

Symulacja w Badaniach i Rozwoju

Redaktor Naczelny

prof. dr hab. Leon BOBROWSKI

Vol. 9 No. 3-4/2018

Redaktor Numeru:

dr inż. Dariusz PIERZCHAŁA

**Polskie Towarzystwo Symulacji Komputerowej
Warszawa 2018**

Artur ANKOWSKI, Mariusz PRZYGODA,

Waldemar NOWAK, Halina KORKUS

Centralna Szkoła Państwowej Straży Pożarnej w Częstochowie

ul. Sabinowska 62/64, 42-200 Częstochowa

E-mail: ankowskia@cspsp.pl; przygodam@cspsp.pl;

nowakw@cspsp.pl; korkush@cspsp.pl

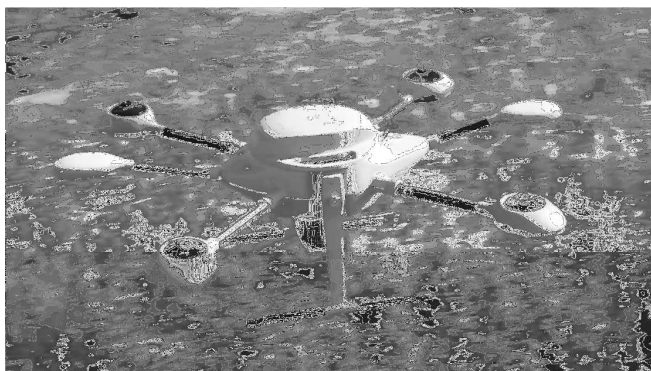
Wykorzystanie bezzałogowej platformy latającej (UAV) do zbierania informacji niezbędnych w działaniach Państwowej Straży Pożarnej na przykładzie SAFEDAM

1 Wstęp

W działaniach ratowniczych realizowanych przez Państwową Straż Pożarną, jak również inne podmioty Krajowego Systemu Ratowniczo - Gaśniczego wyróżnia się kilka etapów, tj. rozpoznanie i identyfikację zdarzenia, ocenę rozmiarów zagrożenia oraz jego rozwoju, zabezpieczenie strefy działań, ratowanie życia, zdrowia ludzi i zwierząt, ratowanie środowiska i mienia oraz likwidację skutków zdarzenia. O powodzeniu akcji decyduje wiele czynników, wśród których jednym z ważniejszych jest informacja dotycząca zdarzenia od momentu jego zauważenia, kolejno zgłoszenie przez świadków zdarzenia służbom ratowniczym, następnie systemy automatycznej sygnalizacji na przykład monitoring, kończąc na rozpoznaniu prowadzonym przez służby ratownicze na miejscu zdarzenia. O przydatności informacji decydują: czas otrzymania, szczegółowość oraz aktualność informacji. Należy zwrócić uwagę, że zagrożenia, z jakimi mierzy się PSP charakteryzuje bardzo często:

- dynamika rozwoju, co wymaga aktualizacji informacji w czasie rzeczywistym lub bliskim rzeczywistemu;
- rozległość obszaru zdarzenia wykraczająca poza zasięg widzenia jednej osoby, co wymaga zaangażowania w rozpoznanie większej liczby osób;
- ograniczona dostępność terenowa, – co z jednej strony ogranicza możliwość szczegółowej obserwacji, a z drugiej strony wydłuża czas zbierania informacji.

Biorąc pod uwagę wymienione czynniki w kontekście dużych akcji, w których niejednokrotnie biorą udział siły i środki z różnych powiatów, a czasami województw (znajomość terenu), przekazywanie informacji o zdarzeniu, lokalizacji, rozmiarach, rozwoju z poszczególnych odcinków bojowych do sztabu akcji nie zawsze gwarantuje uzyskanie pełnego przeglądu sytuacji niezbędnego do wypracowania właściwego zamiaru taktycznego gwarantującego powodzenie akcji. Należy wspomnieć, że przekazywane dane to subiektywny opis i ocena każdego ze zgłaszających informację z rozpoznania oraz rozwoju sytuacji.



Rys. 1. Czwierowirnikowiec ZAWISAK

Fig. 1. Multi-rotor drone ZAWISAK



Rys. 2. Przykładowe zdjęcie pozyskane w locie pokazowym

Fig. 2. An example of a photo acquired in a show flight

W artykule zaprezentowano możliwość wykorzystania bezałogowej platformy latającej (UAV) do zbierania informacji jako narzędzia wspomagającego działania ratownicze Państwowej Straży Pożarnej na przykładzie systemu SAFEDAM. Należy podkreślić słowo „system”, gdyż proponowane rozwiązanie to zarówno urządzenia fizyczne, jak również oprogramowanie integrujące te urządzenia.

