że mamy do czynienia z bardzo nowoczesną i zaawansowaną technologią. Jednak w kilku państwach obowiązuje bardziej precyzyjna definicja tego, co powinno

³⁷ S.G. Carichenko, *Ekstramal'naya robototekhnika...*, dz. cyt.

³⁸ Eksperyment – dron dla Straży Pożarnej [dok. elektr.] <http://bezzalogowce.pl/eksperyment-dron-dla-strazy-pozarnej/> [dostęp: 20.10.2021 r.]; N. Tuśnio, I. Krzysztofik, J. Tuśnio, *Zastosowanie bezzalogowych statków powietrznych jako elementów mobilnego systemu monitorowania zagrożeń pożarowych*, „Problemy Mechatroniki: uzbrojenie, lotnictwo, inżynieria bezpieczeństwa” 2014, Vol. 5 Issue 2 (16), s. 101–114.

³⁹ R. Wantoch-Rekowski, J. Roguski, M. Błogowski, *Możliwości wykorzystania symulatorów w szkoleniu operatorów bezzalogowych statków powietrznych w zakresie działań ratowniczo-gaśniczych*, BiTP Vol. 41 Issue 1, 2016, pp. 75–83.

być określane jako autonomiczne drony w służbach mundurowych. Na przykład Wielka Brytania opisuje je jako „(...) zdolne do rozumienia zamysłów i wskazówek na wyższym poziomie”⁴⁰. Ogólnie, większość specjalistów z dziedziny wojskowości i lotnictwa nazywa bezałogowce zdalnie sterowanymi pojazdami lotniczymi, aby podkreślić, że latają one pod bezpośrednim nadzorem ludzi zatrudnionych jako operatorzy. Większość ludzi prawdopodobnie byłaby skłonna rozumieć autonomiczne drony, jako mądrą technologię. Na przykład drony, które mogą działać w oparciu o samodzielny wybór jednej z opcji (co w terminologii wojskowej jest określane jako inicjatywa systemu lub pełna autonomia)⁴¹. Drony takie są programowane tak, aby wyposażać je w dużą liczbę alternatywnych reakcji na różne wyzwania, jakie mogą napotkać podczas realizowania misji. Technologia ta jest już w dużej mierze stworzona, choć – według dostępnych opracowań – żadne zatwierdzone systemy autonomicznych dronów nie osiągnęły jeszcze zdolności operacyjnej⁴². Jednym z największych wyzwań dla rozwoju i zatwierdzania BSL wyposażonych w taką technologię jest to, iż niezwykle trudno jest zbudować zadowalający system autoryzacji, który zagwarantowałby, że technologia ta jest bezpieczna i działa tak, jak chcieliby tego ludzie. W praktyce, takie wyspecjalizowane drony wymagają programowania z uwzględnieniem niewiarygodnej liczby kombinacji alternatywnych przebiegów działania, co uniemożliwiłoby ich weryfikację i testowanie na poziomie, jaki jest stosowany wobec załogowych konstrukcji lotniczych. Autonomiczne drony – to znaczy drony programowane tak, aby mogły one sprostać nowym, pojawiającym się wyzwaniom – są już obecnie testowane przez wiele cywilnych uczelni i wojskowych instytucji badawczych, które współdziałają z pojazdami załogowymi. Gdyby autonomiczne drony zostały kiedykolwiek wykorzystane podczas działań, podlegałyby one ogólnym zasadom prawa i etyki działań i niedopuszczalne jest, by powodowały możliwe do przewidzenia nadmierne straty uboczne. Niezależnie od ich definicji, autonomiczne drony byłyby zdolne w pewnym stopniu do samodzielnego działania w czasie i przestrzeni. Brak ingerencji operatora w funkcjonowanie BSL wywołuje pytanie o prawne podstawy funkcjonowania takiego układu „człowiek-maszyna”, kiedy i gdzie prawo wymaga obecności ludzi w procesie podejmowania decyzji podczas prowadzonych działań. Bez wątpienia autonomiczne drony stwarzają istotne problemy prawne i etyczne związane z odpowiedzialnością za niezamierzone spowodowanie szkód. Takie potencjalne luki w zakresie odpowiedzialności muszą być właściwie przezwyciężane dzięki rozwiązaniom technicznym i regulacjom prawnym. Ewolucja technologiczna będzie postępować i autonomiczne drony – niezależnie od stopnia zaawansowania ich konstrukcji – pozostaną produktem

⁴⁰ UK Approach to Unmanned Aircraft Systems, Ministry of Defence UK, 2011.

⁴¹ Lage Dyndal G., Arne Berntsen T., Redse-Johansen S., *Autonomiczne drony wojskowe: już nie science fiction*, <https://www.nato.int/docu/review/pl/articles/2017/07/28/autonomiczne-drony-wojskowe-juz-nie-science-fiction/index.html> [dostęp: 5.10.2021].

⁴² Tamże.

i narzędziem w rękach ludzi. Nasza fundamentalna odpowiedzialność za prowadzone działania ratowniczo-gaśnicze i sposób ich prowadzenia nigdy nie może być „zlecona na zewnątrz”, a już w pewnością nie może być powierzona maszynom.

Podsumowanie i wnioski

1. Na podstawie wyników doświadczeń z wykorzystaniem UAV można stwierdzić, że są one jednym z najskuteczniejszych narzędzi zdalnego rozpoznania do uzyskiwania obiektywnych informacji w czasie rzeczywistym. Pozwalają kompetentnie organizować środki zapobiegające i eliminujące konsekwencje sytuacji awaryjnych oraz szybko reagować na zmiany sytuacji, co ostatecznie przekłada się na wydajność, jakość i terminowość zadań stawianych przez jednostkami ratowniczymi.
2. Za uniwersalizację można uznać główny trend w rozwoju mobilnych robotów przeciwpożarowych. Produkcja robotów specjalizowanych odbywa się przy użyciu technologii przetestowanych na robotach uniwersalnych. Dalszy rozwój robotów przeciwpożarowych realizowany jest ze względu na ewolucję metod gaszenia oraz poprawę parametrów taktyczno-technicznych poprzez wprowadzenie zaawansowanych technologii. Dzięki wysłaniu do działań rodziny robotów, strażacy nie tylko mogą ugasić pożar, ale także przeprowadzić ocenę sytuacji i poszukiwać osób zaginionych.
3. Dron nie zastąpi ratownika, ale daje alternatywę do zastąpienia ludzi w sytuacjach wyjątkowo niebezpiecznych, a przy wykorzystaniu wielu konfiguracji wyposażenia może wykonać szereg zadań w środowiskach niebezpiecznych.
4. Doświadczenia w przygotowaniu i wdrażaniu środków zapobiegania katastrofom, likwidacji skutków klęsk żywiołowych, katastrof spowodowanych przez człowieka, katastrof ekologicznych decydują o współczesnych trendach w wykorzystaniu bezzałogowych systemów latających (BSP/UAV) różnego typu i przeznaczenia.
5. Główne wysiłki twórców BSL poza poprawą charakterystyk aerodynamicznych oraz zmniejszeniem masy i rozmiarów bezzałogowych statków powietrznych, mają na celu stworzenie optoelektronicznego wyposażenia pokładowego, a także nowych algorytmów przetwarzania danych do automatycznego rozpoznawania obiektów, w tym tworzenia trójwymiarowych modeli terenu.
6. Na podstawie wyników doświadczeń z wykorzystaniem bezzałogowców można stwierdzić, że są one jednym z najskuteczniejszych narzędzi zdalnego rozpoznania do uzyskiwania obiektywnych informacji w czasie rzeczywistym i pozwalają kompetentnie organizować środki zapobiegające i eliminujące konsekwencje sytuacji awaryjnych, szybko reagować na zmiany sytuacji, co

ostatecznie przekłada się na wydajność, jakość i terminowość zadań stawianych przez jednostki EMERCOM.

7. Ogromny wpływ na skuteczność działań monitoringowych i poszukiwawczo-ratowniczych z wykorzystaniem robotów/dronów ma nie sam fakt ich stosowania, ale przestrzeganie standardu zawodowego operatorów, poziom ich wykształcenia i wykszolenia. Prawie każdego można nauczyć obsługi drona – nie jest to takie trudne. Potrzebni są jednak specjaliści, którzy potrafią profesjonalnie obsługiwać sprzęt i w pełni wykorzystywać jego potencjał funkcjonalny w połączeniu z kompetentnym wyborem i zastosowaniem racjonalnej taktyki wykonywania różnych zadań w rzeczywistych warunkach.
8. Rozwiązanie prawnych oraz etycznych problemów użytkowania pojazdów bezzałogowych. Brak możliwości ingerencji operatora wywołuje pytanie o prawne podstawy funkcjonowania takiego układu „człowiek-maszyna”, kiedy i gdzie prawo wymaga obecności ludzi w procesie podejmowania decyzji podczas prowadzonych działań.

Bibliografia

1. Bartnicki A., Łopatka J., *Wymagania stawiane platformom mobilnym w zadaniach zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych*, „Logistyka” 2011, 6.
2. Bartnicki A., *Pojazdy specjalne stosowane w akcjach ratowniczych jednostek straży pożarnej*, „Logistyka” 2011, 6.
3. Carichenko S.G., *Ekstremal'naya robototekhnika v MChS Rossii – zadachi i perspektivy*, BiTP Vol. 28 Issue 4, 2012.
4. Czapaj-Atlas R., Dudek B., *Drony, mini- i mikrodrony – przegląd obszarów zastosowań bezzałogowych statków powietrznych dla potrzeb monitoringu i inspekcji, w szczególności w obszarze energetyki*, „Energetyka” 2014, 8.
5. Darowska M., Kutwa K., *Biała Księga Rynku Bezzałogowych Statków Powietrznych*, Warszawa 2019.
6. Dziennik Urzędowy Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 12 stycznia 2021 r. poz. 1.
7. Korshunov N., *Vozdushnyye roboty prizvany na zashchitu i okhranu lesov*, „Aviapanorama” 2015, 4.
8. Łopatka M., Typiak A., *Koncepcja pojazdu transportowego o wysokiej mobilności*, „Logistyka” 2009, 3.
9. Majka A., Roguski J., *Podstawowe parametry demonstratora technologii – bezzałogowego*

- zdalnie sterowanego pojazdu „STRAŻAK”, konferencja szkoleniowa pt. „Zmniejszenie zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych”, (materiał niepublikowany), Józefów 2013.
10. Roguski J., Szulczyńska D., *Wykorzystanie innowacyjnych technologii w działaniach ratowniczo-gaśniczych PSP w celu podnoszenia bezpieczeństwa funkcjonariuszy i ochrony środowiska*, SFT Vol. 57 Issue 1, 2021.
 11. Roguski J., *Przykłady rozwiązań konstrukcyjnych opracowanych w czasie realizacji projektów naukowo-badawczych*, w: *Innowacyjne technologie w straży pożarnej*, J. Roguski (red.), Józefów 2018.
 12. Roguski J., Czerwienko D., *Bezzałogowe platformy lądowe*, BiTP Vol. 30 Issue 2, 2013.
 13. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 r. w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego (Dz.U. 2017 poz. 1319).
 14. Samojezdne platformy dla PSP, informacja o polskich projektach badawczych, prezentacja CNBOP-PIB (materiał niepublikowany).
 15. Sprawozdanie z realizacji projektu rozwojowego pt. „Technologia zmniejszenia zagrożenia wywołanego niekontrolowanym uwalnianiem substancji niebezpiecznych”, (materiał niepublikowany), Józefów 2012.
 16. Tuśnio N., Krzysztofik I., Tuśnio J., *Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych jako elementów mobilnego systemu monitorowania zagrożeń pożarowych*, „Problemy Mechatroniki: uzbrojenie, lotnictwo, inżynieria bezpieczeństwa” 2014, Vol. 5 Issue 2 (16).
 17. Typiak A., Typiak R., Muszyński T., *Support robots for the polish armed forces*, 5th IARP RISE’2011 Robotics for risky interventions and Environmental Surveillance-Maintenance, Belgium 2011.
 18. UK Approach to Unmanned Aircraft Systems, 2011, Ministry of Defence.
 19. Urząd Lotnictwa Cywilnego, *Bezzałogowe statki powietrzne w Polsce*, raport o aktualnym stanie prawnym odnoszącym się do bezzałogowych statków powietrznych, Warszawa 2013.
 20. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. Prawo lotnicze (Dz.U. 2002 Nr 130, poz. 1112 z późn. zm.).
 21. Wantoch-Rekowski R., Roguski J., Błogowski M., *Możliwości wykorzystania symulatorów w szkoleniu operatorów bezzałogowych statków powietrznych w zakresie działań ratowniczo-gaśniczych*, BiTP Vol. 41 Issue 1, 2016.
 22. Yurevich Ye.I., *Osnovy robototekhniki*, St. Peterburg 2017.
 23. Yurevich Ye.I., Tsarichenko S.G., *Opyt i perspektivy razvitiya modul’nykh robototekhnicheskikh sistem ekstremal’noy robototekhniki*, Trudy XXI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii „Ekstremal’naya robototekhnika”, St. Petersburg 2010.
 25. <http://bezzaalogowce.pl/eksperyment-dron-dla-strazy-pozarnej/> [dostęp: 5.10.2021].
 25. <https://brlab.ru/scopes/selskoe-khozyaystvo/> [dostęp: 5.10.2021].
 26. <https://aggeek.net/ru-blog/ispolzovanie-dronov-dlya-vneseniya-szr-i-udobrenij> [dostęp: 5.10.2021].

27. http://e-learning.prz.edu.pl/pluginfile.php/94599/mod_resource/content/1/W4.pdf [dostęp: 04.10.2021].
28. [http:// https://hydromega.com.pl/badania_i_rozwoj/florian/](http://https://hydromega.com.pl/badania_i_rozwoj/florian/) [dostęp: 4.10.2021].
29. [www.tadviser.ru/index.php/ Stat'ya:Bespilotnyy_letatel'nyy_apparat_\(dron,_BPLA\)](http://www.tadviser.ru/index.php/Stat'ya:Bespilotnyy_letatel'nyy_apparat_(dron,_BPLA)) [dostęp: 04.10.2021].
30. <https://www.aviapanorama.ru/wp-content/uploads/2015/08/14.pdf> [dostęp: 5.10.2021].
31. <https://www.gov.pl/web/kppsp-koscierzyna/podwodny-dron-koscierskich-strazakow> [dostęp: 5.10.2021].
32. www.gov.pl/web/kppsp-drawsko-pomorskie/dron-podwodny-dla-drawskich-strazakow [dostęp: 5.10.2021].
33. <http://robotrends.ru/robopedia/pozharnye-i-bespilotnik> [dostęp: 5.10.2021].
34. <https://dlapilota.pl/wiadomosci/ehangcom/drony-strazackie-gasza-pozary-w-chinach> [dostęp: 5.10.2021].
35. www.inceptivemind.com/qilinguav-jc260-drone-drops-bombs-extinguish-forest-fire/12401/ [dostęp: 5.10.2021].
36. <http://robotrends.ru/robopedia/flyox-mark-i> [dostęp: 5.10.2021].
37. <http://singularaircraft.com/technical-sheet/> [dostęp: 5.10.2021].
38. <https://dronelife.com/2019/04/17/fotokite-launches-tethered-drone-system-for-firefighters/> [dostęp: 5.10.2021].
39. <http://robotrends.Ru> [dostęp: 5.10.2021].
40. www.straz.gov.pl › Strona główna › PSP › Wydarzenia › Aktualności 18.12.2014 [dostęp: 5.10.2021].
41. Lage Dyndal G., Arne Berntsen T., Redse-Johansen S., *Autonomiczne drony wojskowe już nie science fiction*, <https://www.nato.int/docu/review/pl/articles/2017/07/28/autonomiczne-drony-wojskowe-juz-nie-science-fiction/index.html> [dostęp: 5.10.2021].

Wykorzystanie dronów przez PSP na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa publicznego jako wyraz troski o prawa człowieka

dr Iwona Florek,
Wyższa Szkoła Gospodarki Euroregionalnej
im. Alcide De Gasperi w Józefowie,

mgr inż. Grzegorz Zawistowski,
CNBOP-PIB

Wprowadzenie

Artykuł przybliży kwestie praktycznej realizacji praw człowieka w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa przez administrację publiczną. W tym celu Państwowa Straż Pożarna (PSP) jako publiczna formacja wykorzystuje drony na rzecz ochrony ludzi.

Autorzy stawiają tezę, że prawo do bezpieczeństwa może być rozpatrywane jako osobne prawo człowieka lub wskazać kilka różnych poszczególnych praw, które się na nie składają, zależnie od przyjętej systematyki. Niemniej należy bezspornie uznać, że jest ono rudymmentarnym prawem i należy do kompetencji władzy publicznej. Wykorzystanie dronów przez PSP wspiera jej ustawowe działania, wpływając pośrednio zarówno na obiektywny stan bezpieczeństwa państwa, jak i subiektywne pojmowanie poczucia bezpieczeństwa przez obywateli.

1. Czym jest bezpieczeństwo publiczne?

Kwestie zapewnienia bezpieczeństwa powszechnego należą niewątpliwie do sfery działań publicznych. Jak zauważa P.D. Williams, bezpieczeństwo jest potężnym narzędziem politycznym i kwestią priorytetową, zwracającą uwagę rządu¹. Generalnie uważa

¹ P.D. Williams, *Security Studies: An Introduction*, Routledge (UK) 2008, s. 2.

się, że bezpieczeństwo narodowe jest to zdolność państwa do zadbania o ochronę i obronę swoich obywateli.

Należy zauważyć, że bezpieczeństwo publiczne stanowi składową – obok bezpieczeństwa politycznego, ekonomicznego, ekologicznego, militarnego, społecznego, informacyjnego, kulturowego i religijnego – systemu bezpieczeństwa wewnętrznego państwa². „Obecnie uważa się, że zapewnienie bezpieczeństwa publicznego danej społeczności (obywatelom) stanowi podstawowy, życiowy warunek duchowego i materialnego rozwoju całej grupy zorganizowanej w państwo i żyjących w tym państwie jednostek ludzkich”³. Sięgając do teorii, czym jest bezpieczeństwo publiczne, znajdujemy często jego definicję negatywną – jako stan braku zagrożenia⁴, „stan na obszarze państwa powstały w wyniku zorganizowanej i realizowanej obrony i ochrony osób i mienia przed zagrożeniami na lądzie, morzu i w powietrzu”⁵. Według przyjętej terminologii bezpieczeństwo publiczne to stan istniejący w państwie, w którym człowiekowi i ogółowi społeczeństwa nie grozi żadne niebezpieczeństwo, niezależnie od źródeł, z którego miałyby pochodzić⁶. Uzyskuje się je dzięki zorganizowanemu systemowi określanemu mianem bezpieczeństwa powszechnego, które jest definiowane jako „ogół warunków służb, inspekcji i instytucji chroniących: życie, zdrowie, mienie obywateli i majątek ogólnonarodowy przed skutkami klęsk żywiołowych, epidemii chorób zakaźnych ludzi i zwierząt oraz awarie techniczne”⁷. Jak słusznie zauważa A. Czupryński, „bezpieczeństwo to naczelną potrzebą człowieka i instytucji przez niego tworzonych, ponieważ związane jest z rozwojem społecznym i cywilizacyjnym”⁸.

Każda z tych definicji ma wymiar społeczny i stawia człowieka w środku systemu zapewnienia bezpieczeństwa, gdyż to dla niego realizuje się zadania z zakresu bezpieczeństwa. Bezpieczeństwo na przestrzeni wieków nabierało nowego znaczenia: od zewnętrznego, typowo militarnego i geopolitycznego, kierując się w stronę ujęcia społecznego, gdzie utrzymanie bezpieczeństwa jest funkcją niezbędną, bez której nie może

² Częściowo ten podział pokrywa się z poglądem B. Buzana, który opracował ramy bezpieczeństwa z czynnikami na nie wpływającymi w pięciu głównych sektorach, z których każdy ma swój własny punkt odniesienia i sposób porządkowania priorytetów. Te sektory to: wojskowy, polityczny, gospodarczy, społeczny, środowiskowy (P.D. Williams, *Security...* dz. cyt., s. 3–4). O ile bezpieczeństwo religijne i kulturowe zaliczyć można do czynników społecznych, pozostaje tylko pytanie, w której kategorii plasuje się bezpieczeństwo informacyjne.

³ W. Pokruszyński, *Bezpieczeństwo. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo WSGE, Józefów 2012, s. 167.

⁴ E. Kołodziński, *Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem*, <http://www.uwm.edu.pl/mkzk/download/wprowadzenie.pdf> [dostęp: 09.09.2021].

⁵ *Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego*, Wydawnictwo AON, Warszawa 2003, s. 16, cyt. cyt. za: *Bezpieczeństwo. Teoria i praktyka*, W. Pokruszyński, Wydawnictwo WSGE, Józefów 2012, s. 168.

⁶ S. Pieprzny, *Ochrona bezpieczeństwa i porządku publicznego w prawie administracyjnym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2007, s. 32.

⁷ Definicja bezpieczeństwa powszechnego autorstwa E. Kołodzińskiego, w: *Leksykon. Bezpieczeństwo. Wybrane pojęcia*, P. Chodak (red.), Wydawnictwo WSGE, Józefów 2015, s. 31.

⁸ A. Czupryński, *Bezpieczeństwo w ujęciu teoretycznym*, w: *Bezpieczeństwo. Teoria-Badania-Praktyka*, A. Czupryński, B. Wiśniewski, J. Zboina, CNBOP-PIB, Józefów 2015, s. 9.

istnieć i rozwijać się społeczeństwo. Bezpieczeństwo to nie tylko fizyczna ochrona ustroju i związanego z nim porządku społecznego, ale także funkcja polityczna przynosząca korzyści społeczeństwu obywatelskiemu. Bez państwa zapewniającego podstawowy poziom bezpieczeństwa nie byłoby cywilizacji, społeczeństwa obywatelskiego. Postrzeganie w ten sposób omawianego zagadnienia obejmuje zarówno aspekt społeczno-kulturowy, jak i społeczno-polityczny. Aby móc żyć w cywilizowanym społeczeństwie, obywatele muszą mieć zapewnione bezpieczeństwo. Instytucją sprawującą kontrolę nad tego rodzaju działalnością jest państwo, zaś mechanizmy decyzyjne państwa to system polityczny. Współcześnie państwo jest także tworem kulturowym poprzez związek z narodem⁹.

Bezpieczeństwo jest także kategorią prawną, wskazywaną w Konstytucji RP¹⁰. Z jednej strony Rzeczpospolita Polska ma za zadanie zapewniać bezpieczeństwo obywateli (art. 5), bezpieczeństwo granic (art. 26 ust. 1), bezpieczeństwo ekologiczne (art. 74 ust. 1), bezpieczeństwo konsumentów (art. 76), z drugiej zaś zapewnienie bezpieczeństwa jest przesłanką do ograniczania praw i przywilejów gwarantowanych przez Konstytucję. Konstytucyjne wolności i prawa w demokratycznym państwie mogą być ograniczane ustawowo tylko wtedy, gdy jest to konieczne ze względu na bezpieczeństwo lub porządek publiczny, bądź dla ochrony środowiska, zdrowia i moralności publicznej, a także wolności i praw innych osób (art. 31 ust. 1). Ponadto można wyłączyć zasadę jawności postępowania sądowego, powołując się na kwestie bezpieczeństwa (art. 45 ust. 2), ograniczyć wolność uzewnętrzniania religii (art. 53 ust. 5) lub prawo obywateli do informacji o działalności organów władzy publicznej (art. 61 ust. 3). Treść przytoczonych praw wyznacza granicę możliwej ingerencji władzy w obszar praw i wolności jednostki¹¹.

Jak widać, występuje tu pewien antagonizm i rozbieżność pojęć – z jednej strony państwo zapewnia bezpieczeństwo obywateli, z drugiej zaś ze względu na bezpieczeństwo może ograniczać im pewne swobody i prawa. Należy tu zauważyć jednak inny podmiot prawa: bezpieczeństwo obywateli to prawo indywidualne i zbiorowości, zaś ograniczenie swobód i praw nastąpić może ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa zbiorowego (kolektywnego).

Jak słusznie podkreślają M. Safjan i L. Bosek, bezpieczeństwo obywateli nie może być zatem zrównane z pojęciem bezpieczeństwa państwa, pomimo że występują niejako obok siebie i mogą się pokrywać funkcjonalnie. Gdy bezpieczeństwo państwa jest zagrożone, tym samym zagrożone jest również bezpieczeństwo jego obywateli. Można sobie jednak wyobrazić sytuację, gdy bezpieczeństwo obywateli będzie zagrożone podczas stanu braku

⁹ S. Bislev, *Globalization, State Transformation and Public Security*, "International Political Science Review" 2004, 25 (3), 281–296.

¹⁰ Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 1997 Nr 78, poz. 483).

¹¹ E. Ura, S. Pieprzny, *Działania władcze organów bezpieczeństwa i porządku publicznego a prawa człowieka*, w: *Ochrona człowieka w świetle prawa Rzeczypospolitej Polskiej*, S. Pikulski, UWM, Olsztyn 2002, s. 125.

zagrożenia dla bezpieczeństwa państwa. Jest zatem możliwe, aby zagrożeniem dla obywatela były działania innego obywatela (osoby), które generalnie nie są skierowane przeciwko państwu jako takiemu.

Państwo powinno zapewnić bezpieczeństwo obywatelom również w ich obopólnych relacjach. Potrzeba zapewnienia państwu bezpieczeństwa może uzasadniać ograniczenie konstytucyjnych przywilejów obywateli, a z kolei – na podstawie art. 230 – zagrożenie konstytucyjnego ustroju państwa, bezpieczeństwa obywateli lub porządku publicznego jest przesłanką do wprowadzenia przez Prezydenta stanu wyjątkowego na terytorium państwa lub jego części. Warto również zauważyć, że art. 76 deklaruje ochronę konsumentów, użytkowników i najemców przed działaniami zagrażającymi ich bezpieczeństwu. Chodzi przy tym o działania nie tylko ze strony organów państwowych, ale również podmiotów prywatnych¹².

2. Bezpieczeństwo publiczne a bezpieczeństwo powszechne

W środowisku można spotkać się z dyskusją na temat różnic w zakresie denotacyjnym pojęć bezpieczeństwa powszechnego i bezpieczeństwa publicznego. Bezpieczeństwo powszechne i publiczne, pomimo bliskości znaczeniowej, są definiowane różnie. Począwszy od analizy językowo-logicznej należy zauważyć, że słownik języka polskiego definiuje słowo *powszechny* jako „dotyczący wszystkich rzeczy, osób, spraw itp.”¹³, a słowo *publiczny* jako „dotyczący całego społeczeństwa lub jakiejś zbiorowości czy dostępny lub przeznaczony dla wszystkich”¹⁴. W podręcznikach akademickich możemy odszukać stwierdzenie, że główną domeną bezpieczeństwa powszechnego jest działalność związana z „ochroną ludności, dóbr i środowiska przed skutkami klęsk żywiołowych, awarii technicznych i innych zagrożeń i niebezpieczeństw spowodowanych działaniem sił natury lub człowieka”¹⁵, a zasadniczym obszarem zapewnienia bezpieczeństwa publicznego jest doprowadzenie do „stanu, w którym ogółowi obywateli indywidualnie nieoznaczonemu, żyjącemu w państwie i społeczeństwie, nie grozi żadne niebezpieczeństwo i to niezależnie od tego, jakie byłyby jego źródła”¹⁶. Wskazuje się też, że bezpieczeństwo publiczne to „stan braku zagrożenia dla funkcjonowania administracji państwowej

¹² M. Safjan, L. Bosek, *Konstytucja RP. Tom I. Komentarz do art. 1–86*, Wydawnictwo C.H.Beck, Warszawa 2016.

¹³ Słownik Języka Polskiego PWN, <https://sjp.pwn.pl/sjp/powszechny;2506802.html> [dostęp: 27.09.2021].

¹⁴ Słownik Języka Polskiego PWN, <https://sjp.pwn.pl/szukaj/publiczny.html> [dostęp: 27.09.2021].

¹⁵ A. Dawidczyk, R. Kuc, Z. Ścibiorek, B. Wiśniewski, *Bezpieczeństwo wewnętrzne. Podręcznik akademicki*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2015, s. 40.

¹⁶ E. Ura, *Prawne zagadnienia bezpieczeństwa państwa*, Krajowa Agencja Wydawnicza, Rzeszów 1988, s. 124, cyt. za: B. Zdrodowski, *Istota bezpieczeństwa państwa*, w: 289 *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia de Securitate*, Kraków 2019, s. 63.

i realizacji jej interesów, umożliwiającą normalny, swobodny jej rozwój¹⁷”. Główną różnicą w stosowaniu tych pojęć jest to, że bezpieczeństwo publiczne łączone jest z terminem zapewnienia porządku publicznego. Jak widać kluczową osią sporu jest próba ustalenia, czy zagrożenie jest spowodowane czynnikami związanymi z realizacją porządku publicznego (bezpieczeństwo publiczne), czy nie (bezpieczeństwo powszechne). Tematyka podjęta w niniejszym opracowaniu skłania do przyznania racji tej części przedstawicieli doktryny, którzy wskazują, że te dwie definicje mają podobny, pokrywający się i synonimiczny zakres znaczeniowy. Pogląd taki reprezentuje m.in. W. Fehler, wskazując różnicowanie tych pojęć jako „bezzasadne, a nadawanie mu odrębnego znaczenia jest zabiegiem jałowym poznawczo i tworzącym fałszywe perspektywy badawcze¹⁸” i S. Pikulski, który stwierdza, że bezpieczeństwo powszechne i publiczne „są to pojęcia tożsame oraz należą do niejasnych i wieloznacznych sformułowań języka prawa¹⁹”.

Należy zauważyć, że bezpieczeństwo człowieka w dzisiejszym świecie jest pojęciem bardzo płynnym, które ze względu na raptowność zmian geopolitycznych czy globalizacji zmienia się i próbuje dostosować do wymogów dzisiejszych społeczeństw.

3. Prawo człowieka do bezpieczeństwa

W istocie, zgodnie z systematyką praw człowieka zaproponowaną przez K. Vasaka²⁰, nie występuje odrębny termin „prawo człowieka do bezpieczeństwa”. Składają się na nie poszczególne prawa z I, II i III generacji. Można tu mówić o prawie do życia, wolności osobistej, wolności od tortur zaliczające się do I generacji, czyli tzw. praw indywidualnych osobistych i politycznych. Prawa II generacji z kolei, takie jak: prawo do pracy i (godziwego) wynagrodzenia, prawo do nauki, wypoczynku, ochrony zdrowia, czy zabezpieczenia społecznego można rozumieć jako realizację bezpieczeństwa społecznego. Natomiast z grupy praw III generacji można wyróżnić, m.in. prawo do pokoju, demokracji, pomocy humanitarnej czy zdrowego środowiska naturalnego.

Warto w tym miejscu odwołać się do zaproponowanej przez M. Sitek systematyki bazującej na piramidzie potrzeb A. Masłowa²¹. Zdaniem autorki prawa człowieka są odzwierciedleniem i odpowiedzią na potrzeby²². Wychodząc z takiego założenia, łatwo

¹⁷ A. Misiuk, *Administracja porządku i bezpieczeństwa publicznego*, Wydawnictwo Łośgraf, Warszawa 2008, s. 17.

¹⁸ W. Fehler, *Bezpieczeństwo publiczne*, „Społeczeństwo i Polityka” 2009, 4 (21), s. 30–38, cyt. za: B. Zdrodowski, *Istota ...*, dz. cyt., s. 60.

¹⁹ S. Pikulski, *Podstawowe zagadnienia bezpieczeństwa publicznego*, w: *Bezpieczeństwo to wspólna sprawa. Ochrona bezpieczeństwa publicznego – rozwiązania systemowe w skali kraju i regionu*. J. Fiebig, M. Róg, A. Tyburska (red.), Wydawnictwo WSPol, materiały poseminaryjne, Szczytno 2002, s. 40, cyt. za: B. Zdrodowski, *Istota ...*, dz. cyt., s. 60.

²⁰ K. Vašák, *Human Rights: A Thirty-Year Struggle: the Sustained Efforts to give Force of law to the Universal Declaration of Human Rights*, “UNESCO Courier” 1977, 30 (11), 29–32.

²¹ A.H. Maslow, *A theory of human motivation*, “Psychological Review” 1943, 50, 370–396.

²² Zob. M. Sitek, *Prawa (potrzeby) człowieka w ponowoczesności*, Wydawnictwo C.H.Beck, Warszawa 2016.

dojść do wniosku, że prawo człowieka do bezpieczeństwa jest podstawowym i niezwykle elementarnym prawem, tuż po potrzebach fizjologicznych. Natomiast zgodnie z twierdzeniem W. Osiatyńskiego, każdy może żądać ochrony swoich praw od państwa²³. Te stwierdzenia kierują nas do podstawowej tezy bezpieczeństwa publicznego, tj. zapewnienie bezpieczeństwa należy do sfery działań publicznych, a dokładniej – do działań administracji publicznej.

Sięgając do źródeł prawa międzynarodowego, prawo do „bezpieczeństwa swojej osoby” jest usytuowane w artykule 3. Powszechnej Deklaracji Praw Człowieka razem z prawem do życia i wolności²⁴. Samo umieszczenie tego prawa w pierwszych artykułach dokumentu wskazuje na jego ogromną wagę. Uważamy jednak, że połączenie z prawem do życia i wolności wskazuje na zawężenie jedynie do stanu bezpieczeństwa jako braku zagrożenia. Natomiast bezpieczeństwo warto rozpatrywać szerzej – jako poczucie bezpieczeństwa. Tak rozumiane prawo dołącza do obiektywnych przesłanek bezpieczeństwa. Istnieją również te subiektywne – psychologiczne nastawienie i samopoczucie. Jest to jednak istotne, aby obywatele, ale też inni ludzie zamieszkujący dany teren, czuli się bezpiecznie. Taki stan powoduje, że mogą w pełni realizować dalsze potrzeby wynikające z piramidy potrzeb. Stąd sugerujemy, aby doszukiwać się realizacji elementów prawa do bezpieczeństwa także w innych artykułach: 2. Zakaz dyskryminacji, 4. Zakaz niewolnictwa, 5. Zakaz tortur, 7. Równość wobec prawa, 12. Prawo do prywatności, 14. Prawo do azylu, 17. Prawo do posiadania własności, 18. Prawo do wolności myśli i wyznania, 19. Prawo do wolności opinii i wypowiedzi, 20. Prawo do wolności zgromadzeń i zrzeszania się, 22. Prawo do zabezpieczenia społecznego, 23. Prawo do pracy, 24. Prawo do odpoczynku, 25. Prawo do odpowiedniego standardu życia, 28. Prawo do ładu społecznego i międzynarodowego.

Wszystkie wskazane powyżej prawa realizują różne, wcześniej wspomniane rodzaje bezpieczeństwa (bezpieczeństwo społeczne, kulturalne, religijne, publiczne itp.) i rozpatrywane łącznie składają się na poczucie bezpieczeństwa.

²³ W. Osiatyński, *Wprowadzenie do praw człowieka*, Helsińska Fundacja Praw Człowieka, <https://www.hfhr.pl/publication/wprowadzenie-do-pojecia-praw-czlowieka/> [dostęp: 15.08.2020]. Prof. Wiktor Osiatyński uważa, że relacja prawa człowieka-państwo powinna funkcjonować w oparciu o trzy tezy:

1. Każda władza jest ograniczona.
2. Każda jednostka ma sferę autonomii, do której żadna władza nie ma dostępu.
3. Każdy może żądać od państwa ochrony swoich praw.

²⁴ Powszechna Deklaracja Praw Człowieka – Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego ONZ 217 A (III) z dnia 10 grudnia 1948 r.

4. Ustawowe zadania PSP w zakresie bezpieczeństwa publicznego

Rozwój społeczno-gospodarczy, w tym przemysłu, budownictwa, komunikacji, infrastruktury komunalnej, spowodował wzrost zagrożeń i sytuacji, w których należy podjąć działania ratownicze. Niektóre z tych zagrożeń prowadzą do wystąpienia katastrof i awarii w zakładach, instalacjach, urządzeniach technicznych i środkach transportu. Dlatego należało zbudować system ratownictwa oraz struktur ochrony przeciwpożarowej w Polsce²⁵.

Ustawa o Państwowej Straży Pożarnej z 1991 roku²⁶ wskazuje, jakie zadania ma pełnić ta formacja. Większość z nich wpisuje się bezpośrednio w obszar zapewnienia bezpieczeństwa publicznego, np. rozpoznawanie zagrożeń pożarowych i innych miejscowych zagrożeń (art. 1 ust. 2 pkt 1). Poza rozpoznawaniem zagrożeń PSP organizuje i prowadzi akcje ratownicze i likwidacji zagrożeń oraz czynności pomocnicze do tych działań (art. 1 ust. 2 pkt 2 i 3).

W ostatnich latach przybywa zdarzeń z zakresu ratownictwa ekologicznego, mającego na celu ochronę środowiska naturalnego z wykorzystaniem środków neutralizujących, ograniczających i eliminujących powstałe skażenie. Ponadto niezwykle ważne zadania pełni ratownictwo medyczne, które udziela pomocy w warunkach pozaszpitalnych wobec ryzyka nagłej utraty życia ludzkiego lub nagłego pogorszenia stanu zdrowia. Rozwój przemysłowy zwiększył też prawdopodobieństwo powstania sytuacji zagrożenia w postaci skażenia radioaktywnego i toksycznego lub innego rodzaju niebezpiecznego dla życia i zdrowia ludzi. Zadaniem PSP jest niwelowanie negatywnych skutków skażeń i szybkie niesienie pomocy osobom pokrzywdzonym i zagrożonym niebezpieczeństwem, ratowanie i ochrona mienia oraz ograniczenie, a następnie likwidacja każdego zagrożenia²⁷.

Państwowa Straż Pożarna zgodnie z art. 23 tej ustawy przeprowadza czynności kontrolno-rozpoznawcze oraz ćwiczenia w celu rozpoznawania zagrożeń, realizacji nadzoru nad przestrzeganiem przepisów przeciwpożarowych oraz przygotowania do działań ratowniczych.

Elementem dbania o bezpieczeństwo wewnętrzne jest także monitoring, do którego należy analiza stanu zagrożenia, alarmowanie o możliwości wystąpienia realnego zagrożenia, ostrzeganie funkcjonariuszy, włączanie systemów zabezpieczających, alarmowanie sił ratowniczych, ostrzeganie ludności.

„Podstawową wartością systemu bezpieczeństwa Rzeczypospolitej Polskiej winno być wykorzystanie prawa synergii polegającego na tym, że wartość całości jest większa od

²⁵ A. Warmiński, *Zadania i organizacja Państwowej Straży Pożarnej w zakresie ochrony przeciwpożarowej*, „Studia Społeczno-Polityczne DOCTRINA” 2009, 6, s. 3.

²⁶ Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 1991 Nr 88, poz. 400 z późn. zm.).

²⁷ A. Warmiński, *Zadania...*, dz. cyt., s. 5–9.

sumy jej poszczególnych części. Tak przyjęte prawo oznacza, że poszczególne elementy systemu (policja, straż pożarna i inne), współdziałające ze sobą i oddziaływujące na siebie, są dla całego systemu efektywniejsze, niż gdyby każdy z nich pracował oddzielnie. Zadania realizowane przez PSP na rzecz stanu bezpieczeństwa publicznego państwa polegają na kierowaniu jednostkami organizacyjnymi, zobowiązanymi do wykonywania czynności związanych z ochroną przeciwpożarową i zwalczaniem skutków innych miejscowych zagrożeń²⁸.

5. Bezzałogowe statki powietrzne w PSP – ich wykorzystanie oraz wpływ na ustawowe działania formacji

Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) są coraz bardziej popularne w wielu krajach na świecie (Hiszpania, Australia, Niemcy, Malezja, Indonezja, Singapur, Meksyk, Kanada)²⁹. Również w Polsce na przestrzeni lat widać znaczny wzrost zastosowania dronów. W 2015 roku w jednostkach ochrony przeciwpożarowej funkcjonowało oficjalnie mniej niż 10 dronów, a pod koniec 2020 roku było ich już ponad 50 BSP jako efektywne narzędzie, ułatwiające i poprawiające działania w akcji ratowniczej, znajdują swoje szerokie zastosowanie w strukturach służb mundurowych odpowiedzialnych za bezpieczeństwo publiczne³⁰. Głównym zadaniem realizowanym przez BSP jest wspieranie funkcjonariuszy w zakresie realizacji swoich ustawowych obowiązków (przede wszystkim wsparcie w przeprowadzanych przez te formację akcjach ratowniczych).

Potencjał wykorzystania możliwości BSP jest ogromny. Nowoczesne podejście do ratownictwa zakłada, że bezzałogowiec stosowany w jednostkach ochrony przeciwpożarowej jest co do zasady nośnikiem, do którego można podczepić niezbędny w danej chwili czy akcji komponent lub urządzenie, takie jak np. kamera RGB, termowizyjna, na podczerwień, miernik stężenia substancji chemicznych w otoczeniu, koło ratunkowe, lampa oświetleniowa itp. Tak naprawdę urządzenia oraz sposób ich zamontowania na bezzałogowcach to element dyskrecjonalnej władzy osoby dokonującej zamówienia – to od nich zależy funkcjonalność platformy³¹. Ratownik, czy też jego przełożony, z którym dokonuje zakupu, ma swój osąd co do optymalnej konfiguracji statku bezzałogowego. Im bardziej osąd ten jest zdywersyfikowany – czyli oparty na wiedzy naukowej, badawczej, doświadczeniu w akcjach ratowniczych, szkoleniach – tym bardziej dokładny,

²⁸ A. Warmiński, *Zadania ...*, dz. cyt., s. 12.

²⁹ N. Tuśnio, A. Nowak, J. Tuśnio, P. Wolny, *Bezzałogowe statki powietrzne w działaniach Państwowej Straży Pożarnej – propozycja dedykowana Państwowej Straży Pożarnej*, „Zeszyty Naukowe SGSP” 2016, 58 (1), s. 107–108.

³⁰ Tamże, s. 121.

³¹ M. Feltynowski, M. Zawistowski, *Możliwości wykorzystania bezzałogowych platform w służbach ratunkowo-porządkowych*, BiTP Vol. 51 Issue 3, 2018, pp. 126–136.

tj. pozwalający na zoptymalizowanie konfiguracji statku. Jak wskazuje sama Państwowa Straż Pożarna, zastosowanie w jej szeregach znajdują również konstrukcje przygotowane na zamówienie. Przykładem jest „Wielofunkcyjny zwiadowca” – bezałogowiec Flyability Elios, model wybrany przez straż jako odpowiedni do przeprowadzania konkretnych działań.



Ryc. 1. Bezałogowy statek powietrzny Flyability Elios wraz z naziemną stacją kontroli

Źródło: <https://www.flyability.com/news/flyability-announces-a-new-certification-and-training-program> [dostęp: 22.09.2021].

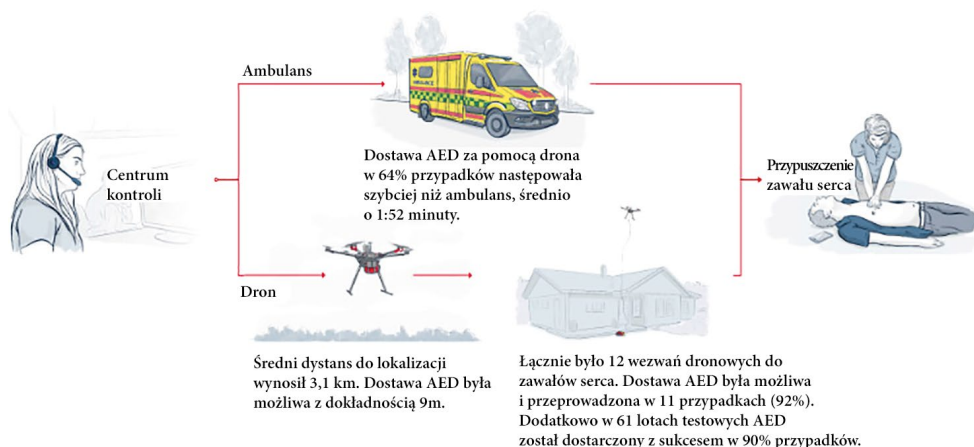
Największą zaletą tego modelu jest odporność na kolizje, w czym pomaga jego stosunkowo mały rozmiar i sposób wykonania, który predestynuje go do inspekcji najbardziej niedostępnych miejsc. Ułatwia to znacząco prowadzenie działań poszukiwawczo-ratowniczych, w szczególności w zawałonych obiektach budowlanych³². To tylko jeden z wielu przykładów na to, jak wiele nowych możliwości działania zyskała straż zarówno poprzez zakup tego sprzętu, jak i wyszkolenie kadr w jego obsłudze.

Bardzo ciekawym i nowatorskim rozwiązaniem wypróbowanym zagranicą było wykorzystanie drona do dostarczenia automatycznego zewnętrznego defibrylatora (AED)³³. Skuteczność wykorzystania bezałogowców do przenoszenia aparatów AED

³² Zob. D. Wałpuski, *Wielofunkcyjny zwiadowca*, <https://www.ppoz.pl/index.php/zajrzyj-do-srodka/technika/1938-wielofunkcyjny-zwiadowca> [dostęp: 22.09.2021].

³³ S. Schierbeck, J. Hollenberg, A. Nord, L. Svensson, P. Nordberg, M. Ringh, S. Forsberg, P. Lundgren, C. Axelsson, A. Claesson, *Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest*, “European Heart Journal” 2021, vol. 43, Issue 15, s. 1479.

w celu skrócenia czasu, który jest czynnikiem kluczowym w defibrylacji, udowodniono w pracach teoretycznych³⁴ oraz w praktycznym użyciu³⁵. Schemat wykorzystania bezzałogowców z przenoszeniem defibrylatorów w praktycznym teście przedstawia grafika poniżej.



Ryc. 2. Schemat wykorzystania bezzałogowców z defibrylatorem

Źródło: S. Schierbeck, J. Hollenberg, A. Nord, L. Svensson, P. Nordberg, M. Ringh, S. Forsberg, P. Lundgren, C. Axelsson, A. Claesson, *Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest*, "European Heart Journal" 2021, vol. 43, Issue 15, s. 1479.

Przeprowadzone testy wykazały, że skuteczność dostarczenia defibrylatora w pilotażu wyniosła aż 92% oraz że drony – odnośnie czasu dotarcia do poszkodowanego – mają w 64% przypadków przewagę nad czasem dotarcia przy użyciu karetki³⁶. Przedstawione badanie nie dotyczy ściśle działalności Państwowej Straży Pożarnej, niemniej używając paraleli, należy zaobserwować, że podobna zależność będzie też występowała przy dronach i samochodach strażackich. Dodatkowo warto podkreślić, że szybki i efektywny dostęp do miejsca zdarzenia może odgrywać kluczową rolę w wypełnianiu przez straż

³⁴ A. Claesson, A. Backman, M. Ringh, L. Svensson, P. Nordberg, T. Djarv, J. Hollenberg, *Time to delivery of an automated external defibrillator using a drone for simulated out-of-hospital cardiac arrests vs emergency medical services*, "JAMA" 2017, 317, 2332–2334, cyt. za: S. Schierbeck i in., *Automated external ...*, dz. cyt., s. 1479.

³⁵ S. Schierbeck, i in., *Automated external ...*, dz. cyt., s. 1483.

³⁶ Tamże, s. 1485–1486.

swoich ustawowych obowiązków z zakresu bezpieczeństwa publicznego i będącej jego częścią ochrony przeciwpożarowej – ochrony zdrowia, życia i mienia³⁷.

Rzeczą absolutnie kardynalną, o jakiej należy wspomnieć przy okazji wykorzystania dronów w PSP, jest możliwość ich użycia w przypadku pożarów, w szczególności w coraz częściej występujących pożarów lasów. Ważnym, a niestety często zaniebanym, obszarem działań w przypadku monitoringu pożarów lasów jest prewencja. Jest ona rozumiana jako zapobieganie pożarom poprzez zestaw działań, mających na celu zmniejszenie prawdopodobieństwa wystąpienia pożaru, jak i ograniczenie jego skutków w przypadku wystąpienia³⁸. Jednym z elementów prewencji jest nadzór nad lasem, który w oczywisty sposób może być przeprowadzany przy użyciu bezzałogowców. Nadzór przeciwpożarowy obejmuje czynności wykonywane w celu jak najwcześniejszego wykrycia pożaru. Skala strat spowodowanych przez pożary lasów zależy w dużej mierze od sprawności detekcji i czasu reakcji³⁹. Odpowiedzią zarówno na pierwszy, jak i na drugi aspekt może być użycie dronów. Nie ulega jakiegokolwiek wątpliwości, że zastosowanie bezzałogowca będzie tańszym rozwiązaniem niż użycie śmigłowca⁴⁰. Wśród pilotów BSP zatrudnionych w straży utarło się powiedzenie, że „z góry widać lepiej” – wszak obserwowanie otoczenia przy użyciu bezzałogowca z dobrej jakości kamerą RGB pozwala zarówno na zdecydowanie szybsze wykrycie zarzewia pożaru, jak i na zaraportowanie o nim. Z kolei zamontowanie dobrej jakości kamery termowizyjnej znacznie poprawia zdolności detekcyjne bezzałogowca. Jak wskazuje rynek i doświadczenie, kamera termowizyjna powinna być także stosowana w trakcie dogaszania. Z jej pomocą można bowiem ustalić ukryte ogniska żaru i przeprowadzić ich dogaszenie⁴¹.

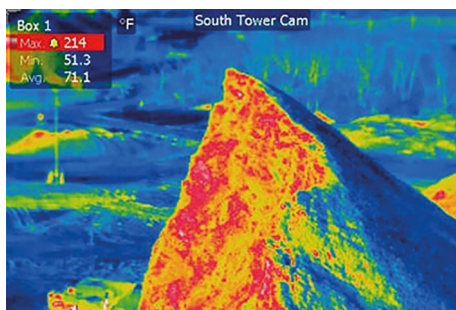
³⁷ Art. 1 ustawy z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn.zm.).

³⁸ Zob. R.V. Muñoz, *La Defensa Contra Incendios Forestales: Fundamentos y Experiencias*; McGraw-Hill Interamericana de España, Madrid 2009, cyt. za: J.J Roldán-Gómez i in., *Survey on Robotic Technologies for Forest Firefighting: Applying Drone Swarms to Improve Firefighters' Efficiency and Safety*, "Applied Sciences" 2021, 11 (1), 363.

³⁹ Zob. J.J Roldán-Gómez, E. González-Gironda, A. Barrientos, *Survey on ...*, dz. cyt., s. 2.

⁴⁰ Śmigłowiec vs Dron – Helipoland.com, <https://helipoland.com/pl/blog/2019/10/09/smiglowiec-vs-dron/> [dostęp: 22.09.2021].

⁴¹ <https://pl.trotec.com/przyklady-zastosowan/technologie-pomiarowa-termografia-lokalizacja-pozarow-dzieki-zastosowaniu-kamer-termowizyjnych/> [dostęp: 22.09.2021].



Ryc. 3. Przykładowy termogram góry składowniczej biopaliwa wskazujący wzrost temperatury i ryzyko pożarowe

Źródło: <https://www.ects.pl/artukul/wczesne-wykrywanie-pozaru-przy-pomocy-kamery-termowizyjnej-flir-a50-a70/> [dostęp: 22.09.2021].

Możliwości, jakie oferuje dowódcy dobrze sporządzony termogram, są ogromne. Dzięki nim dowodzenie akcją jest skuteczniejsze, tzn. można lepiej rozdysponować dostępne siły i środki do lokalizacji pożaru. Natomiast użycie kamery RGB stwarza możliwość m.in. dostosowania optymalnej trasy tak, aby nie spowodować powstania tzw. efektu bariery. Pojęcie to odnosi się do przeszkód wynikających z szerokiego zakresu czynników środowiskowych, takich jak obfite opady śniegu, utrudniony ruch drogowy spowodowany uszkodzeniami czy wąskimi ulicami miast⁴². Odpowiednia analiza przy użyciu kamery pozwala na właściwe dobranie sił i środków. W następstwie możliwe jest przezwyciężenie efektu bariery i optymalizacja akcji poszukiwawczo-ratowniczych⁴³, co stanowi nie tylko realizację obowiązków PSP, ale również umów międzynarodowych zawartych przez Polskę (członkowsko w komórce jednoczącej grupy poszukiwawczo-ratownicze „International Search and Rescue Advisory Group – INSARAG”, funkcjonującej pod agendą Organizacji Narodów Zjednoczonych).

Na koniec nie sposób nie wspomnieć o potencjale bezzałogowców do działania w tzw. roju (tworzą go co najmniej dwa bezzałogowe statki powietrzne, komunikujące się i współdziałające ze sobą w czasie rzeczywistym). Warto rozróżnić dwa najczęściej spotykane podejścia do zagadnienia rojów. Pierwsze zakłada wykorzystanie heterogenicznej, niejednorodnej floty dronów, dzięki czemu różne typy maszyn mogą dostosowywać się do wielorakich zadań, zwiększając efektywność całej misji. Na przykład drony ze stałymi skrzydłami (samoloty, latające skrzydła) mogą wykonywać zadania, które wymagają objęcia nadzorem dużych obszarów oraz sporządzania map, podczas gdy wielowirnikowce wykonują zadania wymagające dużo większej precyzji i wspar-

⁴² EASeR Project: Recommendations – For Different Levels Of Rescue Mission And Actors, <https://www.easerproject.eu/recommendations-2/>, s. 2 [dostęp: 22.09.2021].

⁴³ Zob. M. Feltynowski, M. Langner, *The Role of EASeR Project in Enhancing Search and Rescue Teams Performance*, SFT Vol. 53 Issue 1, 2019, pp. 130–143.

cia ratownika w czasie rzeczywistym. Drugie podejście zakłada homogeniczność użytych platform – jest ono bardzo efektywne w przypadku, gdy ratownicy wiedzą, z jakim zagrożeniem mają do czynienia, przez co zawniczasu mogą dobrać konstrukcje i wyposażenie platform⁴⁴.

