



Model wykorzystania systemów autonomicznych w działaniach SAR – charakterystyka działań poszukiwawczych

The model of using autonomous systems in SAR activities –
characteristics of exploration activities

Paulina Necel

e-mail: paulina.necel777@gmail.com

Akademia Marynarki Wojennej

Wydział Dowodzenia i Operacji Morskich

The purpose of this article is to characterize the activities of the SAR service in terms of the possibility of using autonomous maritime (flying and surface) systems in its composition. The direct reference body of water is the Baltic Sea (The Polish SAR Responsibility Zone). The research problem has taken the form of a question: how autonomous maritime systems (air and surface) are able to increase the effectiveness of search and rescue operations and improve the safety of rescuers. A working hypothesis was formulated, which assumed that autonomous systems operating in the marine environment (both airborne and surface) present the potential to increase the effectiveness of SAR service operations by improving search and rescue operations (shortening their time) and increasing safety of operators (rescuers). The main research method used to solve the main problem and to verify the research hypothesis was the analysis of available domestic and foreign literature. For the purposes of the research, an interview with an employee of the SAR (Ministry of the Treasury in Władysławowo) was

conducted, and the contents of scientific articles and websites were also helpful. In the first part, the article discussed the tasks, area of activity and equipment of the SAR service. Next, the author focused on the presentation and comparison of surface and air units. In the next part, a model of combining the surface and air units in terms of increasing efficiency was presented.

Key words: autonomous system, water rescue, SAR.

Wstęp

Morskie szlaki komunikacyjne, pełniące funkcje swoistych światowych autostrad, odpowiadają za zdecydowaną większość międzykontynentalnej wymiany towarowej. Bezpieczeństwo morskie pozostaje jednym z kluczowych elementów rozwoju działalności ludzkiej na morzu. Zgodnie z Międzynarodową Konwencją o poszukiwaniu i ratownictwie morskim z dnia 27 kwietnia 1979 roku, nazywanej również Konwencją SAR, Rzeczpospolita Polska jest zobowiązana do zapewnienia bezpieczeństwa jak również do poszukiwania i ratowania życia ludzkiego na morzu. Za zapewnienie bezpieczeństwa oraz szeroko rozumiane ratowanie życia i mienia, odpowiada Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa. Strefa odpowiedzialności służby SAR obejmuje polską strefę odpowiedzialności oraz polskie obszary morskie (morze terytorialne i morską strefę ekonomiczną) (Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Dzień Ratownika Morskiego Gdynia 25.05.2019).

W okresie od listopada do marca, kiedy to mogą wystąpić niskie temperatury powietrza, zwiększa się ryzyko wychłodzenia organizmu. Szybkość narastania objawów hipotermii wiąże się z tym, że w wodzie ciepło odprowadzane jest z całej zanurzonej powierzchni ciała wyłącznie drogą przewodzenia. W wodzie o temperaturze do 15°C czas przeżycia ludzi rozebranych wynosi 1,5 do 2 godzin, a dla normalnie ubranych wydłuża się do 4,5 godz. Natomiast temperatura wody poniżej 20°C nie pozwala na zrównoważenie bilansu cieplnego organizmu. Przy temperaturach wody bliskich 0°C należy się liczyć ze zgonem rozbitka przed upływem 60 minut (Michniewski, 2020).

Celem niniejszego artykułu jest dokonanie charakterystyki działań służby SAR pod kątem możliwości wykorzystania w jej składzie morskich systemów autonomicznych (latających oraz nawodnych). Bezpośrednim akwenem referencyjnym jest Morze Bałtyckie (polska strefa odpowiedzialności SAR). Problem badawczy przyjął postać pytania: W jaki sposób morskie systemy autonomiczne (powietrzne i nawodne) są w stanie podnieść efektywność prowadzenia działań poszukiwawczo-ratowniczych oraz podnieść bezpieczeństwo ratowników. Sformułowano hipotezę roboczą, która założy-

ła, iż systemy autonomiczne operujące w środowisku morskim (zarówno powietrzne, jak i nawodne) prezentują potencjał umożliwiający podniesienie efektywności działań służby SAR, poprzez usprawnienie prowadzenia akcji poszukiwawczo-ratowniczych (skrócenie ich czasu) oraz podniesienie bezpieczeństwa operatorów (ratowników).

Główną metodą badawczą zastosowaną w celu rozwiązania problemu głównego oraz weryfikacji hipotezy badawczej była analiza dostępnej literatury fachowej krajowej, jak i zagranicznej. Na potrzeby badań przeprowadzony został wywiad z pracownikiem SAR (MSPiS we Władysławowie), pomocne okazały się także treści artykułów naukowych oraz stron internetowych. W pierwszej części artykuł omówiony został pod kątem zadań, obszaru działań oraz wyposażenia służby SAR. Następnie, autorka skupiła się na zaprezentowaniu i porównaniu jednostek nawodnych i powietrznych. W kolejnej części został zaprezentowany model połączenia jednostki nawodnej i powietrznej w aspekcie podniesienia efektywności działań.

Definicje

Dynamiczny rozwój technologiczny jednostek bezzałogowych powoduje powstawanie wielu nowych definicji. Termin „autonomia” wywodzi się z greckiego słowa *autónomos* – znaczącego samorządny, niezależny, którego źródłem są dwa wyrazy: *autós*, czyli sam, oraz *nomós*, czyli zwyczaj, prawo, zasada. Początkowo autonomia wskazywała na możliwość samodzielnego decydowania o konkretnych sprawach. Dziś łączy się ją z takimi elementami jak „samodzielność, niezależność zjawisk, podmiotów, często ujmowaną w relacji do innych zjawisk, podmiotów i wskazującą na ich odrębność lub wypełnianą przez nie samodzielną funkcję w społeczeństwie” (Brańka, 2018). Zaś autonomiczność w języku polskim oznacza „autonomię” systemów technicznych oraz tymczasowe wytyczne dotyczące prób statków autonomicznych. Stopnie autonomiczności podzielono na 4 stopnie; (,1. stopień: Statek ze zautomatyzowanymi procesami i systemami wsparcia decyzyjnego. Marynarze są na pokładzie, aby obsługiwać i nadzorować systemy pokładowe, maszynowe i ładunkowe. Niektóre operacje mogą być zautomatyzowane i przez pewien czas nienadzorowane, ale z marynarzami na pokładzie gotowymi do przejęcia kontroli. 2. stopień: Zdalnie sterowany statek z marynarzami na pokładzie. Statek jest monitorowany i obsługiwany zdalnie, ale marynarze są dostępni na pokładzie, aby przejąć kontrolę w sytuacjach awaryjnych. 3. stopień: Zdalnie sterowany statek bez marynarzy na pokładzie. Statek jest monitorowany i obsługiwany zdalnie. Na pokładzie nie ma marynarzy. 4. stopień: W pełni autonomiczny statek. System operacyjny statku jest w stanie

samodzielnie podejmować decyzje i wykonywać działania”) (Zalewski, 2020).