2 Zastosowania bezałogowych platform latających

Bezałogowe statki powietrzne z roku na rok stają się coraz bardziej popularne. Branża bezałogowych statków powietrznych UAV (ang. *UnmannedAerialVehicle*) według ekspertów jest zaliczana do jednej z najbardziej przyszłościowych gałęzi rynku nowoczesnych rozwiązań technologicznych. Ich potencjał zaczynają dostrzegać już nie tylko wojsko, naukowcy, fotografowie i filmowcy, ale także przedstawiciele służb

*Wykorzystanie bezzałogowej platformy latającej (UAV) do zbierania informacji
niezbędnych w działaniach Państwowej Straży Pożarnej
na przykładzie SAFEDAM*

ratowniczych - m.in. Straży Pożarnej. Analizując możliwości zastosowania bezzałogowych statków powietrznych w działaniach ratowniczych, należy przedstawić podstawowe elementy składające się na działania ratownicze. W Rozporządzeniu Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 3 lipca 2017 roku w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo – gaśniczego (Dz. U. 2017 poz. 1319) określone zostały podstawowe elementy działań w zakresie walki z pożarami, innymi klęskami żywiołowymi, ratownictwa technicznego, chemicznego, ekologicznego. Cechą wspólną wszystkich wyżej wymienionych działań jest:

- rozpoznanie zagrożenia,
- identyfikacja zagrożenia,
- wyznaczenie strefy zagrożenia,
- ocena rozmiarów powstałego zagrożenia,
- prognozowanie rozwoju zagrożenia.

Działania ratownicze obejmują znacznie szerszy zakres oraz dodatkowo każdy z rodzajów działań ratowniczych zawiera inne szczegółowe czynności wynikające ze specyfiki zdarzenia, ale to właśnie wyżej wymienione elementy składowe działań ratowniczych można wskazać jako przestrzeń do zastosowania bezzałogowych statków powietrznych.

Jak już na wstępie wspomniano, podstawą skutecznych działań ratowniczych jest otrzymana odpowiednio szybko szczegółowa informacja dotycząca zagrożenia. Informacje otrzymane podczas zgłoszenia od świadków zdarzenia są nacechowane dużą dawką emocjonalną, stąd też często są lakoniczne, mało precyzyjne. Dlatego też podjęcie właściwych działań ratowniczych, gwarantujących powodzenie akcji, z uwzględnieniem bezpieczeństwa ratowników jest uzależnione od rozpoznania rodzaju zdarzenia oraz rozmiaru skutków. Na miejscu zdarzenia dowódca i/lub wyznaczeni przez niego ratownicy udają się na rozpoznanie. Czas rozpoznania jest uzależniony od wielkości obszaru zagrożonego, dostępności terenu, a także możliwości obserwacji terenu. Stąd też czas potrzebny do pozyskania informacji może się znacznie wydłużyć, co w przypadku dużej dynamiki zdarzenia może mieć wpływ na rozmiar skutków. Przykładem zdarzeń mogą być pożary lasów czy powodzie. Rozpoznanie przeprowadzone przy użyciu bezzałogowego statku powietrznego pozwala w stosunkowo krótkim czasie zebrać informacje o rodzaju zdarzenia, jego wielkości, newralgicznych miejscach i innych parametrach, jak wielkość frontu pożaru i kierunek jego rozprzestrzeniania bądź miejsce uszkodzenia wałów przeciwpowodziowych, jak również wskazanie miejsc czy obiektów zagrożonych. Na podstawie zebranych informacji wypracowany zostaje zamiar taktyczny i rozpoczynają się już „właściwe” działania ratownicze. Zagrożenia cechuje również pewna dynamika rozwoju, dlatego rolą dowódcy jest stały nadzór nad przebiegiem działań ratowniczych oraz w miarę potrzeb wprowadzanie korekt bądź zmiana działań. To kolejny obszar zastosowania bezzałogowych statków powietrznych.