Podsumowanie i wnioski

Bezzałogowe statki powietrzne to urządzenia o ogromnym potencjale, których funkcje są stale ulepszone. Nowe technologie rewolucjonizują ratownictwo, zwiększając tym samym jego skuteczność, także w obszarze realizacji zadań z zakresu bezpieczeństwa publicznego⁴⁵. Bezzałogowe statki powietrzne umożliwiają znacznie szybszą, dokładniejszą i tańszą niż dotychczas ocenę sytuacji w wielu zdarzeniach kryzysowych. Pozwalają w większym stopniu chronić życie i zdrowie zarówno ratowników, jak i ratowanych osób wraz z ich dobytkiem. Zastosowanie BSP w działaniach ratowniczych prowadzonych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej jest jednym z wielu obszarów zwiększania ich efektywności⁴⁶. Ta zaś zdecydowanie pozytywnie wpływa na realizację zadań PSP w zakresie zapewnienia bezpieczeństwa publicznego oraz prawa do bezpieczeństwa wywodzonego z praw człowieka.

Zastosowanie dronów w działaniach bezpośrednio związanych zarówno z ochroną i prewencją przeciwpożarową, jak i podczas pożarów lasów oraz do działań związanych z zapewnieniem bezpieczeństwa w innych zakresach (np. dostarczanie defibrylatorów AED) wpływa na zapewnienie bezpieczeństwa powszechnego. Ponadto wykorzystanie dronów w pracy PSP pozytywnie oddziałuje na poczucie bezpieczeństwa wśród obywateli.

⁴⁴ J.J. Roldán-Gómez, E. González-Gironda, A. Barrientos, *Survey on ...*, dz. cyt., s. 11–12.

⁴⁵ D. Wałpuski, *Wielofunkcyjny zwiadowca*, <https://www.ppoz.pl/index.php/zajrzyj-do-srodka/technika/1938-wielofunkcyjny-zwiadowca> [dostęp: 22.09.2021].

⁴⁶ T. Bonaczewski, *Drony dla jednostek*, „Przegląd Pożarniczy” 2019, <https://www.ppoz.pl/index.php/aktualnosci/2025-drony-dla-jednostek> [dostęp: 22.09.2021].

Bibliografia

1. Bislev S., *Globalization, State Transformation and Public Security*, "International Political Science Review" 2004, 25 (3), 4, doi:10.1177/0192512104043017.
2. Bonaczewski T., *Drony dla jednostek*, „Przegląd Pożarniczy” 2019, <https://www.ppoz.pl/index.php/aktualnosci/2025-drony-dla-jednostek> [dostęp: 22.09.2021].
3. Chodak P. (red.), *Leksykon – Bezpieczeństwo. Wybrane pojęcia*, Wydawnictwo WSGE, Józefów 2015.
4. Claesson A., Backman A., Ringh M., Svensson L., Nordberg P., Djarv T., Hollenberg J., *Time to delivery of an automated external defibrillator using a drone for simulated out-of-hospital cardiac arrests vs emergency medical services*, "JAMA" 2017, 317.
5. Czupryński A., *Bezpieczeństwo w ujęciu teoretycznym*, w: *Bezpieczeństwo teoria-Badania-Praktyka*, A. Czupryński, B. Wiśniewski, J. Zboina, Wydawnictwo CNBOP, Józefów 2015.
6. Dawidczyk A., Kuc R., Ścibiorek Z., Wiśniewski B., *Bezpieczeństwo wewnętrzne. Podręcznik akademicki*, Wydawnictwo Adam Marszałek, Toruń 2015.
7. EASeR Project: Recommendations – For Different Levels Of Rescue Mission And Actors, <https://www.easerproject.eu/recommendations-2/> [dostęp: 22.09.2021].
8. Fehler W., *Bezpieczeństwo publiczne*, „Społeczeństwo i Polityka” 2009, 4 (21).
9. Feltynowski M., Langner M., *The Role of EASeR Project in Enhancing Search and Rescue Teams Performance*, SFT Vol. 53 Issue 1, 2019.
10. Feltynowski M., Zawistowski M., *Możliwości wykorzystania bezałogowych platform w służbach ratunkowo-porządkowych*, BiTP Vol. 51 Issue 3, 2018.
11. Fiebig J., Róg M., Tyburska A. (red.), *Ochrona bezpieczeństwa publicznego – rozwiązania systemowe w skali kraju i regionu*, materiały poseminaryjne, Wydawnictwo WSPol, Szczytno 2002.
12. Kołodziński E., *Wprowadzenie do zarządzania bezpieczeństwem*, <http://www.uwm.edu.pl/mkzk/download/wprowadzenie.pdf> [dostęp: 09.09.2021].
13. Konstytucja Rzeczypospolitej Polskiej z dnia 2 kwietnia 1997 r. (Dz.U. 1997 Nr 78, poz. 483 z późn. zm.).
14. Maslow A.H., *A theory of human motivation*, "Psychological Review" 1943, 50.
15. Misiuk A., *Administracja porządku i bezpieczeństwa publicznego*, Wydawnictwo Łośgraf, Warszawa 2008.
16. Muñoz R.V., *La Defensa Contra Incendios Forestales: Fundamentos y Experiencias*, McGraw-Hill Interamericana de España, Madryt 2009.
17. Osiatyński W., *Wprowadzenie do praw człowieka*, Helsińska Fundacja Praw Człowieka, <https://www.hfhr.pl/publication/wprowadzenie-do-pojecia-praw-czlowieka/> [dostęp: 15.08.2020].

18. Pieprzny S., *Ochrona bezpieczeństwa i porządku publicznego w prawie administracyjnym*, Wydawnictwo Uniwersytetu Rzeszowskiego, Rzeszów 2007.
19. Pikulski S., *Podstawowe zagadnienia bezpieczeństwa publicznego*, w: *Bezpieczeństwo to wspólna sprawa. Ochrona bezpieczeństwa publicznego – rozwiązania systemowe w skali kraju i regionu*, J. Fiebig, M. Róg, A. Tyburska (red.), materiały poseminaryjne, Wydawnictwo WSPoL, Szczycno 2002.
20. Pokruszyński W., *Bezpieczeństwo. Teoria i praktyka*, Wydawnictwo WSGE, Józefów 2012.
21. Powszechna Deklaracja Praw Człowieka – Rezolucja Zgromadzenia Ogólnego ONZ 217 A (III) z dnia 10 grudnia 1948 r.
22. Roldán-Gómez J.J., González-Girona E., Barrientos A., *Survey on Robotic Technologies for Forest Firefighting: Applying Drone Swarms to Improve Firefighters' Efficiency and Safety*, "Applied Science" 2021, 11, 363, <https://doi.org/10.3390/app11010363>.
23. Safjan M., Bosek L., *Konstytucja RP. Tom I. Komentarz do art. 1–86*, Wydawnictwo C.H.Beck, Warszawa 2016.
24. Schierbeck S., Hollenberg J., Nord A., Svensson L., Nordberg P., Ringh M., Forsberg S., Lundgren P., Axelsson C., Claesson A., *Automated external defibrillators delivered by drones to patients with suspected out-of-hospital cardiac arrest*, "European Heart Journal" 2021, vol. 43, Issue 15, <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehab498>.
25. Sitek M., *Prawa (potrzeby) człowieka w ponowoczesności*, Wydawnictwo C.H. Beck, Warszawa 2016.
26. Słownik Języka Polskiego PWN, <https://sjp.pwn.pl/sjp/powszechny;2506802.html> [dostęp: 27.09.2021].
27. Słownik Języka Polskiego PWN, <https://sjp.pwn.pl/szukaj/publiczny.html> [dostęp: 27.09.2021].
28. Słownik terminów z zakresu bezpieczeństwa narodowego, Wydawnictwo AON, Warszawa 2003.
29. Tuśnio N., Nowak A., Tuśnio J., Wolny P., *Bezzałogowe statki powietrzne w działaniach Państwowej Straży Pożarnej – propozycja dedykowana Państwowej Straży Pożarnej*, „Zeszyty Naukowe SGSP” 2016, 58 (1).
30. Ura E., Pieprzny S., *Działania władcze organów bezpieczeństwa i porządku publicznego a prawa człowieka*, w: *Ochrona człowieka w świetle prawa Rzeczypospolitej Polskiej*, S. Pikulski, Wydawnictwo UWM, Olsztyn 2002.
31. Ura E., *Prawne zagadnienia bezpieczeństwa państwa*, Krajowa Agencja Wydawnicza, Rzeszów 1988, cyt. za: B. Zdrodowski, *Istota bezpieczeństwa państwa*, w: 289 *Annales Universitatis Paedagogicae Cracoviensis Studia de Securitate*, Kraków 2019.
32. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. z 1991 r. Nr 88, poz. 400 z późn. zm.).
33. Vašák K., *Human Rights: A Thirty-Year Struggle: the Sustained Efforts to give Force of law to the Universal Declaration of Human Rights*, "UNESCO Courier" 1977, 11.

34. Wałpuski D., *Wielofunkcyjny zwiadowca*, <https://www.ppoz.pl/index.php/zajrzyj-do-srodka/technika/1938-wielofunkcyjny-zwiadowca> [dostęp: 22.09.2021].
35. Warmiński A., *Zadania i organizacja Państwowej Straży Pożarnej w zakresie ochrony przeciwpożarowej*, „Studia Społeczno-Polityczne DOCTRINA” 2009, 6.
36. Williams P.D., *Security Studies: An Introduction*, Routledge (UK), 2008.
37. <https://pl.trotec.com/przyklady-zastosowan/technologie-pomiarowa-termografia/lokalizacja-pozarow-dzieki-zastosowaniu-kamer-termowizyjnych/> [dostęp: 22.09.2021].
38. Śmigłowiec vs Dron – Helipoland.com, <https://helipoland.com/pl/blog/2019/10/09/smiglowiec-vs-dron/> [dostęp: 22.09.2021].

Precyzyjne pozycjonowanie wstępne oraz bezpośrednie przygotowanie nawigacyjne w pracy operacyjnej RPAS

dr hab. Andrzej Fellner,
prof. Politechniki Śląskiej

Wprowadzenie

Dynamiczny rozwój naukowo-techniczny przyczynił się do militarnego użycia bezałogowych systemów w przestrzeni ekosfery ziemskiej (zastosowanie wodne, lądowe, powietrzne, kosmiczne). Zastosowanie operacyjne wymagało odpowiedniego wyposażenia, norm eksploatacyjnych. Toteż przyjęta została klasyfikacja i specyfikacja militarnych, bezałogowych systemów. Znamienne, że są one równie intensywnie implementowane dla potrzeb cywilnych w różnych sferach działalności człowieka. Jednak ich cywilne zastosowanie operacyjne wymaga przyjęcia odpowiednich regulacji prawno-technicznych, eksploatacyjnych i organizacyjnych. Zajmując się systemami bezałogowych statków powietrznych (SBSP), używamy potocznie nazwy dron (ang. *drone*). Najpierw jednak objawiły się proste bezałogowe aparaty latające (BAL). Były to jednostki sterowane radiem, używane jako cele powietrzne. Dopiero możliwość pozyskiwania i przekazywania obrazu z pokładu doprowadziła do powstania bezałogowych statków powietrznych (BSP), które następnie zastosowano do rażenia celów w czasie rzeczywistym – TST (ang. *time sensitive targets*). Wtedy pojawiły się bezałogowe bojowe statki powietrzne – BBSP (ang. *uninhabited (unmanned) combat aerial (air) vehicles*, UCAV). Należy podkreślić, że nieoczekiwana efektywność bojowego użycia SBSP¹ sprawiła, że zaczęto powszechnie używać ich we wszystkich znaczących konfliktach militarnych (Izrael, Bałkany, Irak, Afganistan, Libia). Natomiast po ataku terrorystycznym z dnia 11 września 2001 roku na nowojorskie World Trade Center SBSP znalazły zastosowanie

¹ Sukces Izraela w 1982 roku podczas kampanii przeciw syryjskim bateriom raketowym w dolinie Bekaa pod kryptonimem „Pokój dla Galilei”.

w konfliktach militarnych oraz w czasie pokoju – użyto ich do patrolowania przestrzeni powietrznej Stanów Zjednoczonych. Od 2006 roku SBSP, operując na dużej wysokości nad terytorium USA, monitorują przestrzeń powietrzną w ramach misji bojowy patrol powietrzny (ang. *air policing*).

Przemieszczające się w przestrzeni powietrznej bezzałogowe systemy określane są mianem UAV (ang. *unmanned aerial vehicle*), a także – przez międzynarodowe organizacje, takie jak NATO, ICAO, EUROCONTROL – UAS (ang. *unmanned aircraft system*). W 2012 roku pojawiły się kolejne terminy: RPA (ang. *remotely piloted aircraft*) oraz RPAS (ang. *remotely piloted aircraft system*), które zdaniem międzynarodowego gremium ekspertów są adekwatne dla nowego rodzaju lotnictwa. Paradoksalnie RPAS to nie bezzałogowe systemy – załoga zdalnie steruje RPAS, nie będąc na jego pokładzie, lecz w naziemnym elemencie kierowania i kontroli lotu/misji/operacji. Obecnie pojęciem UAS określa się system zawierający jeden lub kilka bezzałogowych statków powietrznych, ośrodek sterowania (operator lub autonomiczny system sterowania), łączność obiekt-operator, dodatkowo systemy nadzorowania, dokowania, ekwipunek. Natomiast termin RPAS – pomimo zbieżności z UAS – różni się zdalnym sposobem sterowania statku powietrznego przez operatora. Tym samym wyklucza się systemy ze sterowaniem autonomicznym. Trwająca transformacja lotnicza determinuje funkcjonowanie UAS lub RPAS, ale uwzględniając ich wyposażenie i możliwości zastosowania, preferowane są określenia: systemy lub platformy bezzałogowych statków powietrznych. Rozwój techniczny UAS/RPAS wyprzedził regulacje prawne, które stopniowo zaczynają się pojawiać, aby zapanować nad tym obszarem działalności człowieka. Konieczne jest uzupełnianie braków, podejmowanie problematyki związanej z bezpiecznym funkcjonowaniem bezzałogowych statków powietrznych. Również uwzględniając operacyjno-komercyjne zastosowania UAS/RPAS, konieczne jest ich dodatkowe wyposażenie: łączność z kontrolą ruchu lotniczego – ATC (ang. *air traffic control*), komunikacja głosowa – CPDLC (ang. *controller-pilot data link communications*), ADS-B, SSR transponder, urządzenia nawigacyjne, urządzenia wspierające start i lądowanie (katapulty, spadochrony), urządzenia sterowania lotem (ang. *Flight Management System, FMS*), urządzenia monitorowania poprawności działania RPAS, system zakończenia lotu w przypadkach awaryjnych, systemy antykolizyjne pokładowe. Możliwa jest do zastosowania komunikacja bezpośrednia lub za pośrednictwem satelity lub naziemnej sieci.

1. Precyzyjne pozycjonowanie dla bezzałogowego systemu latającego

Operacyjne stosowanie bezzałogowego systemu latającego jest determinowane precyzyjnym pozycjonowaniem, co wynika z wykonanych w latach 2016–2021 testów RPAS. Prowadzono je podczas akcji poszukiwawczo-ratowniczych przez jednostki ochotniczej

i państwowej straży pożarnej². Sformułowano problem badawczy w postaci pytania: „czy powszechnie stosowany cywilny sygnał systemu satelitarnego GPS jest permanentnie dokładny³, wiarygodny⁴, ciągły⁵ i dostępny⁶, niezawodny⁷ dla komercyjnego, operacyjnego stosowania?”. Niestety przeprowadzone testy wykazały⁸, że system GPS nie spełnia warunków precyzyjnego pozycjonowania podczas pracy operacyjnej straży pożarnej, policji, zarządzania kryzysowego, a oczekiwane rezultaty wymagały dodatkowych korekcji i wspomagania.

Wyznaczanie pozycji GPS polega na pomiarze czasu propagacji sygnału (pomiar kodowy) oraz przesunięcia fazowego (pomiar fazowy) sygnału nadawanego przez satelitę poruszającego się po znanej orbicie. Na podstawie znanej prędkości fali elektromagnetycznej oraz dokładnego czasu wysłania sygnału obliczana jest odległość odbiornika od satelitów. Następnie poprzez wykonanie przestrzennego liniowego wcięcia wstecz odbiornik może obliczyć pozycję geograficzną (długość, szerokość geograficzną oraz wysokość elipsoidalną). Oznacza to, że podczas określania pozycji przestrzennej konieczny jest jednoczesny odbiór danych z przynajmniej czterech satelitów, gdyż odbiornik oblicza niewiadome: trzy pseudoodległości do satelitów oraz odchylenia czasu. Pomiar odległości do satelity realizowany jest na podstawie określenia różnicy wskazań zegara satelity nadającego sygnał i zegara odbierającego sygnał. W związku z tym czas wysłania sygnału z satelity jest ustalany na podstawie jednego zegara, a ustalenie czasu jego odebrania według innego (użytkownika⁹). Toteż istotną rolę odgrywa synchronizacja czasu w systemie – jest to główny cel segmentu kontrolnego systemu satelitarnego. Wiadomo, że gdyby zegary satelitów były dokładnie zsynchronizowane z zegarami odbiorników do pomiaru odległości, wystarczyłoby uwzględnić tylko poprawkę na propagację (Δt_A). Nie jest to technicznie możliwe, ponieważ stabilność satelitarnych wzorców czasu wynosi

² T. Balcerzak, K. Kostur, M. Żmigrodzka, *Unmanned Aerial Vehicles in Fire Protection*, „Revista europea de derecho de la navegación marítima y aeronáutica” 2019, 36, s. 39–62; M. Chomonic, M. Feltynowski, L. Smolarczyk, *Działania ratownicze komponentu medycznego Polskiej Ciężkiej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej (HUSAR Poland) podczas akcji po trzęsieniu ziemi w Nepalu w roku 2015*, BITP Vol. 51 Issue 3, 2015, pp. 107.

³ Dokładność (ang. *accuracy*) – stopień zgodności między wartością ocenianego lub mierzonego parametru a jego rzeczywistą wartością w tym samym czasie, oceniany wartością błędu. Parametrami w tym kontekście mogą być współrzędne pozycji, prędkość, czas, itd.

⁴ Wiarygodność systemu (ang. *system integrity*) – zdolność do przekazania użytkownikowi dokładnych, terminowych, kompletnych i jednoznacznych informacji oraz ostrzeżeń w ustalonym czasie.

⁵ Ciągłość (ang. *continuity*) – zdolność systemu do funkcjonowania w określonych granicach parametrów działania bez przerwy przez określony czas.

⁶ Dostępność (ang. *availability*) – zdolność obiektu do utrzymywania się w stanie umożliwiającym wypełnienie wymaganych funkcji w danych warunkach, w danej chwili lub w danym przedziale czasu przy założeniu, że są dostarczone wymagane środki zewnętrzne.

⁷ Niezawodność (ang. *dependability*) – zespół właściwości opisujących gotowość obiektu do pracy i wpływających na nią, takich jak: nieuszkodzalność, obsługiwalność i zapewnienie środków obsługi.

⁸ A. Fellner, *Analiza systemów nawigacyjnych i koncepcja stacji permanentnych RTK DGPS dla potrzeb lotnictwa*, WSOSP, Dęblin 1999.

⁹ Różnica pomiędzy tanim i niedostatecznie dokładnym wzorcem kwarcowym zainstalowanym w odbiorniku i precyzyjnym zegarem atomowym na satelicie.

1×10^{-14} , a w odbiornikach z generatorami kwarcowymi, w krótkich przedziałach czasu to 1×10^{-12} . Z tego wynika, że błąd w synchronizacji czasu zegara satelity oraz odbiornika równy $1 \mu\text{s}$ generuje błąd odległości 300 m. Skoro fizycznie nie można uzyskać odpowiednio wysokiej synchronizacji wzorców czasu, w systemie satelitarnym stosowane są rozwiązania programowe, zapewniające dokładność 1 nanosekundy (błąd odległości $0,3 \text{ m}$)¹⁰. Wyznaczanie odległości od odbiornika użytkownika do satelity można wykonać dwiema metodami:

- a) kodową (pomiar pseudoodległości) – pomiar propagacji wyemitowanego sygnału satelitarnego modulowanego specjalnym kodem i jego dotarcia do anteny odbiorczej określa się z wzoru:

$$D = c \cdot t \quad (1)$$

gdzie:

c – prędkość rozchodzenia się fali elektromagnetycznej w ośrodku,

t – wyznaczony czas propagacji,

przy czym trudno precyzyjnie wyznaczyć prędkość c , gdyż ośrodek, przez który przechodzi sygnał, jest niejednorodny.

- b) fazową (pomiar fazowy) – pomiar odległości polega na wyznaczeniu fazy sygnału docierającego do anteny odbiorczej. W tym przypadku wyznaczenie odległości wymaga znajomości liczby cykli fazowych (N) fali elektromagnetycznej na drodze od nadajnika do odbiornika i wyznacza się ze wzoru:

$$D = (N + \varphi) \Delta D \quad (2)$$

gdzie:

N – liczba całkowitych cykli fazowych,

ΔD – długość fali elektromagnetycznej,

N – liczba całkowitych cykli fazowych,

φ – pomierzona faza sygnału przychodzącego.

Powszechnie stosuje się pomiar na dwóch lub więcej związanych częstotliwościach, aby zmniejszyć wpływ ośrodka na wyznaczoną odległość do satelitów. Tą metodą można osiągnąć dokładność rzędu 2–3 cm, ale wadą jest konieczność wyznaczenia nieoznaczoności fazy N (inicjalizacja odbiornika).

W systemie satelitarnym zmierzone pseudoodległości zawierają błędy spowodowane: propagacją fal radiowych w jonosferze i troposferze ($c\Delta t_A$), różnicą wskazań zegara satelity i odbiornika ($c\Delta t_U$), różnicą wskazań zegara satelity do czasu systemu ($c\Delta t_S$). Zmierzona pseudoodległość zawiera w sobie rzeczywistą odległość, poprawkę odległości wynikającą z refrakcji oraz błąd zegara odbiornika przedstawione na rycinie 1. Uwzględniając, że w systemie satelitarnym pomiar odległości do satelitów dokonuje się na

¹⁰ Poziom synchronizacji zapewnia sieć stacji kontrolnych, permanentnie monitorując zegary satelitarne oraz wprowadzając w miarę potrzeb poprawki korekcyjne. Natomiast w trakcie określania pozycji ustalana jest poprawka zegara odbiornika w stosunku do satelity.

podstawie czasu przejścia sygnału satelita-odbiornik, wartość pseudoodległości do satelity określa się ze wzoru (nie uwzględnia się błędów położenia satelity w chwili pomiaru tzw. błąd efemeryd – wielkość prognozowana):

$$\bar{d}_i = c \cdot [(t_{Ri} - t_{Ti}) + \Delta t_{Ai} + (\Delta t_{ui} - \Delta t_{si})] \quad (3)$$

gdzie: \bar{d} – pseudoodległość do satelity,

c – prędkość światła,

t_{Ri} – czas odbioru sygnału względem czasu systemu mierzony przez odbiornik,

t_{Ti} – czas nadania sygnału przez satelitę względem czasu systemu, znany po rozkodowaniu sygnału,

Δt_{Ai} – poprawka ze względu na opóźnienie propagacyjne, określana przez odbiornik,

Δt_{ui} – poprawka czasu zegara odbiornika względem czasu systemu,

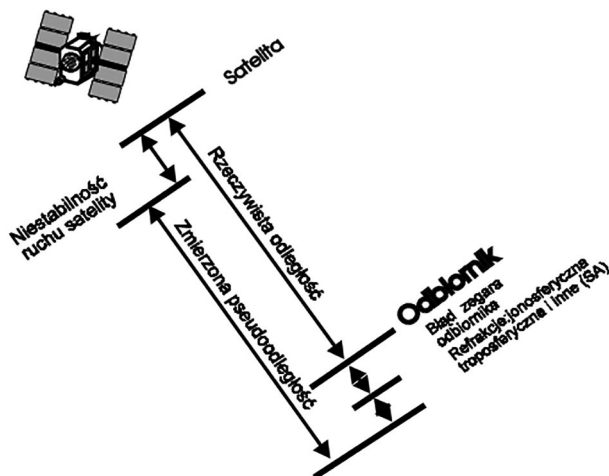
Δt_{si} – poprawka czasu zegara satelity względem czasu systemu, przekazywana przez satelitę w depeszy nawigacyjnej.

Jeżeli oznaczyć odległość rzeczywistą d_i :

$$d_i = c \cdot [(t_{Ri} - t_{Ti})] \quad (4)$$

to wartość pseudoodległości do satelity przyjmie postać:

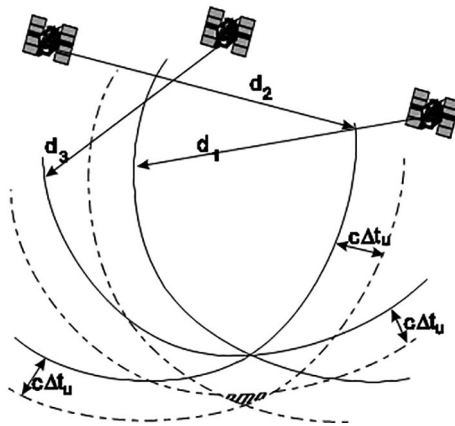
$$\bar{d}_i = d_i + c \cdot \Delta t_{Ai} + c \cdot (\Delta t_{ui} - \Delta t_{si}) \quad (5)$$



Ryc. 1. Zasada pomiaru odległości w systemie GPS

Źródło: opracowanie własne.

Mając na uwadze powyższe, zależność pseudoodległości opisuje się wzorem, w którym uwzględnia się: czas mierzony przez odbiornik, czas znany po rozkodowaniu sygnału, poprawkę określaną przez odbiornik, poprawkę przekazywaną przez satelitę w depeszy nawigacyjnej. Nie uwzględnia się natomiast błędu efemeryd, gdyż wielkość ta jest prognozowana. Nieznana jest wartość poprawki zegara odbiornika (Δ_{tu}) i dlatego musi być określona wraz ze współrzędnymi pozycji użytkownika jako dodatkowa niewiadoma. Z tego wynika, że minimalna liczba zmierzonych pseudoodległości musi być co najmniej o jedną większa niż liczba współrzędnych pozycji użytkownika¹¹. Dla obiektu przemieszczającego się w przestrzeni powietrznej położenie obiektu latającego określa się na podstawie pomiaru odległości od minimum czterech satelitów. Oznacza to, że zmierzone odległości do satelitów są zawsze obciążone stałym błędem zegara odbiornika $c \cdot \Delta_{tu}$, który należy uwzględnić, przesuwając każdą linię o jednakową wartość równą $c \Delta_{tu}$. Jako wynik otrzymuje się wspólny punkt przecięcia (pozycję użytkownika). Oznacza to, że po określeniu współrzędnych pozycji użytkownika oprócz położenia jest zawsze określona wartość poprawki zegara odbiornika, co przedstawiono na rycinie 2.



Ryc. 2. Określanie pozycji w systemie satelitarnym

Źródło: opracowanie własne.

Znamienne, że wraz z udostępnieniem systemu GPS użytkownikom cywilnym rozpoczęto prace naukowo-badawcze nad jego wersją różnicową DGPS (ang. *differential global positioning system* – różnicowy globalny pozycyjny system). Badania objęły różne metody określania poprawek do bieżących pomiarów, wybór częstotliwości oraz

¹¹ STANAG 4294 – podczas określenia współrzędnych położenia użytkownika, oprócz liczby współrzędnych pozycji, zawsze musi być określona wartość poprawki zegara odbiornika, więc minimalna liczba zmierzonych pseudoodległości musi być co najmniej o jedną większa niż liczba współrzędnych pozycji użytkownika.

opracowanie formatu transmisji poprawek do użytkowników. Dowiedziono, że transmisje poprawek różnicowych mogą zwiększyć dokładność określenia pozycji do ok. 14 m przy funkcjonującej Selekttywnej Dostępności SA (ang. *Selective Availability* – zakłócanie efemeryd i poprawek zegarów atomowych satelitów) oraz pracy w Standardowym Serwisie Pozycyjnym SPS (ang. *standard positioning service*). W 2000 roku USA wyłączyły SA, umożliwiając cywilnym użytkownikom korzystanie z nawigacji satelitarnej z dokładnością od 4 do 12 m. Jednak dla potrzeb operacyjnych i komercyjnych zastosowań jest to niewystarczające, co potwierdziły badania, testy i eksperymenty.

Obecnie popularną metodą precyzyjnego pozycjonowania jest pomiar różnicowy DGNSS (ang. *differential global navigation satellite system*). Polega ona na wykorzystaniu naziemnego referencyjnego odbiornika ustawionego w geodezyjnie wyznaczonym punkcie, który ustala na bieżąco poprawki różnicowe dla poszczególnych satelitów i transmituje je w odpowiednim formacie bezpośrednio do odbiornika użytkownika poprzez łącze satelitarne, VHF, GPRS/WLAN. Metoda ta pozwala wyeliminować: błąd zegara satelity, błąd efemeryd, selektywną dostępność (wyłączona obecnie), opóźnienie jonosferyczne, opóźnienie troposferyczne. Natomiast nie eliminuje szumów własnych odbiornika, efektu wielodrożności sygnału satelitarnego. Podkreślić należy, że dla operacyjnego i komercyjnego zastosowania metody DGNSS zostały opracowane standardy wymagań dla różnych rodzajów nawigacji dla transportu: kolejowego, drogowego, powietrznego, morskiego oraz innych zastosowań (tabele 1–5). Podobnie działają systemy wspomagające, które umożliwiają operacyjne i komercyjne korzystanie z wojskowych systemów satelitarnych dla potrzeb cywilnych, zapewniając wymaganą wiarygodność, dokładność, dostępność, ciągłość sygnału. W zależności od umiejscowienia systemu wspomagającego wyróżnia się nakładki ulepszające (ang. *overlay augmentation*) typu:

- ABAS – technika oparta o RAIM (ang. *receiver autonomus integrity monitoring*) odbiornika GNSS, polegająca na monitorowaniu spójności sygnałów satelitarnych i alarmowaniu, gdy nastąpi utrata wymaganej dokładności nawigacji wskutek błędnych wskazań satelitów. RAIM wykorzystuje algorytm FDE, który wykrywa błędne wskazania satelitów, wykluczenie ich z obliczeń i bezpieczną kontynuację nawigacji;
- SBAS – naziemne stacje monitorujące weryfikują sygnały satelitarne, poprawiają dokładność, wyliczając poprawki korekcyjne i transmitują je poprzez satelitę geostacjonarnego do użytkownika. Aktualnie dynamicznie rozwijająca się grupa kompatybilnych systemów wspomagania satelitarnego, do której zalicza się m.in.: europejski EGNOS (ang. *european geostationary navigation overlay service*), amerykański WAAS (ang. *wide area augmentation system*), japoński MSAS (ang. *multifunctional satellite based augmentation system*), rosyjski SDCM (ang. *system of differential correction and monitoring*), kanadyjski CWAAS (ang. *Canadian WAAS*), chiński SNAS (ang. *satellite navigation augmentation system*), indyjski GAGAN (ang. *GPS and geo-Augmented navigation system*), południowo-środkowo-amerykańsko-karaibski SACCSA

(hiszp. *solucin de aumentación para caribe, centro y sudamérica*), afrykańsko-indyjski AFI (ang. *Africa and Indian Ocean*), australijski GRAS (ang. *ground-based regional augmentation system*) czy japoński QZSS (ang. *quasi-zenith satellite system*) czy koreański K-SBAS (ang. *Korean satellite based augmentation system*)¹². Pomimo że są to systemy regionalne, odpowiadają międzynarodowym standardom MOPS (ang. *minimum operational performance standards*), a to oznacza, że pokładowe odbiorniki użytkownika mogą korzystać z sygnałów niezależnie od systemu, który je emituje.

- GBAS – naziemne stacje monitorujące weryfikują sygnały satelitarne, poprawiają dokładność wyliczając poprawki korekcyjne i transmitują je poprzez stacje naziemne w paśmie VHF-VDB.

Tabela 1. Wymagane dokładności, czas do alarmu, dostępność oraz pokrycie DGPS dla potrzeb transportu powietrznego

Zastosowanie w transporcie powietrznym	Dokładność (2 σ)	Czas do alarmu (s)	Dostępność (%)	Pokrycie wysokości (m)
Przeloty transoceaniczne	23 km (12,6 Mn)	30	99,977	8400–12 200 (27 500–40 000 ft)
Przeloty krajowe	1000 m	10	99,977	150–18 300 (500–60 000 ft)
Terminale	500 m	10	99,977	150–5500 (500–18 000 ft)
Podejście i lądowanie: nieprecyzyjne	100 m	10	99,977	75–900 (250–3000 ft)
Podejście i lądowanie: kategoria I	Poziom: 17,1 m Pion: 1,7 m	6	99,999	30–900 (100–3000 ft)
Podejście i lądowanie: kategoria II	Poziom: 5,2 m Pion: 1,7 m	2	99,999	15–900 (50–3000 ft)
Podejście i lądowanie: kategoria III	Poziom: 4,1 m Pion: 0,6 m	2	99,999	0–900 (0–3000 ft)

Źródło: opracowanie własne.

¹² http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/ESA_guides_global_satnav_augmentation_gathering [dostęp: 25.11.2020].

Tabela 2. Wymagane dokładności, czas do alarmu, dostępność oraz pokrycie DGPS dla potrzeb kolejnictwa

Zastosowanie kolejowe	Dokładność (2 σ)	Czas do alarmu (s)	Dostępność (%)	Obszar pokrycia
Śledzenie pozycji pociągów	10–30 m	5	99,7	Obszar kraju
Określanie prędkości	± 1 km/h dla $v < 20$ km/h oraz $\pm 5\%$ dla ≥ 20 km/h	5	99,7	Obszar kraju
Kierowanie pociągami	1 m	< 5	100	Obszar kraju
Ostrzeżenie o ruchu na skrzyżowaniach pociąg/droga	1 m	< 5	100	Obszar kraju

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 3. Wymagane dokładności, czas do alarmu, dostępność oraz pokrycie DGPS dla potrzeb ruchu drogowego

Zastosowanie w ruchu drogowym	Dokładność (2 σ)	Czas do alarmu (s)	Dostępność (%)	Obszar pokrycia
Nawigacja i kierowanie ruchem drogowym	5–20 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Alarmowanie o wypadkach drogowych	5–30 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Zarządzanie transportem	25–1500 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Automatyczne powiadamianie o zatrzymywaniu autobusów rejsowych	5–30 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Kierowanie i sterowanie pojazdami	30–50 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Unikanie kolizji: sytuacje krytyczne	5 m	1–15	99,7	Obszar kolizyjny
Zbieranie danych o wypadkach	30 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Zarządzanie infrastrukturą	10 m	1–15	99,7	Obszar kraju
Unikanie kolizji: sterowanie	1 m	1–15	99,7	Obszar kolizyjny

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 4. Wymagane dokładności, czas do alarmu, dostępność oraz pokrycie DGPS dla zastosowań morskich

Zastosowanie morskie	Dokładność (2 σ)	Czas do alarmu (s)	Dostępność (%)	Obszar pokrycia
Żegluga w przystaniach i cumowanie: duże statki i holowniki	8–20 m	6–10	99,7	Porty, podejścia do portów
Żegluga w przystaniach i cumowanie: małe statki	8–20 m	6–10	99,9	Porty, podejścia do portów
Żegluga w przystaniach i cumowanie: badanie zasobów	1–3 m	5	99,0	Porty, podejścia do portów
Żegluga brzegowa: wszystkie statki	460 m (0,25 Mn)	Nie zdefiniowano	99,7	Wody przybrzeżne
Żegluga brzegowa: łodzie wycieczkowe i inne małe statki	460–3700 m. (0,25–2 Mn)	Nie zdefiniowano	99,0	Wody przybrzeżne
Żegluga oceaniczna: bezpieczeństwo nawigacji	3700–7400 (2–4 Mn)	Nie zdefiniowano	99,0	Obszar świata
Żegluga oceaniczna: wszystkie środki pływające	1800–3700 (1–2 Mn)	Nie zdefiniowano	99,0	Obszar świata

Źródło: opracowanie własne.

Tabela 5. Wymagane dokładności, czas do alarmu, dostępność oraz pokrycie DGPS dla innych zastosowań nawigacyjnych

Zastosowanie	Dokładność (2 σ)	Czas do alarmu (s)	Dostępność (%)	Obszar pokrycia
Zdalne sterowanie (3D)	Przedmiot studiów	Przedmiot studiów	Przedmiot studiów	Obszar świata
Poszukiwanie i ratownictwo	10 m	Nie zdefiniowano	Nie zdefiniowano	Obszar kraju
Obserwacja obszaru	1–5 m	Minuty – godziny	95–99	Obszar kraju do obszaru świata
Fotogrametria	2–5 cm	Minuty	Nie zdefiniowano	Obszar kraju
Obserwacje geodezyjne	Poziom: 2–40 cm Pion: 1 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Miejsca na obszarze kraju
Obserwacje granic	Poziom: 0,02–1 m Pion: brak	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Miejsca na obszarze kraju

Precyzyjne pozycjonowanie wstępne oraz
bezpośrednie przygotowanie nawigacyjne w pracy operacyjnej RPAS

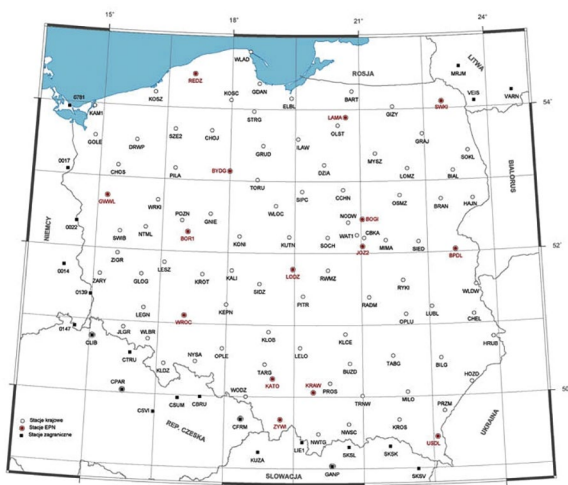
Zastosowanie	Dokładność (2 σ)	Czas do alarmu (s)	Dostępność (%)	Obszar pokrycia
Obserwacje hydrograficzne: <ul style="list-style-type: none"> • wewnętrzne • zewnętrzne • kanał Geofizyczne zewnętrzne	Poziom: 1–6 m Pion: 4–10 cm Poziom: 1–6 m Pion: brak Poziom: 1–6 m Pion: 10–20 cm Poziom: 1–10 m Pion: 10 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Krajowe szlaki wodne
Obserwacje deformacji	Poziom: 1–2 mm Pion: 1 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Obserwacje topograficzne	Poziom: 2 cm Pion: 1–20 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Sporządzanie map	Poziom: 0,2–5 m Pion: 10–20 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Mapy powodzi	Poziom: 1–5 m Pion: 1–20 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Mapy zasobów	Poziom: 1–10 m Pion: 0,4–1 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Hydrografia	Poziom: 1–10 m Pion: 20–40 cm	Godziny (dane po przetworzeniu)	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Ostrzeganie o niebezpieczeństwie	Poziom: 1–10 m Pion: 20–40 cm	Minuty	99	Obszar kraju, wybrane miejsca
Służba czasu i częstotliwości	100 ns (1 σ)	Nie zdefiniowano	Nie zdefiniowano	Obszar świata

Źródło: opracowanie własne.

Preferowanym dla działań operacyjnych straży pożarnej i policji jest system ASG EUPOS przedstawiony na rycinie 3. Ta europejska sieć naziemnych, wielofunkcyjnych, permanentnych stacji referencyjnych precyzyjnego pozycjonowania stanowi część międzynarodowej sieci IGS, a za jej poprawne funkcjonowanie w Polsce odpowiada Główny Urząd Geodezji i Kartografii (GUGiK). Ma on za zadanie zapewnić działanie permanentnych, wielofunkcyjnych, różnicowych stacji odniesienia DGNSS, precyzyjnie określać współrzędnych naziemnych stacji (ETRS' 89 oraz konwencjonalne geodezyjne systemy odniesienia), czuwać nad stosowaniem standardów sygnałów satelitarnych systemów operacyjnych (GPS, GLONASS, a niebawem Galileo). Ponadto GUGiK ma umożliwić korzystanie z następujących serwisów:

- w czasie rzeczywistym:
 - NAWGEO – pomiar metodą kinematyczną (RTK, RTN); emitowane dane korekcyjne RTCM (ang. *radio technical commission for maritime services*)¹³, RTK (ang. *real time kinematic*), VRS (ang. *virtual reference station*), FKP (niem. *Flächenkorrekturparameter*) w czasie rzeczywistym z wybranej lub wygenerowanej wirtualnej stacji referencyjnej, umożliwiają prowadzenie pomiarów i nawigacji z dokładnością: poniżej 0,03 m w poziomie oraz 0,05 m w pionie;
 - KODGIS – pomiar metodą kinematyczną (DGNSS); emitowane dane korekcyjne RTCM w czasie rzeczywistym, z wybranej stacji referencyjnej, umożliwiają prowadzenie pomiarów i nawigacji z dokładnością do 0,25 m);
 - NAWGIS – pomiar metodą kinematyczną (DGNSS); emitowane dane korekcyjne RTCM w czasie rzeczywistym, z wybranej stacji referencyjnej, umożliwiają prowadzenie pomiarów i nawigacji z dokładnością do 3 m;
- w czasie postprocessingu:
 - POZGEO – pomiar metodą statyczną; do obliczeń wykorzystywane są obserwacje fazowe z odbiorników jedno- i dwuczęstotliwościowych, przekonwertowane do ustalonego formatu danych obserwacyjnych;
 - POZGEO D – pomiar metodami statyczną i kinematyczną, udostępnia dane obserwacyjne do samodzielnych obliczeń i umożliwia uzyskanie dokładności na poziomie 0,1 m dla odbiorników L1 oraz 0,01 m dla odbiorników L1/L2. Użytkownik po zakończeniu pomiaru oraz sesji pomiarowych stacji referencyjnych może pobrać przez Internet pliki obserwacyjne dla wybranych stacji referencyjnych i indywidualnie opracowywać dane.

¹³ RTCM – standard wymiany danych w systemach różnicowych GPS, uwzględniający również odbiorniki zdolne odbierać sygnały satelitów GLONASS.



Ryc. 3. Rozmieszczenie stacji systemu ASG EUPOS (część stacji posiada dodatkowe wyposażenie: GLO (GPS/GLONASS), MET (meteorologiczne zestawy pomiarowe), EPN (europejska), IGS (międzynarodowa)

Źródło: <http://www.asgeupos.pl> [dostęp: 24.10.2021].

2. Wstępne oraz bezpośrednie przygotowanie nawigacyjne w pracy operacyjnej RPAS

Podczas działań operacyjnych, akcji poszukiwawczo-ratowniczych, zarządzania kryzysowego z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych zastosowano wstępne przygotowanie nawigacyjne do lotu. Obejmuje ono zapoznanie operatorów RPAS z misją i wytycznymi nawigacyjnymi związanymi z wykonaniem zadania oraz następującymi czynnościami: przygotowanie mapy do lotu (wybór, wykreślenie i opis trasy lotu z uwzględnieniem rodzaju zadania i lotu, rzeźby terenu, kontrolnych punktów), wybór profilu lotu (przekrój pionowy trasy), planowanie wysokości lotu bezzałogowego systemu na poszczególnych odcinkach¹⁴. W ramach wykonywanych obliczeń określa się: długość odcinków trasy lotu i czasy ich przelotu, nakazane magnetyczne kąty drogi dla poszczególnych odcinków trasy, ogólną długość trasy, czas ogólny i trwania lotu, czas startu i wyjścia na określony punkt, czas lądowania/wymiany baterii, rzeczywistą minimalną (bezpieczną) wysokość lotu, zużycie baterii/paliwa w jednostkach czasu. Opis tak przygotowanej trasy w ramach akcji gaśniczej pożaru w Biebrzańskim Parku Narodowym prezentuje rycina 4. Dane wstępnego obliczenia lotu zapisuje się po lewej stronie, w odpowiednich rubrykach nawigacyjnego dziennika pokładowego, jak

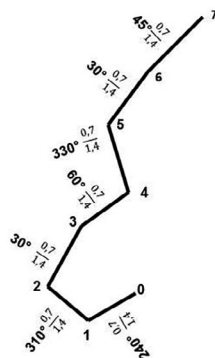
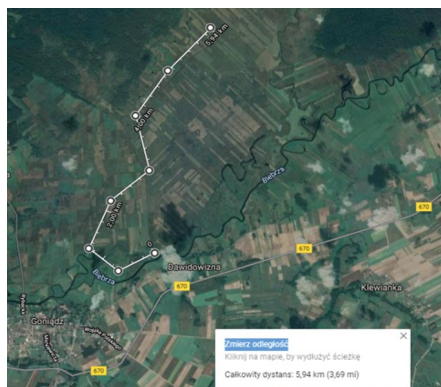
¹⁴ AIP Polska, rozdz. ENR 5.1.2–3, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, Warszawa 2020.

w tabeli 6. Pojawiają się tam następujące parametry: kąt drogi magnetyczny (KDM), droga (s), prędkość rzeczywista lotu (ang. *true air speed*, TAS), czas (t), kurs busoli (KB), prędkość podróżna/względem ziemi (ang. *ground speed*, GS), kurs magnetyczny (KM), kąt znoszenia (KZ).

Tabela 6. Przykładowy dzienniki pokładowy niezbędny podczas operacyjnego stosowania dronów (wypełniony dla trasy lotu wzdłuż czoła pożaru)

System bezzałogowy latający (dron)				Parametry wiatru (kierunek, prędkość)					
Operator/pilot				Prędkość rzeczywista lotu (TAS)					
Data lotu 22.04.2020				Wysokość lotu 80 m					
Obliczenia wstępne				Trasa	Obliczenia bezpośrednie				
KDM	s [km]	TAS/(V) [km/h]	t [min]		KB	t	GS (W)	KM	KZ
do WPT				0					
240°	0,7	30	1,4	1					
310°	0,7	30	1,4	2					
30°	0,7	30	1,4	3					
60°	0,8	30	1,6	4					
330°	1	30	2	5					
30°	1	30	2	6					
45°	1	30	2	7					
od KPT									
NOTATKI POMOCNICZE									
Długość trasy lotu - 11,8 min									
Ilość paliwa/liczba baterii -									
Bezpieczna wysokość lotu - 80 m									
Deklinacja +7° 4'									
Świt -				Zmrok -					
Zapassowe miejsca lądowania bezzałogowego systemu latającego:									

Źródło: opracowanie własne.



Ryc. 4. Front pożaru z wyznaczoną trasą na mapie (po lewej) oraz przygotowana trasa podczas wstępnego przygotowania nawigacyjnego z naniesionymi parametrami

Źródło: opracowanie własne.

Bezpośrednie przygotowanie nawigacyjne wykonywane jest tuż przed rozpoczęciem lotu bezzałogowego systemu i głównie polega na uzupełnieniu prawej strony dziennika pokładowego, zwłaszcza pól dotyczących prędkości i kierunku wiatru oraz określeniu jego wpływu na wykonanie misji. Podczas tego przygotowania przeprowadza się analizę sytuacji meteorologicznej¹⁵ oraz zapoznaje się z informacjami organu służby ruchu lotniczego dotyczącymi sytuacji nawigacyjnej. Wykonuje się również bezpośrednie obliczenia na podstawie uaktualnionych warunków lotu w oparciu o certyfikowane dane meteorologiczne (wiatr, temperatura, ciśnienie). Polegają one na wyznaczeniu: kątów znoszenia poprawionych o parametry wiatru kursów magnetycznych i prędkości podróży oraz czasów lotu dla poszczególnych odcinków trasy lotu, ogólnej długotrwałości lotu, przyrządowej minimalnej (bezpiecznej) wysokości lotu. Wyniki zapisuje się w dzienniku pokładowym, a w przypadku braku danych o parametrach lub braku samego dziennika, przyjmuje się obliczenia z wstępnego przygotowania do lotu. Należy sprawdzić funkcjonowanie wyposażenia nawigacyjnego RPAS.

Podczas operacyjnego stosowania bezzałogowych systemów latających istotne są certyfikowane dane meteorologiczne zawarte na stronie Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej (IMGW), a szczególnie:

- GAMET – prognoza składająca się z dwóch zasadniczych części:
 - **SECN I** – zawiera grupy niebezpiecznych zjawisk pogody mające istotny wpływ na przelot, szczególnie dla małego lotnictwa i dronów. Jeśli grupy nie ma, to oznacza, że zjawisko nie jest prognozowane, jednak zawsze należy sprawdzić, czy nie zostały wydane informacje AIRMET i/lub SIGMET;
 - **SECN II** – w tej części znajdują się dodatkowe informacje o prognozowanej pogodzie w danym rejonie.

¹⁵ <http://awiacja.imgw.pl/index.php?product=airmet-opis> [dostęp: 27.11.2020].

- **AIRMET** – informacja podaje zwięzły opis tekstowy z użyciem obowiązujących skrótów, zaobserwowane lub przewidywane wystąpienia istotnych zjawisk meteorologicznych na trasie lotu, które nie były włączone w Sekcję I prognozy obszarowej GAMET dla lotów na małych wysokościach.
- **SIGMET** – informacje wydawane przez Meteorologiczne Biuro Nadzoru, podawany tekstem z użyciem obowiązujących skrótów zwięzły opis występujących lub prognozowanych istotnych zjawisk meteorologicznych na trasie lotu. Mogą one wpływać na bezpieczeństwo bezzałogowych systemów latających, podając przewidywany obraz rozwoju tych zjawisk w czasie i w przestrzeni.
- **Prognoza obszarowa istotnych zjawisk pogody w formie graficznej** – obejmująca swym zasięgiem przestrzeń powietrzną w Polsce (FIR EPWW – FIR Warszawa). W przekroju pionowym prognoza zawiera się od powierzchni ziemi do FL100, w obszarach górskich do FL150 (SFC-700 hPa). Prognoza opracowywana jest przez synoptyków w Centralnym Biurze Prognoz Lotniczych – Meteorologicznym Biurze Nadzoru w Warszawie.
- **Turbulencja** – prezentuje prognozę intensywności turbulencji w dwóch warstwach: od gruntu do 3 km i powyżej 3 km do wysokości 15 km. W obliczeniach modelu został ujęty stosunek prognozowanej energii wiatrowej do energii, z jaką oddziaływałby wiatr o prędkości 30 m/s (w warstwie od powierzchni do 3 km) lub 40 m/s (w warstwie powyżej 3 km) na poziomie morza, na średniej wielkości statek powietrzny. W obliczeniach uwzględnia się trzy wielkości fizyczne: siłę wiatru, gradient (pionowy i poziomy) wiatru oraz stabilność atmosfery. U dołu mapy wartości intensywności turbulencji są przedstawione za pomocą skali barw oraz umownych określeń (np. słaba, umiarkowana itp.) Intensywność turbulencji wyrażona jest w skali od 0 – brak do 1 – groźna. Wielkość tę można jednocześnie interpretować jako prawdopodobieństwo wystąpienia turbulencji.
- **Mapa oblodzenia** – prezentuje prognozę intensywności oblodzenia w wybranych warstwach atmosfery. W obliczeniach modelu uwzględnione zostały następujące parametry: temperatura, wilgotność, wielkość zachmurzenia, opady, temperatura wierzchołków chmur, a także możliwość wystąpienia głębokiej konwekcji. Na mapie zbiorczej prezentowane są maksymalne wartości intensywności oblodzenia w warstwie od 0 do 10 km (rzut z góry) oraz przekrój dolnej warstwy (rzut WW→E). Pojedyncze punkty oznaczone kolorem czerwonym prezentują wysokości (w setkach metrów), w których intensywność oblodzenia jest największa. Prognozowana intensywność oblodzenia podawana w % oznacza prawdopodobieństwo jego wystąpienia
- **Mapy burzowe** – co godzinę zobrazowane są następujące elementy: prawdopodobieństwo wystąpienia burz (potencjał burzowy Pb) w skali <0–1>, siła konwekcji w skali <0–7>, możliwe strefy zagrożenia, zaobserwowane burze. Dostępne są także animacje prognozujące możliwość i przemieszczanie się burz.

Podsumowanie i wnioski

Z testów RPAS, prowadzonych w latach 2016–2021 podczas akcji poszukiwawczo-ratowniczych, zarządzania kryzysowego przez jednostki straży pożarnej, policji¹⁶ wynika, że operacyjne stosowanie bezzałogowych systemów latających determinuje precyzyjne pozycjonowanie w oparciu o systemy wspomagające: naziemne stacje RTK DGNSS systemu ASG EUPOS¹⁷, pokładowe odbiorniki GNSS korzystające z techniki opartej o RAIM, satelitarne np. europejski system EGNOS – certyfikowany dla potrzeb lotniczych.