Bezzałogowe jednostki nawodne (*Unmanned Surface Vehicle* USV), to wszystkie jednostki operujące na powierzchni wody, które utrzymują z nią kontakt przez większą część misji (jednostki półzanurzalne), nieposiadające załogi na pokładzie oraz obsługi załogi pokładowej (Miętkiewicz, 2016, ss. 16-36). Posiadają zdalne sterowanie, bądź są całkowicie autonomiczne. USV wraz z jednostkami podwodnymi tworzą (*Unmanned Maritime Vehicle* UMV). Poniżej autor przedstawia podział UV.

- *Unmanned Vehicle* UV.
- *Unmanned Maritime Vehicle* UMV (bezzałogowy pojazd morski),(Global security.2020);
- *Unmanned Surface Vehicle* USV (pojazdy poruszające się na powierzchni wody), (Unmannedsystemstechnology, 2011-2020);
- *Unmanned Underwater Vehicle* UUV (bezzałogowe jednostki podwodne) (Military-aerospace.2019/);
- *Unmanned Ground Vehicles* UGV (bezzałogowe pojazdy naziemne) (Army-technology.com, 2020);
- *Unmanned Aerial Vehicles* (bezzałogowy statek powietrzny) (Special-ops.pl/).

Bezzałogowy statek powietrzny (*Unmanned Aerial Vehicle* UAV), to jednostka, która nie wymaga obecności załogi na pokładzie oraz może być pilotowana zdalnie lub może wykonywać lot autonomicznie (Bukowski, 2018, ss. 5-19). We Francji powstała klasyfikacja jednostek powietrznych (Urząd Lotnictwa Cywilnego, 2013, ss. 2-3):

- Modele latające (waga poniżej 25kg),
- UAV Klasa C (aerostaty),
- UAV Klasa D (masa mniejsza niż 2 kg),
- UAV Klasa E (masa od 2 do 25 kg),
- UAV Klasa F(masa od 25 kg do 150 kg).

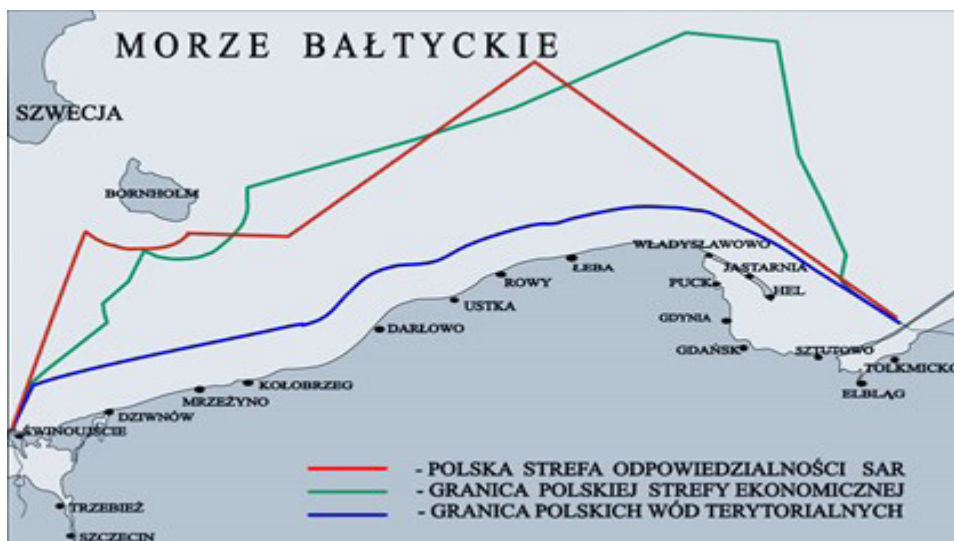
W podziale klas zostały również uwzględnione kategorie określające rodzaj i moc napędu, wymagania odnośnie wykorzystania w przestrzeni powietrznej oraz kwalifikacji personelu (Urząd Lotnictwa Cywilnego, 2013, ss. 2-3).

Zadania Morskiej Służby Poszukiwania i Ratowania - SAR

SAR wykonuje swoje zadania na podstawie Planu Akcji Poszukiwawczych i Ratowniczych oraz Krajowego Planu zwalczania zagrożeń i zanieczyszczeń środowiska morskiego (Krajowy Plan Zwalczania Zagrożeń i Zanieczyszczeń Środowiska Morskiego, 2005). Krajowy Plan powinien być opracowany zgodnie z wytycznymi Międzynarodowej Organizacji Morskiej oraz wymaganiami Komisji Helsińskiej. SAR działa na obszarach zwanych rejonem poszukiwania i ratowania, obejmujących polską strefę odpowiedzialności SAR (rys. 1) oraz polskie obszary morskie: (Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Dzień Ratownika Morskiego Gdynia 25.05.2019) 30.000 km obszaru Bałtyku Południowego. Jednostki organizacyjne Morskiej Służby Poszukiwania i Ratownictwa, w celu niezwłocznego podjęcia działań poszukiwawczych i ratowniczych, pełnią całodobowe dyżury. W ramach pełnionego pogotowia są zobowiązane do przestrzegania założonych norm gotowości, ustalonych w regulaminie pogotowia Służby SAR. Określają one w szczególności kwestie wyposażenia w specjalistyczny sprzęt i urządzenia, minimum zapasów paliwa, wody i prowiantu oraz dopuszczalny najdłuższy czas od momentu otrzymania informacji o potrzebie udziału w akcji ratowniczej, do czasu opuszczenia portu pełnienia pogotowia bądź bazy przez jednostkę służby SAR. (Chańko, 2012). Do najważniejszych zadań Morskiej Służby Poszukiwania i Ratowania należy:

- utrzymywanie ciągłej gotowości do przyjmowania i analizowania zawiadomień o zagrożeniu życia oraz wystąpieniu zagrożeń i zanieczyszczeń na morzu;
- planowanie, prowadzenie i koordynowanie akcji poszukiwawczych, ratowniczych oraz zwalczania zagrożeń i zanieczyszczeń;
- współdziałanie podczas akcji poszukiwawczych, ratowniczych oraz zwalczania zagrożeń i zanieczyszczeń z innymi jednostkami organizacyjnymi;
- współdziałanie z innymi systemami ratowniczymi funkcjonującymi na obszarze kraju;
- współdziałanie z odpowiednimi służbami innych państw, w zakresie realizacji zadań statutowych.