Podczas działań związanych z gaszeniem pożarów wykonywany jest nalot dronem w miejsce objęte pożarem w celu zebrania informacji o obszarze objętym zdarzeniem, o kierunku rozprzestrzeniania się pożaru, o możliwych drogach dojazdu oraz potencjalnych miejscach tworzenia linii obrony. Wyposażone w kamerę drony pozwolą ocenić z powietrza sytuację w miejscu niebezpiecznego zdarzenia, zanim jeszcze

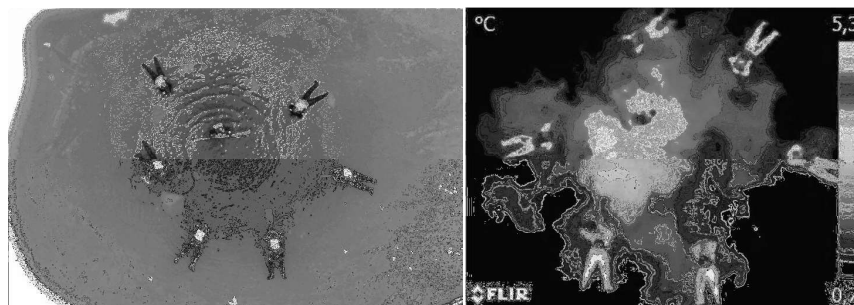
ratownicy rozpoczną działania. Po rozpoczęciu działań wykonuje się kolejne naloty celem zebrania informacji o przebiegu zdarzenia oraz analizie skuteczności podjętych działań. Przekazywany z drona obraz w czasie rzeczywistym znacznie przyspiesza pozyskiwanie informacji, jak również umożliwia obserwację całego terenu, dając możliwość prognozowania obszarów potencjalnie zagrożonych.

Innym obszarem zastosowania bezzałogowych platform latających są działania podczas zagrożeń powodziowych. Dotyczy to, podobnie jak w przypadku pożaru, rozpoznania i identyfikacji zagrożenia oraz monitorowania przebiegu działań oraz dodatkowo monitorowania wykonanych zabezpieczeń podczas wezbrania. W tym zakresie, w ramach projektu na rzecz bezpieczeństwa i obronności państwa, została opracowana koncepcja platformy bezzałogowej służącej wspomaganie działań ratowniczych, rozpoznawczych i patrolowych dotyczących ochrony przeciwpowodziowej, a w szczególności stanu technicznego wałów przeciwpowodziowych pt. „Zaawansowane technologie wspomagające przeciwdziałanie zagrożeniom związanym z powodziami „SAFEDAM”. Głównym założeniem projektu jest opracowanie systemu monitorującego wały przeciwpowodziowe z użyciem nieinwazyjnej, latającej bezzałogowej, platformy pomiarowej, skanującej z niskiego pułapu lotu, i wykorzystaniu zobrażeń lotniczych i satelitarnych. W tym celu wykorzystano technologie fotogrametryczne i teledetekcyjne. W ramach projektu SAFEDAM powstaną dwie konfiguracje systemu, **interwencyjna** – do badania stanu obwałowań oraz ruchu mas gruntu w sytuacji zagrożenia powodziowego (stany ostrzegawcze i alarmowe na odcinkach rzek) oraz konfiguracja **prewencyjna** – do badania obwałowań oraz ruchu mas gruntu przy normalnym stanie wód (badania prewencyjne na wytypowanych odcinkach wałów). Platforma bezzałogowa ma za zadanie wspomagać działania służb ratowniczych w zakresie działań prewencyjnych i interwencyjnych, dlatego musi być zdolna do uniesienia zestawu sensorów przewidzianych do stosowania podczas misji oraz wykonywania lotu i realizowania zadań w różnych warunkach pogodowych i oświetleniowych.

Konfiguracja interwencyjna to system, który umożliwi zarządzanie akcją zabezpieczania wałów z narzędziami podglądu stanu wałów, narzędziami pomiaru odległości, objętości, wysokości względnej od lustra wody, tworzenia szkiców do prowadzonej akcji, pomiaru objętości, podświetlania map zagrożenia powodziowego w różnych scenariuszach, monitoringiem akcji w nocy (zdjęcia termalne, skaniny laserowe).

Działania w trybie interwencyjnym prowadzone są w trakcie bezpośrednich działań ratowniczych związanych z ewakuacją i doraźnym wzmocnieniem obwałowań i innych uszkodzeń wałów powodziowych.