Potwierdzono użyteczność RPAS w działaniach operacyjnych straży pożarnej podczas pożaru wielkoobszarowego łąk, trzcinowisk i terenów leśnych¹⁸. Warto podkreślić, że użytkowanie zróżnicowanej floty, składającej się z modeli dronów różnych producentów, wiąże się z koniecznością stosowania różnych systemów do integracji i przesyłania w czasie rzeczywistym obrazu z RPAS bezpośrednio do centrum dowodzenia. W praktyce może to spowolnić podejmowanie decyzji, opóźnić działania, a nawet przyczynić się do przeoczenia istotnych operacyjnie informacji o sytuacji. Nie do przecenienia jest rola koordynacji lotów załogowych i bezzałogowych w celu zachowania najwyższego poziomu bezpieczeństwa. Nie można pominąć aspektu zabezpieczenia obszaru działań operacyjnych przed nieuprawnionymi lotami osób postronnych, które chcąc wykonać atrakcyjne zdjęcia, naruszają obowiązujące zakazy lotów i strefy, a także stwarzają zagrożenie dla znajdujących się w powietrzu RPAS straży pożarnej¹⁹. Przedmiotem automatyzacji i wsparcia ze strony aplikacji i systemów informatycznych powinny być wszelkie czynności związane zarówno ze wstępnym, jak i bezpośrednim przygotowaniem nawigacyjnym, a także analizą ryzyka. Pożądaną jest sytuacja, w której jeszcze przed dotarciem na miejsce działań, aparatura sterująca pobiera potrzebne dane operacyjne. Powinny być używane międzynarodowe mapy UTM stosowane podczas poszukiwania i ratownictwa (ang. *search and rescue*, SAR), profil lotu, wysokość terenu, mapy przeszkód, dane meteorologiczne, dane dotyczące deklinacji magnetycznej. Zważywszy na fakt, że każda minuta jest cenna, nawiązywanie połączenia RPAS – aparatura/kamera powinno następować błyskawicznie, a kalibracja dokonywać się automatycznie.

Wśród kolejnych konkluzji warto wymienić następujące:

1. Bezzałogowe systemy powietrzne użytkowane w działaniach operacyjnych powinny posiadać odpowiednie własności i właściwości, np. odpowiednio długi

¹⁶ FIRE-IN – strona projektu: <https://fire-in.eu/pl> [dostęp: 25.11.2020]; INGENIOUS project website online: <https://ingenious-first-responders.eu> [dostęp: 25.11.2020].

¹⁷ http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/ESA_guides_global_satnav_augmentation_gathering [dostęp: 25.11.2020].

¹⁸ FASTER – strona projektu: <https://www.faster-project.eu> [dostęp: 25.11.2020]; FIRE-IN project website online: <https://fire-in.eu/pl> [dostęp: 25.11.2020].

¹⁹ D. Djudjic, *Drone operator arrested in Arizona for interfering with firefighters*, „Diyphotography” 2017, <https://www.diyphotography.net/man-gets-arrested-flying-drone-wildfire-hampering-firefighters> [dostęp: 25.11.2020].

czas pracy, niezawodność, powtarzalność, solidność budowy, odporność na wilgoć i wiatr, ujemne i wysokie temperatury i inne.

2. Czas lotu RPAS typu wielowirnikowiec jest niewystarczający wobec konieczności nieprzerwanych oblotów obszarów o dużej powierzchni podczas prowadzenia działań przez straż pożarną, a także prowadzenia ciągłego monitoringu wyznaczonych obszarów, odcinków.
3. Wskaźniki naładowania/rozładowania baterii powinny uwzględniać: warunki atmosferyczne (siła i kierunek wiatru), prędkość lotu, czas potrzebny na powrót do miejsca startu, tak aby operator po skierowaniu wzorku na taki wskaźnik od razu otrzymał wiarygodną informację, czy w danych warunkach BSP jest w stanie dokończyć misję i powrócić do miejsca startu.
4. Uwzględniając powyższe, zasadne jest testowanie i zweryfikowanie technologii wielowirnikowych BSP, aby umieszczać je na uwięzi, umożliwiając ciągły, punktowy monitoring²⁰.
5. Istnieje zapotrzebowanie na narzędzia wspomagające podejmowanie decyzji na miejscu zdarzenia, oparte na transmisji, agregacji i integracji obrazów przesyłanych z BSP w czasie rzeczywistym²¹.
6. Zasadne jest wykorzystanie przez BSP precyzyjnego pozycjonowania w oparciu o systemy typu EGNOS, Galileo lub GBAS, Systemów Informacji Geograficznej, map numerycznych, systemów antykolizyjnych, telemetrii i innych.

W Europie do chwili osiągnięcia pełnej operacyjności przez cywilny system satelitarny Galileo preferuje się korzystanie w celach komercyjnych z satelitarnego systemu wspomagającego EGNOS, przeznaczając na ten cel środki finansowe w ramach programu SESAR (zob. ryc. 10). Polska podpisując rezolucję A-36 ICAO w 2007 r. (A-37, uaktualnioną w 2010 r.), zobowiązała się do implementacji strategii nawigacji dokładnościowej opartej na wymaganiach PBN (ang. *performance based navigation*) w transporcie lotniczym. Konieczne stało się zastosowanie europejskiego satelitarnego systemu wspomagającego EGNOS, za którego funkcjonowanie do 2021 r. odpowiada

²⁰ S. Asghar, D. Alahakoon, L. Churilov, *A comprehensive conceptual model for disaster management*, „Journal of Humanitarian Assistance” 2006, 1360(0222), s. 1–15; ASSISTANCE – strona projektu: <https://assistance-project.eu> [dostęp: 25.11.2020]; W. Ejaz, M.A. Azam, S. Saadat, F. Iqbal, A. Hanan, *Unmanned aerial vehicles enabled IoT platform for disaster management*, „Energies” 2019, 12(14), 2706, <https://media.terytorialsi.wp.mil.pl/informacje/500815/zolnierze-wot-pomagaja-gasic-pozary-w-biebrzanskim-parku-narodowym-film-z-drona> [dostęp: 26.11.2020]; *Podręcznik użytkownika aplikacji dFPL*, SUM-SUTM-dFPL-1.1.-25022020, PAŻP, Warszawa 2020, s. 3.

²¹ D. Alexandrov, E. Pertseva, I. Berman, I. Pantiukhin, A. Kapitonov, *Analysis of machine learning methods for wildfire security monitoring with an unmanned aerial vehicles*, 24th Conference of Open Innovations Association (FRUCT) „IEEE” 2019; D. Djudic, *Drone operator arrested in Arizona for interfering with firefighters*, „Diyphtography” 2017, <https://www.diyphotography.net/man-gets-arrested-flying-drone-wildfire-hampering-firefighters> [dostęp: 25.11.2020]; DRIVER+ – strona projektu: <https://www.driver-project.eu> [dostęp: 25.11.2020]; INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), 2020, s. 6; H. Nawaz, H.M. Ali, A. Laghari, *UAV Communication Networks Issues: A Review*, „Archives of Computational Methods in Engineering” 2020.

Europejski usługodawca ESSP (ang. *European Satellite Services Provider*), powołany przez Agencję Europejską GNSS (GSA). Wywiązując się z podjętych zobowiązań i wprowadzając na polskich lotniskach procedury podejścia do lądowania RNAV GNSS, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej podpisała w 2013 r. umowę EWA (ang. *EGNOS Working Agreement*) z ESSP. Tym samym pojawiła się formalna podstawa do wdrożenia systemu wspomagającego EGNOS w Polsce²². Konieczne stało się także podpisanie umowy z Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii, odpowiedzialnym za funkcjonowanie systemu ASG EUPOS. Równocześnie podejmowane są prace naukowo-badawcze w zakresie rozwijania cywilnego, globalnego i satelitarne systemu Galileo.

²² Już w 1996 r. dostępny był polski odbiornik satelitarne „NAVI NT 04” testowany przez autora w polskim lotnictwie wojskowym.

Bibliografia

1. AIP Polska, rozdz. ENR 5.1.2–3, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej, Warszawa 2020.
2. Alexandrov D., Pertseva E., Berman I., Pantiukhin I., Kapitonov A., *Analysis of machine learning methods for wildfire security monitoring with an unmanned aerial vehicles*, IEEE FRUCT: 24th Conference of Open Innovations Association, Moscow 2019.
3. Asghar S., Alahakoon D., Churilov L., *A comprehensive conceptual model for disaster management*, „Journal of Humanitarian Assistance” 2006, 1360(0222).
4. Bailon-Ruiz R., Lacroix S., *Wildfire remote sensing with UAVs: A review from the autonomy point of view*, International Conference on Unmanned Aircraft Systems, Athens 2020.
5. Balcerzak T., Kostur K., Żmigrodzka M., *Unmanned Aerial Vehicles in Fire Protection* „Revista europea de derecho de la navegación marítima y aeronáutica” 2019, 36.
6. Chomonic M., Feltynowski M., Smolarczyk L., *Działania ratownicze komponentu medycznego Polskiej Ciężkiej Grupy Poszukiwawczo-Ratowniczej (HUSAR Poland) podczas akcji po trzęsieniu ziemi w Nepalu w roku 2015*, BITP Vol. 51 Issue 3, 2015.
7. Djudjic D., *Drone operator arrested in Arizona for interfering with firefighters*, „Diyphotography” 2017, <https://www.diyphotography.net/man-gets-arrested-flying-drone-wildfire-hampering-firefighters> [dostęp: 25.11.2020].
8. Ejaz W., Azam M.A., Saadat S., Iqbal F., Hanan A., *Unmanned aerial vehicles enabled IoT platform for disaster management*, „Energies” 2019, 12(14), 2706, <https://doi.org/10.3390/en12142706>.
9. Fellner A., *Analiza systemów nawigacyjnych i koncepcja stacji permanentnych RTK DGPS dla potrzeb lotnictwa*, WSOSP, Dęblin 1999.
10. INSARAG Guidelines, Volume II: Preparedness and Response, Manual B: Operations, United Nations Office for the Coordination of Humanitarian Affairs (OCHA), 2020.
11. Nawaz H., Ali H.M., Laghari A., *UAV Communication Networks Issues: A Review*, „Archives of Computational Methods in Engineering”, 2020, 28, <https://doi.org/10.1007/s11831-020-09418-0>.
12. *Podręcznik użytkownika aplikacji dFPL*, SUM-SUTM-dFPL-1.1.-25022020, PAŻP, Warszawa 2020.
13. <https://respondroneproject.com/about-us/overview> [dostęp: 25.11.2020].
14. <https://assistance-project.eu> [dostęp: 25.11.2020].
15. <https://www.driver-project.eu> [dostęp: 25.11.2020].
16. <https://www.faster-project.eu> [dostęp: 25.11.2020].
17. <https://fire-in.eu/pl> [dostęp: 25.11.2020].
18. <http://awiacja.imgw.pl/index.php?product=airmet-opis> [dostęp: 27.11.2020].
19. <https://media.terytorialsi.wp.mil.pl/informacje/500815/zołnierze-wot-pomagaja-gacic-pozary-w-biebrzanskim-parku-narodowym-film-z-drona> [dostęp: 26.11.2020].

20. http://www.esa.int/Our_Activities/Navigation/ESA_guides_global_satnav_augmentation_gathering [dostęp: 25.11.2020].
21. <https://ingenious-first-responders.eu> [dostęp: 25.11.2020].

Część II

Bezpieczeństwo wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych

Ocena ryzyka w operacjach systemów BSP na przykładzie metody SORA

st. bryg. dr inż. Paweł Janik,
CNBOP-PIB

mgr inż. Maciej Zawistowski,
CNBOP-PIB

mgr inż. Grzegorz Zawistowski,
CNBOP-PIB

dr Radosław Fellner,
SGSP

Wprowadzenie

Bezzałogowe statki powietrzne stają się narzędziem coraz częściej wykorzystywanym podczas działań z zakresu zarządzania kryzysowego, w tym na potrzeby prowadzenia akcji ratowniczych. Na chwilę obecną dominującym obszarem ich zastosowania jest rozpoznanie warunków występujących w miejscu zdarzenia. W związku z tym należy spodziewać się ich dalszego rozwoju, w szczególności poprzez poprawę kluczowych parametrów przydatnych w kontekście wspomnianego rozpoznania, m.in.: czasu lotu, udźwigu, zasięgu, sensorów, kamer. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że obecnie BSP nie są w stanie wykonywać niektórych czynności charakterystycznych dla lotnictwa załogowego wykorzystywanego przez różnego rodzaju służby, jak np. transport rannych, zrzut wody podczas pożaru itp. Właśnie ze względu na konieczność pracy w trudnych warunkach oraz potrzebę koordynacji działań z lotnictwem załogowym, wykorzystywanie BSP powinno odbywać się w sposób maksymalnie bezpieczny. Jedną z możliwości poprawy bezpieczeństwa operacji jest przeprowadzenie odpowiedniej analizy ryzyka, która pozwala z jednej strony na zmniejszenie prawdopodobieństwa rozpoczęcia operacji w nieodpowiednich warunkach otoczenia (warunki meteorologiczne, charakterystyka terenu) czy wystąpienia awarii lub błędu operatora, a z drugiej – na szybką reakcję,

jeśli taki błąd lub awaria jednak wystąpi. Zakres analizy obejmuje także kwestie współpracy z lotnictwem załogowym.

W związku z powyższym, w niniejszym rozdziale przedstawiono wyniki pierwszych prób opracowania zarysu wytycznych w kierunku dostosowania metodyki SORA (ang. *Specific Operation Risk Assessment*) do wymagań pracy operacyjnej służb ratowniczych. Na obecnym etapie wspomniane próby skoncentrowano na scharakteryzowaniu najważniejszych zagrożeń związanych z prowadzeniem operacji z użyciem BSP przez ratowników, którzy jako pierwsi trafiają na miejsce akcji, oraz przedstawieniu wyników przykładowej analizy ryzyka przeprowadzonej dla tego typu operacji. Treści przedmiotowego artykułu przedstawiono w formie opisu możliwości oferowanych przez BSP w trakcie działań związanych z zarządzaniem kryzysowym, w tym ratowniczych, a następnie na tym tle omówiono krok po kroku poszczególne czynniki zagrożenia, ich konsekwencje oraz sposoby łagodzenia w ramach rozbudowania wspomnianej już wcześniej metodyki oceny ryzyka (SORA).

SORA jest jedną z wielu dostępnych obecnie metodyk określania ryzyka, jednakże stworzono ją specjalnie z myślą o zastąpieniu nią metod zarządzania ryzykiem stosowanych w lotnictwie załogowym. Oczywiście te ostatnie nadają się również do wykorzystania na potrzeby oceny ryzyka lotów bezałogowych, jednak – chociażby z uwagi na różnice w rozmiarach statków załogowych i bezałogowych oraz kosztochłonność środków ograniczających ryzyko z nimi związane – ich użycie należy uznać za mało efektywne¹. Metoda SORA została opracowana przez organizację JARUS i zarekomendowana przez europejską agencję EASA. Jest szeroko stosowana i zalecana do użytku na obszarze Unii Europejskiej². Warto jeszcze nadmienić, iż w aktualnym stanie formalnym przeprowadzenie analizy ryzyka jest niezbędne w kontekście operacji wykraczających poza parametry i warunki scenariuszy standardowych (ang. *standard scenarios*, STS)³. A właśnie o takich niestandardowych parametrach i scenariuszach możemy mówić w większości przypadków podejmowania działań na wypadek zdarzeń losowych przez służby odpowiedzialne za reagowanie na wypadek zagrożeń (Państwowa Straż Pożarna, Policja, Straż Graniczna, OSP, WOPR, TOPR). Uzasadnione wydaje się zatem postawienie tezy o potrzebie pochylenia się nad tą problematyką w perspektywie doskonalenia procedur wykorzystania BSP w działaniach wspomnianych służb.

¹ W. Wyszywacz, *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń w użytkowaniu bezałogowych statków powietrznych*, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań 2020, s. 55–56.

² Przykładowo holenderski Inspectie Leefomgeving en Transport (ILT) w materiale informacyjnym pokazuje, jak krok po kroku wykonać SORA i spełnić wymagania przez nią stawiane, zob. *Pre-Defined Risk Assessment (PDRA) PDRA-01-CAA-NL2020*, Version 1.0, December 2020, s. 30–84.

³ Art. 5 i 12 rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezałogowych statków powietrznych (Dz.U. L 152 z 11.6.2019, z późn. zm.).

Pomimo zasygnalizowanych wcześniej deficytów metodyki SORA w kontekście analizy i oceny czynników ryzyka towarzyszących użyciu BSP w warunkach akcji ratowniczych, uwzględniając fakt jej dedykowania przedmiotowym statkom, postanowiono przyjąć jej ramy jako punkt wyjścia do dalszych rozważań w tym zakresie. Przyjęto przy tym koncepcję rozbudowy wspomnianych ram o dodatkowe czynniki, uwzględniające specyfikę działań w trakcie zdarzeń losowych.

Zastosowanie BSP lub całych systemów wykorzystujących BSP w działaniach związanych z pożarami, klęskami żywiołowymi i innymi miejscowymi zagrożeniami jest szeroko opisane w literaturze naukowej⁴, a kierunki dalszego rozwoju tych platform i technologii autonomicznych wykazano w szczególności w obszarze⁵ wczesnego wykrywania i monitorowania pożarów lasów⁶, ich gaszenia⁷, tworzenia latającej sieci komunikacyjnej ad-hoc (ang. *flying ad-hoc network*, FANET)⁸ lub dostaw niewielkich ładunków (np. AED, koło lub bojka ratownicza), a także pomocy humanitarnej⁹. Niemniej jednak istnieje tylko kilka badań dotyczących oceny ryzyka lotów bezałogowych statków powietrznych wykonywanych przez służby (np. straż pożarną) podczas pożarów,

⁴ W. Wszyzwacz, *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń (...)*, dz. cyt., s. 55–56; *Pre-Defined Risk Assessment*, dz. cyt., s. 30–84; Art. 5 i 12 Rozporządzenia wykonawczego Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r., dz. cyt.; K. Kostur, M. Żmigrodzka, T. Balcerzak, *Unmanned Aerial Vehicles in Fire Protection*, “Revista europea de derecho de la navegación marítima y aeronáutica” 2019, 36, s. 39–62; M. Erdelj, E. Natalizio, *UAV-assisted disaster management: Applications and open issues*, Proceedings of International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2016), Feb 2016, Kauai, United States, s. 1–5; S. Karma, E. Zorba, G.C. Pallis, G. Statheropoulos, I. Balta, K. Mikedi, M. Statheropoulos, *Use of unmanned vehicles in search and rescue operations in forest fires: Advantages and limitations observed in a field trial*, “International journal of disaster risk reduction” 2015, 13, s. 307–312; A. Restas, *Drone applications for supporting disaster management*, “World Journal of Engineering and Technology” 2015, 3(03), s. 316–321; M. Erdelj, E. Natalizio, K.R. Chowdhury, I. Akyildiz, *Help from the sky: Leveraging UAVs for disaster management*, “IEEE Pervasive Computing” 2017, 16(1), s. 24–32; C. Luo, W. Miao, H. Ullah, S. McClean, G. Parr, G. Min, *Unmanned aerial vehicles for disaster management*, w: *Geological Disaster Monitoring Based on Sensor Networks* Springer, T. Durrani, W. Wang, S. Forbes (red.), Singapore 2019, s. 83–107; 7; M. Feltynowski, M. Zawistowski, *Opportunities Related to the Use of Unmanned Systems in Emergency Services*, BiTP Vol. 51 Issue 3, 2018, pp. 126–136.

⁵ J.J. Roldán-Gómez, E. González-Girona, A. Barrientos, *A Survey on Robotic Technologies for Forest Firefighting: Applying Drone Swarms to Improve Firefighters’ Efficiency and Safety*, “Applied Sciences” 2021, 11(1), 363.

⁶ L. Merino, F. Caballero, J.R. Martínez-de-Dios, I. Maza, A. Ollero, *An unmanned aircraft system for automatic forest fire monitoring and measurement*, “Journal of Intelligent & Robotic Systems” 2012, 65(1), s. 533–548, S. Sudhakar, V. Vijayakumar, C.S. Kumar, V. Priya, L. Ravi, V. Subramaniaswamy, *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Based Forest Fire Detection and monitoring for reducing false alarms in forest-fires*, “Computer Communications” 2020, 149, s. 1–16; L. Merino, F. Caballero, J.R.M de Dios, I. Maza, A. Ollero, *Automatic forest fire monitoring and measurement using unmanned aerial vehicles*, Proceedings of the 6th International Congress on Forest Fire Research, Coimbra, Portugal 15–18 Nov. 2010; D. Kinaneva, G. Hristov, J. Raychev, P. Zahariev, *Early forest fire detection using drones and artificial intelligence*, Proceedings of 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, Croatia, 20–24 May 2019.

⁷ B. Aydin, E. Selvi, J. Tao, M.J. Starek, *Use of fire-extinguishing balls for a conceptual system of drone-assisted wildfire fighting*, “Drones” 2019, 3(1), 17.

⁸ A. Mukherjee, N. Dey, N. Kausar, A.S. Ashour, R. Taiar, A.E. Hassaniien, *A disaster management specific mobility model for flying ad-hoc network*, “International Journal of Rough Sets and Data Analysis” 2016, 3, 72; Y. Zhou, X.X. Zhang, J. Sun, J. Yang, G. Gui, *Implementation of Mesh Flying Ad-hoc Network For Emergency Communication Systems*, Proceedings of 7th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA), IEEE, 2020, s. 299–304.

⁹ Unmanned aircraft systems: product profiles and guidance – Report 2019, UNICEF.

awarii przemysłowych, katastrof i klęsk żywiołowych. Natomiast jako zjawisko pozytywne należy postrzegać fakt, że obecnie realizowanych jest wiele projektów badawczych dotyczących wykorzystania zautomatyzowanych pojazdów w operacjach poszukiwawczo-ratowniczych, ich integracji z pojazdami naziemnymi i podwodnymi, innymi systemami i czujnikami (RESPONDRONE¹⁰, RESPOND-A¹¹, FASTER¹², CURSOR¹³, Search & Rescue¹⁴, INGENIOUS¹⁵, DRIVER+¹⁶, CLOSE SEARCH¹⁷, ICARUS¹⁸, DARIUS¹⁹). Niestety, prawie żaden z nich nie koncentruje się na kwestiach oceny ryzyka towarzyszącego wykorzystaniu bezzałogowych statków powietrznych w operacjach ratowniczych. Jedynie w projekcie RESPONDRONE zaproponowano holistyczny model ryzyka do oceny nieodłącznego ryzyka operacji w scenariuszach kryzysowych z udziałem zarówno ratowników, jak i systemów bezzałogowych²⁰. Wspomniany model ryzyka bierze pod uwagę zarówno jego specyfikę na ziemi, jak i w powietrzu oraz obejmuje analizę czynników wpływających na jego poziom. Należy zauważyć, o czym już wstępnie nadmieniano, że ryzyko związane z lotami wykonywanymi przez ratowników jest inne niż w lotach cywilnych. W przypadku sytuacji kryzysowych (np. pożaru, powodzi, zawałenia się budynków, uwolnienia do otoczenia substancji niebezpiecznych) pojawiają się określone rodzaje zagrożeń dodatkowych, istotnie wpływających na bezpieczeństwo lotu²¹, które zarówno pilot, jak i operator muszą wziąć pod uwagę, uwzględniając przy tym konieczność stosowania odpowiednich środków zaradczych, minimalizujących wspomniany wpływ. W ramach projektu ASSISTANCE²² podkreślono potrzebę pomocy i ochrony różnego rodzaju organizacji First Responders (FR), które współpracują podczas łagodzenia katastrof (naturalnych lub spowodowanych przez człowieka) oraz zwiększenia ich zdolności i umiejętności radzenia sobie ze złożonymi sytuacjami podczas różnorodnych incydentów. Takie uwarunkowania w naturalny sposób determinują konieczność oceny ryzyka lotów specjalistycznych w celu wsparcia i zwiększenia efektywności działań ratowniczych, przy zapewnieniu maksymalnego poziomu bezpieczeństwa samych ratowników, osób postronnych, w tym także innych użytkowników przestrzeni powietrznej oraz znajdujących się strefie operacji obiektów.

¹⁰ <https://respondroneproject.com/> [dostęp: 06.12.2021].

¹¹ <https://respond-a-project.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

¹² <https://www.faster-project.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

¹³ <https://www.cursor-project.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

¹⁴ <https://search-and-rescue.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

¹⁵ <https://ingenious-first-responders.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

¹⁶ <https://www.driver-project.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

¹⁷ <https://cordis.europa.eu/project/id/248137/results> [dostęp: 06.12.2021].

¹⁸ <https://cordis.europa.eu/project/id/285417> [dostęp: 06.12.2021].

¹⁹ <https://cordis.europa.eu/project/id/284851> [dostęp: 06.12.2021].

²⁰ Project Deliverable Report D2.1 “Holistic Risk Model”, RESPONDRONE, version 1, 15.02.2020, s. 9, 15–26.

²¹ Project Deliverable Report D2.2 “Use Case Risk Assessment”, RESPONDRONE, version 1.2, 23.06.2020, s. 12–13.

²² <https://assistance-project.eu/> [dostęp: 06.12.2021].

Istnieją dziesiątki różnych narzędzi i technik oceny ryzyka. Podstawowa w tym zakresie norma IEC/ISO 31010:2019 wymienia i charakteryzuje aż 41 z nich²³. Kwestie oceny ryzyka ujęte są również w wielu pokrewnych normach dotyczących procesów zarządzania ryzykiem w ochronie ludności i zarządzaniu kryzysowym²⁴. W tej gamie znajdują się popularne metody i techniki stosowane m.in. w sektorze lotniczym, np. analiza drzewa błędów (ang. *fault tree analysis*, FTA), analiza drzewa zdarzeń (ang. *event tree analysis*, ETA), metoda „muchy” (ang. *Bow-Tie Analysis*), system analizy i kwalifikacji czynnika ludzkiego (ang. *Human Factors Analysis and Classification System*, HFACS), ogólny system modelowania błędów (ang. *Generic Error Modelling System*, GEMS), predefiniowane oceny ryzyka (ang. *pre defined risk assessments*, PDRA). Jedną ze stosowanych metod jest także wspomniana już wielokrotnie – kluczowa z punktu widzenia tematu niniejszego artykułu – analiza ryzyka operacyjnego dla lotów w kategorii szczególnej (ang. *Specific Operation Risk Assessment*, SORA).

Z uwagi na fakt, że standardy europejskie²⁵ zalecają stosowanie metodyki SORA do operacji wykraczających poza standardowe scenariusze (STS), przyjęto tezę, że z naukowego punktu widzenia interesujące byłoby zweryfikowanie przydatności tej metody w przypadku lotów wykonywanych przez służby ratownicze i porządku publicznego. W dalszej części rozdziału podjęto próbę weryfikacji tej tezy.

1. Metody stosowane do określania ryzyka związanego z wykorzystaniem bezzałogowych statków powietrznych

SORA to jedna z metodyk oceny ryzyka, która jest wymagana podczas składania wniosku o zezwolenie na eksploatację bezzałogowego systemu powietrznego w ramach określonej kategorii szczególnej. SORA została stworzona i jest rozwijana przez międzynarodową organizację JARUS (ang. *Joint Authorities for Rulemaking on Unmanned Systems*) i ma pomagać w bezpiecznym tworzeniu, ocenie i wykonaniu operacji z wykorzystaniem BSP.

Zakłada się, że rzetelne zastosowanie metody SORA powinno zapewnić uzyskanie wysokiego poziomu pewności, że konkretna operacja może być bezpiecznie

²³ IEC/ISO 31010:2019 – Risk management – Risk assessment techniques, s. 38–38.

²⁴ W. Skomra, *Metodyka oceny ryzyka na potrzeby systemu zarządzania kryzysowego RP*, „Prace i Studia Geograficzne” 2015, 55, s. 145–149; National Fire Protection Association. (2019). NFPA 1600, Standard on Continuity, Emergency, and Crisis Management; C. Baubion, *OECD risk management: strategic crisis management*, “OECD Working Papers on Public Governance” 2013, 23, Published and under development standards from ISO/TC 292 “Security and resilience”, for instance ISO/CD 22361; Security and resilience — Crisis Management — Guidelines for developing a strategic capability.

²⁵ Executive Director Decision 2020/022/R: Amendment to the Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947 and to the Annex (Part-UAS), 15.12.2020, EASA.

przeprowadzona²⁶. Natomiast, jak zauważają sami jej autorzy, metoda ta nie ma na celu kompleksowej integracji wszystkich typów dronów we wszystkich klasach przestrzeni powietrznej.

Podobnie jak wiele jest metod analizy ryzyka, tak samo istnieje wiele różnych sposobów zmniejszania jego poziomu. Ich wybór powinien zależeć od rodzaju wykonywanej operacji BSP i jej miejsca. Same metody ograniczania ryzyka można podzielić na różne kategorie. SORA, wyróżniając cele bezpieczeństwa operacyjnego OSO (ang. *operation safety objectives*), grupuje je w następujący sposób:

- problem techniczny z UAS (OSO#1–OSO#10),
- pogorszenie zewnętrznych systemów wspomagających pracę UAS (OSO#11–OSO#13),
- błąd ludzki (OSO#14–OSO#20),
- niekorzystne warunki pracy (SPA # 21–SPA # 24).

Warto zwrócić uwagę, że lista OSO nie jest listą zamkniętą. Dopuszcza się perspektywę jej rozszerzania o kolejne OSO, w tym leżące w obszarze zainteresowania autorów przedmiotowego opracowania.

Z punktu widzenia horyzontu czasowego wprowadzania poszczególnych działań łagodzących SORA dzieli je na:

- taktyczne – służące zmniejszeniu prawdopodobieństwa kolizji w powietrzu. W tej grupie mieszczą się czynności mające zastosowanie podczas misji, pozwalające na reakcję od kilku sekund do kilku minut (np. wykrywanie i omijanie przeszkód za pomocą czujników, TCAS, ADS-B, FLARM, trackery, dynamiczny geofencing, aktywna komunikacja z kontrolą ruchu lotniczego i innymi użytkownikami przestrzeni powietrznej),
- strategiczne – służące zmniejszeniu prawdopodobieństwa naruszeń przestrzeni operacyjnej przez innych użytkowników przestrzeni powietrznej. Przedmiotowe czynności mają zastosowanie przed misjami i pozwalają na reakcję w czasie od kilku dni do kilku tygodni (np. ramy czasowe operacji – dzień lub noc, lot w strefach, nietyпова lub wydzielona przestrzeń powietrzna, geocaching).

Inny sposób grupowania czynników ryzyka podlegających ocenie przewidziano w modelu zarządzania ryzykiem stosowanym w metodzie 5M, wykorzystywanym podczas badania zdarzeń (wypadków i incydentów) lotniczych. W jego świetle ocenie podlega²⁷:

- maszyna (Machine) – rodzaj pojazdu, wyposażenie dodatkowe, naziemna stacja kontroli, niezawodność, ciągła zdadność do lotu, dokumentacja techniczna, urządzenia bezpieczeństwa,

²⁶ JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA), JAR-DEL-WG6-D.04, version 2, 2019.

²⁷ R. Fellner, G. Zawistowski, *Operational recommendations for the safe use of UAVs*, "In action" 2019, 4, s. 6–13.

- człowiek (Man) – każda osoba zaangażowana w obsługę, szkolenie, kompetencje, podział zadań i przydział odpowiedzialności,
- misja (Mission) – cel lotu, zadania, poziom trudności,
- zarządzanie (Management) – instrukcje operacyjne, listy kontrolne, procedury, podstawy prawne, nadzór nad działalnością, kontrola,
- środowisko (Medium) – warunki meteorologiczne, środowisko naturalne, topografia, pora dnia.

Kolejnym modelem wykorzystywanym w zarządzaniu ryzykiem lotniczym i badaniu zdarzeń lotniczych jest model SHELL²⁸. Koncentruje się on na relacji między czynnikiem ludzkim a innymi elementami miejsca pracy, które mają na niego wpływ. Model uwzględnia elementy, takie jak:

- oprogramowanie (ang. *software*),
- sprzęt (ang. *hardware*),
- środowisko (ang. *environment*),
- czynnik ludzki (ang. *liveware*).

Jak nietrudno zauważyć, powyższe dwie metody mają ze sobą wiele wspólnego, niemniej różnią się stopniem ogólności klasyfikacji czynników. Jedno z podobieństw między tymi dwiema metodami jest związane z pilotem BSP. Kwestia odpowiedniego postępowania i kompetencji pilota stanowi jeden z kluczowych elementów bezpiecznego działania bezałogowego statku powietrznego. Tym samym jego uwzględnienie w analizie i ocenie ryzyka wykorzystania BSP jest niezbędne. Zatem w tym aspekcie analizuje i ocenia się:

- wykonanie i wykorzystanie listy kontrolnej,
- wykorzystanie obserwatorów z odpowiednią komunikacją,
- zapewnienie wykonywania operacji przez wykwalifikowanych pilotów posiadających odpowiednie uprawnienia,
- wykonywanie operacji w określonych warunkach atmosferycznych,
- sprawdzanie załogowego ruchu lotniczego,
- sprawdzanie dostępności przestrzeni powietrznej,
- znajomość sprzętu.

Zaniedbanie któregokolwiek z powyższych czynników może prowadzić do wypadków i niebezpiecznych sytuacji z udziałem bezałogowych statków powietrznych.

Kolejnym aspektem poruszonym przez model SHELL jest środowisko, któremu w metodzie 5M odpowiada pojęcie Medium. Ten aspekt to coś więcej niż tylko pogoda. Aspekty środowiskowe obejmują również prognozę na najbliższe kilka godzin od startu operacji, listę obiektów, w tym obiektów wysokich i wysokościowych, które mogą stanowić zagrożenie dla operacji lub pełnić rolę punktów orientacyjnych. Dodatkowo w tym

²⁸ W. Wyszywacz, *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń (...)*, dz. cyt.

aspekcie brana jest pod uwagę obecność osób postronnych i zwierząt. W kontekście działań ratowniczych, w zakresie analizy aspektów środowiskowych, niezbędne wydaje się również uwzględnienie czynników związanych ze zjawiskami fizykochemicznymi zachodzącymi w trakcie danego zdarzenia losowego, np. ryzyko wybuchu, występowanie wysokiej temperatury, powstawanie ruchów konwekcyjnych nad miejscem pożaru, ograniczenia widoczności przez dym i gazy pożarowe bądź uwolnioną do otoczenia substancję niebezpieczną itp.

Idąc dalej, w procedurze 5M analizowany jest obszar zagadnień pod nazwą Mission. W modelu SHELL jego elementy są zawarte w bloku dotyczącym oprogramowania. W tym wymiarze metody koncentrują się na misji, jej warunkach i celach, jakie ma osiągnąć pilot korzystający z BSP. Ten etap w dużej mierze pozwala na ponowne sprawdzenie założeń misji, takich jak m.in.: trasa lotu, wysokość powrotu do domu, punkt startu oraz czynności wykonywanych na każdym etapie wspomnianej misji.

Ostatnie „M” w przywołanej metodzie odnosi się do zarządzania (Management). W przypadku metody SHELL ten aspekt jest częściowo poruszany w jej części programowej. Przedmiotowy etap pozwala sprawdzić procedury, dostępność przestrzeni powietrznej i inne aspekty organizacyjne, takie jak niezbędne pozwolenia.

Jedną z form praktycznej aplikacji omówionych powyżej metod analizy i oceny jest tzw. checklista, tj. lista elementów, które należy sprawdzić przed rozpoczęciem operacji lotniczej. Lista taka może być mniej lub bardziej szczegółowa, jednak zawsze powinna być dostosowana do konkretnego pojazdu (w tym przypadku statku bezzałogowego) oraz sposobu i miejsca jego użycia. Wydaje się, że w omawianym zastosowaniu w służbach ratowniczych, ze względu na występowanie dodatkowych rodzajów zagrożeń związanych z przebiegiem poszczególnych zdarzeń losowych, wspomniana lista powinna być jak najbardziej szczegółowa.

W celu skonkretyzowania powyższego wyводу poniżej przedstawiono propozycję przykładowej listy kontrolnej, zawierającej – według autorów – kluczowe kwestie, które należy poddać analizie i ocenie przed rozpoczęciem misji BSP, w tym związane ze specyfiką prowadzonych działań ratowniczych. Oczywiście należy mieć świadomość, że niniejszy przykład nie wyczerpuje całokształtu zagadnienia, w związku z czym listy dedykowane poszczególnym BSP należy odpowiednio dostosować do indywidualnych potrzeb.

Tabela 1. Przykładowa checklista

Kategoria	Nr	Kwestia	Tak/ Nie
Człowiek / Man	1.	Czy operator i piloci są kompetentni i/lub sprawdzeni (licencje, dziennik dronów, znajomość specyfiki zadań do wykonania)?	
	2.	Czy upewniono się, że operator i piloci posiadają odpowiednie upoważnienia i zgody?	
	3.	Czy piloci są zdolni do działania (warto skorzystać z listy kontrolnej I'M SAFE uwzględniającej elementy, takie jak choroba, leki, stres, alkohol, zmęczenie i emocje)?	
	4.	Czy wykonywane role są znane oraz istnieje jasny podział obowiązków i kompetencji?	
Maszyna / Machine	5.	Czy wizualna inspekcja BSP (śmigła, pokrywa itp.) nie wskazuje na uszkodzenia i niedopuszczenie BSP do startu?	
	6.	Czy zaktualizowano i sprawdzono oprogramowanie w naziemnej stacji kontroli i BSP*?	
	7.	Czy sprawdzono poprawność działania kamery RGB (jeśli jest używana)?	
	8.	Czy sprawdzono poprawność działania kamery termowizyjnej (jeśli jest używana)?	
	9.	Czy sprawdzono poprawność działania dodatkowego ładunku/sprzętu (jeżeli jest wykorzystywany)?	
	10.	Czy sprawdzono poprawność działania stacji kontroli naziemnej i jej wskazań (linki C2, ekran, przyciski, drążki itp.)?	
	11.	Czy czujniki w BSP są poprawnie skalibrowane?	
	12.	Czy baterie są naładowane?	
	13.	Czy karta SD jest poprawnie zainstalowana i widziana przez urządzenie? Czy posiada wystarczającą ilość wolnej przestrzeni i parametry do zapisu danych?	
	14.	Czy sprawdzono zasilanie i działanie dodatkowego sprzętu wykorzystywanego w trakcie operacji (laptop, dodatkowy wyświetlacz, walkie-talkie)?	

* Nie zaleca się wykonywania operacji z wykorzystaniem BSP tuż po jego aktualizacji. Doświadczenie autorów wskazuje, że mogą one np. posiadać błędy, zmienić interfejs lub resetować ustawienia. Aktualizacje powinno się przeprowadzać w bezpiecznych warunkach, po uprzednim zapoznaniu się z wprowadzanymi zmianami. Każda zmiana w oprogramowaniu powinna być zakończona sprawdzeniem działania BSP poprzez rzeczywiste testy w powietrzu. Zmiany powinny być odnotowywane przez osoby odpowiedzialne za utrzymywanie sprzętu w stanie gotowości.

Kategoria	Nr	Kwestia	Tak/ Nie
Zarządzanie / Management	15.	Czy misja jest planowana, a jej cel jest znany?	
	16.	Czy zaplanowano ścieżkę lotu i poprawnie ją wgrano na urządzenie?	
	17.	Czy ustanowiono geocaching?	
	18.	Czy ustawiono Failsafe?	
	19.	Czy miejsce startu jest bezpieczne i oznaczone?	
	20.	Czy ustalone są sposoby komunikacji między pilotami a obserwatorami wizualnymi?	
	21.	Czy ustalone są sposoby komunikacji z kierującymi działaniami ratowniczymi i innymi osobami uczestniczącymi w tych działaniach, w tym odpowiedzialnymi za rozpoznanie i bieżącą analizę przebiegu zdarzenia losowego?	
	22.	Czy instrukcja operacyjna, ERP, lista kontrolna są na miejscu?	
	23.	Czy instrukcje, dokumentacja techniczna są łatwo dostępne?	
Środowisko / Medium	24.	Czy wykonano inspekcję miejsca startu i okolic, w zakresie: identyfikacji osób przebywających w strefie operacji, w tym dużych ich grup, charakterystyki obiektów, w tym mogących stanowić przeszkody, identyfikacji potencjalnych zagrożeń fizykochemicznych, związanych z trwającym zdarzeniem losowym, np. występowanie ryzyka wybuchu, wysokiej temperatury, prądów konwekcyjnych związanych z procesem niekontrolowanego spalania w czasie pożaru, ograniczenia widoczności przez dym i gazy pożarowe bądź uwolnioną do otoczenia substancję niebezpieczną itp.?	
	25.	Czy spełnione są warunki meteorologiczne (KPI, wiatr, wilgotność, temperatura powietrza itp.)?	
	26.	Czy sprawdzono prognozę pogody na czas prowadzenia operacji?	

Źródło: opracowanie własne.

Wyżej przedstawiona lista kontrolna jest przykładem wykorzystującym w znacznym zakresie własne doświadczeniach autorów. Zawarto w niej najważniejsze elementy wymagane do sprawdzenia w ramach OSO.

2. Metodyka SORA – najważniejsze kroki

Pierwszym krokiem niezbędnym do przeprowadzenia analizy ryzyka operacji BSP jest zdefiniowanie pojęcia operacji (ang. *conception of operation*, ConOps). Opis koncepcji ConOps jest podstawą wszystkich innych działań i powinien być tak dokładny i szczegółowy, jak to tylko możliwe. ConOps powinien nie tylko opisywać operację, ale także zapewniać wgląd w kulturę bezpieczeństwa operacyjnego reprezentowaną przez operatora BSP. Powinien on również obejmować sposób i czas interakcji ze służbami żeglugi powietrznej (ang. *Air Navigation Service Provider*, ANSP) w stosownych przypadkach. Do najważniejszych elementów koncepcji operacji należy zaliczyć:

- informacje wstępne – kiedy i gdzie dana operacja będzie realizowana, jaki jest jej cel;
- opis organizacji (operatora) – informacje na temat operatora, jego doświadczenie w wykorzystaniu BSP oraz jego odpowiedzialność i obowiązki;
- elementy zapewniające lub poprawiające bezpieczeństwo wykonania misji:
 - wykorzystanie sensorów do omijania przeszkód, procedury (np. checklista), procedury serwisowe, zasady utrzymania BSP w gotowości,
 - szkolenia i doświadczenie pilotów,
 - parametry techniczne BSP wykorzystywanego do operacji i jego podzespołów;
- informacje na temat załogi biorącej udział w operacji wraz z ich rolami, zadaniami i określoną odpowiedzialnością;
- informacje dotyczące rodzaju operacji (lot manualny/automatyczny/autonomiczny),
- standardowe procedury operacyjne;
- informacje o wykorzystywanych systemach ograniczających BSP (np. geocatching);
- informacje na temat wykorzystywanej metody komunikacji;
- procedury awaryjne.

Kolejnym elementem metodyki po opracowaniu koncepcji operacji jest określenie ryzyka naziemnego GRC (ang. *Governance, Risk Management, Compliance*). Zależy ono w głównej mierze od wymiaru typowego BSP oraz od energii, jaką może on osiągać w trakcie lotu, a dodatkowo – od rodzaju misji i gęstości zaludnienia nad obszarem działań. Za wymiar typowy uważa się:

- dla samolotu – rozpiętość skrzydeł,
- dla wielowirnikowca – największą odległość pomiędzy silnikami.

Ryzyko naziemne może przyjmować wartości całkowite od 1 do 10, gdzie 10 to największe ryzyko. Ryzyko na ziemi może być odpowiednio mitygowane (ograniczone). Wykonuje się to za pomocą trzystopniowego mechanizmu ograniczania ryzyka. Pierwszym krokiem jest określenie strategicznego łagodzenia ryzyka na ziemi (M1). Kryterium to definiuje i sprawdza, czy:

- został dobrany odpowiednio duży bufor ryzyka naziemnego,
- oceniono ryzyko narażenia zdrowia i życia innych osób.

Kolejne kryterium ma na celu ograniczenie ryzyka uderzenia BSP w ziemię (M2). Składa się ono z trzech punktów:

- projekt techniczny – określający, w jaki sposób projekt BSP ogranicza możliwość uderzenia w ziemię;
- procedury – sprawdzające, czy przyjęte metody, działania i procedury są adekwatne do zamierzonych działań oraz czy są dokumenty dodatkowe, jak lista kontrolna i checklista;
- trening – potwierdzenie umiejętności i wiedzy pilotów BSP biorących udział w operacji z ich wykorzystaniem.

Trzecie kryterium dotyczy zdarzeń awaryjnych i sprawdza w dużej mierze plan awaryjny ERP. Składa się z dwóch elementów: definicji buforu ryzyka naziemnego oraz oceny osób narażonych na ryzyko związane z prowadzeniem operacji lotniczej.

Po określeniu ryzyka naziemnego i ewentualnym jego ograniczeniu można obliczyć ryzyko operacji lotniczej w powietrzu (ang. *air risk class*, ARC). Ryzyko w powietrzu może przyjmować wartości od ARC-a (najmniejsze) do ARC-d (największe) i zależy od takich czynników, jak:

- maksymalna wysokość lotu,
- klasa przestrzeni powietrznej, w której będzie odbywał się lot,
- rodzaj obszaru zawierający trasę lotu (obszar miejski/wiejski).

Kolejnym krokiem metodyki SORA powinno być określenie strategicznych działań ograniczających ryzyko. Krok ten (gdy zostaną przedstawione odpowiednie argumenty) pozwala na ograniczenie ryzyka operacji lotniczej w powietrzu.

Następnie należy określić zbiór taktycznych środków ograniczających ryzyko (ang. *tactical mitigation performance requirement*, TMPR). Taktyczne środki łagodzące stosuje się w celu ograniczenia ryzyka resztkowego kolizji w powietrzu, które jest potrzebne do osiągnięcia celu bezpieczeństwa w przestrzeni powietrznej. Przyjmą one formę „zobacz i unikaj” w operacji w ramach VLOS (ang. *visual line of sight*) lub mogą wymagać systemu, który zapewnia alternatywne sposoby osiągnięcia celu bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej – operacja z wykorzystaniem DAA (ang. *detect and avoid*) lub wielu systemów DAA, odbiorniki/nadajniki ADS-B. Wartość TMPR zależy od ryzyka w powietrzu i może przyjmować następujące wartości:

- wysoki (ang. *high*),
- średni (ang. *medium*),
- niski (ang. *low*),
- niewymagany (ang. *no requirement*).

Kolejnym krokiem metodyki jest określenie poziomu pewności i integralności (ang. *specific assurance and integrity levels*, SAIL). Parametr SAIL konsoliduje aspekty analizy ryzyka naziemnego i powietrznego oraz określa wymagane działania. W ramach SAIL należy wykazać taki poziom pewności, z którego będzie wynikało, że operacja bezzałogowego statku powietrznego pozostanie pod kontrolą.

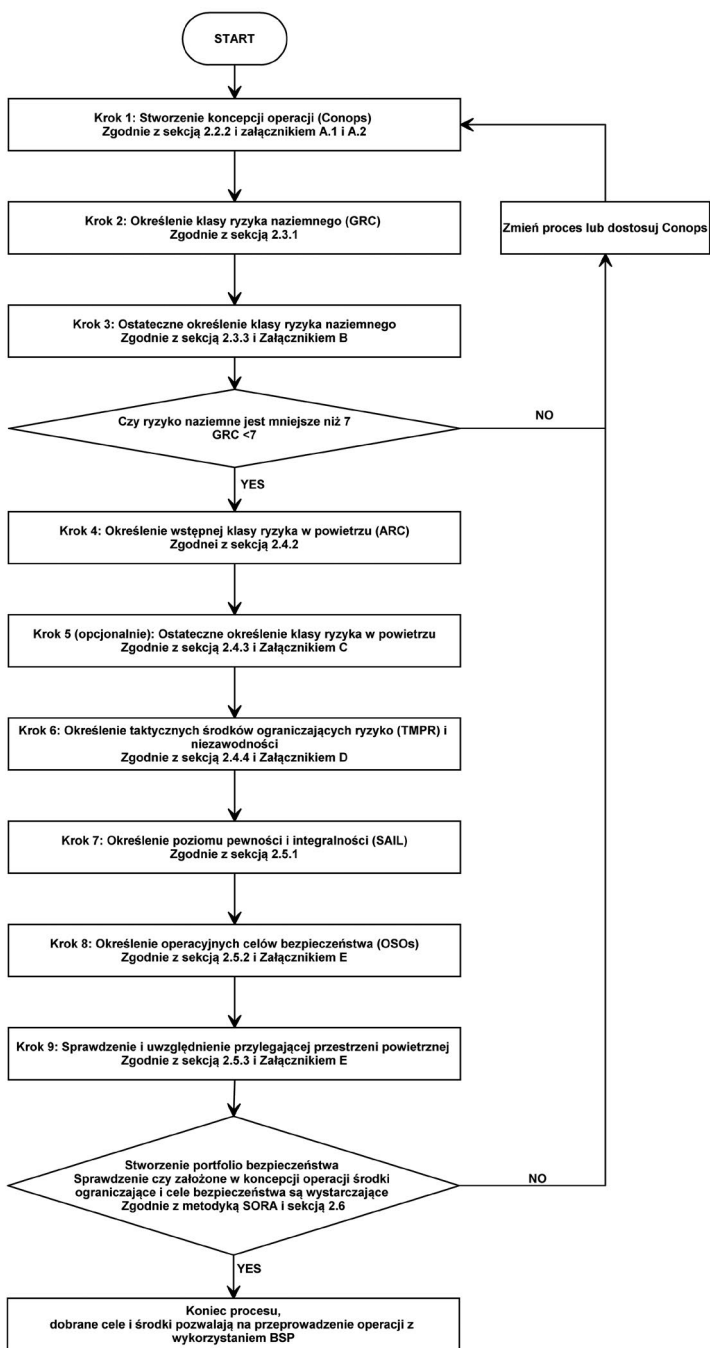
Przedostatnim krokiem rozpatrywanej metodyki jest sprawdzenie poszczególnych celów bezpieczeństwa operacyjnego OSO (ang. *operational safety objective*). Cele te to nic innego jak lista stworzona na podstawie doświadczenia wieloletnich praktyków, zawierająca najważniejsze elementy pogrupowane w zależności od wyliczonego poziomu pewności i integralności (SAIL). Właściwe organy, które wydają zezwolenie na operację, mogą określić dodatkowe OSO dla danego SAIL i powiązany poziom odporności.

Ostatnim krokiem, który należy wykonać po spełnieniu wszystkich celów bezpieczeństwa (OSO) wymaganych dla danego poziomu pewności i integralności (SAIL) jest stworzenie tzw. portfolio bezpieczeństwa. Rozdział ten stanowi podsumowanie wszystkich poprzednich.

Warto zaznaczyć, że metodyka SORA nie uwzględnia wszelkich dodatkowych wymagań i pozwoleń, które nie zostały określone w procesie SORA (np. w zakresie bezpieczeństwa, ochrony środowiska itp.) oraz nie identyfikuje odpowiednich zainteresowanych stron (np. agencji ochrony środowiska, krajowe organy bezpieczeństwa itp.).

Działania wykonywane w ramach procesu SORA prawdopodobnie zaspokoją te dodatkowe potrzeby, ale mogą nie być uważane za wystarczające przez cały czas. Dodatkowo operator BSP powinien zapewnić spójność między przypadkiem bezpieczeństwa SORA a rzeczywistymi warunkami operacyjnymi (tj. w czasie lotu).

Schemat przepływowo stosowania metodyki SORA wraz z odwołaniami do metodologii został przedstawiony na rycinie 1.



Ryc. 1. Diagram metodyki SORA

Źródło: opracowanie własne na podstawie EASA Easy Access Rules for Unmanned Aircraft Systems.

Na podstawie tych danych można określić klasę ryzyka naziemnego GRC. Ze względu na fakt, że zdarzenie ćwiczebne przewidziano w okresie świątecznym, lot wykonywany podczas faktycznego zdarzenia musiałby zostać zakwalifikowany jako „VLOS nad zgromadzeniem ludzi”. Niestety SORA nie obejmuje tego typu operacji, których ryzyko byłoby zbyt duże, dlatego zespół autorów przyjął, że rozważanym typem operacji będzie VLOS na zaludnionym obszarze. GRC dla tego typu lotu wynosi 5 w obecnej, 10-punktowej skali.

Następnie należy określić ostateczne ryzyko naziemne (ang. *final* GRC). W tym celu zostały wyznaczone środki zapobiegawcze M1, M2, i M3. M1 mają za zadanie ograniczenie liczby osób, które mogą ucierpieć z powodu awarii lub błędu pilota BSP. Jego elementami są: poziom integracji i poziom pewności. Pierwszym kryterium ograniczania ryzyka dla poziomu ogólnego jest zastosowanie podstawowego bufora ryzyka z zasadą co najmniej 1 do 1, to znaczy, że jeśli BSP leci na wysokości 15 m, odległość pozioma od osób postronnych powinna wynosić co najmniej 15 m.

Zastosowanie tej metody do akcji ratowniczych przewidzianych w tym scenariuszu jest prawie niemożliwe ze względu na dużą liczbę osób. Ponieważ w tym przypadku nie można zastosować metod z poziomu niskiego (ang. *low*) i należy przewidzieć wykorzystanie bardziej złożonych metod poziomu średniego (ang. *medium*). Wspomniane metody zajmują się kwestiami łągodzenia, które prowadziłyby do działań poza przestrzenią operacyjną i obejmują głównie:

- warunki meteorologiczne (np. wiatr),
- opóźnienia BPS (np. opóźnienia, które wpływają na zdolność BPS do wykonania manewru we właściwym czasie),
- zachowanie BSP podczas uruchomienia technicznych środków bezpieczeństwa,
- osiągi BSP.

W rozpatrywanym kazusie zakłada się występowanie optymalnych warunków pogodowych panujących nad miejscem działania BSP. Opóźnienia nie wpływają na manewrowość BSP. Sprawdzono także systemy awaryjne, takie jak RTH. Pozwala to przyjąć średni poziom -2 dla poziomu integralności.

Zastosowanie drugiego kryterium dla poziomu niskiego zakłada przeniesienie lotów na inną porę, gdy ze względu na rozkład dnia zagęszczenie ludzi może być mniejsze (np. w nocy). Charakter ćwiczonych działań ratowniczych uniemożliwia pełne zastosowanie tego kryterium. Możliwe jest częściowe spełnienie tych wymagań ze względu na ewakuację zgromadzonych w miejscu zdarzenia osób, w tym poszkodowanych i obecność tylko ratowników, którzy są świadomi wykorzystania BSP i ryzyk z tym związanych. Przy takim założeniu (lot wykonywany BSP o wadze poniżej 25 kg i lecącym z prędkością mniejszą niż 89,5 m/s) możliwe jest stwierdzenie zgodności na średnim poziomie solidności (ang. *robustness*).