Rysunek nr 1 Strefa odpowiedzialności służby SAR



źródło: pobrane z: <https://sar.gov.pl/>. (20.11.2020)

Do realizacji swoich zadań Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa posiada obecnie 11 statków ratowniczych, 2 statki przeznaczone do zwalczania zanieczyszczeń oraz 8 brzegowych stacji ratowniczych wyposażonych w łodzie typu RIB, skutery, samochody (Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Dzień Ratownika Morskiego, 25.05.2019). W realizacji działań poszukiwawczych i ratowniczych, w których jest potrzeba zaangażowania śmigłowców, odpowiedzialna jest Marynarka Wojenna (Gdyńska Brygada Lotnictwa, BLMW), obecnie podlegająca Inspektoratowi Lotnictwa Dowództwa Generalnego Rodzajów Sił Zbrojnych. Zadania realizowane przez Gdyńską Brygadę Lotnictwa Marynarki Wojennej obejmują: misje poszukiwawczo-ratownicze w ramach zabezpieczenia polskiej strefy SAR; monitoring ekologiczny polskiej strefy ekonomicznej (PSE) na Bałtyku; transport ludzi i sprzętu. Obecnie BLMW, dysponuje maszynami w wersji ratowniczej W-3RM Anakonda i większymi Mi-14PŁ/R. Śmigłowce W-3RM Anakonda i Mi-14PŁ/R w stosunku do Anakond, mogą przyjąć na pokład ponad dwukrotnie większą liczbę rozbitków (W-3RM do 8 osób, Mi-14PŁ/R do 19 osób), mają większy zasięg i czas lotu, co ma zasadnicze znaczenie dla prowadzenia misji ratowniczych (Chamier-Gliszczyński, Fiuk, 2018, s. 40).

Systemy autonomiczne w środowisku morskim






Morska technologia bezzałogowa, a w szczególności autonomiczne (bezzałogowe) jednostki powietrzne oraz nawodne znajdują szerokie zastosowanie w wielu dziedzinach działalności ludzkiej na morzu. Istotnymi obszarami wykorzystania są: badanie i mapowanie dna morskiego oraz likwidacja rozlewów olejowych. Morskie systemy autonomiczne wykorzystywane są także do działań militarnych i paramilitarnych (ochrona obiektów morskiej infrastruktury). Przykłady wykorzystania takich jednostek na całym świecie scharakteryzowane zostały w tabelach nr 1 i 2.

Analiza danych zawartych w tabeli nr 1 uwidacznia, jak szeroki zakres działań prezentują przedstawione jednostki powietrzne. Defikopter, czyli dron, który jest latającym defibrylatorem, może w realny sposób wpłynąć na bezpieczeństwo i życie ludzkie. Jednostka porusza się z prędkością 100 km/h, po namierzeniu osoby dzwoniącej, nawigacja GPS lokalizuje poszkodowanego (Zawadzak, 2014). Jest w stanie dotrzeć z pomocą od momentu startu w 1 do 3 minut. Jak większość jednostek powietrznych bezzałogowych posiada kamerę, która wysyła obraz w czasie rzeczywistym. Dron ma jedną wadę, jaką jest fakt, że sama jednostka nie udzieli nikomu pomocy, służy wyłącznie jako defibrylator. Poprzez wbudowane głośniki operator drona może pokierować osobę, która udziela pierwszej pomocy, jednocześnie obserwując poszkodowanego. Bez wątplenia jednostka tego typu prezentuje potencjał do działań w obszarze polskich plaży wybrzeża Bałtyku. Zamiast przedzierać się przez zatłoczone plaże, ratownik pokierowałby Defikopter to poszkodowanego. Natomiast irański oktokopter Pars, który ma zasięg 4,5 km jest na tyle duży, by zabrać ze sobą trzy koła ratunkowe (Michalik). Niezależnie od warunków pogodowych, dron jest w stanie dotrzeć do osoby tonącej ponad trzy razy szybciej niż ratownik. Tego typu dron byłby idealny do działań polskiego SAR, ze względu na wykorzystanie w sytuacji, gdy osoba tonąca znajduje się daleko od brzegu lub w miejscu, gdzie dotarcie drogą wodną stanowi problem np. terenu Zalewu Szczecińskiego. Posiadający również kamerę termowizyjną oraz czujniki dnia i nocy *Black Eagle* (Steadicopter), dostarcza informacji morskich i lądowych, posiada możliwości pionowego startu i zawisu w powietrzu. Dzięki swojemu imponującemu zasięgowi 150 km oraz prędkości 126 km/h również sprawdziłby się przy akcji poszukiwawczo-ratowniczej w obszarze znacznie oddalonym od lądu. Jednostką, która jest przystosowana do pracy na lądzie, w powietrzu jak i w wodzie jest *Loon Copter* (Snoch, 2016). Posiada komorę balastową, która po napełnieniu zmienia drona w jednostkę podwodną. Pod wodą porusza się przy użyciu

tego samego napędu, jednak jest on podzielony na śmigła, co powoduje, że amfibia jest znacznie zwinniejsza pod wodą niż w powietrzu. *Loon Copter* posiada zasięg zaledwie kilku metrów, co uniemożliwia wysłanie drona na większe odległości (Snoch, 2016). Oprócz jednostek powstało również oprogramowanie współpracujące z np. dronami, które koordynuje akcje ratownicze. *Keyhelp* (Aplikacja *Search and Rescue*) odczytuje współrzędne GPS osoby poszkodowanej i automatycznie przesyła je drogą elektroniczną lub SMS do centrum dowodzenia. Pozwala to załogom na szybkie zlokalizowanie ofiary. Aplikacja uwzględnia każdy typ terenu i planuje najkrótszą trasę, aby szybciej, łatwiej i bezpieczniej patrolować zadany obszar (Berner, Chojnacki, 2016). *Keyhelp* usprawnia i przyspiesza przeprowadzenie akcji przez ratowników, tym samym wzrastają szanse na odniesienie sukcesu. Biorąc pod uwagę zatłoczone plaże i kąpieliska, taki system usprawniłby prace służbom SAR.