Jeśli chodzi o poziom pewności, to osiągnięto stopień średni. Dowodem na poparcie tego twierdzenia w kryterium pierwszym są analizy przedstawione w niniejszym

rozdziale. W celu potwierdzenia jego słuszności też w tym zakresie, zaleca się dodatkowo wykonanie symulacji i inspekcji przed lotami. Niestety w warunkach prowadzenia rzeczywistych działań ratowniczych jest to zadanie bardzo trudne do zrealizowania. W przypadku kryterium drugiego dane o gęstości zostały zaczerpnięte z wiarygodnego źródła³¹, a trasa lotu zostanie uzgodniona wspólnie z innymi organami (np. policją, urządzeniem ochrony ludności, zespołem reagowania kryzysowego).

Podsumowując, w ramach kryterium solidności otrzymujemy poziom integralności (średni) oraz poziom pewności (średni). W efekcie możemy odjąć wartość 2 od poziomu ryzyka gruntu.

Następnie przechodzimy do wyznaczenia parametru M2 dotyczącego ograniczenia skutków wypadku BSP. Przewidziany w scenariuszu bezzałogowy statek powietrzny spełnia średni poziom integralności, ponieważ w przypadku uszkodzenia jednego z sześciu elementów napędowych może wejść w autorotację (heksakopter) i bezpiecznie wylądować. Pozwala to na rezygnację z innych metod ograniczania ryzyka, jak np. użycie spadochronu. Dodatkowo zakłada się, że operator będzie zapoznany z postępowaniem w sytuacji awaryjnej – autorotacją poprzez odpowiednie przeszkolenie i przeprowadzenie rzeczywistych ćwiczeń oraz prawidłowe wykonywanie procedur awaryjnych na symulatorze.

Jeśli chodzi o kwestie określenia poziomu pewności, przyjmuje się, że poziom średni można osiągnąć poprzez regularne testy załogi i symulacje komputerowe misji. Niemniej procedury w tym zakresie, ze względu na brak odpowiednich standardów, nie pozwalają na walidowanie przedmiotowych poziomów. Operator posiada również program szkoleniowy, a piloci przeprowadzają okresowe szkolenia teoretyczne i praktyczne.

Następnie wyznaczamy kryterium M3, które odnosi się do planu reagowania kryzysowego. Dla poziomów integralności i pewności osiągnany jest poziom średni. M3 określa plan zarządzania kryzysowego dla BSP. Ostateczne GRC wyznaczone jest według poniższego wzoru:

$$\begin{aligned} \text{ostateczne GRC} &= \text{początkowe GRC} + \text{GRC}_{M1} + \text{GRC}_{M2} \\ \text{ostateczne GRC} &= 5 + (-2) + (-1) \text{ ostateczne GRC} = 2 \end{aligned} \quad (1)$$

W rozpatrywanym przypadku ostateczne ryzyko naziemne GRC wyniosło 2.

Następnie wyznaczane jest ryzyko operacji w powietrzu (ARC). W przypadku miejsca realizacji scenariusza (Sevilla) znajduje się ono w strefie lotniska (CTR SEVILLA). Dlatego wskazane byłoby skontaktowanie się z TWR Sevilla w celu koordynowania działań z ruchem załogowym w tym obszarze oraz utrzymywania stałej i bezpośredniej komunikacji z kontrolą ruchu lotniczego (ang. *Air Traffic Control*, ATC) i służbą

³¹ DG Regional and Urban Policy – Degree of urbanisation website. strona internetowa: https://ec.europa.eu/regional_policy/mapapps/urban/degurba.html?fbclid=IwAR2wBOVcz97QXZZbSwYlFY2y4vJlZpDTcSyfSeMxI-9V57dOE9M5coCtbK80 [dostęp: 06.04.2021].

informacji powietrznej (ang. *Flight Information Service*, FIS). Pozwoliłoby to zminimalizować ryzyko kolizji BSP z innymi użytkownikami przestrzeni powietrznej. Dzięki takiej procedurze klasa ryzyka w powietrzu to ARC-a.

Kolejnym, opcjonalnym krokiem według metodyki SORA jest dalsze ograniczanie zagrożeń dla przestrzeni powietrznej. Ze względu na rodzaj zdarzenia i dużą liczbę osób należy przyjąć, że w obszarze działań ratowniczych mogą pojawić się inne statki bezzałogowe, w tym pochodzące od osób postronnych, m.in. dziennikarzy czy gapiów. Aby zmniejszyć ten czynnik ryzyka proponuje się:

- informowanie FIS,
- montaż oświetlenia antykolizyjnego,
- złożenie wniosku NOTAM (ang. *Notice To AirMen*),
- poinformowanie służby porządku publicznego o zakazie używania cywilnych BSP,
- aktywację systemów wykrywania i neutralizacji innych BSP (jeśli są dostępne),
- powołanie koordynatora lotów BSP w rejonie operacji.

Kolejnym krokiem w metodyce jest określenie poziomów TMPR i ich odporności. Opiera się ono na analizie i zastosowaniu taktycznych środków ograniczania ryzyka opisanych we wcześniej części artykułu, ponieważ:

- w scenariuszu BSP będzie używany w działaniu VLOS i
- wyznaczone szczytkowe ryzyko w powietrzu ARC wynosi ARC-a i nie wymaga TMPR oraz określania jego poziomu odporności.

Następny krok zakłada ustalenie ostatecznych poziomów pewności i integralności (SAIL). Określenie poziomu SAIFL zależy od końcowego GRC i rezydualnego ARC. Wartości SAIL zawierają się w przedziale I–VI i określa je tabela w wytycznych JARUS³². W rozważanym przypadku, dla końcowego GRC = 2 i rezydualnego ARC-a, poziom SAIL wynosi I. To sprawia, że wymagania bezpieczeństwa i eksploatacji są minimalne lub opcjonalne.

Następnym etapem w procesie określania ryzyka operacji BSP metodą SORA jest analiza przestrzeni w pobliżu operacji BSP. Na tym etapie analizowane są skutki niekontrolowanego lotu drona do innej sąsiedniej strefy powietrznej, którą może naruszyć. Analiza polega na zidentyfikowaniu ewentualnych problemów na podstawie doświadczenia pilota i podjęciu odpowiednich działań ograniczających ryzyko. Najczęściej źródłem takich problemów są:

- utrata sygnału radiowego operatora ze względu na zbyt dużą odległość, zakłócenia ze źródeł zewnętrznych (taktyczne pojazdy dowodzenia i łączności, BTS, anteny itp.),
- zakłócenia sygnału GPS,
- awaria odbiornika GPS,
- źle zaplanowana misja (przelatywanie nad przeszkodą blokującą sygnał),
- awaria GCS (ang. *ground control station*),
- błąd percepcji lub utrata orientacji przez operatora.

³² JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA), JAR-DEL-WG6-D.04, version 2, 2019.

Powyższe elementy ryzyka można łatwo ograniczyć, posługując się różnymi metodami. Jedną z najprostszych jest zastosowanie tzw. geofencingu lub geocage'ingu. Niniejsza metoda pozwala na utrzymanie bezzałogowego statku powietrznego w określonej przez operatora przestrzeni i zasięgu. Jest to jednak metoda, która w dużym stopniu zależy od sygnału GPS i może na nią wpływać zwiększona aktywność słoneczna. W związku z tym nie należy wykonywać operacji BSP przy współczynniku aktywności słonecznej $KPI > 4$. Inną przyczyną utraty kontroli, która może skutkować opuszczeniem strefy, jest zerwanie łączności radiowej między BSP a operatorem. Problem ten można zmniejszyć, stosując mocniejsze nadajniki i odbiorniki oraz odpowiednio projektując tor lotu w taki sposób, aby zminimalizować ryzyko osłabiania lub blokowania sygnału radiowego przez przeszkody. W celu dalszego zwiększenia bezpieczeństwa i niezawodności warto zastosować redundancję modułów zapewniających pozycjonowanie BSP w przestrzeni (ich podwojenie lub nawet potrojenie). Dodatkowym zabezpieczeniem w operacjach może być wykorzystanie obserwatorów, którzy będą nadzorować położenie BSP w przestrzeni z innej perspektywy niż operator. W takim przypadku operator i obserwatorzy muszą mieć ciągłą dwustronną komunikację.

Jak wspomniano już wcześniej, w rozważanym scenariuszu wykorzystany zostanie dron Matrice 600, który posiada funkcję geofencingu i jest dodatkowo wyposażony w trzy moduły GNSS oraz trzy czujniki IMU. W scenariuszu nie przewidziano żadnych dodatkowych obserwatorów ze względu na loty VLOS krótkiego zasięgu.

Ostatnim krokiem w analizie ryzyka metodą SORA jest stworzenie portfolio bezpieczeństwa, które będzie podsumowywało najważniejsze elementy powstałe w trakcie całej analizy.

Podsumowanie i wnioski

Analiza ryzyka metodą SORA to skuteczna metoda określania ryzyka operacji i weryfikacji spełniania wymagań ograniczających zagrożenia, co z perspektywy akcji ratowniczych prowadzonych przez Państwową Straż Pożarną ma szczególne znaczenie. Zastosowanie tej metody może wesprzeć użycie bezzałogowych statków powietrznych w wypełnianiu zadań powierzonych straży przez ustawodawcę. Opisywana metodyka przeznaczona jest do zastosowań cywilnych, w związku z czym w celu wykorzystania operacyjnego przez służby państwowe konieczne jest dostosowanie jej do potrzeb ratowników korzystających z bezzałogowych statków powietrznych. W artykule zaproponowano pewne zmiany i modyfikację np. w liście kontrolnej, które mogą mieć zastosowanie w straży pożarnej.

Jednym z największych mankamentów tej metody jest jej czasochłonność oraz wielopoziomowość. Prawidłowe wykonanie wymaga sekwencyjnego wykonania wielu kroków. Należy zgodzić się z opinią, iż „do efektywnego stosowania metody SORA

potrzebny jest personel o wysokich kwalifikacjach, doświadczeniu lotniczym oraz relatywnie długi czas na przygotowanie konkluzji wykonanej analizy³³. Niektórzy eksperci podkreślają, że SORA „jest mało intuicyjna, bardzo złożona i skomplikowana, wymagająca do stosowania znajomości problematyki na wysokim poziomie, co w dużym stopniu zawęża spektrum jej użytkowników”³⁴. Niemniej, mając na względzie potrzebę rzetelnego rozpatrzenia całokształtu czynników ryzyka, taka jej struktura jest jak najbardziej uzasadniona. Natomiast w opinii autorów możliwe jest poszukiwanie rozwiązań, które w określonych, mniej skomplikowanych sytuacjach pozwolą na dokonanie pewnych uproszczeń, zależnych przede wszystkim od profilu konkretnych akcji ratowniczych, w tym miejsca ich prowadzenia.

Skoro mowa o wykorzystaniu SORA na potrzeby oceny ryzyka użycia BSP w akcjach ratowniczych, należy rozpatrzyć dodatkowe aspekty dla bezpieczeństwa lotów, których nie uwzględnia się w dotychczasowej wersji omawianej metody. Są to zagrożenia charakterystyczne dla działań z zakresu poszukiwania i ratownictwa czy też szeroko rozumianej ochrony przeciwpożarowej, niewystępujące w zastosowaniach cywilnych i przez to w niej nieuwzględnionych. W niniejszym artykule zespół autorski omówił przykłady takich zagrożeń, wśród nich m.in. następujące kwestie:

- lotnictwo załogowe – lotnicza pomoc medyczna, samoloty zrzutowe itp.;
- warunki środowiskowe podczas akcji – dynamiczne zjawiska fizykochemiczne zachodzące podczas pożaru, m.in. konwekcyjne ruchy gorącego powietrza, gazów pożarowych i dymu, wysoka temperatura, wilgotność itp.;
- lot w trudnych warunkach (stres operatora) i zmiennych warunkach atmosferycznych;
- niemożność wcześniejszego zaplanowania lotów;
- ryzyko wtargnięcia innego niezidentyfikowanego bezzałogowego statku powietrznego w obszar działania;
- nieuwzględnienia w metodyce SORA możliwości użycia roju dronów – stosunkowo nowa, lecz – jak się wydaje – perspektywiczna możliwość jednoczesnego użycia kilku współpracujących bezzałogowców w tym samym czasie.

Powyższe dodatkowe zagrożenia, pojawiające się podczas łagodzenia katastrof za pomocą BSP wskazują, jak ważne jest korzystanie z niezawodnego sprzętu oraz sprawdzonych metod jego użycia przez wykwalifikowanego i doświadczonego pilota.

W ocenie zespołu autorskiego jeszcze jedną kwestią wartą podkreślenia jest fakt, iż wspomniany wcześniej, dość duży stopień skomplikowania analizowanej metody może generować trudności w jej bezpośrednim stosowaniu przez ratowników podczas operacji, bez jej uprzedniej adaptacji. Z tego względu uprawnione wydaje się sformułowanie postulatu o potrzebie ujęcia rozpatrywanej metody w ramy odpowiedniej aplikacji komputerowej.

³³ W. Wszyzyc, *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń (...)*, dz. cyt., s. 55–56.

³⁴ E. Kałużna, A. Fellner, *Methods of consideration of the human factor in air transport safety management system*, „Journal of Transportation Engineering – Transport” 2014, 103, s. 99–111.

Bibliografia

1. ASSISTANCE Deliverable 200 D4.2 UAVs integrated into the system website: <https://assistance-project.eu/dissemination/deliverables-and-publications/> [dostęp: 06.04.2021].
2. Aydin B., Selvi E., Tao J., Starek M. J., *Use of fire-extinguishing balls for a conceptual system of drone-assisted wildfire fighting*, "Drones" 2019, 3(1), 17, <https://doi.org/10.3390/drones3010017>.
3. Baubion C., *OECD risk management: strategic crisis management*, "OECD Working Papers on Public Governance" 2013, 23, <https://doi.org/10.1787/5k41rbd1lzt7-en>.
4. Erdelj M., Natalizio E., *UAV-assisted disaster management: Applications and open issues*, *Proceedings of International Conference on Computing, Networking and Communications (ICNC 2016)*, Feb 2016, Kauai, United States, <https://doi.org/10.1109/ICCNC.2016.7440563>.
5. Erdelj M., Natalizio E., Chowdhury K. R., Akyildiz, I. F., *Help from the sky: Leveraging UAVs for disaster management*, "IEEE Pervasive Computing" 2017, 16(1), <https://doi.org/10.1109/MPRV.2017.11>.
6. Executive Director Decision 2020/022/R: Amendment to the Acceptable Means of Compliance and Guidance Material to Commission Implementing Regulation (EU) 2019/947 and to the Annex (Part-UAS), 15.12.2020, EASA.
7. Fellner R., Zawistowski G., *Operational recommendations for the safe use of UAVs*, "In action" 2019, 4.
8. Feltynowski M., Zawistowski M., *Opportunities Related to the Use of Unmanned Systems in Emergency Services*, BITP Vol. 51 Issue 3, 2018, <https://doi.org/10.12845/bitp.51.3.2018.9>.
9. IEC/ISO 31010:2019 – Risk management – Risk assessment techniques.
10. JARUS guidelines on Specific Operations Risk Assessment (SORA), JAR-DEL-WG6-D.04, version 2, 2019.
11. Kałużna E., Fellner A., *Methods of consideration of the human factor in air transport safety management system*, "Journal of Transportation Engineering – Transport" 2014, 103.
12. Karma S., Zorba E., Pallis G. C., Statheropoulos G., Balta I., Mikedi K., Statheropoulos M., *Use of unmanned vehicles in search and rescue operations in forest fires: Advantages and limitations observed in a field trial*, "International journal of disaster risk reduction" 2015, 13.
13. Kinaneva D., Hristov G., Raychev J., Zahariev P., *Early forest fire detection using drones and artificial intelligence*, *Proceedings of 42nd International Convention on Information and Communication Technology*, Electronics and Microelectronics (MIPRO), Opatija, Croatia, 20–24 May 2019.
14. Kostur K., Żmigrodzka M., Balcerzak T., *Unmanned Aerial Vehicles in Fire Protection*, "Revista europea de derecho de la navegación marítima y aeronáutica" 2019, 36.

15. Luo C., Miao W., Ullah H., McClean S., Parr G., Min G., *Unmanned aerial vehicles for disaster management*, Geological Disaster Monitoring Based on Sensor Networks, Springer, Singapore 2019, https://doi.org/10.1007/978-981-13-0992-2_7.
16. Merino L., Caballero F., de Dios J. R. M., Maza I., Ollero A., *Automatic forest fire monitoring and measurement using unmanned aerial vehicles*, "Proceedings of the 6th International Congress on Forest Fire Research", Coimbra, Portugal 15–18 Nov 2010.
17. Merino L., Caballero F., Martínez-de-Dios J. R., Maza I., Ollero A., *An unmanned aircraft system for automatic forest fire monitoring and measurement*, "Journal of Intelligent & Robotic Systems" 2012, 65(1), <https://doi.org/10.1007/s10846-011-9560-x>.
18. Mukherjee A., Dey N., Kausar N., Ashour A. S., Taiar R., Hassanien, A. E., *A disaster management specific mobility model for flying ad-hoc network*, "International Journal of Rough Sets and Data Analysis" 2016, 3.
19. National Fire Protection Association. (2019). NFPA 1600, Standard on Continuity, Emergency and Crisis Management.
20. Pre-Defined Risk Assessment (PDRA) PDRA-01-CAA-NL2020, Version 1.0 – December 2020.
21. Project Deliverable Report D2.1 "Holistic Risk Model", RESPONDRONE, version 1, 15.02.2020, 9.
22. Project Deliverable Report D2.2 "Use Case Risk Assessment", RESPONDRONE, version 1.2, 23.06.2020.
23. Published and under development standards from ISO/TC 292 "Security and resilience", for instance ISO/CD 22361.
24. Restas A., *Drone applications for supporting disaster management*, "World Journal of Engineering and Technology" 2015, 3(03), 316, <https://doi.org/10.4236/wjet.2015.33C047>.
25. Roldán-Gómez J. J., González-Girona E., Barrientos A., *A Survey on Robotic Technologies for Forest Firefighting: Applying Drone Swarms to Improve Firefighters' Efficiency and Safety*, "Applied Sciences" 2021, 11 (1), 363, <https://doi.org/10.3390/app11010363>.
26. Rozporządzenie wykonawczego Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych (Dz.U. L 152 z 11.6.2019, z późn. zm.).
27. Security and resilience – Crisis Management – Guidelines for developing a strategic capability.
28. Skomra W., *Metodyka oceny ryzyka na potrzeby systemu zarządzania kryzysowego RP*, „Prace i Studia Geograficzne” 2015, 55.
29. Standard AS/NZS ISO 31000: 2009 Risk management-Principles and guidelines.
30. Sudhakar S., Vijayakumar V., Kumar C. S., Priya V., Ravi L., Subramaniaswamy V., *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) based Forest Fire Detection and monitoring for reducing false alarms in forest-fires*, "Computer Communications" 2020, 149, <https://doi.org/10.1016/j.comcom.2019.10.007>.
31. Unmanned aircraft systems: product profiles and guidance – report, 2019, UNICEF.

32. Wyszywacz W., *Zarządzanie ryzykiem zagrożeń w użytkowaniu bezałogowych statków powietrznych*, rozprawa doktorska, Politechnika Poznańska, Poznań 2020.
33. Zhou Y., Zhang X. X., Sun J., Yang J., Gui G., *Implementation of Mesh Flying Ad-hoc Network For Emergency Communication Systems*, Proceedings of 7th International Conference on Dependable Systems and Their Applications (DSA), November 2020.
34. DG Regional and Urban Policy – Degree of urbanisation website: https://ec.europa.eu/regional_policy/mapapps/urban/degurba.html?fbclid=IwAR2wBOVcz97QXZZbSwYl-FY2y4vJlZpDTcSyfSeMxI9V57dOE9M5coCtbK80 [dostęp: 06.04.2021].
35. <https://assistance-project.eu/> [dostęp: 06.04.2021].
36. <https://cordis.europa.eu/project/id/248137/results> [dostęp: on 06.04.2021].
37. <https://cordis.europa.eu/project/id/284851> [dostęp: 06.04.2021].
38. <https://cordis.europa.eu/project/id/285417> [dostęp: 06.04.2021].
39. <https://www.cursor-project.eu/> [dostęp: 06.04.2021].
40. <https://www.driver-project.eu/> [dostęp: 06.04.2021].
41. <https://www.faster-project.eu/> [dostęp: 06.04.2021].
42. <https://ingenious-first-responders.eu/> [dostęp: 06.04.2021].
43. <https://respond-a-project.eu/> [dostęp: 06.04.2021].
44. <https://respondroneproject.com/> [dostęp: 06.04.2021].
45. <https://search-and-rescue.eu/> [dostęp: 06.04.2021].

Wpływ stresu na zdolność do pilotażu BSP podczas działań ratowniczo-gaśniczych

dr Tomasz Iwański,

Małopolska Uczelnia Państwowa im. rtm. W. Pileckiego
w Oświęcimiu – Instytut Nauk o Zdrowiu

Wprowadzenie

Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) dzięki ciągłemu i dynamicznemu rozwojowi technologii stają się nieodzownym narzędziem wspomagającym pracę służb ratunkowych. Strażacy podejmujący czynności ratunkowe w miejscach interwencji, konfrontują się często z sytuacjami kryzysowymi, które w sposób zarówno pośredni, jak i bezpośredni mogą przyczynić się do wystąpienia zagrożeń w płaszczyźnie psychofizycznej organizmu. Wykorzystanie BSP w czynnościach interwencyjnych, poza bezdyskusyjnym walorem wzbogacającym i usprawniającym pracę strażaka, może nieść za sobą dodatkowe obciążenia wynikające z oddziaływania różnych czynników zagrażających zdrowiu. W niniejszym rozdziale scharakteryzowano mechanizmy powstawania stresu ze szczególnym uwzględnieniem specyfiki pracy służb ratunkowych, jak również wskazano na potencjalne problemy zdrowotne mogące wystąpić u osoby podejmującej się pilotażu BSP, charakteryzując jednocześnie predyspozycje niwelujące opisane zagrożenia.

1. Stres – geneza

Stres towarzyszy człowiekowi we współczesnym świecie we wszystkich płaszczyznach jego aktywności. W ujęciu definicyjnym określa się go jako wpływ jednostki oraz czynników środowiska (nazywanych stresorami), które oceniane są przez organizm jako potencjalne zagrożenie, powodujące nadmierne pobudzenie emocjonalne oraz nadreaktywność neurohormonalną i fizjologiczną. Istotą stresu jest zatem stan emocjonalny

zakłócający aktywność człowieka, który poprzez działania destrukcyjne wpływa na zdolności zaradcze¹. Oddziaływanie negatywnych emocji u osób wykonujących zawody obciążające psychicznie, intensyfikuje doznania z zakresu spektrum czynników stresogennych, czego konsekwencją jest obniżenie kondycji układu odpornościowego².

Pojęcie stresu zostało po raz pierwszy opracowane naukowo przez W.B. Canona, który podjął się próby zdefiniowania zjawiska, określając je jako „stan pogotowia”, wskazując również na jego działanie adaptacyjne oraz modulujące organizm ludzki do radzenia sobie w sytuacjach trudnych oraz niebezpiecznych. Wskazał on również na istotną rolę stresu, za jaką uważał wywołaną nim reakcję na zagrożenie i następczy proces ewaluacji przystosowawczej przetrwania organizmu³. Badania reakcji fizjologicznych na oddziaływanie czynników stresogennych prowadził H. Selye, prezentując w wynikach swoich badań niespecyficzne fizjologiczne zmiany, które zachodzą w organizmie ludzkim na skutek stawianych mu wymagań⁴. Warto również wspomnieć o problematyce zaburzeń emocjonalnych osób biorących udział w działaniach wojennych podczas II wojny światowej. Badacze w okresie powojennym po raz pierwszy zdefiniowali pojęcie stresu psychologicznego, analizując przyczyny owych zaburzeń. Wykazano, iż to specyficzne spektrum zaburzeń emocjonalnych wynikało z narażenia na utratę zdrowia i życia, jak również podejmowania zadań ponad możliwości psychofizyczne oraz wiązało się z długotrwałą rozłąką ze środowiskiem rodzinnym⁵. Interesujący pogląd o stresie wyraził polski badacz J. Strelau, który rozpatrując przyczyny jego powstawania, zwrócił uwagę na brak równowagi między wymaganiami stawianymi jednostce a możliwościami ich spełnienia, co w efekcie prowadzi do zmian fizjologicznych i biochemicznych ponad normatywny stan pobudzenia ludzkiego organizmu⁶. Natomiast P.G. Zimbardo i F.L. Ruch różnicowali przyczyny powstawania stresu, dzieląc je na przyjemne (np. zmiana miejsca zamieszkania) oraz nieprzyjemne (np. śmierć)⁷. Obecnie pojęcie stresu w psychologii opisuje się jako pozytywne i negatywne bodźce, które poprzez wpływ na organizm zmieniają jego stopień gotowości do działania⁸. Trudno zatem odnaleźć uniwersalną definicję tego zjawiska, tym bardziej, iż stało się ono terminem potocznym, nadając znaczenie trudnym i traumatycznym życiowym doświadczeniom.

¹ I. Heszen, *Psychologia stresu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.

² G. Bartkowiak, *Człowiek w pracy. Od stresu do sukcesu w organizacji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne 2009.

³ K. Walden-Gałuszko, *Psychoonkologia w praktyce klinicznej*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014, s. 179–185.

⁴ I. Heszen, *Psychologia ...*, dz. cyt.

⁵ H. Wrona-Polańska, *Zdrowie, stres, choroba w wymiarze psychologicznym*, Wydawnictwo Impuls, Kraków 2008, s. 21–25.

⁶ G. Bartkowiak, *Człowiek w pracy...*, dz. cyt.

⁷ B. Borys, M. Majkovicz, *Psychologia w medycynie*, Wydawnictwo AMG, Gdańsk 2006, s. 67–108, s. 160–196.

⁸ H. Wrona-Polańska, *Zdrowie, stres, choroba ...*, dz. cyt.

2. Mechanizm fizjologiczny stresu

Zgodnie z przytoczonymi wcześniej definicjami, działanie stresu należy rozumieć jako zaburzenie pewnej homeostazy organizmu wskutek oddziaływania na niego określonych czynników fizycznych oraz psychicznych. To również krytyczny stan na płaszczyźnie psychicznej, związany z nagłą adaptacją do otaczających warunków i przyjmujący formę dekompensacji⁹. W fizjologicznej reakcji na działanie stresora biorą udział dwa systemy układowe organizmu ludzkiego. Pierwszy z nich to oś HPA (podwzgórze–przysadka–nadnercza) odpowiadający za aktywność hormonalną (produkcja m.in. kortykotropiny, noradrenaliny, adrenaliny, kortyzolu). Wartym zaznaczenia jest działanie kortyzolu, gdyż zwyczajowo określa się go jako hormon stresu. Powoduje on zwiększenie poziomu glukozy we krwi, ma również istotny wpływ na procesy przetwarzania informacji w narządach zmysłu, gdyż osłabia ich wrażliwość odbiorczą, jednocześnie uwrażliwiając rozróżnianie bodźców (zmysł słuchu nie wychwyci z tła bardzo cichego dźwięku, natomiast będzie w stanie rozróżnić kilka dźwięków generowanych w tym samym czasie)¹⁰. Kortyzol wpływa również negatywnie na układ odpornościowy, zmniejszając efektywność i liczebność limfocytów. Drugim z systemów reagujących na czynniki stresogenne jest układ nerwowy współczulny. Dzięki unerwieniu narządów wewnętrznych organizm potrafi szybko wejść w fazę ucieczki lub walki. Typowymi reakcjami pobudzenia układu współczulnego są często obserwowane reakcje towarzyszące działaniu nagłego stresora, tj. przyspieszenie akcji serca oraz wiążące się z tym odczuwalne przyspieszenie tętna, przyspieszenie oddechu, rozszerzenie oskrzeli oraz źrenic. Z uwagi na fakt, iż w pierwszej fazie reakcji na nagły stresor reaguje najpierw układ nerwowy, a dopiero później aktywizuje się układ hormonalny zaobserwowano, iż działanie długotrwałego stresu jest destrukcyjne dla organizmu z powodu wydłużonego okresu metabolizmu nadprodukowanych hormonów¹¹. Poniżej przedstawiono przykładowe rezultaty długotrwałego oddziaływania czynników stresogennych na poszczególne układy, w których dochodzi do zaburzeń funkcjonalnych w wyniku zachwiania homeostazy¹².

⁹ <http://www.psychologia.edu.pl> [dostęp: 03.11.2021].

¹⁰ E. Sygit-Kowalkowska, *Radzenie sobie ze stresem jako zachowanie zdrowotne człowieka – perspektywa psychologiczna*, „Hygeia Public Health” 2014, 49(2), s. 202–208.

¹¹ A. Wzorek, *Porównanie przyczyn stresu wśród pielęgniarek pracujących na oddziałach o różnej specyfice*, „Studia Medyczne” 2008, 11, s. 33–37.

¹² <https://www.centrumdobrejterapii.pl> [dostęp: 03.11.2021].

Tabela 1. Przykładowe objawy działania stresu na poszczególne układy

Układ	Objawy działania stresu
Krążenia	<ul style="list-style-type: none"> • przyspieszenie częstości akcji serca • zwężenie naczyń obwodowych • zaburzenia rytmu serca • zmiany w ukrwieniu kończyn (bładość i suchość skóry) • wzrost ciśnienia tętniczego krwi • bóle głowy, migreny, omdlenia • zaburzenia gospodarki lipidowej (wzrost złego cholesterolu LDL)
Oddechowy	<ul style="list-style-type: none"> • przyspieszenie częstości oddechu • wysuszenie śluzówek • infekcje górnych dróg oddechowych • astma w przebiegu neurogennego stanu zapalnego • hiperwentylacja
Trawienny	<ul style="list-style-type: none"> • wymioty • wzdęcia, nudności, bóle w obrębie jamy brzusznej (objawy dyspeptyczne) • biegunki • nadkwaśność (zgaga – pieczenie w przełyku) • ślinotok
Moczowo-płciowy	<ul style="list-style-type: none"> • nietrzymanie moczu • trudności w oddawaniu moczu • zaburzenia menstruacyjne • zaburzenia erekcji • zaburzenia ejakulacji
Narządu ruchu i zmysłów	<ul style="list-style-type: none"> • nerwobóle • zaburzenia koordynacji ruchowej • zawroty głowy (również szumy uszne) • zaburzenia widzenia • drętwienie, mrowienie, drżenia mięśniowe, tiki • przeculica dotykowa (nadwrażliwość)
Skóra	<ul style="list-style-type: none"> • siwienie • wypadanie włosów (łysienie plackowate) • świąd • rumieniec • wysypki, wypryski, ogniskowe stany zapalne

Źródło: opracowanie własne.

3.1. Stres biologiczny

Rozpatrując reakcje organizmu na oddziałujący bodziec należy wskazać, iż o rozmiarze takiej reakcji decyduje siła bodźca. H. Seyle zróznicował system przystosowania organizmu na działający czynnik szkodliwy, wskazując na dwie formy adaptacji: lokalny zespół adaptacyjny – właściwy dla zmian w miejscu działania bodźca (np. w okolicy urazu, oparzenia) oraz ogólny zespół adaptacyjny – właściwy dla zmian o charakterze ogólnym, specyficzny dla działania czynników stresogennych. Wspomniane reakcje charakteryzują z kolei trzy fazy jej trwania i swoistej ewolucji:

- faza reakcji alarmowej – dochodzi do inicjacji wrodzonej reakcji organizmu „walcz lub uciekaj”. Proces ten jest szybki i opiera się na aktywizacji współczulnego układu nerwowego, który pobudza następnie układ hormonalny. W fazie reakcji alarmowej możemy wyróżnić fazę szoku (efekt oddziaływania czynnika powodujący pobudzenie lub wskazujący na uszkodzenie);
- faza przeciwdziałania szokowi – uruchamiają się mechanizmy obronne i adaptacyjne;
- faza wyczerpania – cechująca się utratą zdolności obronnych na skutek spadku odporności na długotrwanie działający czynniki stresogenne. W efekcie wyczerpania może dojść do procesu chorobowego jak również śmierci organizmu¹³.

3.2. Stres psychologiczny

Psychologia definiuje ów stan jako zróznicowaną reakcję emocjonalną, której efektem są najczęściej stany lękowe. Wskazano na jej trzy formy:

- bodziec sytuacji lub wydarzenia zewnętrznego o określonych właściwościach,
- wewnętrzna emocjonalna reakcja człowieka przybierająca formę specyficznego przeżycia,
- korelacja czynników zewnętrznych a właściwości człowieka¹⁴.

Zgodnie z teorią R. Lazarusa i S. Folkmana, stres jest żywą relacją pomiędzy człowiekiem a otoczeniem, oddziałującą na wysiłek adaptacyjny jednostki. Wskazano w niej również zróznicowanie formy działań podejmowanych przez człowieka konfrontującego się z czynnikami stresogennymi, opisując mechanizm zwalczania stresu oraz podejmowanie działań ochronnych na płaszczyźnie społecznej, psychologicznej jak również fizjologicznej¹⁵.

¹³ G. Bartkowiak., *Człowiek w pracy...*, dz. cyt.

¹⁴ G. Cepuch, G. Dębska, *Wypalenie zawodowe u pielęgniarek pracujących w zakładach opieki zdrowotnej*, „Problemy Pielęgniarstwa” 2008, 16(3), s. 273–279; T. Modzelewska, T.B. Kulik, *Stres zawodowy jako nieodłączny element zawodów profesjonalnego pomagania – sposoby radzenia sobie ze stresem w opinii pielęgniarek*, „Annales Universitatis Mariae Skłodowska-Curie” 2000, LVIII, supl. VIII, 161 sectio D, s. 312–316.

¹⁵ A. Wzorek, *Porównanie przyczyn stresu ...*, dz. cyt.

3.3. Stres organizacyjny

Warunki pracy oraz rola, jaką pełni pracownik w organizacji, mogą wpływać na reakcje związane z odczuwanym przez niego stresem bądź pojawiającymi się napięciami. Czynniki modulującymi będą również: kultura organizacyjna, klimat czy łączenie pracy z aspektami życia rodzinnego¹⁶. Efektem odczuwania stresu organizacyjnego jest pojawienie się zespołu wypalenia zawodowego, który definiowany jest jako gorsze funkcjonowanie ludzi pracujących w zawodach stresowych. Objawami charakterystycznymi dla tego typu zaburzeń są m.in.: emocjonalne wyczerpanie oraz depersonalizacja, niska motywacja, zaniżone poczucie satysfakcji, a w końcowej fazie, zwiększona absencja chorobowa i rezygnacja z pracy¹⁷.

4. Reakcje na stres

M. Dąbkowska¹⁸ uważa, iż rezultatem oddziaływania sytuacji stresogennych są następstwa definiowane jako zaburzenia psychiatryczne. W wyniku działania silnego stresora może pojawić się ostra reakcja na stres określana jako przemijające zaburzenie o znacznym nasileniu, które rozwija się w wyniku reakcji na wyjątkowy stres fizyczny lub psychiczny u osoby nieprzejawiającej wcześniej żadnych oznak zaburzenia psychicznego. Za czynniki sprzyjające występowaniu powyższego zaburzenia uznaje się: faktory organiczne związane z wiekiem, stan wyczerpania organizmu lub niski próg wrażliwości osoby, jak również dysfunkcje obronnych mechanizmów radzenia sobie w sytuacjach kryzysowych. Reakcją charakteryzującą powyższe zaburzenie jest tzw. zawężenie pola świadomości, które cechuje się zaburzeniami orientacji, odbioru oraz interpretacji bodźców, częściową lub całkowitą amnezją. Osoba w mechanizmie zawężenia może ulec reakcji zamarcia lub odwrotnie – wykazywać nadmierną aktywność emocjonalną. Warto wspomnieć również o możliwości wystąpienia reakcji fugi dysocjacyjnej, polegającej na powstaniu nagłej i głębokiej niepamięci wstecznej z jednoczesnym imperatywem podróżowania do określonego, czasami odległego celu. Osoba z takim zaburzeniem zapomina kim jest, nie pamięta swojej niedawnej przeszłości, dba jednakże o podstawowe potrzeby, komunikuje się ze środowiskiem. Za przykład mogą posłużyć sytuacje, w których ofiary wypadków komunikacyjnych oddalają się z miejsca wypadku, nie potrafiąc wskazać przyczyny opuszczenia miejsca zdarzenia. Symptomem lęku w ostrej reakcji na stres są również objawy autonomiczne:

¹⁶ H. Wrona-Polańska, *Zdrowie, stres, choroba ...*, dz. cyt.

¹⁷ G. Cepuch, G. Dębska, *Wypalenie zawodowe...*, dz. cyt.; M. Dąbkowska, *Psychiatryczne następstwa przemocy domowej*, „Psychiatria w Praktyce Ogólnolekarskiej” 2005, 5, s. 103–108.

¹⁸ M. Dąbrowska, *Psychiatryczne...*, dz. cyt.

przyspieszenie akcji serca, pocenie się oraz zaczerwienienie skóry, które zazwyczaj mijają w ciągu kilku godzin¹⁹.

Kolejnym z objawów jest zaburzenie adaptacyjne, czyli reakcja na zmiany zachodzące w relacjach rodzinnych wynikające pośrednio z doświadczanego stresu, których występowanie modyfikuje plany życiowe. Wymagają one określonej adaptacji do nowych, często utrudnionych warunków życiowych lub zmienionej relacji z drugą osobą. Ów stan powoduje trudności w funkcjonowaniu społecznym, działaniu jednostki na skutek zaburzeń w sferze emocjonalnej²⁰.

Doświadczenia traumatyczne mogą również usposabiać do występowania zespołu stresu pourazowego (ang. *posttraumatic stress disorder*, PTSD) opisanego w dalszej części²¹. W chwili przywołującej wspomnienie stresogennego zdarzenia z przeszłości, pojawiają się objawy intensyfikujące strach i wzmagające bezradność. Osoba w okresie ujawnienia PTSD nękana jest przez uporczywe i przykre sny, wyobrażenia, natrętne myśli, przywołujące traumę. Jak stwierdza P. Hajdo, do najczęściej występujących zaburzeń, powodujących regres w sferze doświadczonej traumy, zalicza się zakres objawów dotyczących zarówno płaszczyzny psychicznej, jak i fizycznej (iluzje, halucynacje, reminiscencje dysocjacyjne)²². Na skutek owych mechanizmów dochodzi do fizjologicznej reaktywności – zmiany zachowania oraz wzrostu wrażliwości w płaszczyźnie relacji, związanego bardziej z działaniem obronnego mechanizmu zawężenia. Jest to swoista ochrona przed doznawaną burzą uczuć i emocji, jednakże pomimo niej, tłumienie objawów jeszcze bardziej pogłębia wstrząs pourazowy. Następuje bowiem zawężenie świadomości i izolacja społeczna, a osoba krzywdzona wycofuje się z kontaktów z innymi ludźmi. Zauważalną zmianą w zachowaniu osoby z PTSD jest również anestezja emocjonalna. W przypadku przeświadczenia o braku możliwości zmiany aktualnej sytuacji życiowej, przy współdziałaniu mechanizmów oddziaływania stresorów, u osoby ich doświadczających może pojawić się fobia społeczna²³. Pod pojęciem tym rozumie się obawę przed oceną płynącą z otaczającego środowiska osoby doświadczającej silnego lub długotrwałego stresu. Osoba taka pozostaje na uboczu, unika konfrontacji z grupą oraz jakiegokolwiek ekspozycji na pełnienie uwidocznionej roli w tej grupie. Powyższemu stanowi psychiki towarzyszą często objawy wegetatywno-somatyczne, zwane pierwotnymi objawami lękowymi, ujawniające się nagłą potrzebą mikcji lub defekacji, nudnościami i obawą przed wymiotami, drżeniem kończyn, zaczerwienieniem skóry, które jeszcze bardziej nasilają poczucie dyskomfortu i wzmagają strach, uniemożliwiając

¹⁹ M. Dąbrowska, *Psychiatryczne...*, dz. cyt.

²⁰ Tamże.

²¹ P. Hajdo, *Poziom złości i mechanizmy obronne a nasilenie symptomów PTSD na przykładzie ofiar przemocy domowej*, „Psychoterapia” 2007, 143, s. 79–86.

²² Tamże.

²³ T. Iwański, *Przemoc w rodzinie wobec osób starszych i niepełnosprawnych*, w: *Przemoc w rodzinie wobec osób starszych i niepełnosprawnych – poradnik dla pracowników pierwszego kontaktu*, K. Michalska, D. Jaszczak-Kuźmińska (red.), Parpamedia, Warszawa 2010, s. 125–132.

swobodny kontakt i relacje społeczne²⁴. Konsekwencją owego zaburzenia jest znaczny stopień upośledzenia funkcjonowania w społeczeństwie oraz – w związku z tym – obniżenie jakości życia. Ponadto u osób doświadczających stresu o różnym podłożu, w wyniku jego oddziaływania psychiatrzy definiują skłonność do zaburzeń somatyzacyjnych²⁵. Pod tym pojęciem rozumie się zespoły zaburzeń różnoobjawowych, kierunkujących przeświadczenie o potrzebie uzyskania pomocy od różnych specjalistów. Objawy takie często nakładają się na siebie, lecz w toku diagnostyki medycznej nie potwierdzają somatycznych dysfunkcji organizmu. M. Dąbkowska²⁶ podkreśla, iż w wyniku oddziaływania sytuacji stresogennej, w zachowaniu pojawiają się reakcje określane mianem mechanizmów obronnych układu nerwowego, będące psychogennymi zaburzeniami dysocjacyjnymi, których występowanie jest związane z funkcjonowaniem jednostki w sytuacji zbyt trudnej, nierozwiązywalnej. W przypadku silnych objawów dysocjacyjnych, zachodzące zmiany osobowościowe mogą mylnie sprowadzać diagnostykę psychiatryczną w kierunku wskazywania u pacjenta na występowanie zaburzeń schizofrenicznych. Za M. Dąbkowską²⁷ klasyfikuje się następujące rodzaje zaburzeń dysocjacyjnych: osłupienie dysocjacyjne (stupor), fugę dysocjacyjną, amnezję dysocjacyjną, trans i ośpienie, osobowość mnogą, przejściowe zaburzenia dysocjacyjne (konwersyjne) dawniej nazywane histerią oraz zaburzenia dysocjacyjne (konwersyjne) nieokreślone.

Doświadczenie sytuacji traumatycznych powoduje występowanie specyficznego zespołu objawów lękowych, które zostały wspomniane powyżej. Należą do nich:

PTSD (zespół stresu pourazowego) – jest to swoistego rodzaju odmiana zaburzeń lękowych, powstałych wskutek oddziaływania traumatycznego przeżycia (w wyniku działań wojennych, tragedii losowej, wypadku drogowego, kłęski żywiołowej)²⁸. Osoby dotknięte tym zespołem ujawniają zaburzenia osobowościowe, nerwicowe, jak również objawy somatyczne. Po doświadczonym zdarzeniu oraz okresie latencji, który może utrzymywać się od kilku tygodni do kilku miesięcy, pojawiają się pierwsze objawy trwające czasami kilka lat, a u chorej osoby zauważa się zanik podstawowego stanu fizycznego spokoju i komfortu. PTSD uwidacznia się w większym stopniu na skutek doznania krzywdy ze strony drugiego człowieka²⁹.

STSD (wtórny zespół stresu pourazowego, ang. *secondary traumatic stress disorder*) – zespół ten, jak wyjaśnia M. Chabowski³⁰, towarzyszy osobom, które nie doświadczają

²⁴ T. Iwański, *Przemoc w rodzinie...*, dz. cyt.

²⁵ M. Płocka-Lewandowska, *Zaburzenia somatyzacyjne*, „Psychiatria w Praktyce Ogólnolekarskiej” 2002, 2, 3, s. 183–186.

²⁶ M. Dąbkowska, *Psychiatryczne ...*, dz. cyt.

²⁷ Tamże.

²⁸ P. Krukow, A. Lipczyński, <http://www.psychiatria.pl/txt/a,3694,0,zespol-stresu-pourazowego-charakterystyka-psychologiczna-i-neuropsychologiczna#.UL0oQoP8KDd>. [dostęp: 03.11.2021].

²⁹ Tamże.

³⁰ M. Chabowski, <http://www.psychologia-spoeczna.pl/aktualnosc-czytelnia-58/141-ratownicy-i-pracownicy-spoeczni-narazeni-na-ptsd.html>. [dostęp: 03.11.2021].

bezpośrednio traumatycznego przeżycia, lecz są świadkami przeżywania wydarzeń przez innych. Objawy występujące u osób z STSD są takie same jak w przypadku PTSD³¹.

5. Stres w pracy strażaka/pilota BSP

Praca w trudnych warunkach polegająca na realizacji czynności pomocniczych, ratowniczych i jednocześnie konfrontowanie się z zagrożeniami w miejscu wezwania, naraża strażaków na doświadczanie sytuacji niebezpiecznych dla ich zdrowia i życia. Spektrum oddziałujących stresorów uzupełniają również zawodowe relacje personalne, sinusoida napięcia emocjonalnego związana z okresem oczekiwania na akcję ratunkową oraz uczestnictwo w takiej akcji, nierzadko poczucie bezsilności w przypadku obcowania ze śmiercią ofiar, dylematy etyczne, konieczność podejmowania szybkich i trafnych decyzji. Istotnym jest również natężenie wspomnianych czynników, które w przypadku tzw. masówek, katastrof, czy w obecnie doświadczanej przez wszystkich epidemii, sprawia, iż podejmowanie działań pomocowych wiąże się z niebywałym obciążeniem fizycznym, jak i – przede wszystkim – psychicznym. Osobę wykonującą zawód strażaka musi cechować zatem wysoki próg odporności, w szczególności w odniesieniu do reakcji na działanie czynników stresogennych. Jak podkreślają P. Oskwarek i M. Tokarska-Rodak³², wspomniana problematyka jest niezwykle istotna, wobec czego zainicjowano potrzebę opracowania założeń organizacji pomocy psychologicznej w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym, a następnie przyjęto do stosowania „Zasady organizacji i funkcjonowania systemu pomocy psychologicznej w Państwowej Straży Pożarnej”³³. W odniesieniu do wykorzystywania BSP przez strażaków podczas realizacji ich czynności w miejscu zdarzenia, istotnym jest również wskazanie na czynniki stresogenne wynikające z pewnej odpowiedzialności za używanie tego typu sprzętu. Operator BSP jest zobligowany do sprawowania stałej kontroli nad poruszającym się obiektem, mając na względzie szerokie spektrum bezpieczeństwa wobec innych użytkowników maszyn latających (np. helikoptery ratownicze lub inne załogowe statki powietrzne), osób uczestniczących w czynnościach ratowniczych, osób postronnych. Obciążenie psychiczne w ujęciu indywidualnym może się również wiązać z poczuciem odpowiedzialności za powierzony operatorowi sprzęt, jak również obawą przed zarzutami naruszenia prywatności podczas wykonywania lotów o charakterze rozpoznawczym. Na poniższej tabeli przedstawiono klasyfikację czynników stresogennych oraz ich wpływ na występowanie zaburzeń psychofizycznych wśród strażaków.

³¹ M. Chabowski, dz. cyt.

³² P. Oskwarek, M. Tokarska-Rodak, *Stres w środowisku pracy strażaków*, „Rozprawy Społeczne” 2017, 11(2), s. 57–61.

³³ Tamże.

Tabela 2. Klasyfikacja czynników stresogennych oraz ich wpływ na zdrowie psychofizyczne strażaków

Czynnik stresogeny	Rezultat oddziaływania czynnika stresogenego
Śmierć, zagrożenie zdrowia i życia, uszkodzenia na zdrowiu	PTSD (syndrom stresu pourazowego)
Relacje personalne z innymi strażakami po akcjach ratowniczych	SPTSD (wtórny syndrom stresu pourazowego)
Psychospołeczne warunki pracy (dezorganizacja, trudności w komunikacji, niepewność zatrudnienia, brak satysfakcji zarobkowej, przeciążenie pracą)	Syndrom wypalenia zawodowego

Źródło: opracowanie własne.

Odnosząc się do aspektu medycznego związanego z pilotażem BSP, należy wspomnieć o czynnikach predysponujących do możliwości wystąpienia wybranych specyficznych dolegliwości ze strony organizmu, które zaprezentowano w poniższym zestawieniu.

Tabela 3. Zestawienie czynników mających wpływ na wystąpienie dolegliwości

Czynnik	Dolegliwości
Przeciążenie kręgosłupa oraz struktur anatomicznych z powodu długotrwałego utrzymywania ciała w pozycji wymuszonej	<ul style="list-style-type: none"> zespoły chorobowe odcinka szyjnego: kręcz szyi, mielopatia szyjna, rwa ramienna piersiowe zespoły bólowe zespoły chorobowe w odcinku lędźwiowym kręgosłupa (rwa kulszowa, neuralgie, lumbago)
Obciążenie narządu wzroku związane z odbieranymi długotrwałe wrażeniami nasycenia barwy i kontrastu monitora LCD oraz praca w trudnych warunkach widoczności	<ul style="list-style-type: none"> problemy z akomodacją (spadek jakości przystosowawczej ostrości widzenia) objawy suchego oka migreny

Źródło: opracowanie własne.

Podsumowanie i wnioski

Niewątpliwie najefektywniejszym sposobem radzenia sobie z oddziałującymi czynnikami stresogennymi na człowieka jest szeroki wachlarz strategii postępowania, mający na celu zniwelowanie ich destrukcyjnego działania. W 1990 roku zaprezentowano klasyfikację stylów radzenia sobie ze stresem³⁴.

1. Styl skoncentrowany na zadaniu: aktywne działania rozwiązujące problem lub przekształcające go w zjawisko poznawcze, szukanie efektywnego rozwiązania zgodnie z opracowanym planem działania, odnajdowanie pozytywów.
2. Styl skoncentrowany na emocjach: obserwacja własnych reakcji emocjonalnych, próba obniżania napięcia, racjonalizowanie obserwowanego zjawiska, korzystanie ze wsparcia innych osób.
3. Styl skoncentrowany na unikaniu: dystansowanie się od natrętnych mechanizmów myślowych – regresu przeżywanej traumy, poszukiwanie aktywności odwracających uwagę od negatywnych emocji, np. aktywność fizyczna, podróże, prace twórcze, artystyczne, słuchanie muzyki, kontakty towarzyskie.

Podsumowując powyższe rozważania, warto przytoczyć słowa pewnego profesora jednej z amerykańskich uczelni. Nalewając podczas wykładu wodę do szklanki i trzymając ją w ręce, spytał się on swoich studentów: ile waży ta szklanka, jak myślicie? Studenci próbowali odpowiedzieć na to pytanie z isticie matematyczną precyzją, jednakże profesor odpowiedział krótko: to ile waży jest nieistotne. Istotnym jest to, jak długo będę ją trzymał. Jeśli będę trzymał ją krótko, nie odczuję jej ciężaru, jeśli potrzymam ją kilka godzin, zacznie boleć mnie ręka. Jeśli będę ją trzymał przez cały dzień, moja ręka i ramię będzie sparaliżowane i nieczułe. Ta szklanka obrazuje stres, jakiego doświadczamy i jest tylko jeden sposób na pozbycie się go. Odłóżmy szklankę...

³⁴ M.A. Basińska, A. Kasprzak, *Związek między strategiami radzenia sobie ze stresem a akceptacją choroby w grupie osób chorych na łuszczycę*, „Przegląd Dermatologiczny” 2012, 6, s. 692–700.

Bibliografia

1. Bartkowiak G., *Człowiek w pracy. Od stresu do sukcesu w organizacji*, Polskie Wydawnictwo Ekonomiczne, Warszawa 2009.
2. Basińska M.A., Kasprzak A., *Związek między strategiami radzenia sobie ze stresem a akceptacją choroby w grupie osób chorych na łuszczycę*, „Przegląd Dermatologiczny” 2012, 6.
3. Borys B., Majkowicz M., *Psychologia w medycynie*, Wydawnictwo AMG, Gdańsk 2006.
4. Cepuch G., Dębska G., *Wypalenie zawodowe u pielęgniarek pracujących w zakładach opieki zdrowotnej*, „Problemy Pielęgniarstwa” 2008, 16, 3.
5. Chabowski M., <http://www.psychologia-spoeczna.pl/aktualnosci-czytelnia-58/141-ratownicy-i-pracownicy-spoeczni-narazeni-na-ptsd.html> [dostęp: 03.11.2021].
6. Dąbkowska M., *Psychiatryczne następstwa przemocy domowej*, „Psychiatria w Praktyce Ogólnolekarskiej” 2005, 5.
7. Hajdo P., *Poziom złości i mechanizmy obronne a nasilenie symptomów PTSD na przykładzie ofiar przemocy domowej*, „Psychoterapia” 2007, 143.
8. Heszen I., *Psychologia stresu*, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2013.
9. Iwański T., *Przemoc w rodzinie wobec osób starszych i niepełnosprawnych*, w: *Przemoc w rodzinie wobec osób starszych i niepełnosprawnych – poradnik dla pracowników pierwszego kontaktu*, K. Michalska, D. Jaszczak-Kuźmińska (red.), Parpamedia, Warszawa 2010.
10. Modzelewska T., Kulik T.B., *Stres zawodowy jako nieodłączny element zawodów profesjonalnego pomagania – sposoby radzenia sobie ze stresem w opinii pielęgniarek*, „Annales Universitatis Mariae Skłodowska-Curie” 2000, LVIII, supl. VIII, 161 sectio D.
11. Krukow P., Lipczyński A., <http://www.psychiatria.pl/txt/a,3694,0,zespol-stresu-pourazowego-charakterystyka-psychologiczna-i-neuropsychologiczna#.UL0oQoP8KDs>. [dostęp: 03.11.2021].
12. Płocka-Lewandowska M., *Zaburzenia somatyzacyjne*, „Psychiatria w Praktyce Ogólnolekarskiej” 2002, 2, 3.
13. Oskwarek P., Tokarska-Rodak M., *Stres w środowisku pracy strażaków*, „Rozprawy Społeczne” 2017, 11(2).
14. Sygit-Kowalkowska E., *Radzenie sobie ze stresem jako zachowanie zdrowotne człowieka-perspektywa psychologiczna*, „Hygeia Public Health” 2014, 49(2).
15. Walden-Gałaszko K., *Psychoonkologia w praktyce klinicznej*, Wydawnictwo Lekarskie PZWL, Warszawa 2014.
16. Wrona-Polańska H., *Zdrowie, stres, choroba w wymiarze psychologicznym*, Wydawnictwo Impuls, Kraków 2008.
17. Wzorek A., *Porównanie przyczyn stresu wśród pielęgniarek pracujących na oddziałach o różnej specyfice*, „Studia Medyczne” 2008, 11.
18. <https://www.centrumdobrejterapii.pl> [dostęp: 03.11.2021].
19. <http://www.psychologia.edu.pl> [dostęp: 03.11.2021].

Bezzałogowe statki powietrzne w PSP a Zintegrowany System Kwalifikacji

lic. Paweł Florek,
CNBOP-PIB

Wprowadzenie

Zapewnienie standardów jakościowych w procesach szkolenia stanowi stały element przygotowania ratowników do przyszłych zadań w służbie oraz późniejszego doskonalenia zawodowego funkcjonariuszek i funkcjonariuszy Państwowej Straży Pożarnej. Opracowane, zatwierdzone i uaktualniane programy kształcenia oraz kursów doskonalących obowiązują dla wszystkich rodzajów realizowanych działań ratowniczych z wykorzystaniem specjalistycznych technologii i narzędzi ratowniczych adekwatnie do wyodrębnionych grup ratowników i nie tylko. Wymagania programowe dotyczą również takich specjalizacji, jak technik czy inżynier pożarnictwa oraz inspektor ochrony przeciwpożarowej. Ogólnie Państwowa Straż Pożarna charakteryzuje się stworzonym na potrzeby rozwoju formacji własnym systemem kształcenia i szkolenia. W systemie tym należy wyróżnić niejako dwie uzupełniające się części, z których pierwsza jest poświęcona podnoszeniu kwalifikacji przygotowujących do służby przyszłych strażaków-ratowników, natomiast druga dotyczy podnoszenia kwalifikacji, których uzyskanie warunkuje rozwój i awans zawodowy strażaków włączonych już w strukturę formacji.

System kształcenia jest bezpośrednio realizowany w ośrodkach szkoleniowych komend wojewódzkich PSP. W sumie funkcjonuje 17 takich ośrodków. Ponadto jest on realizowany przez Szkołę Główną Służby Pożarniczej w Warszawie (kształcąca inżynierów pożarnictwa na poziomie uczelni), trzy Szkoły Aspirantów: w Krakowie, Częstochowie i Poznaniu (nadające tytuł technika pożarnictwa) oraz Szkołę Podoficerską Państwowej Straży Pożarnej w Bydgoszczy (tytuł zawodowy strażaka). Część praktyczna procesów kształcenia i doskonalenia zawodowego w wymienionych wyżej jednostkach odbywa się na poligonach, na których przeprowadza się zarówno ćwiczenia przy

wykorzystaniu komór rozgorzeniowych i dymowych, jak i ćwiczenia specjalistyczne z zakresu działań poszukiwawczo-ratowniczych, gaszenia pożarów oraz ratownictwa wysokościowego, wodnego, technicznego, ekologicznego i chemicznego.

Obowiązujący w Państwowej Straży Pożarnej system kształcenia i doskonalenia zawodowego jest zgodny z powszechnie obowiązującym w Polsce systemem edukacji, a tym samym realizuje jego charakterystyczne cele i zadania, tj. otwartość na każdym poziomie dla wszystkich osób, które – pod warunkiem spełnienia określonych i transparentnych standardów – chcą rozwijać swoją wiedzę, umiejętności praktyczne oraz kompetencje, których nabycie i potwierdzenie jest niezbędne do realizacji przyszłych ról zawodowych w strukturach Państwowej Straży Pożarnej lub poza formacją w szeroko pojętym sektorze usług ochrony przeciwpożarowej lub szerzej, zarządzania kryzysowego, ochrony ludności czy wreszcie bezpieczeństwa wewnętrznego RP.

Niniejszy artykuł jest próbą przybliżenia możliwości uzupełnienia obowiązującego systemu kształcenia i doskonalenia zawodowego w Państwowej Straży Pożarnej o nowe kwalifikacje rynkowe – uregulowane, przeznaczone dla operatorów bezzałogowych platform, których wykorzystanie w działaniach ratowniczych, równoległe do coraz bardziej dynamicznego rozwoju technologicznego, z pewnością może przyczynić się do optymalizacji taktyki i sposobu prowadzenia tych działań. Uzupełnienie systemu kształcenia o wspomniane kwalifikacje może nastąpić przy wykorzystaniu obowiązującego w Polsce od 2016 r. Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji.

1. Charakterystyka Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (ZSK)

22 grudnia 2015 roku Sejm Rzeczypospolitej Polskiej przyjął w drodze ustawy o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (dalej ustawa o ZSK) kompleksową regulację, która weszła w życie 15 stycznia 2016 roku¹. Od tego momentu oddano do powszechnego stosowania rozwiązanie stanowiące odpowiedź na potrzeby rynku pracy poprzez dostosowanie krajowego systemu edukacji do standardów funkcjonujących w Unii Europejskiej. Uchwalenie ustawy o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (ZSK) wynikało z potrzeby uznania potwierdzonych kwalifikacji w krajowym systemie edukacji na terytorium UE i analogicznie – możliwości odniesienia do krajowego systemu edukacji kwalifikacji nadawanych w państwach członkowskich UE. Dzięki wprowadzeniu ustawy o ZSK umożliwiono wzajemną porównywalność kwalifikacji w ramach rynku pracy UE, a tym samym podniesiono ekonomiczny walor swobodnego przepływu pracowników, usług i kapitału pomiędzy rynkami państw członkowskich Unii Europejskiej oraz szerzej w ramach Europejskiego Obszaru Gospodarczego (EOG).

¹ Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. 2018 poz. 2153 z późn. zm.).

Z uwagi na naturalną odmienność systemów prawnych poszczególnych państw UE, w tym różnic pomiędzy systemami edukacji, które w każdym państwie w różny sposób określają szczegółowe kryteria uznawania i potwierdzania kwalifikacji zawodowych na wszystkich poziomach kształcenia, niezbędnym było podjęcie również przez Polskę prac zmierzających do zharmonizowania krajowego systemu z Europejską Ramą Kwalifikacji (ERK). Dzięki przyjęciu ustawy o ZSK, w ramach Polskiej Ramy Kwalifikacji, przypisano każdej kwalifikacji odpowiedni poziom (od I do VIII), co umożliwiło ich odniesienie do określonych wcześniej poziomów Europejskiej Ramy Kwalifikacji.

Ustawa o ZSK, poza umożliwieniem wzajemnej uznawalności dyplomów i certyfikatów w ramach rynku Unii Europejskiej, miała na celu również uporządkowanie i unifikację procesów oraz pojęć, w oparciu o które realizuje się w Polsce procesy kształcenia, doskonalenia zawodowego, planowania, organizacji i realizacji procesów walidacji (potwierdzania kwalifikacji), a także uporządkowanie procedur adekwatnie do ról wszystkich podmiotów biorących udział w tych procesach. Ustawa o ZSK uregulowała w krajowym systemie edukacji poniżej wymienione obszary.

1. W ZSK wyróżniono dwa rodzaje kwalifikacji: pełne i cząstkowe. Wszystkie kwalifikacje pełne zostały wymienione w ustawie. Pozostałe są kwalifikacjami cząstkowymi.
2. Do ZSK włączono z mocy prawa kwalifikacje pełne nadawane w oświacie (świadczenia ukończenia poszczególnych typów szkół) oraz w szkolnictwie wyższym (dyplomy po ukończeniu studiów pierwszego i drugiego oraz uzyskanie stopnia naukowego doktora).
3. Do ZSK mogą być włączane także inne kwalifikacje nadawane w szkolnictwie wyższym (np. po ukończeniu studiów podyplomowych) oraz kwalifikacje nadawane poza systemami oświaty i szkolnictwa wyższego.
4. Kwalifikacje nadawane poza systemami oświaty i szkolnictwa wyższego włączają do ZSK ministrowie właściwi dla danych kwalifikacji.
5. Wszystkie kwalifikacje włączone do ZSK są wpisywane do Zintegrowanego Rejestru Kwalifikacji (ZRK).
6. Każda kwalifikacja włączona do ZSK musi być opisana w sposób ściśle określony w przepisach i mieć przypisany adekwatny poziom PRK (Polskiej Ramy Kwalifikacji).
7. Kwalifikacjom pełnym przypisano poziom PRK w ustawie. Poziomy polskiej ramy odpowiadają poziomom Europejskiej Ramy Kwalifikacji (ERK).
8. W przypadku pozostałych kwalifikacji przypisany poziom PRK wynika z porównania wymaganych dla danej kwalifikacji efektów uczenia się z charakterystykami poziomów w Polskiej Ramie Kwalifikacji.
9. Poziom PRK przypisuje minister właściwy dla danej kwalifikacji w momencie włączenia jej do ZSK.
10. Kwalifikację włączoną do ZSK nadaje się na podstawie pozytywnego wyniku walidacji (sprawdzenia, czy wymagane efekty uczenia się zostały osiągnięte).

11. Kwalifikacje włączone do ZSK mogą nadawać wyłącznie instytucje wskazane w przepisach prawa albo uprawnione przez ministra właściwego dla danej kwalifikacji włączonej do ZSK.
 12. Każda instytucja nadająca kwalifikacje włączone do ZSK jest objęta wewnętrznym i zewnętrznym systemem zapewniania jakości, który odpowiada określonym wymaganiom ustawy o ZSK.
 13. Nadzór nad nadawaniem kwalifikacji oraz systemem zapewniania jakości sprawują ministrowie właściwi dla danych kwalifikacji.
 14. Funkcjonowanie ZSK jest koordynowane przez właściwego ministra dla edukacji narodowej przy wsparciu Rady Interesariuszy ZSK².
- Ustawa o ZSK systematyzuje wszystkie rodzaje kwalifikacji dostępne w systemie edukacji w Polsce. Poniższa rycina prezentuje grupy i rodzaje kwalifikacji.

Grupy / Rodzaje Kwalifikacji	Kwalifikacje pełne	Kwalifikacje cząstkowe
Kwalifikacje nadawane przez uczelnie wyższe	Nadawane po ukończeniu określonych etapów kształcenia na poziomie wyższym, np. dyplom licencjata, magistra, doktorski	Nadawane po ukończeniu studiów podyplomowych Nadawane po ukończeniu kursów, szkoleń i innych form kształcenia.
Kwalifikacje nadawane przez instytuty badawcze	Dyplom doktorski	Nadawane po ukończeniu studiów podyplomowych Nadawane po ukończeniu kursów, szkoleń i innych form kształcenia
Kwalifikacje nadawane w systemie oświaty	Nadawane po ukończeniu określonych etapów kształcenia np. świadectwo ukończenia szkoły podstawowej, świadectwo dojrzałości, dyplom potwierdzający kwalifikacje zawodowe (technik)	Nadawane po ukończeniu określonych etapów kształcenia np. świadectwo ukończenia szkoły podstawowej, świadectwo dojrzałości, dyplom potwierdzający kwalifikacje zawodowe (technik)
Kwalifikacje rynkowe		Kwalifikacje wypracowane przez różne środowiska (organizacje społeczne, zrzeszenia, korporacje lub inne podmioty) na podstawie zgromadzonych przez nie doświadczeń, np. stopnie instruktorskie
Kwalifikacje uregulowane		Nadawane poza systemami oświaty i szkolnictwa wyższego na podstawie odrębnych przepisów, np. prawo jazdy, dyplom nurka, przewodnik turystyczny
Kwalifikacje rzemieślnicze	Świadectwa czeladnicze wydawane po ukończeniu zasadniczej szkoły zawodowej i zdaniu egzaminów w zawodach, o których mowa w ustawie o rzemiośle	Dyplomy mistrzowskie i pozostałe świadectwa czeladnicze

Ryc. 1. Grupy i rodzaje kwalifikacji wyróżnione w ustawie o ZSK

Źródło: opracowanie własne.

² P. Gancarczyk, *Zintegrowany System Kwalifikacji w ochronie przeciwpożarowej*, referat, XV Jubileuszowe Seminarium Naukowo-Techniczne, Zakopane 10–12.10.2019.

W ramach Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji funkcjonuje:

- Polska Rama Kwalifikacji (PRK),
- Zintegrowany Rejestr Kwalifikacji (ZRK),
- Instytucja Certyfikująca (IC),
- Podmiot Zewnętrzny Zapewnienia Jakości (PZZJ).

Polska Rama Kwalifikacji (PRK)³ jest opisem hierarchii poziomów kwalifikacji określonych za pomocą charakterystyk efektów uczenia się ujętych w kategoriach wiedzy, umiejętności i kompetencji społecznych. PRK jest narzędziem nowego typu, które umożliwia porównywanie różnych rodzajów polskich kwalifikacji oraz kwalifikacji nadawanych w Polsce z kwalifikacjami innych krajów. W PRK, podobnie jak w Europejskiej Ramie Kwalifikacji (ERK), wyróżnia się osiem poziomów kwalifikacji. Poziomy polskiej ramy odpowiada poziomom ramy europejskiej.

Zintegrowany Rejestr Kwalifikacji (ZRK)⁴ to publiczna baza danych gromadząca informacje o kwalifikacjach włączonych do ZSK i podmiotach działających w ramach polskiego systemu kwalifikacji, zawierająca wszystkie informacje w jednym miejscu. Zakres informacji o kwalifikacjach gromadzonych w ZRK obejmuje m. in. wymagane dla kwalifikacji efekty uczenia się oraz dane o instytucjach, które tę kwalifikację nadają. Obecność kwalifikacji w zintegrowanym rejestrze oznacza, że jej wiarygodność została potwierdzona przez władze publiczne oraz ma ona określony poziom PRK. Kwalifikacji, które nie zostały włączone do ZSK, nie można wpisać do ZRK.

Instytucja Certyfikująca (IC)⁵ jest podmiotem uprawnionym do sprawdzania wiedzy i umiejętności oraz certyfikowania kwalifikacji włączonych do ZSK (potwierdzenie profesjonalizmu). Przypisanie poziomu PRK do kwalifikacji uprawnia instytucje certyfikujące do umieszczania na dokumentach potwierdzających nadanie danej kwalifikacji znaku graficznego informującego o przypisanym poziomie PRK do kwalifikacji. Każda IC ma obowiązek udostępnić na stronie internetowej szczegółowe informacje o sposobie, w jaki organizuje i przeprowadza walidacje. Działalność IC w zakresie nadawania określonej kwalifikacji podlega nadzorowi ministra właściwego dla danej kwalifikacji.

Podmiot Zewnętrzny Zapewnienia Jakości (PZZJ)⁶ to instytucja, której minister właściwy powierzył funkcję zewnętrznego zapewniania jakości wobec instytucji certyfikującej. PZZJ współpracując z instytucjami certyfikującymi, monitoruje jakość

³ Zob. <https://www.wsei.lublin.pl/wp-content/uploads/2021/02/Polska-Rama-Kwalifikacji-i-Zintegrowany-System-Kwalifikacji.pdf> [dostęp: 3.12.2021].

⁴ Zob. <https://kwalifikacje.gov.pl/o-zsk/informacja-o-zrk> [dostęp: 3.12.2021].

⁵ Zob. <https://kwalifikacje.gov.pl/jak-zostac-instytucja-certyfikujaca> [dostęp: 3.12.2021].

⁶ Zob. <https://kwalifikacje.gov.pl/57-podstawowe-pojecia/230-podmiot-zewnetrznego-zapewniania-jakosci-pzzj> [dostęp: 3.12.2021].

działań związanych ze sprawdzaniem i potwierdzaniem kompetencji (opieka nad procesem nadawania kwalifikacji). Każdy PZZJ co trzy lata przedstawia ministrowi, który powierzył mu zadania związane z zewnętrznym zapewnieniem jakości, sprawozdanie z wykonanych działań, zawierające wnioski wynikające ze współpracy z IC.

Ustawa o ZSK precyzuje, że kwalifikacje do systemu mogą być włączone:

- bezpośrednio przepisem ustawy o ZSK – w ten sposób do ZSK automatycznie zostały włączone wszystkie kwalifikacje pełne oraz kwalifikacje cząstkowe nadawane w ramach systemu oświaty;
- decyzją ministra właściwego z własnej inicjatywy, co oznacza, że do ZSK mogą być włączone kwalifikacje uregulowane. Inicjatywa należy do ministra, który sprawuje pieczę nad kwalifikacjami należącymi do jego działu administracji rządowej;
- decyzją ministra właściwego z inicjatywy zainteresowanego podmiotu – dzięki temu do ZSK mogą być włączane kwalifikacje rynkowe oraz kwalifikacje rzemieślnicze, a także kwalifikacje nadawane przez uczelnie, instytuty naukowe Polskiej Akademii Nauk i instytuty badawcze po ukończeniu kursów doszkalcających i szkoleń oraz innych form kształcenia. W tych wypadkach inicjatywa włączenia kwalifikacji rynkowej do systemu należy do zainteresowanego środowiska (organizacji, zrzeszenia, korporacji);
- na mocy decyzji uczelni, instytutu naukowego PAN lub instytutu badawczego – skutkiem tego do ZSK mogą być włączane kwalifikacje (cząstkowe) nadawane po ukończeniu studiów podyplomowych przez uczelnie, instytuty naukowe PAN i instytuty badawcze.

Sposób włączenia kwalifikacji rynkowej do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji został przedstawiony na rycinie 2 (s. 132–133).

Kwalifikacje włączone do ZSK mogą nadawać wyłącznie instytucje wskazane w przepisach prawa albo uprawnione przez ministra właściwego dla danej kwalifikacji. Instytucje nadające kwalifikacje włączone do systemu muszą spełniać zarówno wewnętrzne, jak i zewnętrzne standardy jakości.

W ZSK nadanie kwalifikacji jest możliwe wyłącznie na podstawie pozytywnego wyniku sprawdzenia (walidacji), czy wymagane dla danej kwalifikacji efekty uczenia się zostały osiągnięte. Sam kurs lub szkolenie nie są wystarczające – liczy się potwierdzenie uzyskanych kompetencji. Zgodnie z założeniami ZSK, przy ubieganiu się o kwalifikację udział w zorganizowanym szkoleniu nie jest obowiązkowy. Nadanie większej wagi efektom uczenia się niż sposobowi zorganizowania procesu kształcenia umożliwiło wyraźniejsze wyodrębnienie walidacji jako końcowego etapu zdobywania kwalifikacji.

Zintegrowany System Kwalifikacji umożliwia osobom ubiegającym się o kwalifikację rozłożenie walidacji na etapy. W ZSK możliwe jest przenoszenie osiągnięć, to znaczy uznanie pozytywnego wyniku sprawdzenia wymaganej wiedzy i umiejętności, które miało miejsce wcześniej, przy okazji potwierdzania innej kwalifikacji.

Certyfikaty i inne dokumenty potwierdzające uzyskanie kwalifikacji powinny być rozpoznawalne i uznawane w danym środowisku, sektorze lub branży na terenie kraju i za granicą⁷.

2. Pierwsze kwalifikacje rynkowe w sektorze ochrony przeciwpożarowej włączone do ZSK

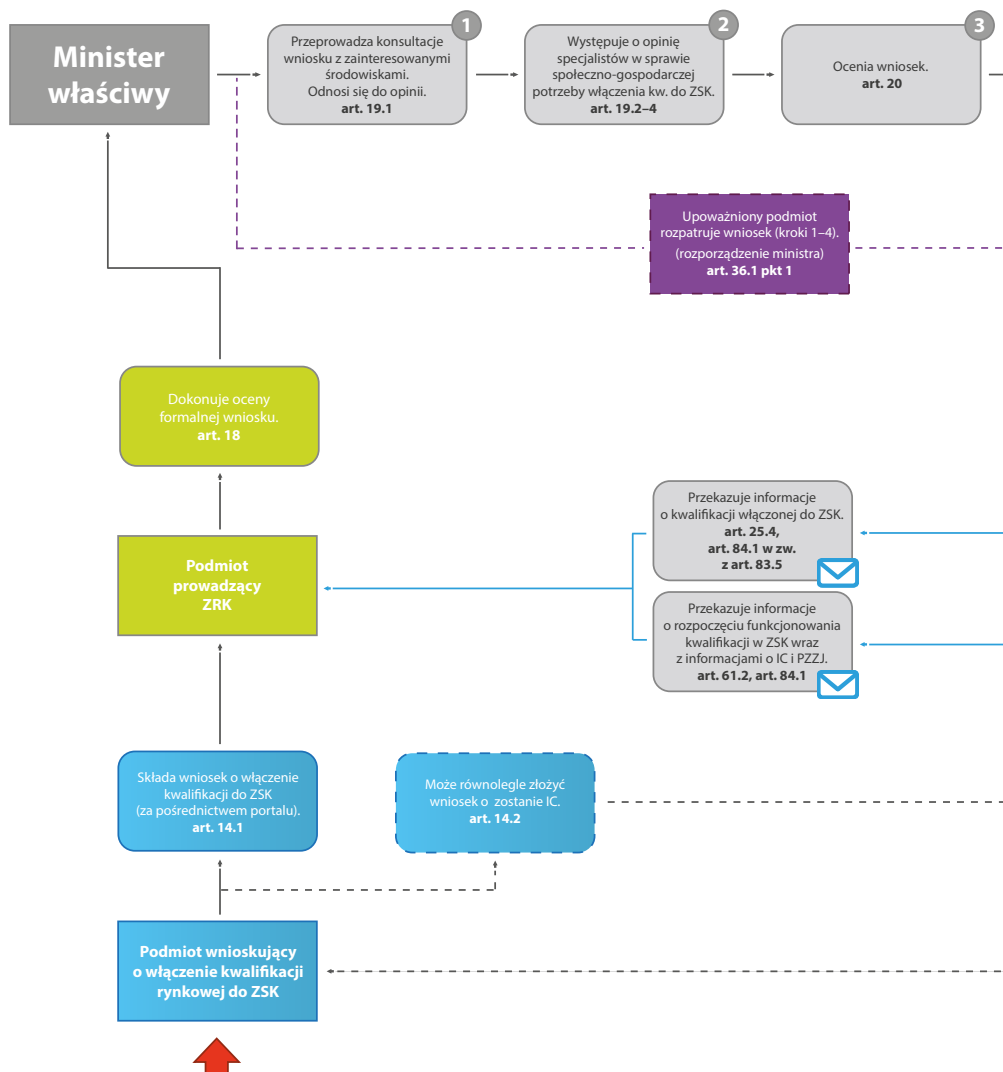
W 2017 r. w Centrum Naukowo-Badawczym Ochrony Przeciwpożarowej im. Juliusza Tuliszakowskiego – Państwowym Instytucie Badawczym podjęto decyzję o powołaniu wewnętrznego zespołu ds. opracowania nowych kwalifikacji rynkowych w ramach Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (ZSK) w zakresie technicznych zabezpieczeń w ochronie przeciwpożarowej. Punktem wyjścia do rozpoczęcia prac we współpracy z ekspertami Instytutu Badań Edukacyjnych (IBE) były wyniki badania ankietowego pracowni badania rynku i opinii społecznej IPSOS, zlecone przez Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji.

Wyniki badania dot. zagrożenia pożarowego oraz zatruciu tlenkiem węgla i dymem okazały się pesymistyczne. Analiza wyników ujawniła liczne problemy, w tym brak podstawowej wiedzy i świadomości społecznej na temat występujących powszechnie zagrożeń, jakimi są pożary, wybuchy gazu oraz zatrucia tlenkiem węgla, a także na temat sposobów zapobiegania tym zagrożeniom. Szczególną uwagę zwracał ogólny odsetek respondentów (41%) deklarujących umiejętność rozpoznania tlenku węgla – w mniejszych miejscowościach odsetek ten był wyższy. W dużych miastach wynosi on 26%, natomiast wśród mieszkańców wsi aż 48%. Wśród badanych dominowało fałszywe przekonanie, że tlenek węgla, potocznie zwany czadem, można rozpoznać po zapachu – co stwierdziło aż 53% ankietowanych. Niepokojące, że zaledwie co piąty respondent wskazywał, że czad można wykryć za pomocą autonomicznych czujek. Prawie co drugi pytany docenił przydatność czujek dymu lub czadu (45%). Jedna czwarta badanych twierdziła, że dla uchronienia się przed pożarem wystarczy być uważnym (28%). Takie podejście najczęściej deklarowały osoby z najniższym wykształceniem. Tylko co dziesiąty badany uważał, że należałoby posiadać gaśnicę bądź inne urządzenie gaśnicze w domu. Ogółem posiadanie czujek dymu i czadu zadeklarowało zaledwie odpowiednio 18% i 17% badanych.

Należy podkreślić, że tlenek węgla jest śmiertelnie trującym, bezbarwnym i bezwonnym gazem, którego nie sposób zidentyfikować za pomocą ludzkich zmysłów. Jedynie czujka CO (tlenku węgla) może wykryć obecność tego gazu w stężeniu zagrażającym

⁷ I. Gmaj, J. Grzeszczak, A. Leyk i in., *Walidacja – nowe możliwości zdobywania kwalifikacji*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.

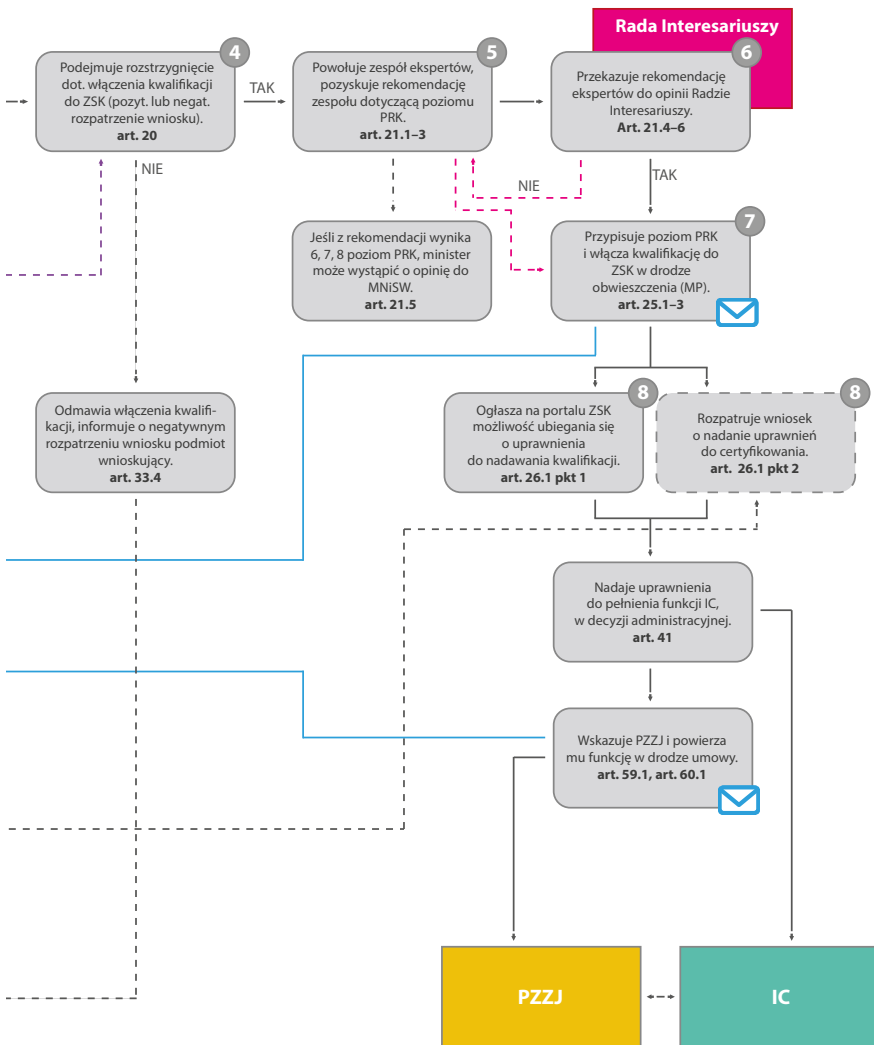
Włączanie kwalifikacji



Ryc. 2. Schemat włączenia kwalifikacji rynkowej do ZSK

Źródło: https://www.kwalifikacje.gov.pl/download/wlaczanie_kwalifikacji_rynkowych_do_ZSK_0206.pdf [dostęp: 3.12.2021].

rynkowej do ZSK



IC – instytucja certyfikująca

PZZJ – podmiot zewnętrznego zapewnienia jakości

ludzkiemu życiu lub zdrowiu. Brak wiedzy dotyczącej zagrożeń w postaci czadu oraz pożaru przekłada się na statystyki – średnio aż 80% wszystkich ofiar pożarów w Polsce poniosło śmierć we własnym mieszkaniu lub w domu. Obiekty mieszkalne stanowią w Polsce jedyną kategorię obiektów budowlanych zwolnionych z prawnego obowiązku stosowania jakichkolwiek systemów zabezpieczeń przed pożarem.

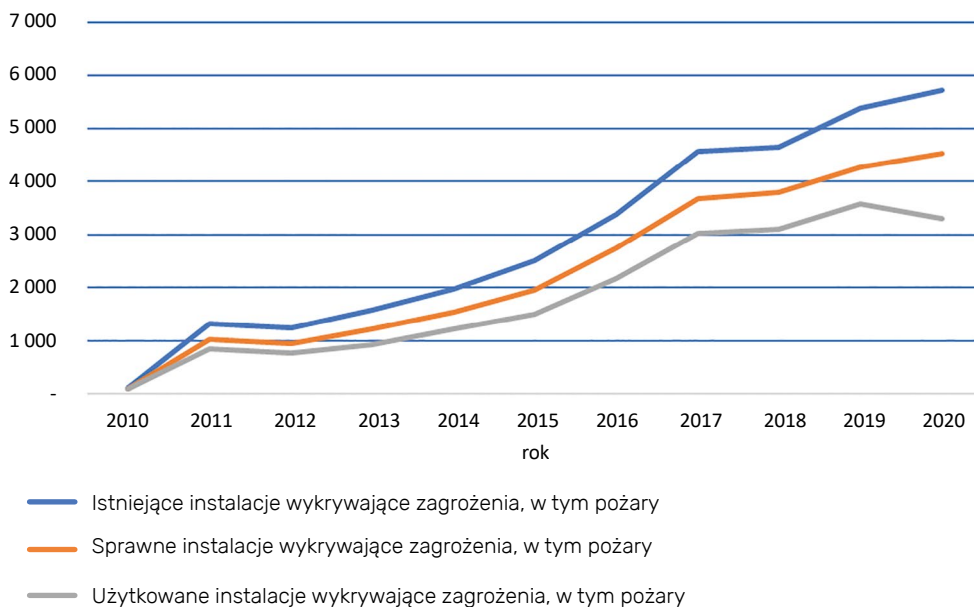
Kolejnym powodem podjęcia przez CNBOP-PIB wyzwania w postaci opracowania nowych kwalifikacji rynkowych z zakresu zabezpieczeń i ochrony przeciwpożarowej były statystyki przedstawiające odsetek niesprawnych instalacji bezpieczeństwa pożarowego w obiektach, w których doszło do pożaru. Statystyki te systematycznie są publikowane przez Biuro Rozpoznawania Zagrożeń Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej⁸. Z przedmiotowej analizy danych zawierających procentowe wartości istniejących, sprawnych oraz działających rodzajów instalacji przeciwpożarowych tylko w tych obiektach, w których doszło do pożaru, wynika, że w 2017 r. niesprawnych było: 20% instalacji odpowiadających za wczesne wykrywanie i alarmowanie o zagrożeniu w postaci pożaru, 18% instalacji odpowiadających za zdalną transmisję alarmu, 49% instalacji gaśniczych, 40% instalacji odpowiadających za oddymianie oraz aż 54% hydrantów wewnętrznych i zaworów hydrantowych. W 2020 r. wartości procentowe dla wymienionych rodzajów niesprawnych instalacji wynosiły odpowiednio: 21%, 23%, 54% (wzrost) oraz 36% i 49% (spadek). Tabela 1 (s. 136–137) przedstawia dane o budynkach i pomieszczeniach wyposażonych w instalacje przeciwpożarowe, w których doszło do zdarzenia⁹.

Przepisy przeciwpożarowe czy techniczno-budowlane nie określają szczegółowo, jakie konkretnie kwalifikacje powinny posiadać osoby, które projektują, instalują i konserwują (serwisują) zabezpieczenia przeciwpożarowe w obiektach budowlanych. Jakość świadczonych usług w tym zakresie, w konsekwencji braku szczegółowych wymogów kwalifikacyjnych, może stanowić jedną z podstawowych przyczyn zaistnienia tak wyraźnego odsetka instalacji przeciwpożarowych, które z powodu niewłaściwego zaprojektowania, montażu i serwisu, nie zadziałały w sytuacji zagrożenia. Ujawnione potrzeby w tym zakresie są zatem bardzo duże.

Wpływ na wartości procentowe niesprawnych instalacji w pewnym stopniu może mieć systematyczny przyrost nowych obiektów budowlanych, a co za tym idzie – liczba istniejących instalacji. Widoczny wzrost liczby nowych obiektów i urządzeń, w które są one wyposażone obrazuje poniższa rycina 3.

⁸ Statystyki można znaleźć na stronie www.straz.gov.pl.

⁹ P. Florek, *Kwalifikacje przeciwpożarowe realnym wsparciem bezpieczeństwa Polaków*, „Kwartalnik ZSK” 2021, 2, <https://kwalifikacje.edu.pl/kwalifikacje-przeciwpozarowe-realnym-wsparciem-bezpieczenstwa-polakow/> [dostęp: 26.05.2022].



Ryc. 3. Liczba nowych obiektów i urządzeń w latach 2010–2020

Źródło: opracowanie własne.

Powyższe przesłanki stanowiły jedną z motywacji do podjęcia wyzwania w postaci opisu i włączenia nowych kwalifikacji rynkowych z zakresu montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych do systemu ZSK przez zespół ekspertów CNBOP-PIB we współpracy z IBE. Rezultatem podjętych prac jest opracowanie i włączenie do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji poniższych kwalifikacji rynkowych:

- Montaż i konserwacja autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu.
- Projektowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych – dźwiękowe systemy ostrzegawcze (DSO).
- Projektowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych – systemy sygnalizacji pożarowej (SSP) i sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi.
- Projektowanie zabezpieczeń przeciwpożarowych – stałe urządzenia gaśnicze gazowe (SUG-G).
- Montaż i konserwacja zabezpieczeń przeciwpożarowych – dźwiękowe systemy ostrzegawcze (DSO).
- Montaż i konserwacja zabezpieczeń przeciwpożarowych – systemy sygnalizacji pożarowej (SSP) i sterowania urządzeniami przeciwpożarowymi.
- Montaż i konserwacja zabezpieczeń przeciwpożarowych – stałe urządzenia gaśnicze gazowe (SUG-G).

Tabela 1. Dane o budynkach i pomieszczeniach wyposażonych w instalacje przeciwpożarowe, w których doszło do zdarzenia

	2010	2011
Instalacje wykrywające zagrożenia, w tym pożary – Istniejące	117	1 319
Instalacje wykrywające zagrożenia, w tym pożary – Sprawne	101	1 020
Instalacje wykrywające zagrożenia, w tym pożary – Zadziałały, skorzystano	98	853
Instalacje wykrywające zagrożenia, w tym pożary – NIESPRAWNE	14%	23%
Systemy Automatycznej Transmisji Alarmu – Istniejące	62	733
Systemy Automatycznej Transmisji Alarmu – Sprawne	48	591
Systemy Automatycznej Transmisji Alarmu – Zadziałały, korzystano	46	467
Systemy Automatycznej Transmisji Alarmu – NIESPRAWNE	23%	19%
Stała/półstała instalacja gaśnicza – Istniejąca	11	312
Stała/półstała instalacja gaśnicza – Sprawna	6	173
Stała/półstała instalacja gaśnicza – Zadziałała, korzystano	4	72
Stała/półstała instalacja gaśnicza – NIESPRAWNA	45%	45%
Urządzenia oddymiające – Istniejące	39	493
Urządzenia oddymiające – Sprawne	26	296
Urządzenia oddymiające – Zadziałały, korzystano	22	160
Urządzenia oddymiające – NIESPRAWNE	33%	40%
Hydranty wewnętrzne, zawory hydrantowe – Istniejące	33	631
Hydranty wewnętrzne, zawory hydrantowe – Sprawne	14	302
Hydranty wewnętrzne, zawory hydrantowe – Zadziałały, korzystano	7	87
Hydranty wewnętrzne, zawory hydrantowe – NIESPRAWNE	58%	52%

Źródło: Statystyki zdarzeń publikowane przez Biuro Rozpoznawania Zagrożeń Komendy Głównej Państwowej Straży Pożarnej na stronie www.straz.gov.pl [dostęp: 18.06.2021].

Bezzałogowe statki powietrzne w PSP a Zintegrowany System Kwalifikacji

2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
1 234	1 579	1 979	2 501	3 382	4 572	4 655	5 368	5 722
936	1 217	1 547	1 960	2 748	3 680	3 799	4 272	4 521
756	922	1 213	1 490	2 170	3 024	3 100	3 571	3 306
24%	23%	22%	22%	19%	20%	18%	20%	21%
631	889	1 105	1 421	1 803	2 138	2 275	2 427	2 349
513	720	914	1 157	1 514	1 751	1 803	1 929	1 818
412	511	694	836	1 106	1 316	1 378	1 469	1 394
19%	19%	17%	19%	16%	18%	21%	21%	23%
243	319	379	414	569	621	676	693	649
121	190	212	241	329	319	334	340	298
53	59	70	56	82	72	79	78	84
50%	40%	44%	42%	42%	49%	51%	51%	54%
428	602	704	855	1 093	1 362	1 442	1 574	1 978
247	384	448	544	718	824	902	922	1 266
159	219	250	317	390	470	524	517	438
42%	36%	36%	36%	34%	40%	37%	41%	36%
589	661	813	994	1 266	1 477	1 649	1 716	2 121
292	344	390	494	643	679	753	703	1 085
88	83	98	93	115	120	124	113	134
50%	48%	52%	50%	49%	54%	54%	59%	49%

W 2019 r. w Monitorze Polskim opublikowano obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 maja 2019 r. w sprawie włączenia kwalifikacji rynkowych dotyczących projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych (SSP, DSO, SUG-G) oraz montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (Monitor Polski z dnia 21 maja 2019 r., poz. 446)¹⁰. Następnie w lipcu 2019 r. CNBOP-PIB otrzymało decyzją Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji status Instytucji Certyfikującej (IC) dla włączonych kwalifikacji¹¹.

Kwalifikacje dotyczące technicznych zabezpieczeń przeciwpożarowych, które były przedmiotem powyższego obwieszczenia to dowód na to, że istnieje już w obowiązującym ustawodawstwie wystarczające instrumentarium służące uzupełnianiu oferty systemu kształcenia i doskonalenia zawodowego także w Państwowej Straży Pożarnej o nowe kwalifikacje w odpowiedzi na zapotrzebowanie rynku. Teoretycznie zatem można sobie wyobrazić, że tą samą drogą, tj. przy wykorzystaniu Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji, również możliwe jest opracowanie, poddanie konsultacjom społecznym oraz w ostatecznym kształcie włączenie do systemu, tym samym oddanie do praktycznego stosowania, także kwalifikacji przeznaczonych dla operatorów BSP służącym w Państwowej Straży Pożarnej. Określenie wymogów dotyczących niezbędnej wiedzy, kompetencji i umiejętności dla funkcjonariuszek i funkcjonariuszy PSP, chcących w przyszłości wspomagać kierującego działaniami ratowniczymi obrazowaniem z BSP, biorąc pod uwagę powyższe, wydaje się co najmniej warte rozważenia. Wytyczenie standardów pracy operatorów BSP pełniących służbę w PSP jest uzasadnionym zadaniem nie tylko z powodów dynamicznego rozwoju technologii, ich dostępności i coraz powszechniejszego zastosowania, ale przede wszystkim przez wzgląd na możliwość rzeczywistej optymalizacji działań ratowniczych, wspomaganych obrazowaniem z powietrza.

Oprócz kwestii bezpośrednio dotyczących możliwości zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości wyszkolenia i standardu potwierdzania niezbędnej wiedzy i umiejętności (certyfikacja) przez aspirujących do operowania platformami bezzałogowymi na potrzeby wsparcia dowodzenia w obszarze działań ratowniczych, również istotne jest wykształcenie tym samym hermetycznego i bezpiecznego środowiska szkoleniowego w ramach formacji. Należy pamiętać o tym, że strażacy-ratownicy w ramach krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego, bardzo często współpracują operacyjnie z funkcjonariuszami innych służb mundurowych. Służby te, przez wzgląd na swoją specyfikę i przeznaczenie, działają

¹⁰ Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 maja 2019 r. w sprawie włączenia kwalifikacji rynkowych dotyczących projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenku węgla, dymu, ciepła i gazu do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (M.P. z 2019 r. poz. 446).

¹¹ Decyzja Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 lipca 2019 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowemu Instytutowi Badawczemu uprawnienia do certyfikowania kwalifikacji rynkowych (M.P. z 2019 r. poz. 446).

według procedur, które dla bezpieczeństwa operacji, funkcjonariuszy, a nawet przez wzgląd na bezpieczeństwo państwa i obywateli w ogóle, nie powinny być ujawniane, np. w trakcie szkoleń oferowanych dziś operatorom dronów przez prywatne podmioty w komercyjnych ośrodkach szkoleniowych.

Wyodrębnienie odpowiedniego standardu wyszkolenia i certyfikacji operatorów dronów zarówno w PSP, jak i pozostałych formacjach mundurowych podległych Ministerstwu Spraw Wewnętrznych i Administracji w oparciu o odpowiednie kwalifikacje rynkowe (być może w wariantcie uregulowanym), daje możliwość zabezpieczenia przed dostępem do niejawnych procedur operacyjnych osobom postronnym. Proces wyszkolenia i certyfikacji powinien przecież uwzględniać możliwie wszystkie niezbędne aspekty działań operacyjnych w oparciu o istniejące procedury, w tym również te, których jawność jest ściśle reglamentowana.

3. Wystandaryzowana walidacja i certyfikacja a bezpieczeństwo misji z użyciem BSP

Obecnie, według danych Systemu Wsparcia Dowodzenia PSP (SWD-ST-PSP) z dnia 27.09.2021 r., zewidencjonowano 109 sztuk bezzałogowych statków powietrznych będących na wyposażeniu jednostek ratowniczo-gaśniczych PSP oraz OSP w całym kraju. Widać tym samym, że zasobność w tego rodzaju sprzęt staje się coraz bardziej powszechna w jednostkach straży pożarnych. Bazując na systematycznym przyroście każdej nowej technologii, która w przeszłości stanowiła swoiste novum, a z czasem okazywała się standardem wyposażenia w każdej JRG, należy z dużą dozą prawdopodobieństwa domniemywać, że analogiczny los czeka również drony. BSP będą z pewnością coraz powszechniej wykorzystywane w działaniach ratowniczych. Naturalnym uwarunkowaniem zwiększenia liczby BSP jest jednak dostępność wykwalifikowanych operatorów, czyli faktyczna dostępność ścieżki rozwoju umiejętności i wiedzy przez funkcjonariuszki i funkcjonariuszy PSP. Biorąc pod uwagę specyfikę działań ratowniczych, w tym tych podejmowanych coraz częściej we współpracy z innymi formacjami, dostępność właściwej ścieżki rozwoju dla operatorów BSP mogłaby być oferowana w ramach systemu kształcenia i doskonalenia zawodowego w formacji. Teoretycznie można sobie wyobrazić specjalne, bezpieczne środowisko szkolenia, przeznaczone do wykorzystania przez funkcjonariuszki i funkcjonariuszy wszystkich formacji podległych MSWiA w oparciu o te same kwalifikacje. Określenie docelowej grupy odbiorców stanowi bez wątpienia jeden z tych kluczowych aspektów, który jest nieodłącznym elementem w każdym procesie opisu (formułowania) nowej kwalifikacji. Podobnie w tym przypadku jest możliwość podjęcia konsultacji nie tylko w ramach formacji PSP czy OSP, ale również pozostałych służb odpowiedzialnych za bezpieczeństwo powszechne i porządek publiczny, w tym także bezpieczeństwo granicy państwa, z którymi to strażacy coraz częściej muszą współdziałać. Należy zauważyć, że opis każdej nowej

kwifikacji, mającej być włączonej do ZSK, jest procesem relatywnie złożonym i angażującym nie tylko przedstawicieli docelowej grupy użytkowników, ale również ministra właściwego dla przedmiotu kwalifikacji. Z tego powodu, w ocenie autora, umożliwienie dostępności na etapie projektowania kwalifikacji przeznaczonej dla operatorów BSP również pozostałym formacjom podległym MSWiA, miałyby też ekonomiczne uzasadnienie dla działań resortu. Jednocześnie udział w procesie określania wymaganych efektów uczenia się, wiedzy, umiejętności operatorów BSP z innymi formacjami z pewnością mogłyby wpłynąć na lepszą jakość finalnego produktu. W obecnej chwili zarówno strażacy-ratownicy, jak i funkcjonariuszki i funkcjonariusze służb podległych MSWiA mają możliwość szkolenia oraz uzyskania certyfikatu w ramach działalności oferowanych jedynie przez prywatne firmy i ośrodki szkoleniowe. Z pewnością stanowi to istotne ograniczenie w procesie doskonalenia zawodowego najbardziej zbliżonego do warunków rzeczywistych i to nie tylko z powodów ochrony informacji dotyczących działań operacyjnych, ale również z powodów logistycznych, w tym organizacji ćwiczeń wielopodmiotowych z udziałem służb, które coraz częściej współdziałają ze sobą. W konsekwencji tych ograniczeń dostępna dziś na rynku oferta szkoleń i certyfikacji, identyczna zarówno dla operatorów cywilnych, jak i pełniących służbę w formacjach mundurowych, jest właściwie taka sama, ze szkodą dla tych drugich. Używając analogii do kierowców samochodów – nie ulega wątpliwości, że zupełnie inne są wymagania wobec kierowcy standardowego pojazdu, a inne w przypadku kierowcy pojazdu uprzywilejowanego. Ma to swoje niekwestionowane uzasadnienie właśnie w specjalnym przeznaczeniu pojazdów. W związku z czym zalecane jest podobne podejście do szkolenia operatorów BSP pełniących służbę w formacjach mundurowych MSWiA.

Z roku na rok obserwuje się wzrost zainteresowania bezzałogowymi statkami powietrznymi. Tendencja ta dotyczy przede wszystkim operacji wykonywanych z użyciem BSP stosowanych w celach innych niż rekreacyjne lub sportowe (tzw. komercyjne). Potwierdza to chociażby liczba wydawanych przez Prezesa Urzędu Lotnictwa Cywilnego świadectw kwalifikacji zgodnie z treścią art. 95 ust. 2 pkt 5a ustawy Prawo lotnicze¹². Z danych dostępnych na stronie internetowej Urzędu Lotnictwa Cywilnego wynika, że na dzień 19 kwietnia 2019 r. wydano łącznie 6846 świadectw kwalifikacji UAVO (dla operatorów BSP), z czego 352 świadectwa wydano kobietom, a 6494 świadectwa mężczyznom. Trzy lata wcześniej, tj. na dzień 16 listopada 2016 r., wydano dokładnie 3523 świadectwa kwalifikacji UAVO¹³. Według najnowszych danych ULC, w 2020 r. wydano aż 177661 nowych świadectw, które dotyczyły uprawnień w świadectwach kwalifikacji UAVO¹⁴. Tak znaczący przyrost

¹² Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. 2012 poz. 933 z późn. zm.).

¹³ M. Feltynowski (red.), *Wykorzystanie bezzałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2019.

¹⁴ Urząd Lotnictwa Cywilnego, Raport – liczba ważnych świadectw kwalifikacji UAVO na dzień 30.06.2021 r. https://www.ulc.gov.pl/_download/statystyki/Raport_uprawnienia_w_sk_UAVO_wydane_jako_nowe_w_roku_2020.pdf [dostęp: 3.12.2021].

uprawnień tylko potwierdza wyrażoną wyżej tezę o spodziewanym, naturalnym wzroście użytkowników oraz powszechności wykorzystania BSP.

Z punktu widzenia bezpieczeństwa misji realizowanych przy wykorzystaniu BSP podczas działań ratowniczo-gaśniczych, poza aspektami dotyczącymi ochrony informacji niejawnych związanych z niektórymi procedurami operacyjnymi, kluczową sprawą jest zagwarantowanie odpowiedniego standardu wyszkolenia wraz z unifikowanym procesem walidacji nabytych umiejętności oraz wiedzy. Strażak-ratownik, ale również każdy funkcjonariusz innych niż PSP służb realizujących zadania z zakresu bezpieczeństwa powszechnego, winien zyskać dostęp do specjalnego środowiska szkolenia i certyfikacji. Dopuszczenie pilota BSP do udziału w akcjach ratowniczych powinno poprzedzić zdobycie przez niego odpowiedniej kwalifikacji. Ze względu na poziom trudności operowania BSP, a także wieloaspektowość działań ratowniczych, w tym realizowanych jedynie przez strażaków-ratowników oraz we współudziale z innymi służbami, można rozważać zaprojektowanie ścieżki wyszkolenia i walidacji na dwóch poziomach trudności. Możliwe jest określenie odrębnych wymogów dla przyszłych operatorów BSP w strukturach PSP na poziomie kwalifikacji podstawowej i rozszerzonej. Kwalifikacja na poziomie podstawowym mogłaby być adresowana do tych strażaków-ratowników, którzy realizują działania będące w zasięgu operacyjnym standardowej jednostki ratowniczo-gaśniczej. Natomiast dla ratowników wykonujących działania specjalistyczne, tj. z zakresu ratownictwa chemicznego, technicznego, ekologicznego, radiologicznego czy wysokościowego i wodnego, w tym we współudziale pozostałych służb, można zaprojektować kwalifikację rozszerzoną, do której dostęp będzie możliwy po uzyskaniu kwalifikacji podstawowej.

Zważywszy na wagę i znaczenie działań ratowniczych, w tym realizowanych w przeszłości z potencjalnym wsparciem przez wykwalifikowanych operatorów BSP, zasadnym wydaje się rozważenie zaprojektowania kwalifikacji dla PSP i ewentualnie innych służb mundurowych w formie kwalifikacji rynkowych lub uregulowanych. Kwalifikacje rynkowe to te, które zostały opracowane przez różne środowiska, w tym organizacje społeczne, zrzeszenia branżowe, kooperacje lub inne podmioty na podstawie zgromadzonych przez nie doświadczeń (np. stopnie instruktorskie). Natomiast kwalifikacje uregulowane to te nadawane poza systemem oświaty i szkolnictwa wyższego na podstawie odrębnych przepisów, np. prawo jazdy czy dyplom nurka. Ustawa o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji określa szerokie spektrum kwalifikacji możliwych do opracowania i uzyskania, biorąc pod uwagę zarówno specyfikę przedmiotu, jak i potencjalnych odbiorców. Bez względu na ostateczny kształt i formułę modułów szkolenia oraz przyjętego formatu walidacji i finalnie certyfikacji na etapie procesu dookreślania nowych kwalifikacji dla operatorów BSP w Państwowej Straży Pożarnej, podjęcie takiego procesu wydaje się co najmniej warte rozważenia.

Bibliografia

1. Ustawa z dnia 22 grudnia 2015 r. o Zintegrowanym Systemie Kwalifikacji (Dz.U. 2018 poz. 2153).
2. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 2019 poz. 1372).
3. Obwieszczenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 7 maja 2019 r. w sprawie włączenia kwalifikacji rynkowych dotyczących projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych oraz montażu i konserwacji autonomicznych czujek: tlenu węgla, dymu, ciepła i gazu do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji (M.P. z 2019 r. poz. 446).
4. Decyzja Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 9 lipca 2019 r. w sprawie nadania Centrum Naukowo-Badawczemu Ochrony Przeciwożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego – Państwowemu Instytutowi Badawczemu uprawnienia do certyfikowania kwalifikacji rynkowych (M.P. z 2019 r. poz. 446).
5. Ustawa z dnia 3 lipca 2002 r. – Prawo lotnicze (Dz.U. 2020 poz.1970, Dz.U. 2021 poz. 784, 847,1898).
6. Sławiński S., Królik K., Stęchły W., *Włączanie kwalifikacji do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.
7. Gmaj I., Grzeszczak J., Leyk A. i in., *Walidacja – nowe możliwości zdobywania kwalifikacji*, Instytut Badań Edukacyjnych, Warszawa 2018.
8. Florek P., *Kwalifikacje przeciwpożarowe realnym wsparciem bezpieczeństwa Polaków*, „Kwartalnik ZSK” 2021, 2, <https://kwalifikacje.edu.pl/kwalifikacje-przeciwpozarowe-realnym-wsparciem-bezpieczenstwa-polakow/> [dostęp: 26.05.2022].
9. Wasilewski K., *Odpowiedzialność operatora BSP za wykonywane loty*, w: *Wykorzystanie bezzałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, M. Feltynowski (red.), Wydawnictwo CNBOP-PIB, Józefów 2019.
10. <https://www.wsei.lublin.pl/wp-content/uploads/2021/02/Polska-Rama-Kwalifikacji-i-Zintegrowany-System-Kwalifikacji.pdf> [dostęp: 3.12.2021].
11. <https://kwalifikacje.gov.pl/o-zsk/informacja-o-zrk> [dostęp: 3.12.2021].
12. <https://kwalifikacje.gov.pl/jak-zostac-instytucja-certyfikujaca> [dostęp: 3.12.2021].
13. <https://kwalifikacje.gov.pl/57-podstawowe-pojecia/230-podmiot-zewnetrznego-zapewnienia-jakosci-pzzj> [dostęp: 3.12.2021].