Działania SAR, obejmują również współdziałanie z innymi systemami ratowniczymi funkcjonującymi na obszarze kraju oraz z odpowiednimi służbami innych państw, w zakresie realizacji zadań statutowych. Do takich zadań powstał bezzałogowy system latający (UAS) USR 700, który oferuje najlepszą wytrzymałość spośród wszystkich statków powietrznych. Jest przystosowany do startu i lądowania w pionie oraz może przenosić pełny ładunek taktyczny. Jego niewielkie rozmiary (długość – 6,2 m, wysokość – 2,28m) pozwalają na stacjonowanie na pokładzie fregat i niszczycieli (AIRBUS).

Tabela nr 1 Przykłady bezzałogowych jednostek powietrznych

	W wyposażeniu	Autonomiczność	Zasięg	Prędkość	Zadania
<p>VSR 700</p>  <p>(Francja) (helicopter)</p>	-	10 godzin	700m	185km/h	Uzupełnienie misji bezpieczeństwa morskiego, poszukiwania i ratownictwa oraz działania przeciw okrętom podwodnym i powierzchniowym.
<p>Black Eagle (RUAV)</p>  <p>(Izrael) (STUAS)</p>	-komputer, sterujący lotem -kamera dzień i noc.	4 godziny	150 km	126 km/h	Misje bezpieczeństwa cywilnego, wojskowego, obserwacja i rozpoznanie; Dostawa ładunków na morzu, poszukiwanie i ratownictwo.
<p>Dron Pars</p>  <p>(Iran) (oktokopter)</p>	-trzy koła ratunkowe, - kamerę termiczną.	10 min	4,5 km	7,5 m/s	Ratowanie ludzi przed utonięciem.
<p>Loon Copter</p>  <p>(Oakland) (amfibia)</p>	-kamera balastowa, -napęd podzielony na śmigła.	-	-	-	Operacje poszukiwawczo-ratownicze, śledzenie wycieków ropy na różnych głębokościach, badanie życia morskiego.
<p>Oprogramowanie: Aplikacja Search and Rescue, współpracujące z dronem</p>	-GPS; -kamera termowizyjna.	40 min	1 km	-	Koordinowanie akcji ratowniczych.
<p>Ambulance dron</p>  <p>(defikopter) (Belgia)</p>	-GPS, -kamera, -głośniki, -defibrylator AED (<i>Automated External Defibrillator</i>).	1-3 min	12 km	100 km/h	W przyszłości może posłużyć jako mobilna apteczka.

źródło: Opracowanie własnie, na podstawie: Michał Zawadzak, Joachim Snoch, Łukasz Michalik, Bogusław Berner, Jerzy Chojnacki, Steadicopter, Jerzy Merkisz, Agata Nykaza, AIRBUS.

Tabela nr 2 Przykłady bezzałogowych jednostek nawodnych

	Wposażenie	Autonomiczność	Zasięg	Prędkość	Zadania
 RALamander (Norwegia)	<ul style="list-style-type: none"> - armatki wodne, - wytwornica piany. 	-	-	18km/h	<ul style="list-style-type: none"> - gaszenie pożarów obiektów morskich (zagrożonych wybuchem).
 L30B (Chiny)	<ul style="list-style-type: none"> - urządzenie nawigacyjne, - działko wodne, - urządzenie nawigacyjne. 	-	50km	85km/h	<ul style="list-style-type: none"> - misje SAR, - inspekcja miejsc katastrof, - działania gaśniczo-ratownicze.
 U-Ranger (Włochy)	<ul style="list-style-type: none"> - dwa sonary, - kamera termowizyjna, - radar. 	8 godzin	33km	74km/h	<ul style="list-style-type: none"> - wyszukiwanie min, - badania hydrograficzne na płytkich wodach, - ochrona portów i statków.
 Bonefish (Indonezja, Szwecja)	<ul style="list-style-type: none"> - pompy - monitory przeciwpożarowe. 	-	-	74km/h	<ul style="list-style-type: none"> - rozmieszczenie sprzętu ratowniczego i zaopatrzenia, - monitorowanie wybrzeża, - poszukiwanie i ratownictwo.
 Dolphin 1 (Hiszpania)	<ul style="list-style-type: none"> - lampy błyskowe 	30 min	500m	7,4km/h	<ul style="list-style-type: none"> - przenoszenie ofiar w bezpieczne miejsce, - ratownictwo.
 EMILY (USA) <i>(Emergency Integrated Lifesaving Lanyard)</i>	<ul style="list-style-type: none"> - jasne światła nawigacyjne i reflektory LED, - kołowrotek ratunkowy, - sonar montowany na dziobie, - boja ratownicza. 	35 min z pełną mocą 18 min	148km	63km/h	<ul style="list-style-type: none"> - bezpośrednie niesienie pomocy tonącym.

źródło: opracowanie własnie, na podstawie OceanAlpha Group, Tony Slinn, Keffe, EMILYROBOT, HYDRONALIX, MLC consulting unmanned expert, LOMocean, NavalDrones, Unmanned Maritime Systems for Search and Rescue.

Wsparciem dla jednostek powietrznych mogą być autonomiczne jednostki nawodne. Do zadań, które obejmują ratownictwo i likwidację zagrożeń wykorzystywana jest jednostka RALamander (Keefe). Bezzałogowa jednostka strażacka specjalizuje się w gaszeniu pożarów obiektów morskich (w tym portowych), obejmujących konstrukcje przybrzeżne, kontenery, materiały petrochemiczne czy statki. W swoim wyposażeniu posiada armatki wodne i wytwornice do piany oraz czujnik wiatru (Keefe, 2018). Do zwalczania pożarów oraz wsparcia misji SAR powstała platforma L30B (OeanAlpha Group), która w swoim wyposażeniu posiada specjalistyczny sprzęt ratowniczy i strażacki. Jednostka jest w stanie wziąć na pokład dwie tratwy lub koła ratunkowe sterowane zdalnie. L30B jak i RALamander są stworzone do gaszenia pożarów i zwalczania zagrożeń z bliska. Różnicą pomiędzy tymi dwoma jednostkami jest ich długość, która znacznie wpływa na prędkość. L30B przy długości 7,5 m osiąga prędkość 85 km/h, zaś norweski RALamander przy długości aż 20 m, 18 km/h (Slinn, 2018). Bonefish to 12-metrowa jednostka bezzałogowa stworzona do zwalczania piractwa, obserwacji oraz wsparcia w akcjach poszukiwawczych i ratowniczych. Jednostka nie przekracza 74 km/h, jednak posiada zdolność do realizacji dalekich patroli przy małych prędkościach. Bonefish może być rozmieszczony wraz ze sprzętem ratowniczym w warunkach uznawanych za zbyt niebezpieczne dla statku z załogą (LOMocean). W odróżnieniu od większości bezzałogowych pojazdów nawodnych Bonefish jest zbudowany na kadłubie trimarana, przez co zyskuje doskonałą stabilność i kontrolę ruchu, co z kolei poprawia właściwości obserwacyjne (NavalDrones). Kolejną jednostką bezzałogową o długości 7 m i autonomiczności do 8 godzin jest U-Ranger. W porównaniu do mniejszych łodzi U-Ranger może wykonywać misje nawet do 6 stopni w skali Beauforta. To zdalnie sterowany pojazd USV przystosowany do ochrony portów i statków oraz do patrolowania obszarów morskich (Aníbal Matos, Eduardo Silva). Został on wyposażony w czujnik do kontroli środowiska oraz kamery i radary do monitorowania powierzchni morza. Hiszpański Dolphin 1 to znacznie mniejszy bezzałogowiec, który służy do bezpośrednich akcji ratunkowych. Jest lekki, waży zaledwie 13 kg, zwiększa o 80% szanse na dotarcie do ofiary w porównaniu do tradycyjnego koła ratunkowego. Może być wykorzystywany w każdych warunkach wodnych i pogodowych, uruchamia się w kilka sekund. Jego maksymalna prędkość wynosi 4 m/s, zaś zasięg 500 m, może przenosić ofiary z powrotem w bezpieczne miejsce (MLC consulting unmanned expert). Kolejnym przykładem jest EMILY. Jej podstawowym wyposażeniem jest boja ratownicza oraz sonar montowany na dziobie (EMILYROBOT), który jest przeznaczony do poszukiwania osób w wodzie. Jednost-

ka jest w stanie holować linę ratowniczą pięciu rozbitków do 730 m przez silne prądy i duże fale (HYDRONALIX). Mniejsze jednostki mogą być wykorzystywane w warunkach ekstremalnych, przy znacznym wietrze i dużych falach oraz niekorzystnych obszarach dla ratowników np. skały, szuwary. Biorąc pod uwagę specyficzny charakter Morza Bałtyckiego oraz trudny dostęp do wielu miejsc (zatoki, zalewy, mielizny), mniejsze jednostki usprawniłyby prace polskiego oddziału SAR. Jednakże jednostki o większych gabarytach i zasięgu objęłyby duży obszar poszukiwań na Bałtyku oraz pomogłyby w szybkim dotarciu do miejsc zagrożenia, które są oddalone od lądu.

Model wykorzystania systemów autonomicznych w SAR

Słowo „model”, definiowane według słownika PWN oznacza wzór, według którego coś jest lub ma być wykonane; typ lub fason czegoś; konstrukcja schemat lub opis ukazujący działanie, budowę, cechy, zależność jakiegoś zjawiska lub obiektu (Słownik języka polskiego PWN, 2020). Na podstawie powyższych przykładów jednostek nawodnych i powietrznych został opracowany model wykorzystania bezzałogowca, który musi być zgodny z wytycznymi Morskiej Służby Poszukiwania i Ratownictwa. Z rozmowy z ratownikiem SAR wynika, że pora roku ma bardzo duże znaczenie w częstotliwości występowania akcji poszukiwawczych. Największe natężenie występuje wraz z napływem turystów nad Morze Bałtyckie. Weekendy majowe, długie weekendy związane ze świętami, a przede wszystkim wakacje zachęcają ludzi z całego kraju, ale i również lokalnych mieszkańców do spędzania czasu wolnego nad wodą. Pogoda nad morzem często ulega drastycznej zmianie, a nie wszyscy urlopowicze zdają sobie sprawę z niebezpieczeństwa, często podchodząc lekceważąco i nierozważnie. W tabeli nr 3 zostały przedstawione statystyki akcji ratowniczych w trzech kwartałach 2020 roku.

Tabela nr 3 Statystyka działań SAR w trzech kwartałach 2020

Informacja	Dane liczbowe
Akcje ratowania życia ludzkiego na morzu	167
Akcje zwalczania rozlewów	13
Akcje statków ratowniczych MSPiR	139
Ludzie uratowani	52
Łączne akcje	319

źródło: Maziarz. Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa. Pobrane z: <https://www.sar.gov.pl/pl/news/2/type> (25.11.2020).

W działaniach SAR zdecydowanie przeważają akcje ratowania życia ludzkiego na morzu, które stanowią 95% ogółu wszystkich interwencji podejmowanych przez omawianą służbę. Dzięki nim udało się uratować łącznie 52 osoby w trzech kwartałach 2020 roku. Niecałe 5% natomiast stanowią akcje zwalczania rozlewów, które są również istotnie w zapewnianiu bezpieczeństwa. Ratownicy wzywani są również do akcji w dużej odległości od brzegu. By przybliżyć średnie czasy dotarcia jednostek ratowniczych do miejsca zdarzenia, przedstawione zostaną kalkulacje dla konkretnych jednostek na platformie wiertniczej Lotos Petrobaltic, która znajduje się około 78 km na północ od Władysławowa (Dudziński, 2014). Przyjęto za punkt początkowy (stacja brzegowa) port Władysławowo w tym samym momencie. Autor bierze pod uwagę śmigłowiec Anakonda, Mi-14, łódź ratunkową SAR 1500 oraz jednostkę bezzałogową. Obliczenia zostały wykonane zgodnie ze wzorem zależności drogi od czasu, gdy prędkość jest stała ($v=s/t$).

Tabela nr 4 Porównanie danych technicznych

Anakonda	230km/h	78km	0,33h
Mi-14	230km/h	78km	0,33h
SAR 1500	70km/h	78km	1,11h
RALamander	19km/h	78km	4,10h

źródło: tabela stworzona na podstawie komunikacji osobistej (15.11.2020) oraz „Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Dzień Ratownika Morskiego” Gdynia 25.05.2019

Tabela nr 4 przedstawia znaczną różnicę czasową w dotarciu do platformy pomiędzy jednostką bezzałogową, łodzią typu „SAR 1500”, a śmigłowcami Anakonda oraz Mi-14.