Część III

Badania i produkcja bezzałogowych statków powietrznych

Badania laboratoryjne wybranych elementów bezzałogowych statków powietrznych

mgr inż. Maciej Zawistowski,
CNBOP-PIB

mgr inż. Dariusz Pietrzela,
CNBOP-PIB

Wprowadzenie

Bezzałogowe statki powietrzne (BSP) stanowią coraz częściej podstawowe wyposażenie funkcjonariuszy z różnych formacji mundurowych np. policji, straży pożarnej czy straży granicznej. Wykorzystanie tego typu urządzeń przez tak różne formacje wskazuje na ich szerokie spektrum zastosowania oraz przydatność. Warto wskazać również, że społeczeństwo jest nastawione raczej pozytywnie do wykorzystywania dronów przez różne służby. Taka sytuacja może wynikać z faktu, że przypadki uszkodzenia mienia lub zagrożenia życia związane z wykorzystaniem BSP¹ przez służby mundurowe czy zamachy terrorystyczne z użyciem dronów² nie zdarzają w naszym regionie często, przez co nie są nagłaśniane przez media. Sprawozdanie o stanie bezpieczeństwa lotnictwa cywilnego za rok 2019 sporządzone przez ULC wskazuje, że liczba zarówno wypadków, jak i incydentów z udziałem BSP zauważalnie wzrasta. W 2019 r. zostały zgłoszone 89 wypadki (1 w Polsce) oraz 113 poważnych incydentów (2 w Polsce), które wystąpiły na terytorium UE. Dla porównania w 2018 r. odnotowano 22 wypadki (0 w Polsce) i 27 incydentów (0 w Polsce). Jak wskazuje raport, takie wartości wynikają po części z faktu, że zdarzenia z udziałem BSP są różnie traktowane przez poszczególne kraje członkowskie

¹ https://www.ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstw_lotow/analizy/Sprawozdanie_2019.pdf [dostęp: 09.11.2021].

² <https://www.dw.com/pl/komisja-europejska-ostrzega-przed-dronami-mog%C4%85-by%C4%87-broni%C4%85-terroryst%C3%B3w/a-49879795> [dostęp: 09.11.2021]; B. Grygiel, *Zamach na prezydenta z użyciem dronów*. „Dla terrorystów najważniejszy jest teatr”, <https://www.focus.pl/artykul/zamach-na-prezydenta-z-uzyciem-dronow-eskper-t-ds-terrorizmu-musimy-sie-z-tym-liczyc-180806113604> [dostęp: 09.11.2021].

UE oraz ze zmiany definicji wypadku w załączniku 13 ICAO. W związku z powyższym ważne jest, aby różne formacje mundurowe z jednej strony posiadały możliwość eliminacji BSP, które przeszkadzają w trakcie prowadzenia akcji lub stwarzają zagrożenie, a z drugiej posługiwały się sprawdzonymi i pewnymi konstrukcjami, które nie zawiodą pilota nawet w trudnych realiach w trakcie działań. Poniższy artykuł koncentruje się na drugim aspekcie, czyli wyszczególnieniu kluczowych elementów niezbędnych do prawidłowej pracy BSP oraz przedstawieniu przykładowych metod praktycznej weryfikacji parametrów techniczno-użytkowych. Drony przeznaczone dla służb mundurowych, ze względu na charakter prowadzonych działań, powinny wyróżniać się wysoką skutecznością i niezawodnością, aby w pełni sprostać ich oczekiwaniom. Do osiągnięcia pożądanego poziomu niezawodności używa się certyfikacji, której elementem są badania typu. Obecnie BSP nie podlegają obowiązkowi certyfikacji, jak również nie została wydana norma dotycząca tych wyrobów³. W ocenie autorów badania powinny być wykonywane przed wprowadzeniem do użytkowania danego typu BSP, jak również podczas jego okresowych przeglądów technicznych. Zastosowanie takich procedur w znacznym stopniu ogranicza ryzyko wystąpienia zdarzeń związanych z wykorzystaniem bezałogowych statków powietrznych w trakcie akcji lub ich skutki.

1. Najważniejsze elementy składowe BSP i metody ich badania

Istnieje niewiele publikacji, w których analizie zostają poddane możliwe skutki uszkodzenia BSP w trakcie akcji ratunkowej⁴. W przypadku służb mundurowych, według autorów, można wymienić trzy główne zagrożenia związane z wykorzystaniem BSP w trakcie akcji. Zostały one zebrane w tabeli poniżej wraz z możliwymi powodami wystąpienia takich sytuacji.

³ G. Zawistowski, D. Pietrzela, P. Kaczmarzyk, *Możliwości badawcze i certyfikacyjne CNBOP-PIB w zakresie BSP przeznaczonych do stosowania przez służby mundurowe*, w: *Wykorzystanie bezałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, M. Feltynowski (red.), Józefów 2019, s. 181–192.

⁴ A. Solodov, A. Williams A., S. Al Hanaei, B. Goddard, *Analyzing the threat of unmanned aerial vehicles (UAV) to nuclear facilities*, „Security Journal Volume” 2017, 31(1); U.S. Department of Homeland Security Cybersecurity and Infrastructure Security Agency Interagency Security Committee, *Protecting Against The Threat Of Unmanned Aircraft Systems (UAS), An Interagency Security Committee Best Practice*, USA 2020, https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/Protecting%20Against%20the%20Threat%20of%20Unmanned%20Aircraft%20Systems%20November%202020_508c.pdf [dostęp: 09.11.2021]; J. Yaacoub J., H. Noura, O. Salaman, A. Chehab, *Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations*, „Internet of Things” 2020; M. Feltynowski (red.), *Wykorzystanie bezałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, Józefów 2019; M. Feltynowski, M. Zawistowski, *Zagrożenia związane z wykorzystaniem bezałogowych platform w służbach ratunkowo-porządkowych*, BiTP Vol. 51 Issue 3, 2018, pp. 138–149.

Tabela 1. Lista możliwych zagrożeń, ich powodów oraz możliwe skutki w przypadku operacji z wykorzystaniem BSP

Zagrożenie	Możliwa przyczyna	Możliwe skutki
Upadek BSP z wysokości	Uszkodzenie konstrukcji (ramy), uszkodzenie silnika, uszkodzenie kontrolera prędkości, uszkodzenie źródła zasilania, uszkodzenie komputera lotu	Uszkodzenie ciała ratownika lub osoby postronnej, uszkodzenie mienia
Uderzenie BSP w ratownika lub osobę postronną	Uszkodzenie modułu GPS, zakłócenia w sygnale GPS, uszkodzenie barometru (wysokościomierza), błąd pilota	Rany cięte u pilota lub osoby postronnej spowodowane działaniem śmigieł
Utrata kontroli pilota BSP nad maszyną	Uszkodzenie aparatury naziemnej GCS, uszkodzenie odbiornika, błąd komunikacji, uszkodzenie komputera lotu	Zagrożenie w ruchu lotniczym, zagrożenie dla ludzi postronnych i mienia

Źródło: opracowanie własne.

Jak wynika z powyższego, takie sytuacje mogą mieć różne przyczyny, dlatego wskazanie jednego elementu w BSP, którego poprawna praca jest niezbędna do jego prawidłowego działania, jest zdaniem autorów niemożliwe. Na tego typu urządzenia należy patrzeć holistycznie, gdyż uszkodzenie nawet jednego elementu może mieć katastrofalne skutki.

1.1. Rama nośna

Rama nośna stanowi „kręgosłup” bezzałogowego statku powietrznego. Są do niej przymocowane wszystkie urządzenia, przenosi ona pełne obciążenia i jest poddawana znacznym naprężeniom w trakcie pracy BSP. Dlatego jej odpowiedni dobór oraz parametry są kluczowe dla bezpieczeństwa operacji. Autorzy artykułu proponują sprawdzenie ramy nośnej zgodnie z poniższą tabelą.

Tabela 2. Proponowana lista badań ramy nośnej

Rodzaj próby	Uzasadnienie	Metoda sprawdzania	Wymóg
Uderzenia	BSP wykorzystywany przez formacje mundurowe powinien charakteryzować się wyższą wytrzymałością na uderzenia w związku z jego eksploatacją w rzeczywistych warunkach akcji	PN-EN 60068-2-75 Badania środowiskowe – Część 2-75: Próby – Próba Eh: Próby młotami	W ocenie autorów wymogi wytrzymałości dla poszczególnych norm badawczych winny być określone indywidualnie na podstawie deklarowanego przeznaczenia BSP
Wibracje	W trakcie pracy BSP powstają wibracje. Mogą one mieć negatywny wpływ na połączenia np. śrubowe z innymi elementami BSP	PN-EN 60068-2-6 Badania środowiskowe – Część 2-85: Próby – Próba Fj: Wibracje – Metoda długotrwała badania przebiegu drgań	
Temperatura	Właściwości mechaniczne ramy nośnej BSP nie powinny ulegać zmianie w szerokim zakresie temperatur. Ma to szczególnie duże znaczenie dla pracy funkcjonariuszy straży pożarnych wykorzystujących drony w trakcie gaszenia pożaru lub wykorzystywaniu BSP podczas zimy	PN-EN 60068-2-1 Badania środowiskowe – Część 2-1: Próby – Próby A: Zimno PN-EN 60068-2-2 Badania środowiskowe – Część 2-2: Próby – Próba B: Suche gorąco	

Źródło: opracowanie własne.

1.2. Układ napędowy

Układ napędowy i utrzymywanie jego sprawności jest kluczowe dla zachowania podstawowej funkcjonalności BSP, jaką jest latanie. Zasadniczo układ napędowy w znacznej większości bezzałogowych statków powietrznych składa się z przynajmniej jednego regulatora prędkości obrotowej ESC (ang. *electronic speed control*) i silnika elektrycznego BLDC (ang. *brushless direct-current motor*). Układ napędowy, a w szczególności silniki, jest

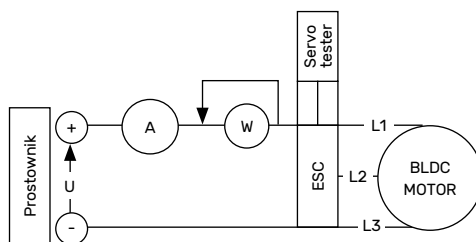
szczegól­nie narażony na negatywny wpływ elementów środowiskowych. Ważnym czynnikiem tutaj jest również temperatura. Zarówno regulatory ESC, jak i same silniki posiadają maksymalną temperaturę pracy, po przekroczeniu której ulegają awarii. W przypadku silników temperatura ta wynika z tzw. temperatury Curie⁵, po przekroczeniu której magnesy w silnikach ulegają rozmagnesowaniu i na trwałe tracą swoje właściwości. Dla silników z mocnymi magnesami neodymowymi temperatura Curie wynosi ok. 300°C. Taka wartość może być osiągnięta w trakcie pożaru i będzie dodatkowo rosła ze względu na ciepło wydzielające się z pracującego silnika. Nasilenie wydzielania ciepła w elementach ruchomych będzie również występowało ze względu na zwiększone tarcie spowodowane dostawaniem się pyłu i kurzu do tych elementów. Jak widać, liczba elementów, które mają wpływ na układ napędowy, jest bardzo duża, dlatego zasadnym jest, aby okresowo wykonywać testy sprawności tych elementów. W związku z tą potrzebą w CNBOP-PIB powstało stanowisko do pomiarów parametrów układu napędowego dronów. Pozwala ono na pomiar charakterystycznych dla silnika parametrów, takich jak:

- napięcie zasilające, pobierany prąd i moc,
- siła ciągu zespołu silnik-śmigło,
- zmiana prędkości obrotowej w funkcji napięcia zasilania.

Stanowisko badawcze składa się z następujących elementów:

- stabilizowanego zasilacza laboratoryjnego,
- układu pomiarowego DronesBench,
- watomierza,
- kontrolera prędkości ESC,
- silnika BLDC,
- obrotomierza,
- testera serw (regulatora prędkości obrotowej),
- śmigła przystosowanego do danego silnika.

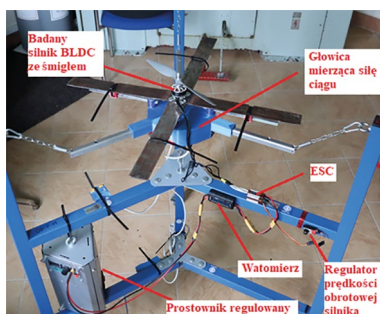
Schemat ideowy stanowiska został przedstawiony na poniższej rycinie.



Ryc. 1. Schemat ideowy stanowiska do badania parametrów silników BLDC

Źródło: opracowanie własne.

⁵ S. Gierlotka, *Rozwój technologii wytwarzania magnesów*, „Napędy i Sterowanie” 2013, 3.



Ryc. 2. Widok układu pomiarowego

Źródło: opracowanie własne.

Drony podczas swojej pracy mogą być narażone na zmienne warunki środowiskowe, dlatego też konieczne jest, aby poszczególne elementy tych urządzeń posiadały wysoką odporność na wpływ czynników zewnętrznych. W tym celu należy przeprowadzić serię prób w komorach klimatycznych symulujących zmienne warunki np. temperaturę czy wilgotność. Należy zaznaczyć, że wybrane narażenia powinny być dostosowane do klasy urządzenia i jego przeznaczenia, które definiuje warunki środowiskowe, w jakich będzie wykorzystywany BSP. Co więcej, takie badania pozwalają na określenie zakresu stosowania zarówno producentom urządzeń, jak i końcowym użytkownikom.

Tabela 3. Lista narażeń, którym zostały poddane silniki

Lp.	Badana cecha	Metoda badania	
1.	Sprawdzenie poprawności działania przed i po procesie kondycjonowania (jednostka napędowa – silniki elektryczne BLDC). Ocena zmian właściwości materiału (elementy konstrukcyjne obudowy)	PN-EN 60068-2-67:2004/A1:2019-11 Badania środowiskowe – Część 2-67: Próby – Próba Cy: Wilgotne gorąco stałe, próba przyspieszona przeznaczona głównie dla podzespołów	
		Scenariusz 1	Temperatura 40°C Wilgotność wzgl. 30% Czas narażenia 16 h
		Scenariusz 2	Temperatura 40°C Wilgotność wzgl. 93% Czas narażenia 16 h
2.	Sprawdzenie poprawności działania przed i po procesie kondycjonowania (jednostka napędowa – silniki elektryczne BLDC). Ocena zmian właściwości materiału (elementy konstrukcyjne obudowy)	PN-EN 60068-2-1:2009 Badania środowiskowe – Część 2-1: Próby – Próba A: Zimno	
		Scenariusz 1	Temperatura -20°C Czas narażenia 16 h
		Scenariusz 2	Temperatura -30°C Czas narażenia 16 h

Lp.	Badana cecha	Metoda badania	
3.	Sprawdzenie poprawności działania przed i po procesie kondycjonowania (jednostka napędowa – silniki elektryczne BLDC). Ocena zmian właściwości materiału (elementy konstrukcyjne obudowy)	PN-EN 60068-2-2:2009 Badania środowiskowe – Część 2-2: Próby – Próba B: Suche gorąco	
		Scenariusz 1	Temperatura 50°C Czas narażenia 16 h
		Scenariusz 2	Temperatura 60°C Czas narażenia 16 h
4.	Sprawdzenie poprawności działania przed i po procesie kondycjonowania (jednostka napędowa – silniki elektryczne BLDC). Ocena zmian właściwości materiału (elementy konstrukcyjne obudowy)	Procedura badawcza CNBOP-PIB ¹ – badania starzeniowe	
		Warunki 1 cyklu	Temperatura -30°C Czas narażenia 1h Temperatura 30°C Czas narażenia 1h
		Liczba cykli	10
5.	Sprawdzenie poprawności działania przed i po procesie kondycjonowania (jednostka napędowa – silniki elektryczne BLDC). Ocena zmian właściwości materiału (elementy konstrukcyjne obudowy) ²	PN-EN ISO 4892-2:2013-06 Tworzywa sztuczne – metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 2: Źródła ksenonowe o wyładowaniu łukowym. Metoda A 1. Symulacja warunków zewnętrznych Czas testu: 200h	
		Warunki	
		Cykl 1	102 min
		Cykl 2	18 min zraszania wodą
		Wartość promieniowania	60 W/m ²
		Wartość temperatury	38°C +/- 3°C
		Wilgotność względna	50%

¹ Procedura ustalana każdorazowo w zależności od deklarowanej funkcjonalności.

² Badanie realizowane dla elementów konstrukcyjnych obudowy systemu przeznaczonego do sterowania autonomicznym dronem.

Powyższe badania zostały wykonane w CNBOP-PIB. Polegały na przeprowadzeniu prób sprawności dla nowych silników w komorze klimatycznej oraz ponownym sprawdzeniu charakterystyk silnika. Po każdym kolejnym narażeniu silniki były sprawdzane pod kątem ich poprawności działania. Po zakończeniu wszystkich badań środowiskowych ponownie oznaczono podstawowe parametry silników, takie jak:

- współczynnik K_v – oznaczający zmianę liczby obrotów wraz ze zmianą napięcia zasilającego o 1V,
- zmianę prędkości obrotowej w funkcji,
- zmianę wartości ciągu w funkcji natężenia prądu,
- zmianę wartości ciągu w funkcji napięcia zasilania.

Dokonano również porównania z parametrami uzyskanymi z silników fabrycznych.

Na podstawie otrzymanych wyników można dojść do następujących wniosków:

- różnica w parametrach K_v obu silników przed i po narażeniach były niewielkie i wynosiły nie więcej niż 8%, więc można założyć, że wpływ narażeń na ten parametr jest nieznaczny, tj. nie przekłada się na zauważalne pogorszenie funkcjonalności sprzętu w ramach realizacji akcji ratowniczo-gaśniczych (ryzyko awarii sprzętu podczas akcji nie wzrasta powyżej poziomu akceptowalnego),
- największe zmiany zaobserwowano w przypadku siły ciągu dla silnika KDE Direct 3510XF przy małym natężeniu prądu ($I = 2A$), gdzie różnice dochodziły do 35%. Przy dwukrotnie większym natężeniu prądu różnice w sile ciągu przed i po narażeniach wynosiły jedynie 3%. Takie wyniki mogły wynikać z błędów pomiarowych, szczególnie w przypadku pomiaru małych wartości ciągu przy natężeniu prądu $I = 2A$.

1.3. Układ sterowania

Doświadczenie pokazuje, że układ sterowania powinien cechować się przede wszystkim pewnością komunikacji i odpornością na różnego rodzaju zakłócenia elektromagnetyczne, mogące występować w miejscu akcji (anteny nadawcze, słupy wysokiego napięcia itp.) lub powstawać na skutek konieczności zapewnienia komunikacji pomiędzy ratownikami poprzez wykorzystywanie np. samochodów dowodzenia i łączności w bliskim otoczeniu BSP lub jego pilota. W wyniku badań oceniających komunikację radiową dronów w obszarze linii wysokiego napięcia stwierdzono, iż dochodzi do zakłóceń, a nawet do przerwania połączenia w obrębie masztów oraz środka linii wysokiego napięcia⁶. Ponadto autorzy publikacji pt. *Prediction of Electromagnetic Compatibility for*

⁶ P. Szywalski, A. Waindok, B. Tomczuk, *Komunikacja radiowa grupy dronów w paśmie 433 MHz w obszarze linii wysokiego napięcia*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2019, 67, s. 69–72.

*Dynamic Datalink of UAV*⁷ stwierdzają, iż zasięg przekazywania danych przez bezzałogowe statki powietrzne zmienia się wraz z promieniem lotu i położeniem, co zwiększa wrażliwość BSP na zewnętrzne zakłócenia elektromagnetyczne. W celu przewidzenia kompatybilności elektromagnetycznej dla dynamicznego łącza danych, jego sygnał operacyjny i odbierane zakłócenia przez BSP muszą zostać określone ilościowo, a także konieczne jest przetestowanie kompatybilności elektromagnetycznej.

W związku z powyższym potrzebne jest zapewnienie kompatybilności elektromagnetycznej zarówno dla samego drona, jak i naziemnej stacji sterującej. W tym celu zasadnym wydaje się skorzystanie z norm serii PN-EN 61000 Kompatybilność elektromagnetyczna, PN-EN 55011 Charakterystyki zaburzeń o częstotliwości radiowej – Poziomy dopuszczalne i metody pomiaru oraz PN-EN 55022 Urządzenia informatyczne – Charakterystyki zaburzeń radioelektrycznych – Poziomy dopuszczalne i metody pomiarów. Dobór metod powinien uwzględniać spodziewane warunki użytkowania. W przypadku dronów dla straży pożarnej kluczowa jest weryfikacja kompatybilności elektromagnetycznej systemu BSP z pojazdami pożarniczymi – w szczególności samochodami dowodzenia i łączności SDŁ, ponieważ mogą one generować zwiększone pole elektromagnetyczne.

1.4. Komputer lotu

Komputer lotu jest kluczowym elementem drona – zbiera dane z IMU oraz innych elementów peryferyjnych i nimi zarządza. Komputer lotu z jednej strony dba o stabilne i odpowiednie utrzymywanie pozycji i położenia BSP oraz wykonywanie poleceń i komend pilota, a z drugiej umożliwia wykonywanie misji automatycznych. Jest on częściowo chroniony przed warunkami środowiskowymi z reguły przez obudowy, jednak ze względu na korzystanie z różnych rodzajów czujników inercyjnych, takich jak akcelerometry czy żyroskopy, komputery lotu są szczególnie wrażliwe na wszelkiego rodzaju wibracje. Dlatego autorzy uważają, że komputer lotu powinien być izolowany od możliwych wibracji, a wytrzymałość na nie weryfikowana np. zgodnie z normą PN-EN 60068-2-6 Badania środowiskowe – Część 2-6: Próby – Próba Fc: Wibracje (sinusoidalne). Powinien być również sprawdzany pod kątem odporności na zakłócenia elektromagnetyczne, które w trakcie akcji mogą być indukowane zewnętrznie poprzez nadajniki radiowe np. samochodów SDŁ lub wewnętrznie poprzez pracę silników. Autorzy proponują sprawdzenie komputera lotu pod względem kompatybilności elektromagnetycznej zgodnie z normą PN-EN IEC 61000-4-3 Kompatybilność elektromagnetyczna (EMC) – Część 4-3: Metody badań i pomiarów – Badanie odporności na promieniowane pole elektromagnetyczne o częstotliwości radiowej.

⁷ D. Zhang, E. Cheng, H. Wan, X. Zhou, Y. Chen, *Prediction of electromagnetic compatibility for dynamic datalink of UAV*, „IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility” 2018, 61(5), s. 1474–1482.

1.5. Układ zasilania

Układ zasilania jest jednym z bardziej istotnych elementów BSP. Posiada stosunkowo niewiele elementów, jednak ich poprawny dobór na etapie projektowania i utrzymywanie w dobrym stanie są kluczowe dla bezpiecznego i skutecznego wykorzystania dronów w ratownictwie. Pierwszorzędnym elementem układu zasilania jest jego źródło, które głównie stanowią baterie litowo-polimerowe (LiPo), chociaż występują również konstrukcje zasilane poprzez ogniwa paliwowe, silniki spalinowe (z generatorem) i inne. W niniejszym opracowaniu autorzy koncentrują się na zasilaniu bateryjnym, ponieważ jest ono najbardziej rozpowszechnione.

W celu ogólnego sprawdzenia stanu baterii najłatwiej posłużyć się woltomierzem i zmierzyć napięcie całego pakietu i jego poszczególnych cel. Wartości w poszczególnych celach powinny wynosić około:

- 4,2 V jeżeli akumulator jest w 100% naładowany,
- 3,8–3,85 V jeżeli akumulator jest w stanie magazynowym,
- 3 V jeżeli akumulator jest w pełni rozładowany.

Jeżeli napięcie na celi akumulatora ma wartość poniżej 2,5 V, to akumulator należy uznać za zepsuty. Następną metodą na sprawdzenie stanu zużycia akumulatora jest wykorzystanie mikroprocesorowych ładowarek przeznaczonych do danego rodzaju baterii, które są w stanie mierzyć ilość ładunku elektrycznego (energii), jaką zmagazynowała bateria. Sprawdzenie polega na pełnym rozładowaniu i ponownym naładowaniu baterii oraz porównaniu zadeklarowanej wartości pojemności z wartością rzeczywistą wskazywaną przez wiarygodny przyrząd pomiarowy. Jeżeli bateria BSP posiada o 50% mniejszy ładunek niż fabrycznie, wówczas BSP będzie w stanie utrzymywać się w powietrzu przez jedynie połowę deklarowanego czasu pracy. Dlatego zalecana jest rezygnacja z wykorzystywania operacyjnego akumulatorów, których pojemność znamionowa spadła poniżej 75%. Przed utylizacją takie akumulatory mogą stanowić dodatkowe zasilanie podczas ćwiczeń i treningów, lecz zdaniem autorów zarówno poziom ryzyka, jak i pogorszenie funkcjonalności bezzałogowca dyskwalifikuje go do realnego wykorzystania w akcjach ratowniczo-gaśniczych.

Baterie akumulatorów muszą być również odporne na oddziaływania mechaniczne, np. uderzenia i ściskanie, ponieważ takie sytuacje mogą wystąpić w trakcie transportu lub samej akcji. Związki chemiczne zawarte w bateriach stanowią z jednej strony zagrożenie chemiczne, a z drugiej mogą stanowić zagrożenie pożarowe. W przypadku sprawdzenia odporności na uderzenia autorzy proponują wykorzystanie normy PN-EN 60068-2-75 Badania środowiskowe – Część 2-75: Próby – Próba Eh: Próby młotami, zaś w przypadku sprawdzenia bezpieczeństwa PN-EN 62133-2 Ogniwa i baterie wtórne zawierające zasadowe lub inne niekwasowe elektrolity – Wymagania bezpieczeństwa dla przenośnych ogniw wtórnych oraz baterii z nich wykonanych do użytkowania w zastosowaniach przenośnych – Część 2: Systemy litowe lub PN-EN 62660-3 Akumulatory litowo-jonowe do napędu pojazdów elektrycznych – Część 3: Wymagania bezpieczeństwa.

1.6. Obudowa

Zadaniem obudowy jest przede wszystkim zabezpieczenie wrażliwych elementów elektronicznych drona przed negatywnym działaniem środowiska. Ma to bardzo duże znaczenie, szczególnie w przypadku operacji realizowanych w trakcie pożarów. Środowisko operacji jest wtedy przesycone różnymi czynnikami, które mogą wpłynąć negatywnie na działanie BSP. Do najważniejszych należy zaliczyć:

- obecność agresywnych chemicznie związków, które mogą powstawać w trakcie pożaru,
- wysoką temperaturę,
- wysoką wilgotność związana z akcją gaśniczą,
- wysokie zapylenie, które ma negatywny wpływ na wszelkiego rodzaju łożyska w silniku i inne elementy obrotowe,
- promieniowanie UV.

Tabela 4. Proponowane metody badania obudowy

Rodzaj próby	Uzasadnienie	Metoda sprawdzania
Stopień ochrony przed zapyleniem zapewniony przez obudowę	Pył unoszący się konwekcyjnie w trakcie pożaru może skrócić żywotność silnika i innych elementów obrotowych	PN-EN 60529 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
Stopień ochrony przed wnikaniem wody zapewniony przez obudowę	Woda, która wniknie do obudowy, może spowodować zwarcie w instalacji elektrycznej/elektronicznej drona i w konsekwencji jego upadek	PN-EN 60529 Stopnie ochrony zapewnianej przez obudowy (Kod IP)
Uderzenia	Obudowa zabezpiecza wrażliwe sensory i elementy elektroniczne przed uderzeniami, które mogą zdarzyć się w trakcie transportu lub podczas przenoszenia sprzętu	PN-EN 60068-2-75 Badania środowiskowe – Część 2-75: Próby – Próba Eh: Próby młotami PN-EN 60068-2-27 Badania środowiskowe – Część 2-27: Próby – Próba Ea i wytyczne: Udry
Promieniowanie UV	Długotrwałe działanie promieni słonecznych może mieć znaczący wpływ na wytrzymałość i szczelność obudowy	PN-EN ISO 4892-2:2013-06 Tworzywa sztuczne – Metody ekspozycji na laboratoryjne źródła światła – Część 2: Lampy ksenonowe łukowe

Źródło: opracowanie własne.

W CNBOP-PIB przeprowadzono badania starzeniowe zgodnie z normą PN-EN ISO 4892-2:2013-06 różnych elementów bezzałogowych statków powietrznych oraz przeprowadzono ich inspekcję przed i po narażeniach, co zostało pokazano na rycinach 3, 4 i 5. Badania obejmowały następujące elementy:

- ramię silnika wielowirnikowca wykonane z włókna węglowego z elementami plastikowymi,
- śmigło wielowirnikowca wykonane z tworzywa sztucznego,
- górna obudowa wielowirnikowca wykonana z tworzywa sztucznego,
- spodnia poduszka kadłuba samolotu wykonana z pianki węglowej,
- fragment usterzenia wykonany z pianki modelarskiej,
- śmigło samolotu wykonane z tworzywa sztucznego,
- rzep mocujący pakiety wykonany z tworzywa sztucznego.



Ryc. 3. Ramię drona wielowirnikowca poddane narażeniom (góra) i fabrycznie nowe (dół)
Źródło: opracowanie własne.

Tworzywo sztuczne w przypadku ramienia poddanego narażeniom wypłowiło i stało się mniej elastyczne.



Ryc. 4. Śmigło samolotu poddane narażeniom (góra) i fabrycznie nowe (dół)
Źródło: opracowanie własne.

Tworzywo, z którego zostało wykonane śmigło, uległo zmatowieniu, co będzie powodowało zwiększenie oporów, a tym samym gorsze osiągi. Dodatkowo śmigło stało się bardziej kruche, zwiększając ryzyko uszkodzenia np. w trakcie lądowań.



Ryc. 5. Rzep mocujący pakiet akumulatorów poddany narażeniom (górze) i fabrycznie nowy (dół)

Źródło: opracowanie własne.

Rzep mocujący baterie po narażeniach utracił część swoich właściwości. Rola takiego mocowania jest bardzo ważna, ponieważ musi utrzymać baterię w stabilnej pozycji w celu niedopuszczenia do niebezpiecznej sytuacji związanej z jej przesuwaniem się (zmianą położenia środka ciężkości) lub – w skrajnym przypadku – wypadnięciem. Jak widać na przedstawionych powyżej zdjęciach, niektóre elementy uległy zmianie na skutek poddania różnym narażeniom środowiskowym. Elementy z tworzywa sztucznego, wobec których zaobserwowano zmiany, wskazują na znaczne ich zużycie się na skutek oddziaływania środowiska. Zmiana parametrów takich jak m.in. twardość czy elastyczność ma kluczowe znaczenie dla bezpieczeństwa operacji z wykorzystaniem BSP.

W przypadku pozostałych elementów zespół autorów nie znalazł widocznych uszkodzeń lub zmian właściwości.

Podsumowanie i wnioski

Artykuł zawiera propozycje badań i prób sprawdzających przystosowanie i gotowość operacyjną BSP do zastosowań w działaniach służb mundurowych. Potwierdza on również zasadność zaproponowanych metod badawczych, jednocześnie nie wykluczając konieczności rozszerzenia programu badań. W ocenie autorów wymogi dla poszczególnych elementów powinny być określone każdorazowo w zależności od potrzebnej funkcjonalności drona. Segregacja wymogów, w zależności od klas wynikających z deklarowanej funkcjonalności, może nastąpić dopiero po przeprowadzeniu od kilkunastu do kilkudziesięciu cykli badawczych.

Jak udowodniono w artykule, nie można wyspecyfikować jednego elementu BSP, który ma największe znaczenie dla bezpieczeństwa i skuteczności wykonania operacji przez różnych funkcjonariuszy służb mundurowych.

Bezzałogowy statek powietrzny powinien przechodzić zarówno okresowe badania techniczne, jak i badania przed wprowadzeniem do użytkowania, potwierdzające jego parametry. Pozwoli to na uniknięcie problemów i błędów w funkcjonowaniu BSP w trakcie akcji oraz umożliwi szybki jej początek. Ograniczy to również negatywne skutki, które mogą powstać w wyniku awarii drona, np. zranienie innych ratowników lub postronnych ludzi bądź stworzenie zagrożenia w ruchu lądowym lub powietrznym. Jest to bardzo istotne, ponieważ informacje zdobyte za pomocą BSP są bardzo przydatne, szczególnie w początkowej fazie działań ratowniczych, ułatwiając dokładną dyspozycję niezbędnych sił i środków przez kierującego akcją.

Bibliografia

1. Feltynowski M. (red.), *Wykorzystanie bezzałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, Józefów 2019.
2. Feltynowski M., Zawistowski M., *Zagrożenia związane z wykorzystaniem bezzałogowych platform w służbach ratunkowo-porządkowych*, BiTP Vol. 51 Issue 3, 2018, <https://doi.org/10.12845/bitp.51.3.2018.10>.
3. Gierlotka S., *Rozwój technologii wytwarzania magnesów*, „Napędy i Sterowanie” 2013, 3.
4. Grygiel B., *Zamach na prezydenta z użyciem dronów. „Dla terrorystów najważniejszy jest teatr”*, <https://www.focus.pl/artykul/zamach-na-prezydenta-z-uzyciem-dronow-eskper-t-ds-terroryzmu-musimy-sie-z-tym-liczyc-180806113604> [dostęp: 09.11.2021].
5. Solodov A., Williams A., Al Hanaei S., *Analyzing the threat of unmanned aerial vehicles (UAV) to nuclear facilities*, „Security Journal Volume” 2017, 31(1).
6. Szywalski P., Waindok A., Tomczuk B., *Komunikacja radiowa grupy dronów w paśmie 433 MHz w obszarze linii wysokiego napięcia*, „Zeszyty Naukowe Wydziału Elektrotechniki i Automatyki Politechniki Gdańskiej” 2019, 67.
7. U.S. Department of Homeland Security Cybersecurity and Infrastructure Security Agency Interagency Security Committee, *Protecting Against The Threat Of Unmanned Aircraft Systems (UAS)*, An Interagency Security Committee Best Practice, USA 2020, https://www.cisa.gov/sites/default/files/publications/Protecting%20Against%20the%20Threat%20of%20Unmanned%20Aircraft%20Systems%20November%202020_508c.pdf [dostęp: 09.11.2021].

8. Yaacoub J., Noura H., Salaman O., Chehab A., *Security analysis of drones systems: Attacks, limitations, and recommendations*, „Internet of Things” 2020, <https://doi.org/10.1016/j.iot.2020.100218>.
9. Zawistowski G., Pietrzela D., Kaczmarzyk P., *Możliwości badawcze i certyfikacyjne CNBOP-PIB w zakresie BSP przeznaczonych do stosowania przez służby mundurowe w: Wykorzystanie bezzałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego*, M. Feltynowski (red.), Józefów 2019.
10. Zhang, D., Cheng, E., Wan, H., Zhou, X., Chen, Y., *Prediction of electromagnetic compatibility for dynamic datalink of UAV*, „IEEE Transactions on Electromagnetic Compatibility” 2018, 61(5).
11. <https://www.dw.com/pl/komisja-europejska-ostrzega-przed-dronami-mog%C4%85-by%C4%87-broni%C4%85-terroryst%C3%B3w/a-49879795> [dostęp: 09.11.2021].
12. https://www.ulc.gov.pl/_download/bezpieczenstow_lotow/analizy/Sprawozdanie_2019.pdf [dostęp: 09.11.2021].

Zasady nadzoru procesu produkcji BSP przeznaczonych do działań ratowniczych

mgr inż. Mateusz Sałata,
CNBOP-PIB

mgr inż. Grzegorz Zawistowski,
CNBOP-PIB

Wprowadzenie

Zgodnie z artykułem 7 pkt 1 ustawy o ochronie przeciwpożarowej „wyroby służące zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzane do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywane przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, a także wyroby stanowiące podręczny sprzęt gaśniczy, mogą być stosowane wyłącznie po uprzednim uzyskaniu dopuszczenia do użytkowania”¹. Niewątpliwie bezałogowe statki powietrzne (BSP) są takimi wyrobami. Potrzeby społeczeństwa w sektorze bezpieczeństwa (prewencja, monitoring, rozpoznanie) powodują tworzenie nowych technologii oraz ciągły rozwój i modyfikacje już istniejących. Szczególnym miejscem w obszarze bezpieczeństwa jest prewencja (zapobieganie) i ratownictwo (reagowanie). Każdy ratownik uczestniczący w akcjach ratowniczo-gaśniczych, dekontaminacyjnych czy poszukiwawczo-rozpoznawczych jest narażony na liczne niebezpieczeństwa związane z charakterystyką danego źródła i charakteru zagrożenia. Mogą to być zagrożenia naturalne, techniczne, chemiczne, biologiczne, radiacyjne i inne. Przykładem lokalizacji niebezpiecznych dla ratownika są np. szyby kopalniane czy sztolnie, charakteryzujące się wysokim stężeniem gazów niebezpiecznych dla człowieka, nie mówiąc o samej konstrukcji nośnej i zabezpieczającej takie miejsca. Wiele z nich jest od lat pozbawionych nadzoru i stanowi poważne zagrożenie dla wchodzącego na ich teren człowieka. Kolejnym

¹ Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn. zm.).

przykładem zagrożenia dla ratownika może być samo ukształtowanie terenu, miejsca trudno dostępne, gdzie dostanie się wymaga wiele wysiłku (zawaliska, niepewny grunt, lawiny, lawa itd.). W przypadku zawalanej budowli (np. w wyniku trzęsienia ziemi, ataku terrorystycznego), aby ratować ludzkie życie, należy wykonać rozpoznanie, by nie narażać życia ratowników. Zagrożenia chemiczne, rozlewiska chemikaliów, pożary rafinerii i magazynów paliw, awarie techniczne (np. elektrowni jądrowych) również wymagają właściwego rozpoznania. We wszystkich przywołanych przykładach zagrożień pożądane jest zastosowanie rozwiązań, które pozwalają uniknąć posyłania w niebezpieczne rejony człowieka (ratownika). Jego zadania można realizować zdalnie, nie narażając na tym etapie ludzkiego życia, za pomocą bezzałogowych statków powietrznych.

Nawiązując do wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywanych przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, obecnie wymagane prawem jest dopuszczanie ich do użytkowania na mocy świadectwa dopuszczenia, wydawanego przez ustalone jednostki badawczo-rozwojowe Państwowej Straży Pożarnej. Taką jednostką jest Centrum Naukowo-Badawcze Ochrony Przeciwpożarowej im. Józefa Tuliszkowskiego Państwowy Instytut Badawczy w Józefowie. Świadectwa dopuszczenia (ŚD) wydawane są na okres nie dłuższy niż 5 lat po uprzedniej pozytywnej ocenie właściwości użytkowych zidentyfikowanego wyrobu, potwierdzonej badaniami, opiniami ekspertów lub innymi dokumentami. Świadectwo dopuszczenia może być wydane po spełnieniu wymogów pozytywnej oceny warunków techniczno-organizacyjnych (WTO) producenta wyrobu (w miejscu jego wytwarzania). Oceny WTO dokonuje się w oparciu o Polskie Normy – lub w przypadku ich braku – na podstawie wymagań techniczno-użytkowych, które określa rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia². Dla bezzałogowych statków powietrznych aktualnie nie istnieją wymagania techniczno-użytkowe we wspomnianym rozporządzeniu ani normy, które ustandaryzowałyby kwestie wymagań technicznych dla tych wyrobów. Opracowywane są natomiast projekty norm europejskich, które w zamierzeniu mogą stanowić dokumenty odniesienia oraz zostać wskazane w przyszłości w zaktualizowanym wykazie wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego:

- prEN 4709-001:2019 Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Product requirements and verification for the Open category (Systemy Bezzałogowych Statków Powietrznych – Wymagania i weryfikacja wyrobów dla kategorii Open),

² Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).

- prEN 4709-002:2020 Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 002: Direct Remote identification (Systemy Bezzałogowych Statków Powietrznych – Bezpośrednia identyfikacja zdalna),
- prEN 4709-003:2020 Aerospace series – Unmanned Aircraft Series – Part 003: Geo-awareness requirements (Systemy Bezzałogowych Statków Powietrznych – Część 003: Wymagania Geo-rozpoznania),
- prEN 4709-004:2020 Aerospace series – Unmanned Aircraft Series – Part 004: Lightning requirements (Systemy Bezzałogowych Statków Powietrznych – Część 004: Wymagania oświetlenia).

1. Proces dopuszczenia BSP z perspektywy oceny warunków ich produkcji

Już sama nazwa „wyroby służące bezpieczeństwu publicznemu” definiuje ich zastosowanie. Są to wyroby, których użycie ma skutkować określonym efektem zapobiegającym danemu zagrożeniu, minimalizującym, usuwającym je lub dostarczającym informacje na temat sytuacji niebezpiecznej. Służyć ma bezpieczeństwu społeczeństwa. Dopuszczenie jest potwierdzeniem pozytywnej oceny bezstronnej jednostki, że dany wyrób spełnia wymagania techniczno-użytkowe, a także że producent w miejscu jego wytwarzania jest w stanie zapewnić powtarzalność jakości produkcji oraz nadzoruje i monitoruje zgodność wyrobów i procesów zgodnie z wymaganiami oceny warunków techniczno-organizacyjnych na podstawie norm dotyczących systemów zarządzania jakością. Dopuszczenie daje możliwość wykorzystania tych wyrobów w bezpieczeństwie publicznym przez jednostki operujące w tym obszarze (inwestorzy budowlani realizujący projekty budowlane służące społeczeństwu, np. stadiony, szpitale, kina, teatry, centra handlowe, służby tj. Policja, Państwowa Straż Pożarna, Ochotnicza Straż Pożarna, Wojsko Polskie, Wojska Obrony Terytorialnej, Straż Graniczna, Służba Celno-Skarbowa, Pogotowie Ratunkowe, Agencja Bezpieczeństwa Wewnętrznego i inne). Jeśli wyrób nie ma potwierdzonych spełnionych badań na zgodność z Polską Normą lub wymaganiami techniczno-użytkowymi przez laboratoria akredytowane, laboratoria zagraniczne (w przypadku gdy wynika to z umów międzynarodowych) czy laboratoria notyfikowane lub też, gdy wynik oceny warunków techniczno-organizacyjnych jest negatywny, świadectwo dopuszczenia nie może zostać wydane. Należy wówczas omówić wraz z producentem negatywne wyniki w celu podjęcia przez niego działań korygujących, mających za zadanie usunięcie przyczyny danej niezgodności (niepełnionego wymagania – związanego z badaniami lub oceną warunków techniczno-organizacyjnych). Warto również nadmienić, że gdy nie ma możliwości wykonać badań w wymienionych wcześniej laboratoriach, jednostka udzielająca dopuszczenia

uznaje wyniki badań innych laboratoriów, gdy są one zrealizowane metodami, które jednostka dopuszczająca akceptuje³.

Przedmiotowe rozporządzenie zawiera „Wykaz wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywanych przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, a także wyrobów stanowiących podręczny sprzęt gaśniczy, wymagających dopuszczenia do użytkowania oraz wymagania techniczno-użytkowe dla tych wyrobów”⁴. Wykaz podzielono na grupy wyrobów:

- wyposażenie i środki ochrony indywidualnej strażaka,
- pompy pożarnicze,
- armatura i osprzęt pożarniczy,
- pojazdy pożarnicze,
- sprzęt ratowniczy dla straży pożarnej,
- narzędzia ratownicze, pomocnicze i osprzęt dla straży pożarnej,
- podręczny sprzęt gaśniczy,
- środki gaśnicze,
- sorbenty,
- elementy systemów alarmowania i powiadamiania,
- elementy systemów ostrzegania i ewakuacji,
- urządzenia do uruchamiania urządzeń przeciwpożarowych, wykorzystywanych przez jednostki ochrony przeciwpożarowej,
- znaki bezpieczeństwa i oświetlenie awaryjne,
- przewody i kable do urządzeń przeciwpożarowych,
- dźwigi dla straży pożarnej.

Warto zatem porównać BSP, ich zastosowanie i potencjał z powyższą listą celem znalezienia dla BSP właściwego miejsca w wykazie.

W perspektywie przyszłości zastosowań dronów może być bardzo dużo. Ich potencjał był zauważony już lata temu (zwłaszcza w wojskowości), obecnie jest rozwijany tak, by mógł okazać się pomocny społeczeństwu oraz przyczynić się do zwiększenia komfortu życia. Rosnący popyt skutkuje wzrostem powszechnego dostępu do BSP na rynku komercyjnym. Efektem tego zjawiska są m.in. projekty, związane z rozwojem ich zastosowania (wojskowość, komunikacja, transport, monitoring, branża filmowa, ochrona środowiska, branża budowlana i wiele innych).

Obecnie najpopularniejszymi zastosowaniami BSP są:

- wojskowość (w tym obronność, kontrola obszarów przygranicznych, bezpieczeństwo wewnętrzne),

³ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r., dz. cyt.

⁴ Tamże.

- geodezja i kartografia,
- budownictwo (stan pokryć dachowych, projektowanie instalacji fotowoltaicznych, stan postępu prac budowlanych obiektów budowlanych i konstrukcji),
- telewizja, reklama i marketing,
- termografia (rozkład temperatury),
- inwentaryzacja obiektów zabytkowych (np. starych sztolni, szybów kopalnianych, kopalni, jaskiń itp.),
- szacowanie szkód (w wyniku awarii przemysłowych i technicznych, katastrof naturalnych, katastrof transportowych itd.),
- inwentaryzacja kopalń odkrywkowych,
- inspekcja wizyjna (miejsc trudno dostępnych),
- monitorowanie natężenia ruchu drogowego,
- monitorowanie bezpieczeństwa imprez masowych,
- kryminalistyka rozpoznawcza i wykrywcza⁵,
- ratownictwo wodne⁶,
- akcje poszukiwawczo-ratownicze (np. w terenach trudno dostępnych, jaskiniach, szybach itd.),
- ochrona środowiska (pomiary zanieczyszczeń powietrza, jakości powietrza, warstwy ozonowej itd.),
- monitorowanie stanu upraw leśnych i rolnych,
- rozpoznanie w terenie (na potrzeby działań ratowniczych, obronności, budownictwa i działań historyczno-poszukiwawczych).

W przyszłości możliwych jest jeszcze wiele potencjalnych zastosowań BSP, do których należą:

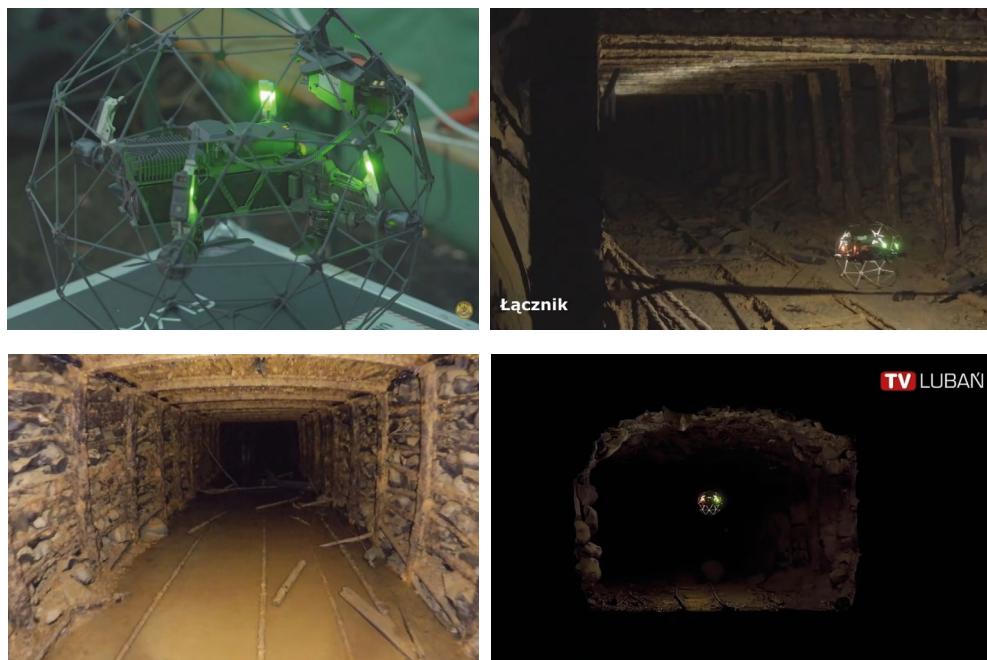
- rolnictwo i ogrodnictwo (do nawożenia, siewu i sadzenia)⁷,
- ratownictwo medyczne⁸,
- działania ratowniczo-poszukiwawcze i rozpoznawcze, a nawet gaśnicze,
- transport i dostarczanie przesyłek oraz wiele innych, które będą postępować i ewoluować względem zmian prawnych oraz rozwoju sytuacji na świecie, pomysłów biznesowych i potrzeb społeczeństwa.

⁵ J. Merkisz, A. Nykaza, *Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w kryminalistyce rozpoznawczej i wykrywczej*, „Autobusy” 2016, 17(6), s. 297–301.

⁶ R. Borkowski, A. Łach, J. Zwierzyna, *Wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych w ratownictwie wodnym*, „Bezpieczeństwo Teoria i Praktyka” 2018, 2, s. 115–132.

⁷ B. Berner, J. Chojnacki, *Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych do nawożenia, siewu i sadzenia*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna” 2018, 2, s. 17–19.

⁸ S. Sikorski, M. Szmigiero, *Możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych w systemie Państwowego Ratownictwa Medycznego w świetle obowiązujących regulacji prawnych*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i Finansów” 2018, 167, s. 143–155.



Ryc. 1-4. Zdjęcia z eksploracji poniemieckiego kompleksu pod Lubaniem na Dolnym Śląsku za pomocą bezzałogowego statku powietrznego Elios 2 – ocena stanu sztolni (łączników, śluz, przejść i konstrukcji zabezpieczającej przed zawaleniem)

Źródło: Wyprawy LEONA – Lubań – tutaj wejść mi nie wolno!, <https://www.youtube.com/watch?v=qG9BiVKgCDc&t=3s> [dostęp: 04.11.2021]; Telewizja Lubań – Latający dron eksploruje sztolnię w Lubaniu, <https://www.youtube.com/watch?v=l1F8lIX4BNI> [dostęp: 04.11.2021].

Jak powyżej wykazano, zastosowanie BSP wpasowuje się w ogólną grupę wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego. W rozporządzeniu i wykazie zdecydowanie brakuje oddzielnej grupy „Bezzałogowych statków powietrznych do zastosowań w ratownictwie wraz z osprzętem”. Takim osprzętem mogłyby być zastosowane elementy monitorujące, pomiarowe, sondy, elementy wykonawcze (np. w perspektywie działań gaśniczych).

We wcześniejszej części opracowania wspomniano o ocenie warunków techniczno-organizacyjnych (WTO) jako jednym z wymagań, jakie musi spełnić producent. Ocena WTO musi zostać zrealizowana w zakładzie produkcyjnym (miejscu produkcji, montażu wyrobu przekazywanego na rynek) i jest jednym z koniecznych warunków, aby otrzymać dopuszczenie wyrobu do użytkowania w nawiązaniu do treści rozporządzenia. Celem oceny WTO jest weryfikacja systemu i procesu produkcyjnego w odniesieniu do dokumentacji kryterialnej jak:

- dokumentacja techniczna wyrobu objętego procesem dopuszczenia wraz z elementami składowymi (komponentami, podzespołami),

- dokumentacja systemu zarządzania jakością oraz dokumentacja wyszczególniona w „Wymaganiach dotyczących warunków techniczno-organizacyjnych producenta wyrobów podlegających dopuszczeniu do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej” CNBOP-PIB, wydanie 4 z dnia 24.04.2018 r.,
- dokument CNBOP-PIB pt. „Wymagania CNBOP-PIB dotyczące zapewnienia spójności pomiarowej” wydanie 4 z dnia 02.06.2020 r.,
- właściwa Polska Norma wyrobu lub wymagania techniczno-użytkowe.

Zastosowanie się do wytycznych określonych w powyższej dokumentacji daje obraz powtarzalności i odtwarzalności produkcji, a także zapewnienia odpowiedniego poziomu jakości oraz niezawodności produkowanych wyrobów.

Poza spełnieniem wymagań, otrzymaniu pozytywnych wyników badań oraz oceny WTO, a także właściwych postanowień (umów) z jednostką dopuszczającą (CNBOP-PIB), niezbędna jest coroczna kontrola dopuszczenia. Zgodnie z rozporządzeniem jednostka dopuszczająca zobowiązana jest przeprowadzać kontrolę dopuszczenia nie rzadziej niż raz w roku oraz doraźnie, bazując na informacji od użytkowników wskazujących na wady w dopuszczonym wyrobie⁹. Kontrola dopuszczeń opiera się na corocznym przygotowywanym planie kontroli dopuszczeń CNBOP-PIB, który wskazuje badaną cechę wyrobu oraz wymaganie, które dany wyrób musi spełnić (zgodnie z załącznikiem do rozporządzenia). Próbkę do badań pobierana jest u producenta, dostawcy, na rynku lub – w uzasadnionych przypadkach – u użytkownika wyrobu (na podstawie pisemnego upoważnienia do wykonania tej czynności wydanego przez jednostkę dopuszczającą).