Biorąc pod uwagę czas, najkorzystniejsze byłoby wykorzystanie do akcji ratunkowej śmigłowców, ponieważ dotrą do platformy w około 30 min. Łódź typu SAR 1500 będzie na miejscu zagrożenia później o około 30 minut. Norweska jednostka bezzałogowa podana w tabeli ma najdłuższy czas dotarcia, jednak nie naraża życia i zdrowia ratowników. Jednostki do akcji SAR są wybierane ze względu na kryteria: potencjał jednostki (wielkość jednostki, jej wyposażenie oraz autonomiczność, stan rozbitków oraz możliwość udzielenia im pomocy medycznej, warunki pogodowe na miejscu akcji oraz bezpieczeństwo ratowników i jednostek biorących udział w akcji (Chańko, 2012)).

Systemy powietrzne

W wyniku przeprowadzonych wywiadów z pracownikiem SAR (MSPiS we Władysławowie), których celem było określenie potrzeb w zakresie podniesienia efektywności działań, poprzez wykorzystanie systemów autonomicznych ustalono, że największe utrudnienia w prowadzeniu akcji występują na obszarze Zalewu Wiślanego i Szczecińskiego, ze względu na niski poziom wody i szuwary. Gęsto zarośnięte brzegi utrudniają w dużym stopniu poszukiwania i uniemożliwiają szybkie dopłynięcie łodzią, a wysłanie człowieka do osoby poszkodowanej wiąże się z dużym niebezpieczeństwem. Dron powinien być obsługiwany przez jednego operatora i posiadać duży zasięg, by mógł wytrzymać do 6 godzin pracy oraz prędkość około 80 km/h. Będzie to dużym ułatwieniem ze względu na to, że śmigłowiec może pracować maksymalnie do 3 godzin, a akcje ratunkowe mogą trwać nawet 12 godzin. Kolejnym ważnym aspektem jest wytrzymałość na niekorzystne warunki pogodowe. Jednostka powinna utrzymać stabilność w zawisie do 8° wg skali Beauforta. Trzecią najważniejszą cechą jest możliwość wykrywania ciała lub obiektu w wodzie. Dron powinien być wyposażony w specjalistyczny sensor, umożliwiający obserwacje w dzień i w nocy. Jego wymiary nie powinny przekraczać 1 m długości i 80 cm szerokości, ze względu na jego możliwość stacjonowania na platformie nawodnej. Dzięki tym cechom oraz danym przedstawionym w tabeli nr 5 dron mógłby monitorować wybrzeże, zwłaszcza obszary, gdzie dotarcie łodzią byłoby niemożliwe. Jednostka pomagałaby również w akcjach dalekobieżnych, gdzie miejsce zagrożenia jest znacznie oddalone od bazy. Zadaniem jednostki powietrznej byłyby akcje ratowniczo-poszukiwawcze, współpraca z jednostkami nawodnymi oraz patrolowanie wybrzeży.

Tabela nr 5 Dane modelu jednostki powietrznej

Prędkość	Szerokość	Długość	Autonomiczność
80km/h	80cm	50cm	Do 6 godzin

źródło: opracowanie własne.

Systemy nawodne

W akcjach poszukiwawczych czy ratunkowych ratownicy SAR nie zawsze mają możliwość podpłynięcia do osoby poszkodowanej na taką odległość, by udzielić pomocy i zadbać o swoje bezpieczeństwo. W takich sytuacjach wysyłana całkowicie autonomiczna jednostka bezzałogowa nawodna byłaby sterowana przez operatora

z lądu, z pokładu statku, bądź sama byłaby jednostką prowadzącą poszukiwania. Posiadałaby kamerę termowizyjną, koło ratunkowe i tratwę, która otwierałaby się dopiero przy rozbitku i za pośrednictwem operatora. Dzięki specjalnej budowie jednostka mogłaby być również wysyłana do akcji w niekorzystnych warunkach pogodowych i w nocy. Jedną z najważniejszych zalet nowego systemu byłoby zasilanie. Przez wzgląd na znaczne zanieczyszczenie środowiska oraz Bałtyku, który jest jednym z najbardziej zanieczyszczonych mórz świata, najkorzystniej sprawdziłby się napęd hybrydowy. Przy wypłynięciu z bazy jednostka poruszałaby się na silniku elektrycznym, w zależności od czasu przeprowadzonej akcji. Jeżeli zasilanie elektryczne byłoby na wyczerpaniu, włączony zostałby silnik spalinowy, również przez operatora. Większe jednostki posiadałyby panele słoneczne, dzięki temu zastosowaniu udałoby się wykluczyć silniki spalinowe, a jednostki bezzałogowe stałyby się całkowicie ekologiczne. Prędkość jednostki byłaby stała dla obu rodzajów silników (około 50 km/h). Zadaniem jednostki nawodnej byłyby akcje ratowniczo-poszukiwawcze, współpraca z jednostkami powietrznymi, patrolowanie wybrzeży oraz bezpośrednia pomoc.

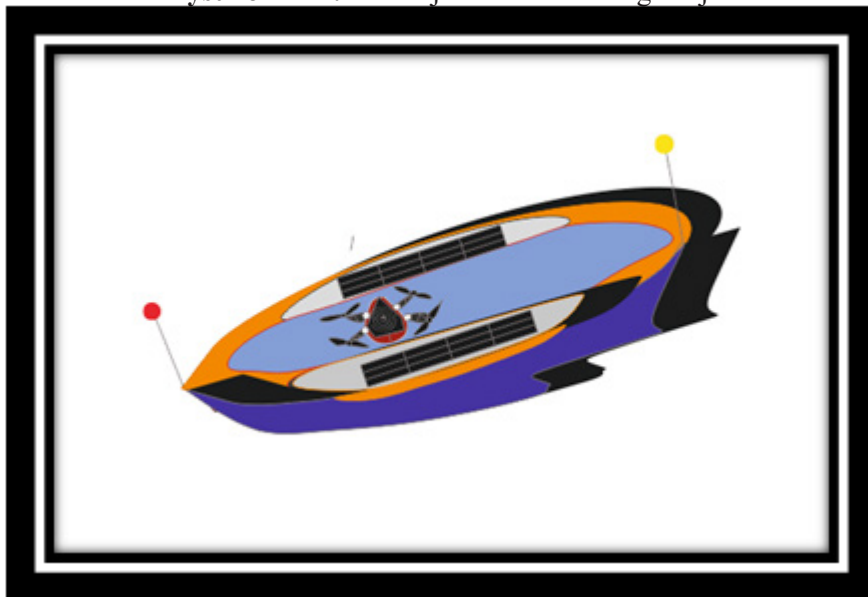
Tabela nr 6 Dane techniczne jednostki nawodnej

Prędkość	Szerokość	Długość	Autonomiczność
50km/h	1,5m	2m	Do 6 godzin

źródło: opracowanie własne.

Systemy nawodne, jak i powietrzne mogą ze sobą współpracować, dzięki instalacji specjalnych dronów na pokładzie jednostki autonomicznej. Podczas akcji jednostka nawodna umożliwi szybsze dotarcie nawet w złych warunkach pogodowych do miejsca, gdzie dalej w razie konieczności będzie kierowana jednostka powietrzna. Znajdujący się na platformie dron będzie wysyłany do miejsca zagrożenia lub patrolowania obszaru, gdzie jednostka nawodna nie będzie w stanie dotrzeć. Ratownik przystępujący do akcji miałby już pełny obraz sytuacji, ilu jest poszkodowanych i w jakim są stanie.

Rysunek nr 2. Model jednostki bezzałogowej.



źródło: projekt własny.

Dyskusja

Przedstawione jednostki nawodne jak i powietrzne, wraz z modelem (Rys nr 2) umożliwiają zobrazowanie dynamicznego rozwoju technologii. Widać, jakie są teraźniejsze zapotrzebowania i jak odpowiada na to nauka. Dzięki wprowadzeniu systemów autonomicznych, akcje prowadzone przez SAR są bardziej skuteczne i bezpieczne, nie tylko dla ratowników, ale również dla osób poszkodowanych. Ratownicy przede wszystkim dzięki autonomicznym jednostkom nie muszą już narażać zdrowia. Mogą szybciej i łatwiej dotrzeć do miejsca zagrożenia oraz do osoby potrzebującej pomocy. Na miejscu zdarzenia bądź katastrofy znajduje się wówczas wyłącznie rozbitek i jednostka pływająca. Nie wiemy, jak zachowa się osoba, która od pewnego czasu przebywa w wodzie, jest przerażona i wyziębiona. Ratownik podejmuje w takiej sytuacji pomoc werbalną, motywuje rozbitek, argumentuje i podejmuje dialog, dzięki czemu ma możliwość oceny stanu zdrowotnego i psychicznego rozbitek. Autor artykułu zaproponował nowy model jednostki autonomicznej, który sprostą wszelkim oczekiwaniom. Może być wykorzystywany w trudnych warunkach jak i znacznej odległości, a dzięki wbudowanym głośnikom, ratownik ma ciągły kontakt z osobą poszkodowaną. Zgodnie ze Strategiczną Koncepcją Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej Polskiej, jak również Polityki Morskiej, Polska zobowiązana jest do zapewnienia bezpieczeństwa jak i również do poszukiwania i ratowania życia ludzkiego

na morzu, które znajduje się w niebezpieczeństwie, bez względu na okoliczności, w wyniku których się w nim znalazła. Jednak nic nie zastąpi fizycznej obecności ratownika na miejscu zdarzenia.

Podniesienie efektywności poszukiwań

Po zapoznaniu się z tekstami źródłowymi, jak i wnioskami płynącymi z wywiadu, można stwierdzić, że rozwój bezzałogowych jednostek nawodnych jak i powietrznym w dużym stopniu przyczynił się do podniesienia efektywności poszukiwań. Możliwość wykorzystania przez ratowników SAR nowoczesnego bezzałogowca, skutkuje zwiększeniu skuteczności wykrywania osoby poszkodowanej bądź obiektu. Umożliwi to również prowadzenie akcji na zwiększonym obszarze. Zaletą powietrznych jednostek bezzałogowych jest przede wszystkim czas dotarcia na miejsce zdarzenia. Jednak przy niekorzystnych warunkach pogodowych mogą współpracować z jednostkami nawodnymi. Oddziały SAR dzięki takim rozwiązaniom podnoszą efektywność w prowadzonych akcjach.

Podsumowanie

Należy się zgodzić ze słowami Mikaela Makinen, President Rolls-Royce Marine, który stwierdza, iż „Autonomiczna żegluga to przyszłość przemysłu morskiego. Podobnie rewolucyjna jak inteligentny telefon, statek inteligentny zrewolucjonizuje całokształt działań i projektowania statków” (Laurinen, 2016, s. 3). Wprowadzenie bezzałogowych jednostek do środowiska morskiego, a przede wszystkim do ratownictwa, bez wątpienia stanowiłoby krok milowy dla polskiej służby SAR. Coraz więcej państw i organizacji wprowadza rozwiązania oparte o systemy autonomiczne wykorzystujące elementy sztucznej inteligencji. Warto zauważyć, iż systemy autonomiczne ze względu na swoje cechy mogą wpływać na zwiększenie efektywności poszukiwań, a tym samym skrócenie czasu ich trwania. Wykorzystanie takich systemów minimalizuje również ryzyko dla ratownika niosącego pomoc w ekstremalnych warunkach pogodowych oraz wyeliminowanie ryzyka dla personelu pokładowego (zwiększenie odległości między źródłem zagrożeń, a obsługą operatorską).

Uznać należy, iż systemy autonomiczne operujące w środowisku morskim, zarówno latające, jak i pływające, prezentują wysoki poziom zaawansowania technologicznego i z powodzeniem mogą być stosowane w realizacji szerokiej palety działań służby SAR. Tym samym uznać należy, iż cel niniejszego opracowania został osiągnięty, problem główny został rozwiązany, a hipoteza robocza została zweryfikowana pozytywnie.