2. Kontrola (świadectwa) dopuszczenia

Definicją kontroli dopuszczenia jest sprawdzenie zgodności dopuszczonego wyrobu z wymaganiami technicznych dokumentów odniesienia. Kontrola prowadzona jest przede wszystkim na podstawie ustawy o ochronie przeciwpożarowej¹⁰ oraz aktów wykonawczych, które się do niej odnoszą. Kontrola dotyczy jedynie świadectw ważnych i aktualnych. Biorąc pod uwagę, że świadectwo dopuszczenia wydawane jest, co do zasady, na okres pięciu lat, kontrolę przeprowadza się w I, II, III, IV roku. W procesie kontroli wyszczególnia się następujące etapy:

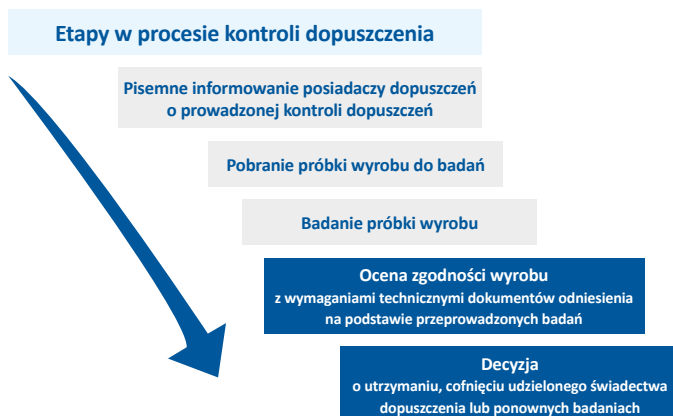
- pisemne poinformowanie posiadacza dopuszczenia o prowadzonej kontroli,
- pobranie próbki wyrobu do badań,
- badania próbki wyrobu,

⁹ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).

¹⁰ Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn. zm.).

- ocenę zgodności wyrobu,
- decyzję o utrzymaniu, cofnięciu lub ponownych badaniach¹¹.

Cały proces kontroli dopuszczenia można opisać w postaci algorytmu, który poniżej zestawiono w formie graficznej.



Ryc. 2. Etapy w procesie kontroli dopuszczenia

Źródło: A. Nasiorowski, G. Anusz, M. Pietrzak, M. Ołdak, Kontrola dopuszczeń, dz. cyt.

Kontrola dopuszczenia odbywa się m.in. w oparciu o programy kontroli, które dostępne są na stronie internetowej www.cnbop.pl. „Dostęp do programów odbywa się za pomocą udostępnionego loginu i hasła, które przypisane są zgodnie z podziałem na grupy wyrobów wg obowiązujących przepisów o świadectwach dopuszczenia¹²”. Dane niezbędne do pobrania programu kontroli posiadacz świadectwa otrzymuje wraz z pismem inicjującym kontrolę. Program zawiera spis badanych cech wyrobu oraz wymagania, jakie musi spełniać wyrób¹³ w poszczególnych czasookresach nadzoru (program może zakładać różne badania w I, II, III, IV roku nadzoru), liczbę próbek niezbędnych do przeprowadzenia kontroli, termin udostępniania próbek oraz koszt przeprowadzenia kontroli.

Fundamentalnym aspektem kontroli jest odpowiedni dobór próbki badawczej tj. taki, aby pobrana próbka była reprezentatywna dla całej serii wyrobu. Próbki wyrobów mogą być pobierane w różny sposób – zazwyczaj u producenta, dostawcy, na rynku, ale także

¹¹ A. Nasiorowski, G. Anusz, M. Pietrzak, M. Ołdak, Kontrola dopuszczeń, standard CNBOP-PIB 0004:2015, Józefów 2015, s. 16.

¹² Tamże.

¹³ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. Nr 85, poz. 553 z późn. zm.).

(w uzasadnionych przypadkach) u użytkownika wyrobu. Liczba próbek niezbędnych do pobrania określana jest na podstawie informacji o rodzaju, zakresie i metodyce badań kontrolnych odpowiednich dla danego wyrobu i jak wcześniej wspomniano widoczna jest w programach badań kontrolnych¹⁴. Proces realizowany jest zgodnie z zasadą, że poszczególne jednostki produktu należy pobierać losowo, niezależnie od tego, czy występuje przypuszczenie, że dane jednostki okażą się dobre lub niedobre. Pobieranie próbki wskazanej przez producenta powodowałoby brak wiarygodności kontroli, co przekładałoby się na niepewność względem bezpieczeństwa wyrobu i ratowników, do czego kategorycznie nie można dopuścić. W przypadku braku możliwości poboru próbki (np. nie jest produkowana lub powstał jej tylko jeden egzemplarz itp.) CNBOP-PIB pisemnie zobowiązuje posiadacza świadectwa dopuszczenia wyrobu do niezwłocznego powiadomienia jednostki dopuszczającej o ustąpieniu przyczyn uniemożliwiających prawidłowe przeprowadzenie kontroli. W przypadku gdy przyczyna nie ustąpi i kontrola zostaje przeprowadzana dopiero w następnym roku, to przeprowadzenie kontroli obejmuje również lata, w których nie można było pobrać próbki¹⁵. Innymi słowy, gdy próbka nie mogła być zbadana w I, II roku kontroli, a może być zbadana w III, wówczas kontrola będzie dotyczyła badań za I, II i III rok.

Badania próbki zaczynają się od jej badań identyfikacyjnych, a dalsze badania wyrobu odbywają się w oparciu o wiarygodne metodyki badawcze (zazwyczaj pochodzące z polskich norm badawczych), tak aby możliwie najskuteczniej wykluczyć wpływ czynników zewnętrznych na wyniki badań. W przypadku gdy badania stwierdzą niezgodność z wymogami, laboratorium ustala pisemnie z producentem wyrobu termin usunięcia niezgodności. W uzasadnionych przypadkach badania kontrolne mogą odbyć się u producenta/dostawcy/użytkownika wyrobku. Na podstawie przeprowadzonych badań sporządzany jest protokół (sprawozdanie) zawierające wyniki pomiarów i spostrzeżenia¹⁶.

Po zakończeniu wyżej wymienionych etapów Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB, która przeprowadzała ocenę zgodności wyrobku z wymaganiami, przesyła pisemną informację, co do wyników kontroli (nie później niż 14 dni od zakończenia czynności kontrolnych).

Jednakże, jeżeli w wyniku oceny zgodności wyrobu z wymaganiami technicznych dokumentów odniesienia Jednostka Certyfikująca stwierdza niezgodności działania, do klienta przesłane jest pismo z prośbą o wyjaśnienie stwierdzonych niezgodności (w terminie wyznaczonym nie krótszym niż 2 tygodnie).

Na podstawie wyjaśnień złożonych przez klienta odnośnie stwierdzonych niezgodności Jednostka Certyfikująca podejmuje decyzję o:

- cofnięciu dopuszczenia lub

¹⁴ A. Nasiorowski, G. Anusz, M. Pietrzak, M. Ołdak, Kontrola dopuszczeń, dz. cyt., s. 17.

¹⁵ Tamże.

¹⁶ Tamże.

- przeprowadzeniu ponownych badań kontrolnych w części lub całości programu badań kontrolnych lub
- akceptacji przekazanych wyjaśnień klienta i/lub dowodów usunięcia stwierdzonych niezgodności,
- cofnięciu dopuszczenia lub
- przeprowadzeniu ponownych badań kontrolnych w części lub całości programu badań kontrolnych¹⁷.

3. Dobre praktyki podczas oceny warunków techniczno-organizacyjnych zakładu produkcyjnego

Producent powinien ustanowić, udokumentować, wdrożyć i utrzymywać warunki techniczno-organizacyjne produkcji, które są odpowiednie dla zagwarantowania, że wyroby wprowadzane do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej są zgodne z wymaganiami technicznych dokumentów odniesienia, które stanowią podstawę do wydania dopuszczenia. Odpowiednio przygotowana dokumentacja powinna zawierać m.in. informacje o:

- strukturze organizacji, panującej w ramach struktury odpowiedzialności i uprawnieniach;
- planach dokonywanych kontroli, badań;
- stosowanych udokumentowanych procedurach, wytycznych lub instrukcjach;
- wymaganych dokumentach zewnętrznych związanych z wydanym świadectwie dopuszczenia;
- informacjach niezbędnych do skutecznego wdrożenia warunków zarządzania jakością oraz nadzorowania produkcji i oceny zgodności wyrobu;
- formie działań podejmowanych w przypadku niespełnienia przez wyroby wymagań technicznych dokumentów odniesienia będących podstawą wydania świadectwa dopuszczenia.

Dokumentacja powinna stanowić dowód tego, że wyrób produkowany jest w sposób powtarzalny, tj. każdy jego egzemplarz spełnia wymogi technicznych dokumentów odniesienia, stanowiące podstawę wydania dopuszczenia.

Z powyższego wynika m.in., iż zasadnym jest, aby producent dokonywał:

- sprawdzenia, czy materiały i elementy stosowane w procesie produkcyjnym są identyfikowalne, a ich użycie umożliwi spełnienie wymagań technicznych dokumentów odniesienia;
- audytu u podwykonawcy (jeżeli korzysta z jego usług), tak aby uzyskać pewność

¹⁷ A. Nasiorowski, G. Anusz, M. Pietrzak, M. Ołdak, Kontrola dopuszczeń, dz. cyt., s. 17.

odnośnie jakości dostarczanych przez niego towarów i usług;

- sporządzenia planu kontroli oraz egzekwowanie go, regularnych sprawdzeń przyrządów kontrolno-pomiarowych wykorzystywanych w procesie produkcji, co zapewnia jej powtarzalność;
- identyfikacji wyrobów i przechowywania zapisów w tym zakresie;
- określenia sposób postępowania z reklamacjami oraz przechowywania ich zapisów.

Przyjmuje się, że producent powinien przechowywać dokumentację przez co najmniej czasookres ważności świadectwa dopuszczenia.

Podsumowanie i wnioski

Podsumowując, BSP są lub mogą być wyrobami służącymi bezpieczeństwu publicznemu w wielu obszarach zastosowania, omówionych w treści artykułu (w różnych jednostkach, służbach, organizacjach czy instytucjach współpracujących z organami bezpieczeństwa publicznego). Niewątpliwie możliwość ich użycia wiąże się z procesem dopuszczenia oraz świadectwem dopuszczenia wydawanym po spełnieniu określonych wymagań. Jednym z kluczowych etapów procesu dopuszczenia jest ocena warunków techniczno-organizacyjnych producenta, podczas której weryfikowane (przez zespół oceniający CNBOP-PIB) są warunki procesu produkcyjnego z dokumentami odniesienia (m.in. Polską Normą lub wymaganiami techniczno-użytkowymi danego wyrobu – w tym przypadku BSP). Obecnie ocena WTO realizowana jest przed wydaniem świadectwa dopuszczenia, po czym dokonuje się corocznej kontroli dopuszczenia. Proces ten opiera się na planie kontroli dopuszczeń, uwzględniającym wykaz cech wyrobu, które danego roku powinny być zbadane w zakresie kontroli.

Biorąc pod uwagę złożoność BSP oraz fakt, że podczas oblotu nie ma możliwości wywierania bezpośredniego fizycznego wpływu na jego funkcjonowanie i sterowanie (jak pilot samolotu czy kierowca zwykłego samochodu lub pojazdu pożarniczego), polega się jedynie na jego certyfikacji oraz dopuszczeniu do użytkowania, które potwierdzają zgodność wyrobu w odniesieniu do wymagań prawnych (dyrektywy, rozporządzenia, ustawy) oraz powiązanych dokumentów normatywnych (normy, oceny techniczne).

Niewątpliwie wartością dodaną do procesu dopuszczenia byłaby coroczna ocena warunków techniczno-organizacyjnych w zakładach produkcyjnych producentów BSP. Jednostka dopuszczająca (CNBOP-PIB) miałaby wówczas ciągłą kontrolę nad dopuszczonym wyrobem (w ogólnym znaczeniu) oraz byłaby w stanie zweryfikować, czy użyte materiały i zrealizowane etapy produkcji zostały wykonane w procesie produkcji w sposób odpowiadający dokumentacji odniesienia i nie odbiegają od próbki przedstawionej do badań na potrzeby wydania świadectwa dopuszczenia.

Aktualnie spektrum zastosowań BSP jest już bardzo duże, a w przyszłości należy się spodziewać jego poszerzenia (np. użycia BSP w zakresie bezpieczeństwa publicznego). Więcej zastosowań może wiązać się z większą liczbą producentów, dystrybutorów i ogólną większą liczbą BSP dostępnych na rynku, co z kolei może powodować problemy z nadzorem kontroli jakości, nie wspominając o dokumentach dopuszczających do wprowadzania do obrotu, jak certyfikaty lub dopuszczających do użytkowania w bezpieczeństwie publicznym jak świadectwa dopuszczenia.

Bibliografia

1. Berner B., Chojnacki J., *Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych do nawożenia, siewu i sadzenia*, „Technika Rolnicza Ogrodnicza Leśna” 2018, 2.
2. Borkowski R., Łach A., Zwierzyna J., *Wykorzystanie bezzałogowych statków powietrznych w ratownictwie wodnym*, „Bezpieczeństwo Teoria i Praktyka” 2018, 2.
3. Merkiś J., Nykaza A., *Zastosowanie bezzałogowych statków powietrznych w kryminalistyce rozpoznawczej i wykrywczej*, „Autobusy” 2016, 6.
4. Nasiorowski A., Anusz G., Pietrzak M., Ołdak M., *Kontrola dopuszczeń, standard CNBOP-PIB 0004:2015*, Józefów 2015.
5. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).
6. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniające rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2010 Nr 85 poz. 553, z późn. zm.)
7. Sikorski S., Szmigiero M., *Możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych w systemie Państwowego Ratownictwa Medycznego w świetle obowiązujących regulacji prawnych*, „Studia i Prace Kolegium Zarządzania i finansów” 2018, 167.
8. Telewizja Lubañ – Latający dron eksploruje sztolnię w Lubaniu, <https://www.youtube.com/watch?v=I1F8IIX4BNI> [dostęp: 04.11.2021].
9. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn. zm.)
10. Wyprawy LEONA – Lubañ – tutaj wejść mi nie wolno!, <https://www.youtube.com/watch?v=qG9BiVKgCDc&t=3s> [dostęp: 04.11.2021].

Koncepcja systemu certyfikacji BSP wykorzystywanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowej

mgr inż. Katarzyna Jankowska,
CNBOP-PIB

dr Radosław Fellner,
SGSP

mgr inż. Grzegorz Zawistowski,
CNBOP-PIB

Wprowadzenie

Potrzeba poruszenia problematyki systemu certyfikacji bezzałogowych statków powietrznych (BSP) wykorzystywanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowych wynika z szeregu czynników. Po pierwsze, jesteśmy świadkami ciągłego rozwoju nowych technologii i ich wzajemnej integracji oraz synergii w systemach bezzałogowych. Można tu wymienić chociażby ogniwa paliowe, technologie satelitarne, sztuczną inteligencję, miniaturyzację sensorów. Postęp w dziedzinie konstrukcji systemów bezzałogowych determinuje konieczność opracowania standardów i norm dotyczących ich eksploatacji i bezpiecznego (dla użytkownika i osób trzecich/postronnych) użytkowania, zwłaszcza w służbach związanych z zapewnieniem i poprawieniem bezpieczeństwa publicznego. Wszak profesjonalne użytkowanie BSP przez służby utwierdza zaufanie do technologii. Od służb oczekujemy, że jej poziom wykszolenia i niezawodność, jakość użytkowanego przez nie sprzętu będzie najwyższa.

Jak wskazują badania doświadczalne oraz piloci bezzałogowych statków powietrznych realizujący za ich pomocą zadania jednostek ochrony przeciwpożarowej, a w szczególności Państwowej Straży Pożarnej, zastosowanie tych urządzeń, jak i warunki,

w jakich są wykorzystywane, są inne w przypadku użytkowania ich przez straż pożarną niż podczas lotów cywilnych czy komercyjnych. Główną różnicą, na którą zwracali uwagę piloci reprezentujący jednostki zrzeszone w krajowym systemie ratowniczo-gaśniczym (KSRG), była możliwość wykonywania przez nich bardziej skomplikowanych misji, praca w wymagających warunkach (zła pogoda, trudny teren, pora nocna), narażenie urządzeń i sprzętu na obciążenia i ryzyka niewystępujące normalnie w lotach cywilnych, a także częstsze i intensywniejsze używanie sprzętu specjalistycznego (o maksymalnej masie startowej większej niż 5 kg i z zamontowanymi dodatkowymi sensorami – np. kamerą termowizyjną z dalmierzem, światłem kierunkowym).

1. Stosowanie BSP w ochronie przeciwpożarowej

Bezspornym jest, że prowadzenie dalszych analiz i rozważań nad problematyką konstruowania stosownych metodyk badawczych weryfikujących niezawodność BSP, zależne jest od opinii użytkowników na temat BSP oraz ich oczekiwań w tym zakresie. W tym celu opracowano i przeprowadzono badania ankietowe¹.

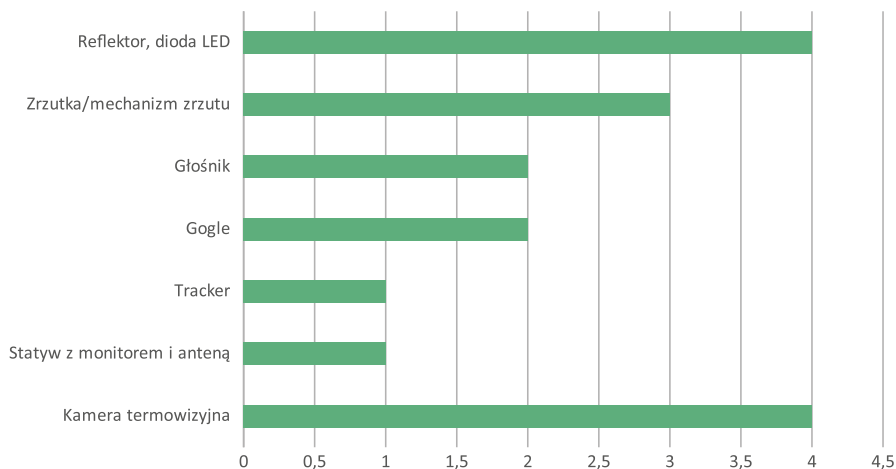
BSP jest swego rodzaju nośnikiem sensorów i dodatkowych urządzeń wspomagających prowadzenie różnych działań ratowniczych. Jak wskazują piloci, poza kamerami RGB (ang. *red, green, blue*), najczęściej stosuje się kamery termowizyjne i światła kierunkowe/reflektory, rzadziej zaś mechanizmy zrzutu ładunków, głośniki czy gogle FPV (ang. *first person view*).

W kontekście tematyki niniejszego artykułu, a także mając na uwadze dodatkowe wyposażenie BSP i charakter wykonywanych misji, zasadne było uzyskanie odpowiedzi na pytanie, które podzespoły i elementy BSP są w szczególności narażone na ryzyko awarii oraz jak często do nich dochodzi. Jak wynika z przeprowadzonych badań ankietowych², najczęstsze awarie dotyczą: śmigieł, baterii, podwozia, łączności aparatura-platforma, aparatury sterującej, ładunku, gimbała, oprogramowania do projektowania i zarządzania misją.

¹ R. Fellner, Wyniki ankiety nt. niezawodności i awaryjności dronów z uwzględnieniem potrzeb straży pożarnej, Józefów 2020, s. 5. Ankieta została przygotowana w ramach pracy badawczej pn. „Określenie metodyk badawczych bezzałogowych platform latających mających zastosowanie w działaniach PSP” (sygn. 083/CD/CNBOP-PiB/MNiSW/2020) i przeprowadzona w dniach 29.07.2020–12.08.2020 na próbie 17 operatorów BSP (z PSP i OSP) m.in. na potrzeby: zespołu roboczego w zakresie grupy nowych wyrobów „Platformy bezzałogowe i autonomiczne”, Bezzałogowe statki powietrzne”, „Roboty” (do zmian w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.).

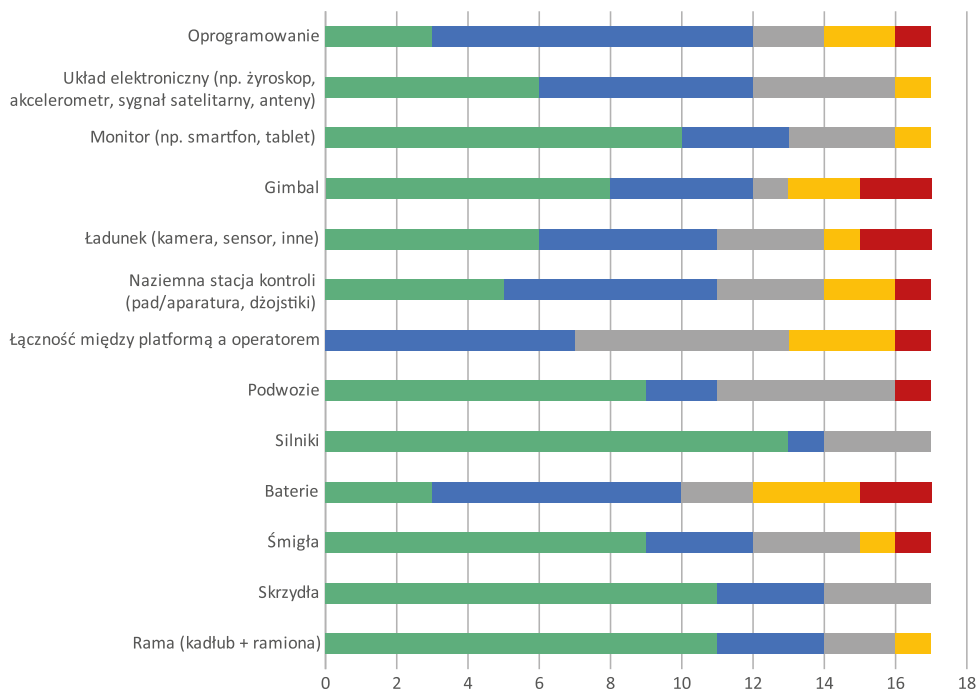
² Tamże, s. 8.

Koncepcja systemu certyfikacji BSP wykorzystywanych w jednostkach ochrony przeciwpożarowej



Ryc. 1. Zestawienie wskazywanego dodatkowego wyposażenia BSP

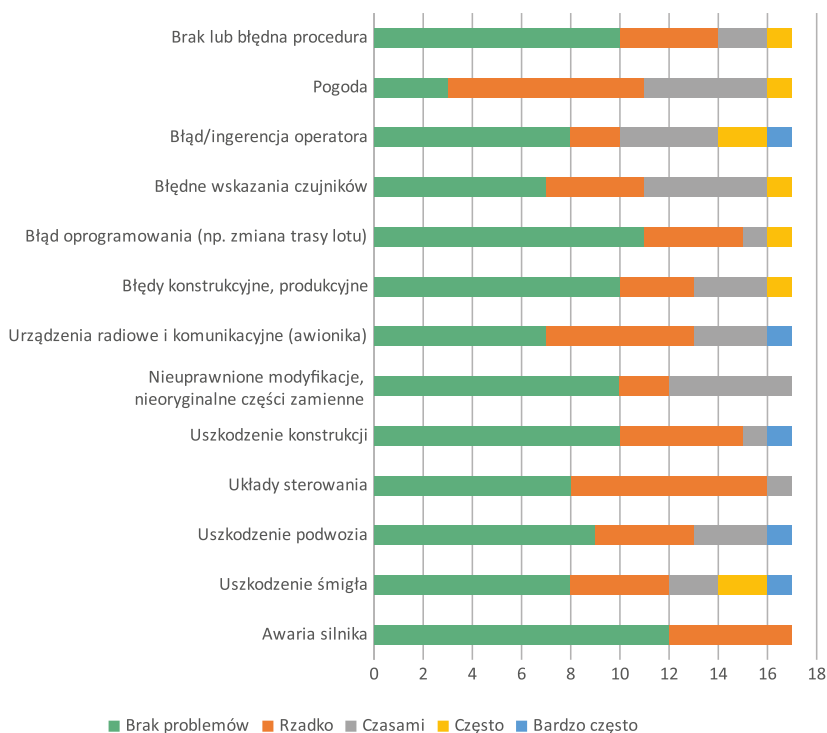
Źródło: R. Fellner, Wyniki ankiety nt. niezawodności i awaryjności dronów z uwzględnieniem potrzeb straży pożarnej, Józefów 2020, s. 5; G. Zawistowski, Sprawozdanie z etapu pracy pt. „Określenie metodyk badawczych bezzałogowych platform latających mających zastosowanie w działaniach PSP, Józefów 2021, s. 28.



Ryc. 2. Częstotliwość awarii elementów/podzespołów BSP

Źródło: R. Fellner, Wyniki ankiety..., dz. cyt.; G. Zawistowski, Sprawozdanie..., dz. cyt.

W celu ustalenia i skonkretyzowania elementów/podzespołów BSP, które wymagają szczególnej uwagi i sprawdzenia, postanowiono odwołać się do doświadczenia pilotów. Odpowiedzi na temat przyczyn występowania awarii elementów/podzespołów BSP oraz ich częstotliwość przedstawiono na poniższym wykresie. Jako najczęstsze przyczyny wskazywano: błąd/ingerencję pilota, urządzenia radiowe, uszkodzenie konstrukcji, uszkodzenie śmigieł.



Ryc. 3. Wskazania przyczyn występowania awarii elementów/podzespołów BSP oraz ich częstotliwość

Źródło: R. Fellner, Wyniki ankiety..., dz. cyt.; G. Zawistowski, Sprawozdanie..., dz. cyt.

W celu wyodrębnienia w możliwie najdokładniejszy sposób parametrów, cech i funkcjonalności BSP istotnych w pracy operacyjnej funkcjonariuszy straży pożarnych, podjęto próbę wyspecyfikowania oczekiwań i wymagań pilotów na podstawie udzielonych przez nich odpowiedzi w tym obszarze. Odpowiedzi w oparciu o własne doświadczenia udzieliło 17 pilotów (z jednostek PSP i OSP), członków powołanego przez Komendanta Głównego PSP zespołu roboczego w zakresie grupy nowych wyrobów „Platformy bezzałogowe i autonomiczne”, „Bezzałogowe statki powietrzne”, „Roboty” (więcej informacji

o pracach tego zespołu zamieszczono w rozdziale 2.3. Certyfikacja dronów stosowanych w JOP – brak wymogów dodatkowych). Wyniki przedstawia poniższa tabela.

Tabela 1. Zbiorcze wskazanie wymagań dla aparatury RC/kontrolera i BSP

Lp.	Parametr, cecha, funkcjonalność	Wymagania dla aparatury RC/kontrolera	Wymagania dla bezzałogowego statku powietrznego
1.	Wodoszczelność, odporność na wilgoć i/lub deszcz, odporność na warunki atmosferyczne	X	X
2.	IP, np. 67, odporność na upadek z wysokości przynajmniej 1,5 metra	X	X
3.	Odporność na zakłócenia elektromagnetyczne	X	X
4.	Możliwość planowania nalołów	X	
5.	Ergonomia w każdych warunkach, niska waga	X	
6.	Dobra widoczność ekranu, duża jasność ekranu rzędu 1000 nitów, zapewniająca dobrą widoczność parametrów przy dużym świetle słonecznym. Określony minimalny kontrast/jasność (warunkujący dobrą widoczność nawet w słońce), osłona na monitor/ekran	X	
7.	Dobrze skonstruowany interface	X	
8.	Stabilna łączność/przesył obrazu i telemetry, zmiana parametrów BSP	X	X
9.	Długa praca na akumulatorze, długi czas działania na jednym ładowaniu/baterii	X	X
10.	Intuicyjne w użyciu	X	
11.	Redundantne anteny, ekran mocno przymocowany do aparatury	X	
12.	Możliwość podpięcia do kontrolera szelek, zaawansowane wymagania to: zapisywanie pomiarów z kamery termowizyjnej na wykonanym zdjęciu/filmie oraz możliwość transmisji obrazu online	X	
13.	Duży zasięg	X	X
14.	Dostęp do danych telemetrycznych	X	X
15.	Stabilność poruszania się		X
16.	Szybkie uruchamianie, użycie (rozkładanie, montaż elementów)	X	X
17.	Opcja podłączenia drugiej aparatury i sterowania z niej np. kamerą	X	X
18.	Udostępnianie obrazu (stream)	X	
19.	Geofencing/geocageing	X	X

Źródło: opracowanie własne na podstawie G. Zawistowski, Sprawozdanie..., dz. cyt.

Jak wynika z powyższej analizy, kwestią kluczową dla bezpieczeństwa strażaków-ratowników jest praca na sprzęcie o zwiększonej wytrzymałości (na poziomie niezawodności nawet zbliżonym do lotnictwa załogowego). Służby mundurowe, w szczególności straż pożarna, muszą posługiwać się sprzętem, który będzie sprawnie wykonywał swoją pracę nawet w trudnych warunkach, odbiegających od tych, w których zazwyczaj dronów używają osoby prywatne. Powyższe służby potrzebują opierać swoją pracę na konstrukcjach niezawodnych (ang. *reliability*), a zatem takich, które wykazują wysokie prawdopodobieństwo, że konstrukcja (system) nie ulegnie awarii (będzie wykonywać swoje funkcje) w przyjętym czasie jej eksploatacji i w określonych warunkach³. W literaturze wskazuje się na związane z tym pojęcie ang. *robustness*, co oznacza solidność, wytrzymałość, odporność, czyli mocny i skuteczny we wszystkich lub w większości sytuacji i warunków⁴. Z kolei słownik języka polskiego określa znaczenie słowa niezawodny jako taki, na którym zawsze można polegać, dobrze funkcjonujący⁵. BSP deklarowany przez producenta jako przeznaczony dla służb, musi wykazywać się niską podatnością na niezdatność, czyli stan niezdolności do wypełnienia wymaganej funkcji⁶.

Biorąc pod uwagę poczynione dotychczas ustalenia, doświadczenie zawodowe pilotów i osób realizujących oraz kierujących działaniami ratowniczymi, postawiono tezę, że loty w ramach działalności ratowniczo-gaśniczej są dużo bardziej wymagające niż loty komercyjne czy rekreacyjne. W związku z tym, używane przez strażaków konstrukcje do wykonywania lotów powinny być uprzednio sprawdzane, badane i testowane. Takie działanie pozwoli na obniżenie ryzyka niezdatności do użytkowania, np. awaria BSP w locie, awaria oprogramowania i stacji kontroli naziemnej (ang. *ground control station*, GCS) do poziomu akceptowalnego.

Tego typu działania są powszechnie stosowane w strukturach PSP, dlatego również w przypadku BSP stosuje się dopuszczenie wyrobu do użytkowania⁷. Obowiązek uprzedniego dopuszczenia wyrobów do użytkowania wynika z art. 7 ustawy o ochronie przeciwpożarowej⁸. Uzyskanie przez podmiot świadectwa dopuszczenia to nic innego, jak przejście wyrobu (oferowanego przez podmiot zainteresowany zastosowaniem jego produktu w działaniach PSP) przez proces certyfikacji. Ten proces na potrzeby niniejszego opracowania winien być rozumiany jako potwierdzenie zgodności wyrobu z wymaganiami określonymi w odpowiedniej specyfikacji technicznej np. polskiej normie,

³ JARUS guidelines on SORA, Annex I Glossary of Terms, JAR-DEL-WG6-D.04, 2017, s. 11.

⁴ Tamże.

⁵ <https://sjp.pwn.pl/sjp/niezawodny;2490353.html> [dostęp: 04.10.2021 r.].

⁶ PN-EN-60300-3-1:2005 Zarządzanie niezawodnością – Część 3-1: Przewodnik zastosowań – Techniki analizy niezawodności – Przewodnik metodologiczny, s. 13.

⁷ Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania, (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002).

⁸ Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn. zm.).

dyrektywie czy rozporządzeniu⁹, dokonane przez niezależny podmiot uprawniony do wykonania takiej oceny¹⁰. Specyfikacja techniczna powinna być rozumiana jako dokument określający wymogi techniczne, jakie BSP powinien spełniać¹¹. Zazwyczaj potwierdzeniem spełnienia wymagań formalnoprawnych do dokonywania ocen zgodności ze specyfikacjami technicznymi nazywamy akredytacją. Podmiotem udzielającym akredytacji jest – na mocy prawa międzynarodowego¹² i polskiego¹³ – Polskie Centrum Akredytacji. W zakresie wydawania świadectw dopuszczenia do użytkowania w ochronie przeciwpożarowej podmiotem wydającym świadectwo jest instytut badawczy Państwowej Straży Pożarnej, czyli CNBOP-PIB¹⁴. Akredytowaną komórką, która nadzoruje cały proces dopuszczeń w tym zakresie, jest Jednostka Certyfikująca CNBOP-PIB¹⁵.

2. Certyfikacja BSP – obecny stan prawny

Głównym aktem prawnym, w którym zawarte zostały wymogi w zakresie certyfikacji BSP jest 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 (skonsolidowane z dnia 9 sierpnia 2020 r.¹⁶) zwane dalej rozporządzeniem 2019/945.

Rozporządzenie to wskazuje wyroby, które obejmuje swoim zakresem. Są to:

- systemy bezzałogowych statków powietrznych przeznaczonych do eksploatacji zgodnie z zasadami i warunkami mającymi zastosowanie do operacji bezzałogowych systemów powietrznych w ramach kategorii „otwartej” zgodnie z rozporządzeniem wykonawczym (UE) 2019/947, z wyjątkiem BSP skonstruowanych do użytku prywatnego i opatrzonych etykietą identyfikacyjną klasy określonej w częściach 1–5 załącznika do rozporządzenia, wskazującą, do której z pięciu klas BSP, o których mowa w rozporządzeniu wykonawczym (UE) 2019/947, należy dany BSP,

⁹ Zob. <https://www.pkn.pl/uslugi/certyfikacja> [dostęp: 24.02.2021].

¹⁰ T. Kielbasa, B. Wojtasiak, *Certyfikacja jako narzędzie budowania zaufania do wyrobu lub usługi*, w: *Certyfikacja usług w ochronie przeciwpożarowej*, J. Zboina, P. Gancarczyk (red.), Józefów 2016, s. 73.

¹¹ M. Ostrihansky, M. Szmigiero, *Prawo Dronów Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym*, Warszawa 2020, s. 211.

¹² Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylającego rozporządzenie (EWG) nr 339/93 (Dz.Urz. UE L 218/30 z 13.08.2008).

¹³ Art. 1 ust. 5 ustawy z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. 2016 poz. 542 z późn. zm.).

¹⁴ Art. 7 ust. 2 ustawy o z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie..., dz. cyt.

¹⁵ Zob. https://www.cnbop.pl/swiadectwa_dopuszczenia [dostęp: 24.02.2021].

¹⁶ Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie systemów bezzałogowych statków powietrznych systemów bezzałogowych statków powietrznych z państw trzecich (Dz.U. L 152 z 11.6.2019, s. 1).

- dodatkowe elementy służące ich zdalnej identyfikacji, określone w części 6 załącznika do niniejszego rozporządzenia,
- systemy bezzałogowych statków powietrznych w ramach kategorii „certyfikowanej” i „szczególnej”, jeżeli BSP spełnia któryś z poniższych warunków:
 - jego typowy wymiar wynosi co najmniej 3 m i jest on przeznaczony do eksploatacji nad zgromadzeniami osób,
 - jest przeznaczony do transportu osób,
 - został zaprojektowany do transportu towarów niebezpiecznych, a ograniczenie ryzyka dla osób trzecich w razie wypadku wymaga, by był bardzo solidny,
 - jest eksploatowany w ramach operacji kategorii „szczególnej” określonej w art. 5 rozporządzenia wykonawczego (UE) 2019/947, a w zezwoleniu na eksploatację, wydanym przez właściwy organ po przeprowadzeniu oceny ryzyka przewidzianej w art. 11 rozporządzenia wykonawczego (UE) 2019/947, stwierdzono, że bez certyfikacji bezzałogowego systemu powietrznego nie można odpowiednio ograniczyć ryzyka eksploatacji.

Jak wskazują M. Ostrahansky i M. Szmigiero¹⁷, w myśl przepisów rozporządzenia 2019/945 należy zauważyć, że po pierwsze udostępnienie produktu na rynku oznacza dowolną formę jego dostarczenia na rynek Unii Europejskiej w ramach działalności handlowej, a pojęcie to należy odróżnić od wprowadzenia do obrotu, które oznacza udostępnienie danego produktu na rynku unijnym po raz pierwszy. Po drugie, spełnienie wymogów przedmiotowego rozporządzenia to spełnienie ich łącznie z wymogami postawionymi w jego załącznikach. Po trzecie, regulacja wprowadza dodatkowy warunek, który musi być spełniony łącznie (jak jest napisane w art. 5 ust. 1 „nie stanowi zagrożenia dla zdrowia ani bezpieczeństwa osób, zwierząt ani mienia). Jak słusznie zauważa doktryna, jest to odwołanie do innych, ale nie wskazanych bezpośrednio w przepisie, norm i przepisów zarówno unijnych, jak i krajowych, w tym m.in. do dyrektywy zabawkowej¹⁸, dyrektywy ws. harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich dotyczących udostępniania na rynku urządzeń radiowych¹⁹ czy dyrektywy ws. ogólnego bezpieczeństwa produktów²⁰. Dodatkowo należy się przychylić do stanowiska doktryny²¹ wskazującego, że rozporządzenie nakłada na państwa członkowskie powinność podjęcia stosownych kroków zmierzających do zapewnienia, aby BSP udostępniane na rynku

¹⁷ M. Ostrahansky, M. Szmigiero, *Prawo dronów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym*, Warszawa 2020, s. 202.

¹⁸ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/48/WE z dnia 18 czerwca 2009 r. w sprawie bezpieczeństwa zabawek (Dz.Urz. WE L170/1 z 30.06.2009).

¹⁹ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/53/UE z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich dotyczących udostępniania na rynku urządzeń radiowych i uchylająca dyrektywę 1999/5/WE (Dz.Urz. UE. L. 153/62 z 22.05.2014).

²⁰ Dyrektywa 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów (Dz.Urz. WE. L 11/4 z 3.12.2002).

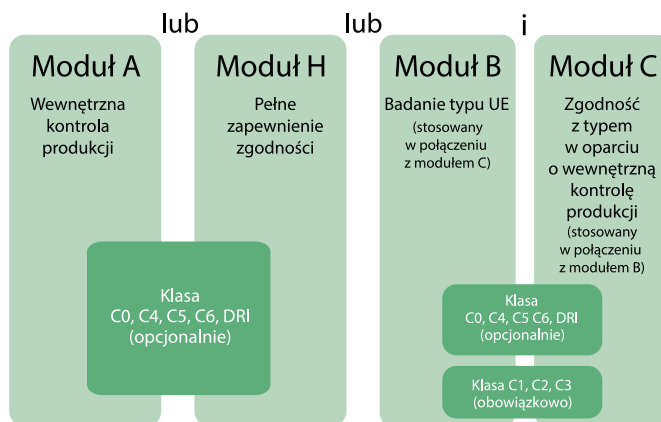
²¹ M. Ostrahansky, M. Szmigiero, *Prawo dronów ...*, dz. cyt. s. 203.

wewnętrznym Unii nie stanowiły zagrożenia dla zdrowia i bezpieczeństwa osób, zwierząt czy mienia. Aby cel ten osiągnąć, można skorzystać z prawodawstwa krajowego, co jest nie tylko dopuszczalne, ale wręcz pożądane. Nie jest to jednak zadanie ani proste, ani łatwe, wszak nie jest dopuszczalne doprecyzowywanie prawodawstwem krajowym niejasności wynikających z prawodawstwa unijnego.

2.1. Moduły H oraz B i C – certyfikacja w oparciu o rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/ 945

Art. 13 ust. 2 rozporządzenia (UE) 2019/945²² wskazuje, że ocenę zgodności można przeprowadzić w oparciu o następujące procedury:

- wewnętrzna kontrola produkcji, jak określono w części 7 załącznika, przy ocenie zgodności produktu z wymogami określonymi w częściach 1, 5 lub 6 załącznika, pod warunkiem że producent zastosował normy zharmonizowane wskazane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej w odniesieniu do wszystkich wymogów, dla których one istnieją (moduł A);
- badania typu UE poprzedzające ocenę zgodności z typem w oparciu o wewnętrzną kontrolę produkcji określoną w części 8 załącznika (moduł B i C);
- ocena zgodności oparta na kompleksowym systemie zapewniania jakości, jak określono w części 9 załącznika, z wyjątkiem oceny zgodności produktu, który jest zabawką w rozumieniu dyrektywy 2009/48/WE (moduł H).



Ryc. 4. Graficzne przedstawienie możliwości dokonania oceny zgodności w różnych modułach
Źródło: opracowanie własne na podstawie rozporządzenia UE 2019/945.

²² Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r.

Biorąc pod uwagę możliwy udział CNBOP-PIB w certyfikacji na podstawie rozporządzenia UE 2019/945, niniejszy artykuł zawiera opis certyfikacji dotyczący modułów H oraz B i C, gdzie udział ma jednostka notyfikowana.

Moduł H, czyli kompleksowy system zapewnienia jakości, opisany został w części 9 załącznika z wyłączeniem oceny zgodności wyrobów, które są zabawką w rozumieniu dyrektywy zabawkowej²³. Definicja oceny zgodności przeprowadzonej w tym module, jak wskazano w pkt 1 załącznika, oparta jest na pełnym zapewnieniu jakości. Jest to procedura oceny zgodności, w której producent wywiązuje się z obowiązków określonych w pkt 2 i 5 oraz na swoją wyłączną odpowiedzialność zapewnia i oświadcza, że dane produkty spełniają mające do nich zastosowanie wymogi części 1–6.

Należy podkreślić, że system jakości zgodnie z pkt 2 załącznika musi zapewniać zgodność produktu z wymogami niniejszego rozporządzenia, w związku z czym wszystkie elementy, wymogi i przepisy przyjęte przez producenta są w systematyczny i uporządkowany sposób dokumentowane na piśmie, w formie strategii, procedur i instrukcji. Dokumentacja systemu jakości umożliwia spójną interpretację programów, planów, instrukcji i zapisów dotyczących jakości. Rolą jednostki notyfikowanej jest ocena systemu jakości, pozwalająca na stwierdzenie, czy spełnia on wymogi załącznika i ogólnie rozporządzenia. Należy zwrócić szczególną uwagę, że zgodnie z pkt 3 ppkt 3 jednostka notyfikowana przyjmuje domniemanie zgodności z tymi wymogami w odniesieniu do elementów systemu jakości zgodnych z odpowiednimi specyfikacjami właściwej normy zharmonizowanej. O decyzji powiadamia się producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela. Powiadomienie zawiera wnioski z audytu oraz uzasadnioną decyzję dotyczącą oceny. Istotą systemu w module H jest zobowiązanie się producenta do wypełnienia obowiązków wynikających z zatwierdzonego systemu jakości oraz utrzymywania go tak, aby był adekwatny i skuteczny²⁴.

Moduł B i C to inaczej badania typu UE poprzedzające ocenę zgodności z typem w oparciu o wewnętrzną kontrolę produkcji określoną w części 8 załącznika rozporządzenia. Moduł B stanowi część oceny zgodności przeprowadzanej przez jednostkę notyfikowaną, w której jednostka, zgodnie z częścią 8 pkt 1 załącznika, bada projekt techniczny wyrobu, weryfikuje i poświadcza spełnienie przez projekt techniczny produktu wymogów części 1–6, 16, 17 załącznika do rozporządzenia. W pkt 2 tej części załącznika zawiera się doprecyzowanie wskazujące, że badanie polega na ocenie adekwatności projektu technicznego produktu, co odbywa się poprzez zbadanie:

- dokumentacji technicznej²⁵,
- dowodów potwierdzających, o których mowa w pkt 3 części 8 załącznika.

²³ Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/48/WE z dnia 18 czerwca 2009 r. w sprawie bezpieczeństwa zabawek (Dz.Urz. WE L170/1 z 30.06.2009).

²⁴ M. Ostrihansky, M. Szmigiero, *Prawo dronów...*, dz. cyt., s. 217.

²⁵ Zob. pkt 4.5 artykułu.

W dowodach tych wymienia się wszelkie wykorzystane dokumenty, zwłaszcza jeżeli nie zastosowano wcale lub w pełni odpowiednich norm zharmonizowanych lub specyfikacji technicznych. W pewnych przypadkach dowody potwierdzające obejmują wyniki testów przeprowadzonych zgodnie z innymi właściwymi specyfikacjami technicznymi przez odpowiednie laboratorium producenta lub przez inne laboratorium badawcze w jego imieniu i na jego odpowiedzialność,

- poprzez ocenę reprezentatywnych dla planowanej produkcji próbek co najmniej jednej z istotnych części produktu, jednostka notyfikowana może żądać dostarczenia kolejnych próbek, jeśli jest to niezbędne do przeprowadzenia programu badań (połączenia typu produkcji i typu projektu)²⁶.

Jak wskazuje pkt 4 załącznika w odniesieniu do produktu jednostka notyfikowana bada dokumentację techniczną i dowody służące ocenie adekwatności projektu technicznego produktu, natomiast w odniesieniu do badanej próbki lub badanych próbek:

- sprawdza, czy próbkę lub próbki wyprodukowano zgodnie z dokumentacją techniczną, identyfikując elementy, które zaprojektowano zgodnie z obowiązującymi przepisami odpowiednich norm zharmonizowanych lub specyfikacji technicznych, oraz elementy, które zaprojektowano bez zastosowania odpowiednich przepisów tych norm;
- przeprowadza odpowiednie badania i testy lub zleca ich przeprowadzenie, aby – w przypadku gdy producent zdecydował się na zastosowanie rozwiązań określonych w odpowiednich normach zharmonizowanych lub specyfikacjach technicznych – sprawdzić, czy zastosowano je prawidłowo;
- przeprowadza odpowiednie badania i testy lub zleca ich przeprowadzenie, aby – w przypadku gdy producent nie zdecydował się na zastosowanie rozwiązań określonych w odpowiednich normach zharmonizowanych lub specyfikacjach technicznych – sprawdzić, czy rozwiązania przyjęte przez producenta spełniają odnośne zasadnicze wymogi aktu prawnego;
- uzgadnia z producentem miejsce przeprowadzenia testów i prób.

W przypadku gdy badany produkt spełnia wymogi określone w rozporządzeniu, jednostka notyfikowana wydaje producentowi certyfikat badania typu UE. W przypadku braku spełnienia wymagań jednostka notyfikowana odmawia wydania certyfikatu, jednocześnie informując o powodach odmowy producenta. W przypadku wprowadzania zmian w produkcji, wnioskodawca jest zobowiązany do poinformowania o tym fakcie jednostki notyfikowanej, która ocenia, czy należy dokonać powtórzenia wybranych badań, czy też całego ich zakresu (w zależności od zmiany).

Moduł C, czyli zgodność z typem w oparciu o wewnętrzną kontrolę produkcji, to część procedury oceny zgodności, w której producent wywiązuje się z obowiązków

²⁶ M. Ostrihansky, M. Szmigiero, *Prawo dronów...*, dz. cyt., s. 210.

dotyczących produkcji i znakowania CE oraz deklaracji zgodności UE, a także zapewnia i oświadcza, że dane produkty są zgodne z typem opisanym w certyfikacie badania typu UE i spełniają mające do nich zastosowanie wymogi rozporządzenia 2019/945. Obowiązkiem producenta w zakresie produkcji jest podjęcie wszelkich niezbędnych środków, aby proces wytwórczy i jego monitorowanie zapewniały zgodność wytwarzanych produktów z zatwierdzonym typem opisanym w certyfikacie badania typu UE oraz mającymi zastosowanie wymogami określonymi w częściach 1–6, 16 i 17. Oznacza to „konieczność takiego prowadzenia produkcji i jej ciągłego monitorowania, aby produkt finalny, który będzie przedmiotem udostępnienia na rynku, był zgodny z uzyskanym przez producenta badaniem typu UE”²⁷ oraz rozporządzeniem.

O oznakowaniu CE oraz deklaracji zgodności napisano szczegółowo w rozdziałach 3.2 i 4.

2.2. Certyfikacja a brak normy zharmonizowanej

Producenci prześcigają się w deklaracjach odnośnie możliwości swoich produktów, aby wyróżnić się na tle konkurencji, odpowiedzieć na potrzeby rynku. Należy jednakże mieć na uwadze, że do tych deklaracji trzeba podchodzić bardzo ostrożnie, gdyż nie zawsze stoją za nimi dowody w postaci niezależnego procesu weryfikacji podzespołów, osiągu czy parametrów. A zatem potwierdza się teza, że zasadne jest opracowanie norm i standardów określających w sposób powtarzalny i wiarygodny rzeczywiste możliwości i parametry BSP. Analiza literaturowa wykazała, że nie istnieje żadna norma badawcza określająca sposób weryfikowania parametrów i funkcjonalności BSP objętych regulacjami UE, tudzież sprawdzania ich niezawodności czy wytrzymałości.

Zgodnie z sekcją 3. rozporządzenia 2019/945 przyjęto, że domniemanie zgodności następuje w przypadku, gdy wyrób jest zgodny z normą zharmonizowaną, wskazaną w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej lub jej częściami oraz spełnia objęte tą normą lub jej częściami wymogi części 1–6 załącznika niniejszego rozporządzenia.

Wśród opisanych w ww. rozporządzeniu procedur oceny zgodności należy wymienić:

- wewnętrzną kontrolę produkcji, przy ocenie zgodności produktu z wymogami określonymi w częściach 1, 5 lub 6 załącznika do rozporządzenia, pod warunkiem że producent zastosował normy zharmonizowane wskazane w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej w odniesieniu do wszystkich wymogów, dla których one istnieją;
- badania typu UE poprzedzające ocenę zgodności z typem w oparciu o wewnętrzną kontrolę produkcji;

²⁷ M. Ostrihansky, M. Szmigiero, *Prawo dronów...*, dz. cyt., s. 214.

- ocenę zgodności opartą na kompleksowym systemie zapewniania jakości, z wyjątkiem oceny zgodności produktu, który jest zabawką w rozumieniu dyrektywy 2009/48/WE, w której główny techniczny dokument odniesienia stanowi norma zharmonizowana.

Na dzień opracowania materiału w Dzienniku Urzędowym Unii Europejskiej nie została opublikowana żadna norma zharmonizowana obejmująca swoich zakresem wymagania stawiane BSP. Prace nad wydaniem norm w tym zakresie trwają od 2018 roku. W Komitecie Technicznym ASD-STAN²⁸ działającym przy Europejskim Komitecie Normalizacji (CEN) toczą się prace nad projektami 8 norm²⁹:

- prEN 4709-001 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 001: Product requirements and verification”,
- prEN 4709-002 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 002: Direct Remote identification”,
- prEN 4709-003 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 003: Geo-awareness requirements”,
- prEN 4709-004 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 004: Lighting requirements”,
- prEN 4709-005 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 005: General product requirements for different UAS classes operating under declaration”,
- prEN 4709-006 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 006: Means to Terminate Flight, requirements and verification”,
- prEN 4709-007 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Part 007: Accessories kits”,
- prEN 4709-008 “Aerospace series – Unmanned Aircraft Systems – Verification method for the Geocaging function”.

Zgodnie z wymaganiami rozporządzenia 2019/945 w module B jest możliwość zastosowania rozwiązań określonych w specyfikacji technicznej, a nie normie zharmonizowanej. W badaniach typu UE może to być alternatywa, gdy nie istnieje dla nich norma zharmonizowana. Dodatkowo ten sam moduł umożliwia zastosowanie przez producenta tylko zasadniczych wymogów aktu prawnego, w przypadku gdy producent nie zdecyduje się na zastosowanie rozwiązań określonych w odpowiednich normach zharmonizowanych lub specyfikacjach technicznych. Takiego rozwiązania nie przewidują inne moduły oceny zgodności.

²⁸ <https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:105:0::::> [dostęp: 13.11.2021].

²⁹ https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:22:0::::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:6378,25&cs=1E-AED55E8D11445412C87CA39C15B30CF [dostęp: 14.11.2021].

2.3. Certyfikacja dronów stosowanych w JOP – brak wymogów dodatkowych

Bazując na dostępnych bazach danych i repozytoriach, zidentyfikowano 669 gotowych norm i projektów standardów³⁰ w odniesieniu do systemów bezałogowych statków powietrznych. W wyniku analizy stwierdzono, że żadne nie odnoszą się do szczególnych zastosowań, np. w ochronie przeciwpożarowej i ratownictwie³¹. Możliwość użycia BSP do działań ratowniczo-gaśniczych determinuje wymóg, że używana konstrukcja powinna być solidna i wiarygodna. Ma być ona narzędziem, na którym strażak może polegać niezależnie od warunków, które – jak wskazuje praktyka – nierzadko są wymagające i trudne. W tym miejscu należy też podkreślić znaczenie czasu, będącego jednym z kluczowych aspektów skutecznego prowadzenia działań. Często to sekundy decydują o życiu, które stanowi niepowtarzalne i nieodtwarzalne dobro człowieka³². Funkcjonariusz PSP czy druh OSP, w przypadku gdy ratuje życie bądź zdrowie człowieka, nie powinien zastanawiać się, czy użyta konstrukcja „nie rozleci się w powietrzu”.

Drony są stosunkowo nowym wyrobem wykorzystywanym podczas akcji ratowniczo-gaśniczych, w porównaniu na przykład do hydraulicznych narzędzi ratowniczych. Ich wykorzystywanie może poprawić jakość i szybkość reakcji ratowników podczas prowadzonych działań.

W związku z wymagającymi warunkami, podczas których wykorzystywane są niektóre wyroby, ustawodawca uchwalił rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002). Rozporządzenie to po trzech latach zostało zastąpione rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 27 kwietnia 2010 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2010 Nr 85, poz. 553) oraz rozporządzeniem Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 18 maja 2018 r. zmieniającym rozporządzenie w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2018 poz. 984).

³⁰ <https://standards.aw-drones.eu/> [dostęp: 15.11.2021].

³¹ Podczas opracowywania metodyk badawczych w 2021 r. autorzy zaobserwowali, że niektóre z nich mogą stanowić źródło inspiracji i dobrych praktyk.