Bibliografia

- „Helcom”, „State of the Baltic sea” (2011-2015).
- 11.7m-Bonefish USV. LOMocean, NAVAL ARCHITECTURE AND YACHT DESIGN.
Pobrane z: <http://www.lomocean.com/projects/defence/11.7m+-+bonefish+usv#>
[dostęp: 16.12.2020].
- Berner, B. Chojnacki, J. (2016). Koncepcja wykorzystania dronów w ratownictwie drogowym. *Autobusy (7-8) ss .53-56.*
- Bezzałogowe statki powietrzne w Polsce. (2013). Warszawa.
- Chamier-Gliszczyński, N. Fiuk, J. (2018). *Wybrane aspekty kształtowania systemu na przykładzie służby SAR.* Koszalin: Politechnika Koszalińska, Wydział Technologii i Edukacji.
- Chańko, P. (2012). Przebieg morskich akcji ratowniczych z perspektywy podstawowych zadań koordynatora MRCK. *Zeszyty naukowe Akademii Morskiej w Gdyni, nr 77, 2012.*
- Exclusive Content on Unmanned Naval Systems. *NavalDrones.* Pobrane z: <http://www.navaldrones.com/Bonefish.html> [dostęp: 16.12.2020].
- Giełdziński, K. (2013). Robotyka podwodna, *Forum młodych s. 90-94.*
- Jankowski, L. (2015). *Przyszłość Morza Bałtyckiego- tendencje rozwojowe. Program WWF na rzecz ochrony Ekoregionu Bałtyckiego.*
- KEY FEATURES. HYDRONALIX. Pobrane z: <https://www.emilyrobot.com.au/key-feature> [dostęp: 12.12.2020].
- Kongsberg. Robert Allan Drive the Future of Marine Firefighting. [dostęp: 30.11.2020].
- Krajowy Plan Zwalczania Zagrożeń i Zanieczyszczeń Środowiska Morskiego.*
- Krajowy Plan Zwalczania Zagrożeń i Zanieczyszczeń Środowiska Morskiego.* (2005). Gdynia 2005.
- Laurinen, M. (2016). *Statki zdalnie sterowane i autonomiczne – następne kroki.* Londyn: Ship Intelligence.
- Michniewski, P. (2014). *Rozważania nad problemem hipotermii.*
- Miętkiewicz, R. (2016). Bezzałogowe jednostki nawodne w działaniach WOPR- próba prezentacji możliwości. *Bezpieczeństwo, zdrowie i kultura fizyczna, wybrane zagadnienia. Tom 2, ss. 16-35.*
- MOBE (Man Over Board EMILY). EMILY. Pobrane z: <https://www.emilyrobot.com/> [dostęp: 12.12.2020].
- Morska Służba Poszukiwania i Ratownictwa, Dzień Ratownika Morskiego.* (2009). Gdynia 25.05.2019.

- OCEAN ALPHA DOLPHIN 1 FINALLY AVAILABLE IN SPAIN WITH MLC CONSULTING. MLC CONSULTING UNMANNED EXPERT.* Pobrane z: <https://www.unmannedexpert.com/dolphin-1/> [dostęp: 16.12.2020].
- Poikonen J. (2016). *Statki zdalnie sterowane i autonomiczne – następne kroki. Polityka Morska Rzeczypospolitej Polskiej do roku 2020 (z perspektywą do roku 2030).* (2015). Warszawa 2015.
- Postępy w Inżynierii Mechanicznej. (2018). *Czasopismo naukowo-techniczne - Scientific - Technical Journal 11(06)/2018.*
- Slinn, T. (2018). *RALamander to the Rescue. Nautic EXPO e-mag.* Pobrane z: <http://emag.nauticexpo.com/ralamander-to-the-rescue/> [dostęp: 14.12.2020].
- Słownik języka polskiego PWN.* (2020). Pobrane ze strony: www.sjp.pwn.pl [dostęp: 26.12.2020].
- Snoch, J. (2016). Loon Copter – dron, który pływa, lata i nurkuje. *Komputer Świat.* Pobrane z: <https://www.komputerswiat.pl/aktualnosci/sprzet/loon-copter-dron-ktory-plywa-lata-i-nurkuje/xqlrfj>. [dostęp: 15.12.2020].
- Strategiczna Koncepcja Bezpieczeństwa Morskiego Rzeczypospolitej Polskiej.* Pobrane z: www.portalmorski.pl. [dostęp: 15.11.2020].
- Temperatura wody morskiej we Władysławowie. *Temperatura morza w kurortach na świecie.* Pobrane ze strony: <https://temperaturamorza.pl/miasto/polska/wladyslawowo>. [dostęp: 15.11.2020].
- The Navy Unmanned Surface Vehicle (USV) Master Plan* (2007).
- Unmanned Aerial Vehicles (bezzałogowy statek powietrzny) Bezpilotowe środki latające.* Pobrane ze strony: <https://www.special-ops.pl/>. [dostęp: 25.11.2020].
- Unmanned capsule autonomous robot for search and rescue operations. *INESCTEC technology & science.*
- Unmanned Ground Vehicles UGV (bezzałogowe pojazdy naziemne). Unmanned Ground Vehicles: Timeline.* (2020). Pobrane z: <https://www.army-technology.com>. [dostęp: 25.11.2020].
- Unmanned Maritime Systems for Search and Rescue August 2017.* (2017).
- Unmanned Maritime Vehicle (UMV). (2000-2020).* Pobrane z: <https://www.globalsecurity.org/>. [dostęp: 25.11.2020].
- Unmanned submarines seen as key to dominating the world's oceans.* Pobrane z: militaryaerospace.com [dostęp: 25.11.2020].
- Unmanned Vehicles & Platforms.* (2011-2020). Pobrane z: <https://www.unmannedsystemstechnology.com/>. [dostęp: 25.11.2020].

- VSR 700 The multi- mission naval UAS. *AIRBUS*. Pobrane z: <https://www.airbus.com/helicopters/UAS/VSR700.html> [dostęp: 11.12.2020].
- Zalewski, P. (2020). *Problemy rozwoju statków autonomicznych*. Szczecin: Akademia Morska w Szczecinie.
- Zawadzak, M. (2014) Pars- irański dron ratuje tonących. *Świat Dronów*. Pobrane z: <http://www.swiatdronow.pl/pars-iranski-dron-ratuje-tonacych>. [dostęp: 16.12.2020].
- Zawadzak, M. (2014). Dron ratowniczy – latający defibrylator Aleca Momonta. *Świat Dronów* Pobrane z: <http://www.swiatdronow.pl/dron-ratowniczy-latajacy-defibrylator-aleca-momonta>. [dostęp: 14.12.2020].
- Zawadzak, M. (2016). Keyhelp – dron do koordynacji akcji ratowniczych. *Świat Dronów* Pobrane z: <http://www.swiatdronow.pl/keyhelp-dron-koordynacji-akcji-ratowniczych>. [dostęp: 15.12.2020].
- Zawadzak, M. (2015). Dron Gimball firmy Flybility. *Świat Dronów* Pobrane z: <http://www.swiatdronow.pl/dron-gimball-firmy-flyability>. [dostęp: 15.12.2020].