³² J. Giezek, R. Kokot, *Granice ludzkiego życia a jego prawna ochrona*, w: *Prawa i wolności obywatelskie w Konstytucji RP*, B. Banaszak, A. Preisner (red.), Warszawa 2002, s. 101, cyt. za: P. Kuczma, *Prawna ochrona życia*, w: *Realizacja i ochrona konstytucyjnych wolności i praw jednostki w polskim porządku prawnym*, M. Jabłoński (red.), Wrocław 2014, s. 29.

Rozporządzenia w swojej treści zawierają wymagania techniczno-użytkowe dla wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia, życia i mienia, wprowadzanych do użytkowania w jednostkach ochrony przeciwpożarowej oraz wykorzystywanych przez te jednostki do alarmowania o pożarze lub innym zagrożeniu oraz do prowadzenia działań ratowniczych, a także dla wyrobów stanowiących podręczny sprzęt gaśniczy.

W wykazie wyrobów ujętym w rozporządzeniu nie widnieją jednak bezzałogowe statki powietrzne. Może to wynikać to z faktu, że BSP były i nadal są szybko rozwijającą się technologią. Dlatego, jak przy każdej nowej dysruptywnej innowacji, tak i w tym przypadku najpierw powinny zostać zgromadzone odpowiednie dane na temat eksploatacji i zawodności, a także podjęte badania i prace badawcze mające na celu opisanie nowej technologii i jej użycia. Stąd też początkowa trudność w sformułowaniu dodatkowych wymagań dla ich zastosowań w działaniach ratowniczo-gaśniczych. Było to tym trudniejsze, że brak jest zatwierdzonego technicznego dokumentu odniesienia zawierającego podstawowe wymagania, jakie powinny spełniać BSP.

2.4. Certyfikacja BSP w przyszłości

Zgodnie z artykułem 20 rozporządzenia 2019/947 w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych³³ BSP wprowadzone do użytkowania przed 1 stycznia 2023 r. mogą być nadal eksploatowane bez konieczności dostosowywania ich do wymagań zawartych w rozporządzeniu 2019/945 – kategoria A1 dla maksymalnej masy startowej mniejszej niż 250 g z obciążeniem użytkowym oraz kategoria A3 dla maksymalnej masy startowej mniejszej niż 25 kg razem z paliwem i obciążeniem użytkowym.

3. Ustanowienie wymagań dla dronów stosowanych w PSP – świadectwa dopuszczenia

Na podstawie ustawy o PSP³⁴ centralnym organem administracji rządowej w sprawach organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego oraz ochrony przeciwpożarowej jest Komendant Główny Państwowej Straży Pożarnej. Rekomendacja dla ministra w zakresie wpisania BSP do wykazu wyrobów, które muszą uzyskać stosowne dopuszczenia, będzie należała do Komendanta Głównego PSP. Mając na uwadze dynamiczny

³³ Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych (Dz.U. L 152 z 11.6.2019, s. 45)

³⁴ Art. 9 ustawy o z dnia 24 sierpnia 1991 r., dz. cyt.

postęp systemów bezzałogowych oraz dostrzegając w nich przydatne narzędzie, wyrób służący zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego, ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także uwzględniając potrzebę weryfikacji parametrów i osiągnięć pojazdów bezzałogowych, należy zwrócić szczególną uwagę na aspekt powołania przez Komendanta Głównego PSP³⁵ decyzją nr 51 z dn. 04.06.2020 r. zespołu roboczego ds. nowych wyrobów tj. „Platform bezzałogowych i autonomicznych”, „Bezzałogowych statków powietrznych”, „Robotów”³⁶. Zadaniem zespołu jest przede wszystkim dokonanie analizy możliwości takiego sformułowania wymagań techniczno-użytkowych, aby zapewniały one przez cały okres użytkowania określone właściwości lub parametry systemów bezzałogowych (latających, jeżdżących i pływających), które są istotne w pracy operacyjnej jednostek ochrony przeciwpożarowej. Rolą zespołu jest także opracowanie metodyk badawczych oraz metod umożliwiających sprawdzenie wiarygodności i powtarzalności parametrów platform. Zespół ma również obowiązek sformułować szczegółowe rekomendacje dotyczące dalszych działań w odniesieniu do tej specyficznej grupy wyrobów. Do września 2021 r. zespół opracował roboczy materiał zawierający proponowane wymagania techniczno-użytkowe dla BSP.

3.1. Oznakowanie bezzałogowego systemu powietrznego oraz dokumenty towarzyszące temu oznakowaniu

Każdy wyrób wprowadzany na rynek powinien posiadać znakowanie, na podstawie którego będzie go można zidentyfikować. W przypadku BSP regulacje dotyczące znakowania opublikowano w artykule 6 ust. 2 rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich.

Oznakowanie CE, etykietę identyfikacyjną klasy bezzałogowego statku powietrznego oraz w stosownych przypadkach oznaczenie poziomu mocy akustycznej umieszcza się na produkcie przed wprowadzeniem go do obrotu.

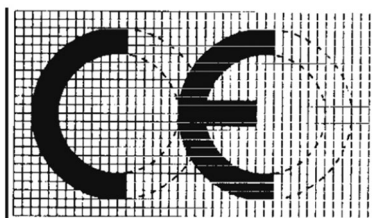
³⁵ Decyzja nr 51 Komendanta Głównego PSP z dn. 04.06.2020 r.

³⁶ W ramach zespołu powołanego przez Komendanta Głównego Państwowej Straży Pożarnej do monitorowania zmian w rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002 z późn. zm.) w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania.

3.2. Oznakowanie CE

Rozporządzenie wskazuje, że jeżeli procedura oceny zgodności wykaże zgodność produktu z wymogami części 1–6 załącznika do rozporządzenia, tj. z wymogami dotyczącymi bezzałogowych systemów powietrznych klasy C0–C6, to wymogi te dotyczą również dodatkowych elementów konstrukcji służące do jednoznacznej zdalnej identyfikacji, o ile konstrukcja je zawiera. W przypadku spełnienia wszystkich wymogów rozporządzenia i otrzymania certyfikatu, producenci sporządzają deklarację zgodności UE i umieszczają oznakowanie CE.

Oznakowanie znakiem CE, zgodnie z art. 15 rozporządzenia 2019/945 określa art. 30 rozporządzenia Parlamentu Europejskiego i Rady (we) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiającego wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 339/93. Zasady i warunki umieszczania oznakowania CE zostały też przybliżone w art. 16 rozporządzenia 2019/945. Zgodne z rozporządzeniem 765/2008 oznakowanie CE może zostać umieszczone wyłącznie przez producenta lub jego upoważnionego przedstawiciela. Załącznik II rozporządzenia 765/2008 przedstawia oznakowanie CE w sposób zaprezentowany na poniższej rycinie, wysokość znakowania powinna wynosić co najmniej 5 mm. Oznakowanie CE może być umieszczane wyłącznie na produktach, dla których jest to przewidziane na mocy szczegółowych wspólnotowych przepisów harmonizacyjnych oraz nie może być umieszczane na żadnych innych produktach.



Ryc. 5. Oznakowanie CE

Źródło: rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (we) nr 765/2008, dz. cyt.

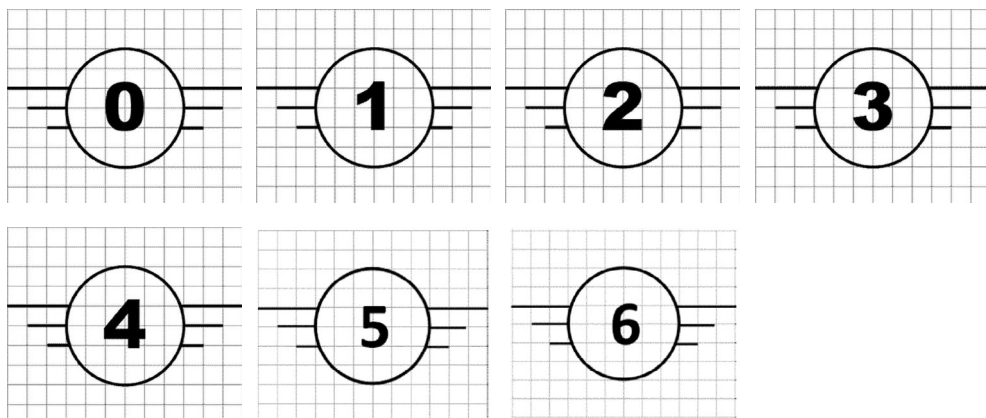
W momencie oznakowania wyrobu znakiem CE, producent bierze odpowiedzialność za zgodność produktu ze wszystkimi obowiązującymi wymaganiami związanymi z warunkami takiego znakowania, tzn. że niniejsze oznakowanie jest jednoznaczne z potwierdzeniem zgodności produktu z obowiązującymi wymaganiami. Umieszczanie na produkcie oznakowań, znaków i napisów, które mogą wprowadzać w błąd jest

bezwzględnie zabronione³⁷. Inne oznakowania mogą być umieszczane na produkcie pod warunkiem, że nie wpłyną one niekorzystnie na rozpoznawalność, czytelność i znaczenie oznakowania.

W przypadku zastosowania procedury oceny zgodności według modułu H, wraz ze znakowaniem CE konieczne jest podanie numeru identyfikacyjnego jednostki notyfikowanej. Niniejszy numer umieszcza jednostka notyfikowana lub według instrukcji jednostki notyfikowanej, producent lub jego upoważniony przedstawiciel.

3.3. Etykieta identyfikacyjna klasy BSP

W częściach 1–6 załącznika do rozporządzenia 2019/945 wskazane zostały etykiety identyfikujące poszczególne klasy BSP. Rodzaj klasy określany jest na podstawie spełnienia szczegółowych wymagań zawartych w wyżej wskazanych częściach załącznika. Zgodnie z art. 16 rozporządzenia etykieta identyfikacyjna klasy BSP musi być umieszczona w sposób widoczny, czytelny i trwały bezpośrednio na bezzałogowym statku powietrznym oraz na jego opakowaniu. Etykieta musi mieć co najmniej 5 mm wysokości. Zakazane zostało umieszczanie innego oznakowania, znaków i napisów, które mogą wprowadzać w błąd. Poniżej zaprezentowane zostaną niniejsze etykiety dla klas C0, C1, C2, C3, C4, C5, C6. W przypadku elementów służących do jednoznacznej zdalnej identyfikacji nie wskazano dla nich wytycznych dotyczących etykiety.



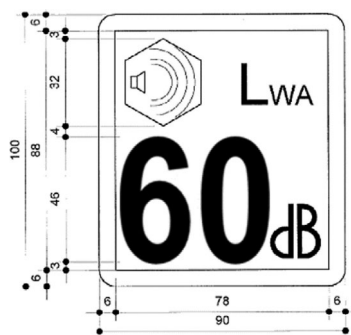
Ryc. 6. Etykiety identyfikujące klasy BSP

Źródło: części 1–5, 16, 17 rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r., dz. cyt.

³⁷ Art. 16 ust 2 rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich (Dz.U. L 152 z 11.6.2019 z późn. zm.).

3.4. Oznaczenie poziomu mocy akustycznej

Oznaczenie poziomu mocy akustycznej umieszcza się w przypadku BSP w klasach C1, C2, C3, C5 i C6. Musi być ono widoczne, czytelne i trwałe, umieszczone bezpośrednio na bezzałogowym statku powietrznym, chyba że nie jest to możliwe lub nie jest uzasadnione ze względu na wielkość produktu. Musi być ono również umieszczone na opakowaniu. Oznaczenie gwarantowanego poziomu mocy akustycznej jest w formie liczbowej mierzonej w dB z oznaczeniem L_{WA}, jak przedstawiono na poniższej rycinie.



Ryc. 7. Oznaczenie gwarantowanego poziomu mocy akustycznej

Źródło: część 14 rozporządzenia delegowanego Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r., dz. cyt.

Możliwe jest zastosowanie innych wymiarów oznakowania, jednak konieczne jest zachowanie proporcji powyższej ryciny z zastrzeżeniem, że pionowy wymiar oznaczenia nie powinien być mniejszy niż 20 mm.

4. Deklaracja zgodności UE

Artykuł 14 rozporządzenia 2019/945³⁸ wskazuje, że deklaracja zgodności UE musi zawierać zapis, że wykazano zgodność produktu z wymogami części 1–6 załącznika rozporządzenia 2019/945 i w przypadku bezzałogowego systemu powietrznego określa jego klasę. Zgodnie z częścią 11 załącznika, deklaracja zgodności UE musi zawierać następujące informacje, które muszą być systematycznie aktualizowane wraz z przykładem zaproponowanym przez autorów. Deklaracja musi być przetłumaczona na język lub języki wymagane przez państwo członkowskie, w którym produkt wprowadza się do obrotu lub udostępnia na rynku.

³⁸ Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r., dz. cyt.

Deklaracja zgodności nr

1. Typ: XYZ, nr partii: xyz, numer seryjny xyz.
2. XYZ, ul. Dronowa 1; 01-234 Dronowo.
3. „Niniejsza deklaracja zgodności wydana zostaje na wyłączną odpowiedzialność producenta”.
4. Przedmiot deklaracji: xyz.
5. Opisany powyżej przedmiot deklaracji należy do klasy Cx.
6. Gwarantowany poziom mocy akustycznej dla wyposażenia tego bezzałogowego systemu powietrznego wynosi y dB (A).
7. Opisany powyżej przedmiot niniejszej deklaracji jest zgodny z odpowiednimi wymogami unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego: xyz, w stosownych przypadkach z innymi aktami unijnego prawodawstwa harmonizacyjnego.
8. Norma zharmonizowana EN xyz:20xx z dnia xx.yy.zzzz lub Specyfikacja techniczna o nr xyz z dnia xx.yy.zzzz.
9. Jednostka notyfikowana XYZ, nr ABC przeprowadziła [opis interwencji] i wydała certyfikat badania typu UE.
10. Opis akcesoriów i elementów, w tym oprogramowania, które umożliwiają eksploatację bezzałogowego statku powietrznego lub bezzałogowego systemu powietrznego zgodnie z przeznaczeniem i zakresem deklaracji zgodności UE – jeżeli dotyczy.
11. Dodatkowe informacje:
Podpisano w imieniu: XYZ, Dronowo xx.yy.zzzz: Jan Dron [podpis].

Zgodnie z art. 6 ust. 8 rozporządzenia, możliwe jest zastosowanie uproszczonej deklaracji zgodności UE. Informacje tam zawarte również muszą być systematycznie aktualizowane. W części 12 załącznika rozporządzenia 2019/945 wskazano, że uproszczoną deklarację należy sformułować w następujący sposób:

[Nazwa producenta] *niniejszym oświadcza, że bezzałogowy system powietrzny* [identyfikacja bezzałogowego systemu powietrznego: typ lub numer seryjny] *należy do klasy ...* [podać numer klasy produktu zgodnie z kategoriami określonymi w częściach 1–5 załącznika rozporządzenia], *a jego gwarantowany poziom mocy akustycznej wynosi ... dB(A)* [tylko dla bezzałogowych systemów powietrznych innych niż stałopłaty klas 1–3], *oraz spełnia wymogi przepisów...* [wykaz wszystkich aktów prawnych, których wymogi produkt spełnia]. *Pełna deklaracja zgodności UE jest dostępna na stronie internetowej*: [adres strony internetowej].

Poniżej przedstawiono propozycje zapisów skróconej deklaracji w zależności od klasy BSP, w pierwszym przypadku dla klasy innej niż C1–C3, w drugim przypadku dla klas C1–C3:

XYZ niniejszym oświadcza, że bezzałogowy system powietrzny ABC należy do klasy Cx, a jego gwarantowany poziom mocy akustycznej wynosi y dB(A), oraz spełnia wymogi przepisów xyz. Pełna deklaracja zgodności UE jest dostępna na stronie internetowej: www.xyz.zx

XYZ niniejszym oświadcza, że bezzałogowy system powietrzny ABC należy do klasy Cy oraz spełnia wymogi przepisów xyz. Pełna deklaracja zgodności UE jest dostępna na stronie internetowej: www.xyz.zx

Deklaracja musi być przetłumaczona na język lub języki wymagane przez państwo członkowskie, w którym produkt jest wprowadzany do obrotu lub udostępniany na rynku. Ten sam wymóg tłumaczenia dotyczy również pełnego tekstu deklaracji zgodności UE, który jest udostępniany pod adresem internetowym wskazanym w uproszczonej deklaracji zgodności UE.

Możliwe jest, że dany wyrób podlega więcej niż jednemu aktowi prawa Unii wymagającemu deklaracji zgodności UE. W takim przypadku sporządzana jest jedna deklaracja zgodności UE odnosząca się do wszystkich takich aktów prawa Unii. Deklaracja ta wskazuje odpowiednie unijne akty prawne, łącznie z ich adresami publikacyjnymi. Deklaracja zgodności UE jest potwierdzeniem, że producent przyjmuje odpowiedzialność za zgodność wyrobu z określonymi wymogami.

Zgodnie z art. 6 ust. 3 przedmiotowej ustawy³⁹ producenci przechowują dokumentację techniczną oraz deklarację zgodności UE przez 10 lat po wprowadzeniu produktu do obrotu.

4.1. Zawartość dokumentacji technicznej

Jednym z zagadnień, które wymaga usystematyzowania i opracowania w ramach tematyki świadectw dopuszczenia dla bezzałogowych statków powietrznych, jest niewątpliwie rozszerzenie zawartości dokumentacji technicznej dla BSP o elementy charakterystyczne, unikalne dla tego produktu.

Zawartość dokumentacji technicznej charakteryzującej BSP i załączanej do sprzedawanych urządzeń odgrywa niebagatelną rolę przede wszystkim (ale nie wyłącznie) w budowie zaufania do produktu, jakim jest BSP, zapewnieniu spełnienia wymagań rozporządzenia 2019/945, a także w zwiększaniu bezpieczeństwa użytkownika. W ocenie autorów niniejszego artykułu stanowi także swego rodzaju zobowiązanie producenta do dostarczenia sprawdzonych, opartych na praktyce i badaniach, a zatem najlepszych procedur, zaleceń i wytycznych.

³⁹ Tamże.

Rozporządzenie⁴⁰ przedstawia także zawartość wymaganej dokumentacji technicznej, która została wyliczona dokładnie, lecz nie enumeratywnie. Warto dlatego podkreślić, że nie ma ona charakteru zamkniętego, bowiem pada stwierdzenie, że zawiera ona „co najmniej następujące elementy”, a zatem producent nie musi ograniczać się jedynie do tych wymienionych. Zdaniem autorów, wymienione elementy nie wyczerpują zestawu treści, które producent może i powinien dostarczyć zarówno jednostce oceniającej zgodność z wymogami rozporządzenia, jak i użytkownikowi.

Dodatkowe treści wynikają z innych aktów prawnych⁴¹, a także mogą być pochodną doświadczenia pilotów i operatora. Przykładowo warto zarekomendować, aby dokumentacja techniczna, w tym instrukcje, zawierała zestawienie używanych definicji i pojęć. Z racji dystrybucji BSP do krajów o różnych prawodawstwach (spoza UE) taki wykaz pozwala na jednoznaczne wyjaśnienie pojęć, eliminując prawdopodobieństwo niezrozumienia i błędnej interpretacji znaczeń. Co ciekawe, zasadność takiego wykazu potwierdza również lektura jednego z raportów brytyjskiego organu badającego wypadki lotnicze. W badaniu z 2020 r. dotyczącym wypadku czterowirnikowca DJI Matrice 210 organ zauważa, że choć producent w instrukcji użytkownika zakazał latania, gdy wielkość opadów przekracza 10 mm/h, i napisał, że „w stabilnych warunkach laboratoryjnych seria Matrice 200 osiąga stopień ochrony IP43 zgodnie z normami IEC60529”, to jednak „ten stopień ochrony nie jest stały i może z czasem ulec zmniejszeniu po długotrwałym użytkowaniu”⁴². Co więcej, producent nie zawarł informacji ani na temat tego, co rozumie pod pojęciem „długotrwałego użytkowania” oraz jak je definiować (czy chodzi o 100, a może 1000 godzin lotu?), ani nie podał wskazówek, jak ustalić, czy stopień ochrony IP43 uległ pogorszeniu, ani w jaki sposób zmierzyć poziom opadów (czy bazować na danych krajowego biura meteorologicznego? czy danych lotniskowych biur meteorologicznych?).

Następnymi elementami koniecznymi do uwzględnienia w dokumentacji i instrukcjach są bez wątpienia warunki gwarancji na bezzałogowe statki powietrzne i elementy systemów bezzałogowych statków powietrznych (SBSP). Zawarte zobowiązania i informacje o tym, co dokładnie jest objęte gwarancją producenta, zwiększa nie tylko świadomość użytkownika produktu, ale może także stanowić istotną informację dla ubezpieczycieli.

Wspominając o elementach SBSP, nie można pominąć aspektu ewentualnej zmiany konfiguracji BSP. Producent powinien jasno określić, jakie systemy zewnętrzne i podzespoły można dodatkowo montować na platformie bez uszczerbku dla warunków gwarancji

⁴⁰ Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r., dz. cyt.

⁴¹ Załącznik IX „Zasadnicze wymogi dotyczące bezzałogowych statków powietrznych”, 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 (Dz.U.UE.L.2018.212.1 z późn. zm.); rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.

⁴² AAIB Bulletin: 1/2020 DJI Matrice 210, no. EW/C2019/03/02, Air Accidents Investigation Branch, ISSN 0309-4278, s. 15.

i ubezpieczenia (tzw. dedykowane urządzenia). Chodzi tutaj w szczególności o podzespoły, takie jak: spadochron awaryjny, kamery, uchwyty i mechanizmy zrzutu ładunków, systemy na uwięzi, systemy do transmisji i przekazywania danych, urządzenia RTK, stacje dokujące i ładujące, aplikacje do planowania i zarządzania lotami, a nawet (zwłaszcza w przypadku kamer) kompatybilne karty SD. Jak wiadomo, wszelkie modyfikacje w konstrukcji BSP, montowanie niesprawdzonych, niezweryfikowanych przez producenta elementów może skutkować złamaniem warunków gwarancji. Poza tym zmiany w konfiguracji i zarządzanie tymi zmianami są informacją wymaganą w opisie koncepcji operacji podczas opracowywania analizy ryzyka według metodyki SORA⁴³.

Kolejną istotną kwestią jest eksploatacja akumulatorów. Zważywszy na zagrożenie, jakie stanowi ich błędne użytkowanie, niezbędność tego elementu w pracy BSP, postępy w jego miniaturyzacji, a także fakt bardzo dużej ilości rodzajów i typów akumulatorów o różnych parametrach, zasadne jest uszczegółowienie postępowania z nimi. Jak wynika ze wspomnianego uprzednio badania ankietowego, akumulatory są wskazywane jako jedne z elementów, które najczęściej ulegają uszkodzeniu/awarii, a także relatywnie szybko się zużywają. Producent powinien zatem określić sposoby i metody oraz zasady cyklicznego monitorowania stanu żywotności, pojemności akumulatorów – zwłaszcza dla akumulatorów niewyposażonych w systemy do samoczynnego rozładowywania czy wyświetlania stanu rozładowania/naładowania.

5. Podsumowanie i wnioski

BSP oraz w szczególności ich wyposażenie rozwijają się w bardzo szybkim tempie. Pozwala to na ich wykorzystanie w różnych celach – również w trakcie akcji ratowniczych. Aby zastosowanie BSP podczas takich akcji było pewne i bezpieczne, muszą one być odporne na warunki środowiskowe, które występują w trakcie prowadzenia działań oraz zostać przebadane pod kątem rzeczywistych parametrów i spełniania deklarowanych przez producenta osiągnięć.

Analizy zawarte w niniejszym artykule pozwoliły na swego rodzaju wstępne usystematyzowanie aspektów formalno-prawnych, badawczych oraz certyfikacji BSP w ochronie przeciwpożarowej. Do czasu powstania tego materiału brak było takich analiz, co świadczy o tym, że praca stanowi oryginalne rozwiązanie problemu naukowego. Niezależnie od powyższego zespół zauważa, że podjęte w ramach pracy badawczej wysiłki i uzyskane wyniki nie wyczerpują tematu niezawodności czy bezpieczeństwa stosowanych konstrukcji.

⁴³ A.1.2.6 UAS configuration management, ED Decision 2019/021/R - AMC and GM to Commission Implementing Regulation (EU) No 2019/947, Issue 1, 2019.

Podczas realizacji prac zauważono, że ciągle brakuje odpowiednich sposobów weryfikacji BSP wykorzystywanych przez służby mundurowe w warunkach odbiegających od optymalnych (operacje lub misje). Jednym z wniosków jest zasadność pogłębiania tematyki metodyk badawczych oraz narażeń, jakim poddawane są BSP, przez przedmiotowe służby. Osmoza systemów zarządzania jakością oraz badań określanych przez pryzmat potrzeb użytkownika końcowego w postaci straży pożarnej jest wyzwaniem, z którym zespół projektowy chce się zmierzyć w najbliższym czasie.

W związku z powyższym, w ocenie zespołu, zasadnym wydaje się, aby używane w jednostkach ochrony przeciwpożarowej, a w szczególności w PSP drony – zarówno poziomu specjalistycznego, jak i podstawowego⁴⁴ – podlegały obowiązkowi uzyskania uprzedniego dopuszczenia do użytkowania. Dopisanie wyrobu (wraz z określonymi do spełnienia warunkami techniczno-użytkowymi⁴⁵) do wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia odbywa się poprzez publikację i ogłoszenia rozporządzenia na mocy delegacji ustawowej⁴⁶ przez ministra właściwego ds. wewnętrznych.

⁴⁴ Koncepcja użytkowania bezzałogowych statków powietrznych w Państwowej Straży Pożarnej, KG PSP, Warszawa 2018.

⁴⁵ Warunki techniczno-użytkowe (WTU) stanowią specyfikację techniczną wyrobu.

⁴⁶ Wynika z art. 7 ust. 14 ustawy o z dnia 24 sierpnia 1991 r., dz. cyt.

Bibliografia

1. AAIB Bulletin: 1/2020 DJI Matrice 210, no. EW/C2019/03/02, Air Accidents Investigation Branch.
2. Decyzja nr 51 Komendanta Głównego PSP z dn. 04.06.2020.
3. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2009/48/WE z dnia 18 czerwca 2009 r. w sprawie bezpieczeństwa zabawek (Dz.Urz. WE L170/1 z 30.06.2009).
4. Dyrektywa 2001/95/WE Parlamentu Europejskiego i Rady z dnia 3 grudnia 2001 r. w sprawie ogólnego bezpieczeństwa produktów (Dz.Urz. WE. L 11/4 z 3.12.2002).
5. Dyrektywa Parlamentu Europejskiego i Rady 2014/53/UE z dnia 16 kwietnia 2014 r. w sprawie harmonizacji ustawodawstw państw członkowskich dotyczących udostępniania na rynku urządzeń radiowych i uchylająca dyrektywę 1999/5/WE (Dz.Urz. UE. L. 153/62 z 22.05.2014).
6. Fellner R., Wyniki ankiety nt. niezawodności i awaryjności dronów z uwzględnieniem potrzeb straży pożarnej, Józefów 2020.
7. Giezek J., Kokot R., *Granice ludzkiego życia a jego prawna ochrona*, w: *Prawa i wolności obywatelskie w Konstytucji RP*, B. Banaszak, A. Preisner (red.), Warszawa 2002, cyt. za: Kuczma P., *Prawna ochrona życia*, w: *Realizacja i ochrona konstytucyjnych wolności i praw jednostki w polskim porządku prawnym*, M. Jabłoński (red.), Wrocław 2014.
8. JARUS guidelines on SORA, Annex I Glossary of Terms, JAR-DEL-WG6-D.04, 2017.
9. Kiełbasa T., Wojtasiak B., *Certyfikacja jako narzędzie budowania zaufania do wyrobu lub usługi*, w: *Certyfikacja usług w ochronie przeciwpożarowej*, J. Zboina, P. Gancarczyk, Józefów 2016.
10. Koncepcja użytkowania bezzałogowych statków powietrznych w Państwowej Straży Pożarnej, KG PSP, Warszawa 2018.
11. Ostrihansky M., Szmigiero M., *Prawo dronów. Bezzałogowe statki powietrzne w prawie Unii Europejskiej oraz krajowym*, Warszawa 2020.
12. PN-EN-60300-3-1:2005 Zarządzanie niezawodnością – Część 3–1: Przewodnik zastosowań – Techniki analizy niezawodności – Przewodnik metodologiczny.
13. Rozporządzenia delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie bezzałogowych systemów powietrznych oraz operatorów bezzałogowych systemów powietrznych z państw trzecich (Dz.U. L 152 z 11.6.2019 z późn. zm.).
14. Rozporządzenie Parlamentu Europejskiego i Rady (WE) nr 765/2008 z dnia 9 lipca 2008 r. ustanawiające wymagania w zakresie akredytacji i nadzoru rynku odnoszące się do warunków wprowadzania produktów do obrotu i uchylające rozporządzenie (EWG) nr 339/93 (Dz.Urz. UE L 218/30 z 13.08.2008).
15. Rozporządzenie delegowane Komisji (UE) 2019/945 z dnia 12 marca 2019 r. w sprawie systemów bezzałogowych statków powietrznych systemów bezzałogowych statków powietrznych z państw trzecich (Dz.U. L 152 z 11.6.2019).

16. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 20 czerwca 2007 r. w sprawie wykazu wyrobów służących zapewnieniu bezpieczeństwa publicznego lub ochronie zdrowia i życia oraz mienia, a także zasad wydawania dopuszczenia tych wyrobów do użytkowania (Dz.U. 2007 Nr 143, poz. 1002).
17. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych (Dz.U. L 152 z 11.6.2019).
18. Rozporządzenie wykonawcze Komisji (UE) 2019/947 z dnia 24 maja 2019 r. w sprawie przepisów i procedur dotyczących eksploatacji bezzałogowych statków powietrznych.
19. Słownik Języka Polskiego, <https://sjp.pwn.pl/sjp/niezawodny;2490353.html> [dostęp: 04.10.2021].
20. UAS configuration management, ED Decision 2019/021/R – AMC and GM to Commission Implementing Regulation (EU) No 2019/947, Issue 1, 2019.
21. Ustawa z dnia 13 kwietnia 2016 r. o systemach oceny zgodności i nadzoru rynku (Dz.U. 2016 poz. 542 z późn. zm.).
22. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn. zm.).
23. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o ochronie przeciwpożarowej (Dz.U. 1991 Nr 81, poz. 351 z późn. zm.).
24. Ustawa z dnia 24 sierpnia 1991 r. o Państwowej Straży Pożarnej (Dz.U. 1991 Nr 88, poz. 400 z późn. zm.).
25. Załącznik IX „Zasadnicze wymogi dotyczące bezzałogowych statków powietrznych”, Rozporządzenia 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 (Dz.U.U.E.L.2018.212.1 z późn. zm.).
26. <https://standards.aw-drones.eu/> [dostęp: 15.11.2021].
27. https://standards.cencenelec.eu/dyn/www/f?p=205:22:0:::FSP_ORG_ID,FSP_LANG_ID:6378,25&cs=1EAED55E8D11445412C87CA39C15B30CF [dostęp: 14.11.2021].
28. https://www.cnbop.pl/swiadectwa_dopuszczenia [dostęp: 24.02.2021].
29. <https://www.pkn.pl/uslugi/certyfikacja> [dostęp: 24.02.2021].

Monografię opracował zespół autorów składający się zarówno z naukowców, jak i praktyków. Za zasadne uznano podejście interdyscyplinarne – autorzy reprezentują różne środowiska związane z szeroko pojętym bezpieczeństwem człowieka, pilota i używanego przez niego BSP. Rozdziały monografii zawierają rozważania zdobyte na podstawie doświadczeń autorów, wyników badań prowadzonych w ramach działalności naukowych lub prac rozwojowych, które dotyczą proponowanych rozwiązań prawnych lub organizacyjnych czy też kwestii związanych z techniką, technologią, wymaganiami użytkowymi lub praktycznym zastosowaniem BSP.

Przedstawione w monografii rozważania dotyczące aktualnych i przyszłych zastosowań związanych z BSP oparte są nie tylko na poczynionych przez autorów ustaleniach, analizach, badaniach naukowych czy realizacji prac badawczych i rozwojowych, ale również na doświadczeniach zawodowych redaktora naukowego, zaczerpniętych z prowadzonych projektów oraz wieloletniego doświadczenia w służbie operacyjnej w PSP, w tym organizacji ćwiczeń praktycznych, zabezpieczeń ogólnokrajowych imprez masowych o zasięgu międzynarodowym, np. EURO 2012, szczytu NATO 2016, także z użyciem dronów w ratowniczych i humanitarnych akcjach PSP zarówno krajowych (Biebrza 2020), jak i zagranicznych (Nepal 2015 czy Liban 2020).

Publikacja składała się z trzech zasadniczych części. Część I zawierała artykuły poświęcone możliwościom zastosowania dronów i robotów przede wszystkim w ogólnosiwiatowym ratownictwie i ochronie przeciwpożarowej, ale także w innych obszarach dotyczących służb działających na rzecz zapewnienia bezpieczeństwa publicznego państwa (policja, straż graniczna) z jednoczesnym uwzględnieniem aspektów prawnych, jak np. wpływ użycia BSP na poszanowanie praw człowieka. Autorzy artykułów w tej części skupili się – poza przedstawieniem ilościowym i jakościowym dronów w straży pożarnej – także na znacznie szerszych przykładowych zastosowaniach BSP, wymagających satelitarnej czy wręcz nawigacyjnej precyzji w obszarach związanych z dostarczeniem defibrylatora, transportem lotniczym, autonomicznym dostarczaniem przesyłek w miastach¹, energetyką, poszukiwaniem lub monitoringiem czy też systemami nawigacyjnymi wpływającymi na bezpieczeństwo operacji lotniczych zarówno w lotnictwie załogowym, jak i bezzałogowym. W działaniach Państwowej Straży Pożarnej najczęstsze obecnie użycie BSP to: monitoring miejsca zdarzenia, transmisja obrazu światła widzialnego do sztabu akcji lub samochodu dowodzenia i łączności oraz wykonanie ortofotomapy.

¹ Koncepcja U-space, która stworzy rynek technologii i usług o wartości setek milionów złotych w ciągu najbliższej dekady.

Część II to blok tematyczny poświęcony wybranym zagadnieniom dotyczącym bezpieczeństwa wykorzystania dronów, takim jak: ocena ryzyka w operacjach dronowych na przykładzie metody SORA stosowanej w lotnictwie bezzałogowym, zagadnienia dotyczące stresu związanego ze specyficzną służbą strażaka-ratownika, w tym związaną z pilotażem BSP podczas akcji ratowniczych w odniesieniu do predyspozycji psychofizycznych. W dziale tym uwzględniono także rozważania teoretyczne dotyczące zwiększenia bezpieczeństwa związane z ewentualnym opracowaniem i wpisaniem kompetencji operatora BSP w straży pożarnej czy też wszystkich służbach MSWiA do Zintegrowanego Systemu Kwalifikacji. Być może będzie to początek procesu zmierzający do utworzenia specjalizacji „Bezzałogowe Systemy Powietrzne – użycie i eksploatacja” oraz miejsca, w którym piloci straży pożarnej i służb podległych MSWiA będą mogli doskonalić swoje umiejętności i podnosić kompetencje praktyczne oraz teoretyczne. Wydaje się to zasadne z perspektywy przygotowania funkcjonariuszy do udziału w działaniach ratowniczych wykorzystujących drony.

W części III uwzględniono artykuły na temat wybranych badań laboratoryjnych realizowanych w Centrum Dronów CNBOP-PIB skoncentrowanych na bezpieczeństwie stosowania bezzałogowców, zwłaszcza w zakresie operacyjnym służb mundurowych. Przedstawiono tutaj perspektywę dotyczącą zasadności wprowadzenia nadzoru nad kryteriami lub warunkami techniczno-użytkowymi BSP stosowanymi w działaniach straży pożarnej czy też służbach realizujących działania na rzecz bezpieczeństwa publicznego oraz obronności². Blok tematyczny zwięźliwie przedstawił możliwość certyfikacyjnych w zakresie BSP przeznaczonych do stosowania przez jednostki ochrony przeciwpożarowej lub też służby mundurowe w powiązaniu z obecnym stanem prawnym dotyczącym BSP i koniecznością dostosowania go do wymogów europejskich. Wydaje się, że w celu zapewnienia właściwego poziomu bezpieczeństwa pracy ratowników-pilotów BSP i osób ratowanych, standaryzacja sprzętu używanego przez służby i stosowanych technik jest nieunikniona.

Redaktor naukowy wraz z zespołem autorów są w pełni świadomi, że przedstawione w monografii analizy, rozważania, hipotezy czy wyniki badań oraz testów, jak też proponowane przez poszczególnych autorów rozwiązania teoretyczne i praktyczne, nie wyczerpały całej problematyki coraz szerszego zastosowania bezzałogowców w ochronie przeciwpożarowej i ratownictwie, tym niemniej mają nadzieję, że publikacja częściowo wypełniła brakującą lukę i może stanowić istotny głos w toczącym się dyskursie naukowym w ramach dyscypliny naukowej „nauki o bezpieczeństwie” w zakresie dotyczącym bezpiecznego użytkowania bezzałogowych statków powietrznych oraz obszarze zastosowań odnoszącym się do sfery bezpieczeństwa wewnętrznego państwa, a zwłaszcza ochrony przeciwpożarowej i ratownictwa.

² Wg badań ankietowych uczestników ćwiczeń „Lasy Janowskie 2017” kryteria sprzętowe BSP dedykowanych do działań w służbach ratowniczych powinny być wyższe niż standardowo oferowane przez producenta do zastosowań komercyjnych.

NOTY BIOGRAFICZNE

płk. rez. dr hab. inż. nawig. Andrzej Fellner, prof. PŚ – nawigator klasy mistrzowskiej. Od 1978 do 2002 roku nauczyciel akademicki w Wyższej Szkole Oficerskiej Sił Powietrznych w Dęblinie oraz Akademii Obrony Narodowej w Warszawie. W latach 2002–2005 szef Oddziału Zarządzania Przestrzenią Powietrzną Sił Zbrojnych RP. W latach 2005–2009 profesor nadzwyczajny i dyrektor Instytutu Nauk Technicznych w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Chełmie, w latach 2009–2013 profesor nadzwyczajny i dyrektor Instytutu Nauk Technicznych w Państwowej Wyższej Szkole Zawodowej w Krośnie. Od 2008 roku pracownik dydaktyczno-naukowy Politechniki Śląskiej (dodatkowo w latach 2008–2018 dyrektor Centrum Kształcenia Kadr Lotnictwa Cywilnego Europy Środkowo-Wschodniej PŚ, w latach 2014–2017 kierownik Katedry Technologii Lotniczych Wydziału Transportu). Autor pierwszej w Polsce habilitacji z nawigacji powietrznej (Politechnika Warszawska 2002 r.). Specjalista z zakresu zastosowań systemów naziemnych i satelitarnych dla potrzeb lotnictwa. Autor i współautor ponad 340 prac naukowych opublikowanych w kraju i za granicą, w tym 40 opracowań zwartych. Prowadzi również prace i badania naukowe nad kluczowymi problemami lotnictwa cywilnego.

nadbryg. dr inż. Mariusz Feltynowski, prof. SGSP – posiada dwudziestoletnie doświadczenie operacyjne z koordynacji krajowych i międzynarodowych przedsięwzięć o dużej skali organizowanych w ramach UE (Unijny Mechanizm Ochrony Ludności), ONZ (INSARAG, UNDAC), cywilnej części NATO (EADRCC) lub Państwowej Straży Pożarnej. Uczestnik 6 akcji zagranicznych PSP. Jest uznanym krajowym i międzynarodowym menadżerem ds. zarządzania w sytuacji katastrof i kryzysów. W zakresie badawczym, zwolennik wykorzystania nowoczesnych technologii w ratownictwie, w latach 2016–2019 stworzył w CNBOP-PIB Centrum Dronów. Do 2019 roku pełnił funkcję przewodniczącego Komisji Sędziowskiej Droniady. Od kilku lat współorganizuje konferencję naukową DroneTech Meeting. Jest redaktorem naukowym publikacji pt. „Wykorzystanie bezzałogowych platform powietrznych w operacjach na rzecz bezpieczeństwa publicznego”. Posiada doświadczenie w realizacji krajowych i zagranicznych projektów naukowo-badawczych i rozwojowych, w tym także dotyczących wykorzystania systemów bezzałogowych (e-Pioneer, EASER, Fire-IN, ENOTICE, OZAB, Driver Plus). Obecnie jest rektorem-komendantem Szkoły Głównej Służby Pożarniczej, przewodniczącym Rady Naukowej CNBOP-PIB kadencji 2021–2024 oraz członkiem Rady Ekspertów Interdyscyplinarnego Centrum Badawczego Uniwersytetu Warszawskiego „Tożsamość – Dialog – Bezpieczeństwo” kadencji 2021–2024. Realizuje zadania członka konwentu Rady konsultacyjnej Biznesu Collegium Humanum i komitetu redakcyjnego „Safety & Fire Technology”.

dr Iwona Florek – od 2009 r. pracownik badawczo-dydaktyczny na stanowisku adiunkta w Wyższej Szkole Gospodarki Euroregionalnej im. Alcide De Gasperi w Józefowie. Od 2019 r. pełni funkcję prorektora ds. nauki, ewaluacji kształcenia i współpracy międzynarodowej. Jest autorką artykułów naukowych i rozdziałów w monografiach (łącznie 30 artykułów) oraz redaktorem 7 monografii wieloautorskich wydanych zarówno w Polsce, jak i za granicą. Promotor kilkudziesięciu prac licencjackich i magisterskich. Jest członkiem międzynarodowych zespołów redakcyjnych w cenionych czasopismach naukowych. Odbiła staże zagraniczne w Hiszpanii (2019) i w Turcji (2020). W ramach programu Erasmus prowadziła wykłady w licznych uczelniach europejskich i tureckich. Jest aktywnym i zaangażowanym w życie Uczelni pracownikiem, przewodniczącym Komisji ds. Jakości Kształcenia, a także członkiem Kolegium Rektorskiego. Od 2012 roku bierze udział w realizacji tematów badawczych. W 2017 roku koordynowała międzynarodowy projekt badawczy finansowany z Funduszu Wyszehradzkiego „Diversity management in V4 countries as an answer for demographic changes”. Pełni funkcję sekretarza Międzynarodowej Grupy Badawczej Eurofur skupiającej się na badaniach naukowych z zakresu praw człowieka, cyfryzacji, wyzwań społeczno-gospodarczych.

dr Tomasz Iwański – doktor nauk o zdrowiu (Uniwersytet Medyczny w Białymstoku), absolwent Uniwersytetu Medycznego w Lublinie (magister pielęgniarstwa), Europejskiej Wyższej Szkoły Prawa i Administracji w Warszawie (magister prawa) oraz Uniwersytetu Śląskiego (Wydział Prawa i Administracji, studia podyplomowe „Prawo Medyczne”), specjalista organizacji i zarządzania. Od 2006 roku zajmuje się naukowo tematyką związaną ze zjawiskiem przemocy w rodzinie. Wykładowca, szkoleniowiec kadr medycznych, oświaty, pomocy społecznej, policji, w zakresie diagnostyki oraz organizacji pomocy ofiarom przemocy w rodzinie. Twórca standaryzacji diagnostyczno-terapeutycznej dotyczącej postępowania z dzieckiem krzywdzonym. Twórca standardu pielęgniarstwa postępowania diagnostyczno-terapeutycznego z ofiarami przemocy w rodzinie, opartego na założeniach Europejskiego Ruchu Na Rzecz Zapewnienia Jakości – EuroQuan (ang. *The European Quality Assurance Network*) wg teorii Donabediana. Wieloletni członek Rady ds. Przeciwdziałania Przemocy w Rodzinie przy PARPA. Obecnie adiunkt w Małopolskiej Uczelni Państwowej im. rtm. Witolda Pileckiego w Oświęcimiu.

st. bryg. dr inż. Paweł Janik – absolwent studiów magisterskich Szkoły Głównej Służby Pożarniczej oraz studiów doktoranckich w Akademii Ekonomicznej w Poznaniu. Ukończył studia podyplomowe w zakresie informatyki na Politechnice Łódzkiej oraz zarządzania kryzysowego w SGSP. Uczestnik wielu krajowych oraz międzynarodowych kursów i szkoleń z obszaru ochrony przeciwpożarowej, przeciwdziałania poważnym awariom przemysłowym oraz ochrony ludności i zarządzania kryzysowego. W latach 2007–2018 Dyrektor Biura Rozpoznawania Zagrożeń w Komendzie Głównej Państwowej Straży Pożarnej (KG PSP). Od 2018 roku Dyrektor CNBOP-PIB. W latach 2005–2017 przedstawiciel Komendanta Głównego PSP w działającym przy Komisji Europejskiej Komitecie Kompetentnych Władz ds. Wdrażania Dyrektywy SEVESO II. Współwykonawca krajowych i zagranicznych projektów badawczych. Twórca metodyki określania stopnia zagrożenia gmin i powiatów zawartej w załączniku do rozporządzenia Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie szczegółowych zasad organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego. Współautor programu studiów podyplomowych realizowanych w Szkole Głównej Służby Pożarniczej w zakresie zapobiegania pożarom i awariom (ZPA). Redaktor naczelny czasopisma naukowego CNBOP-PIB „Safety & Fire Technology”. Recenzent projektów naukowo-badawczych oraz artykułów w czasopismach naukowo-technicznych. Autor kilkudziesięciu publikacji dotyczących ochrony przeciwpożarowej oraz rozpoznawania, analizy i oceny zagrożeń.

dr inż. Jacek Roguski, prof. CNBOP-PIB – absolwent Politechniki Warszawskiej oraz Akademii Państwowej Straży Pożarniczej w Moskwie (State Fire Academy of EMERCOM of Russia). Zajmuje się aspektami związanymi z zagadnieniami bezpieczeństwa użytkownika wyposażenia technicznego w straży pożarnej oraz problemami eksploatacji urządzeń technicznych. Autor kilkudziesięciu publikacji, prelegent oraz członek komitetów naukowych na licznych konferencjach – krajowych i zagranicznych. Twórca pięciu patentów i wzorów. Jego osiągnięcia naukowe zostały uhonorowane dziewiętnastoma międzynarodowymi i krajowymi wyróżnieniami na wystawach związanych z wynalazczością.

dr Radosław Fellner – adiunkt w Instytucie Bezpieczeństwa Wewnętrznego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. W latach 2018–2021 starszy specjalista inżynierjno-techniczny w Centrum Dronów CNBOP-PIB. Instruktor i pilot bezzałogowych statków powietrznych, uczestnik ćwiczeń i projektów badawczych z wykorzystaniem dronów dla ochotniczych straży pożarnych, PSP, policji, straży granicznej, portów lotniczych. Współorganizator DroneTech World Meeting w Toruniu – największego w Polsce, cyklicznego międzynarodowego wydarzenia poświęconego technologiom i systemom bezzałogowym. Wykonawca w międzynarodowych projektach naukowo-badawczych: ASSISTANCE, e-Notice, FIRE-IN. Kierownik pracy badawczej pt. „Badania

doświadczalne bezzałogowych statków powietrznych na potrzeby wsparcia działań ratowniczo-gaśniczych”, zastępca kierownika pracy badawczej pt. „Określenie metodyk badawczych bezzałogowych platform latających mogących mieć zastosowanie w działaniach PSP”, a także wykonawca w krajowym projekcie pt. „Sterowanie autonomicznym dronem za pomocą gogli (Monookularu)”. Zastępca przewodniczącego „Zespołu Zadaniowego Komendanta Głównego PSP do wypracowania dokumentacji niezbędnej do uzyskania certyfikatu operatora lekkich systemów bezzałogowych statków powietrznych dla Państwowej Straży Pożarnej oraz opracowania zasad użytkowania bezzałogowych statków powietrznych w PSP”. W latach 2018–2021 przedstawiciel w Komitecie Technicznym KT 177 ds. Projektowania i Produkcji Uzbrojenia i Sprzętu Wojskowego w Polskim Komitecie Normalizacyjnym.

lic. Paweł Florek – inspektor ochrony przeciwpożarowej, pracownik CNBOP-PIB od 2016 r. Obecnie realizuje zadania w zakresie projektów naukowo-badawczych w Dziale Wsparcia i Audytów w CNBOP-PIB. Absolwent Wydziału Prawa SWPS Uniwersytetu Humanistycznospołecznego w Warszawie, gdzie ukończył studia na kierunku bezpieczeństwo wewnętrzne. Współautor siedmiu nowych kwalifikacji z zakresu projektowania, montażu i konserwacji zabezpieczeń przeciwpożarowych włączonych do ZSK, a także pomysłodawca kwalifikacji dotyczącej montażu i konserwacji autonomicznych czujek.

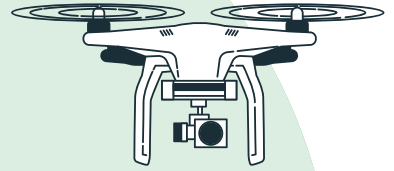
mgr inż. Katarzyna Jankowska – absolwentka dziennych studiów I i II stopnia na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej. Od 2016 roku pracownik Jednostki Certyfikującej CNBOP-PIB. Realizuje zadania w obszarze systemów tłumienia i gaszenia pożaru, systemów kontroli rozprzestrzeniania dymu i ciepła oraz kabli i przewodów zastosowania ogólnego. Audytor systemów zarządzania oraz audytor techniczny w wyżej wymienionych obszarach w zakresie prowadzenia zakładowej kontroli produkcji oraz ocen warunków techniczno-organizacyjnych zakładów produkcyjnych.

mgr inż. Dariusz Pietrzela – absolwent Wydziału Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego w Szkole Głównej Służby Pożarniczej oraz Wydziału Nowych Technologii i Chemii Wojskowej Akademii Technicznej na kierunku chemia. Starszy specjalista inżynierijno-techniczny w Laboratorium Urządzeń i Środków Gaśniczych w CNBOP-PIB, obecnie pełni funkcję Zastępcy Kierownika Laboratorium.

mgr inż. Mateusz Sałata – absolwent Wydziału Mechatroniki i Lotnictwa (obecnie Wydział Mechatroniki, Uzbrojenia i Lotnictwa) w Wojskowej Akademii Technicznej. W latach 2014–2017 starszy inżynier jakości produkcji ds. nowych uruchomień w branży motoryzacyjnej. Od 2017 r. pracuje jako auditor w CNBOP-PIB w Dziale Wsparcia i Auditów. Realizuje zadania w zakresie inspekcji zakładowej kontroli produkcji oraz ocen warunków techniczno-organizacyjnych zakładów produkcyjnych na potrzeby procesów certyfikacji i dopuszczeń realizowanych przez Jednostkę Certyfikującą CNBOP-PIB.

mgr inż. Grzegorz Zawistowski – absolwent studiów inżynierskich na Wydziale Inżynierii Bezpieczeństwa Pożarowego Szkoły Głównej Służby Pożarniczej w Warszawie oraz jednolitych magisterskich studiów prawnych na Wydziale Prawa Europejskiej Wyższej Szkoły Prawa i Administracji w Warszawie. Główne zainteresowania to teoria i filozofia prawa oraz prawo konstytucyjne. Od 2017 r. zatrudniony w CNBOP-PIB, obecnie specjalista w Dziale Zamówień Publicznych. Wykonawca w krajowym projekcie finansowanym w ramach NCBiR pt. „Sterowanie autonomicznym dronem za pomocą gogli (Monookularu)” oraz międzynarodowych projektach: EASER, ASSISTANCE, Fire-In, zastępca kierownika pracy badawczej pt. „Badania doświadczalne bezzałogowych statków powietrznych na potrzeby wsparcia działań ratowniczo-gaśniczych”, kierownik pracy badawczo-rozwojowej pt. „Określenie metodyk badawczych bezzałogowych platform latających mogących mieć zastosowanie w działaniach PSP”. Dwukrotny prelegent na największym w Polsce wydarzeniu poświęconemu technologiom i systemom bezzałogowym „DroneTech World Meeting” w Toruniu. Członek zespołów Komendanta Głównego PSP ds. określenia wymagań techniczno-użytkowych dla BSP oraz zasad użytkowania bezzałogowców w Państwowej Straży Pożarnej. W latach 2018–2022 przedstawiciel CNBOP-PIB w Komitecie technicznym KT 177 ds. Projektowania i Produkcji Uzbrojenia i Sprzętu Wojskowego w Polskim Komitecie Normalizacyjnym.

mgr inż. Maciej Zawistowski – absolwent wydziału Elektrycznego Politechniki Warszawskiej, w latach 2013–2018 pracował w Instytucie Elektrotechniki w Międzyzlesiu w zakładach Systemów Pomiarowo-Diagnostycznych oraz Zakładzie Napędów Elektrycznych i Sterowania. Od 2018 r. zatrudniony w CNBOP-PIB. Druh OSP Niegoszowice.



Bezzałogowe statki powietrzne coraz bardziej i coraz szybciej zaczynają wspierać w działaniach służby ratownicze, medyczne, wojsko, policję oraz straż pożarną (...) Publikacja posiada dużą wartość dydaktyczną i poznawczą, stanowi istotne uzupełnienie literatury fachowej na polskim rynku (...).

Z recenzji gen. dyw. w st. spocz. dr. hab. inż. pil. Leszka Cwojdzińskiego

Monografia w aspekcie treściowym obejmuje principia traktujące o kluczowych czynnikach warunkujących skuteczność ratowniczego wykorzystania BSP. Treściowa aktualność monografii nie budzi wątpliwości, gdyż uzupełnia luki w wiedzy związanej ze skutecznym i bezpiecznym funkcjonowaniem BSP wykorzystywanych przez PSP.

Z recenzji dr. hab. Janusza Ziarki, prof. KAAFM



ISBN: 978-83-958583-3-8

DOI: 10.17381/2022.1