Wykorzystanie bezzałogowej platformy latającej (UAV) do zbierania informacji niezbędnych w działaniach Państwowej Straży Pożarnej na przykładzie SAFEDAM



Rys. 3. Widok obszaru działań

Fig. 3. View of the area of activities

Konfiguracja prewencyjna to system, który przygotowuje przestrzenną ocenę stanu wału w analizie wielokryterialnej – system z automatycznymi analizami i gromadzeniem danych rastrowych (modele wysokościowe, ortofotomapy). Analiza ta wskazuje najbliższe punkty, umożliwia przeprowadzenie dla nich symulacji wezbraniowej z przerwaniem wału przeciwpowodziowego. Działania prewencyjne polegają na monitorowaniu i analizowaniu infrastruktury przeciwpowodziowej do czasu wystąpienia wezbrania. Dane gromadzone podczas działań prewencyjnych mogą być przetwarzane i analizowane w trybie *post-processing*. Obserwacje i pomiary powinny cechować się dużą dokładnością i rozdzielczością, pozwalającą na dokonywanie dokładnych obliczeń, detekcji i analiz.

Celem misji (nalotów) jest monitoring stanu wałów na długich, kilkukilometrowych odcinkach, następnie wybór miejsc działań operacyjnych, weryfikacja stanu wałów w czasie zagrożenia (przeziąki), zabezpieczanie akcji i analiza akcji ratunkowej ludzi w warunkach nocnych, wskazywanie przyboru wody od strony odwodnej itp. Loty odbywają się w sposób doraźny i w miejscach, gdzie wymaga tego potrzeba. Trasy lotów dobierane są do charakteru dokonywanego rozpoznania i nie mają ustalonych trajektorii. Wymagana jest gotowość do szybkiej realizacji misji w zróżnicowanych warunkach pogodowych i w różnej porze dnia oraz sezonu. Ważny jest szybki przekaz informacji do sztabu w celu podejmowania właściwych decyzji.

Kolejnym obszarem zastosowania UAV są akcje poszukiwawcze. Poprzez zainstalowanie kamer o wysokich rozdzielczościach, aparatów fotograficznych, a także systemów termowizyjnych otrzymujemy alternatywę dla „naziemnych” poszukiwań osób zaginionych. Zamontowana na dronie kamera termowizyjna w krótkim czasie pozwala zlokalizować osoby przebywające w trudno dostępnym terenie (las, pole uprawne, bagno czy brzeg jeziora). Bardziej zaawansowane bezzałogowce umożliwiają automatyczne wykonywanie lotów. Oznacza to, że operator sprzętu wyznacza trasę, którą dron pokona w sposób automatyczny, na podstawie na przykład pozycji GPS. Dzięki temu w kilka (kilkanaście) minut precyzyjnie przeszukiwany jest zamierzony obszar. Obraz wideo z bezzałogowca zarówno termowizyjny, jak i widzialny przekazywany jest w czasie rzeczywistym i możliwy do obserwacji również na zewnętrznych monitorach. Bezzałogowe statki powietrzne mogą nie tylko docierać do miejsc trudno dostępnych, lecz są w stanie znacznie więcej zobaczyć

oraz przeszukać większy obszar w krótszym czasie. Zastosowanie dronów w poszukiwaniach nie zastąpi ratowników ani nie ograniczy ich udziału w prowadzeniu tych działań, lecz z pewnością je przyspieszy. Zastosowanie bezzałogowych platform latających pozwoli na szybszą identyfikację terenu, na którym może znajdować się osoba poszukiwana. Takie działania pozwolą dowódcy akcji poszukiwawczej na zawężenie obszaru poszukiwań i skierowanie ratowników na mniejszy obszar, a tym samym zwiększą szanse na szybsze dotarcie do osoby zaginionej i udzielenie jej pomocy.

3 Podsumowanie

Potencjalne zalety, jakie niesie zastosowanie dronów w Państwowej Straży Pożarnej, są ogromne. Najbardziej oczywiste wydaje się zastosowanie ich do poszukiwania osób zaginionych, dokonywania precyzyjnego rozpoznania trudnego terenu, katastrof budowlanych, komunikacyjnych czy akcji związanych z zagrożeniem chemicznym. Wszystkie te sytuacje wymagają zastosowania innych sensorów, lecz przenoszonych na pokładzie tego samego bezzałogowca. W akcjach związanych z poszukiwaniem osób zaginionych najlepiej sprawdzą się kamery termowizyjne i podczerwone. Przy określaniu rozmiarów i kierunków rozprzestrzeniania się pożaru zastosowanie znajdzie zwykła kamera, podobnie jak w przypadku katastrof budowlanych i wypadków komunikacyjnych. Podczas działań z zakresu ratownictwa chemicznego wykorzystywane mogą być urządzenia identyfikujące bądź wskazujące stężenie substancji niebezpiecznych bez konieczności wprowadzania ratowników do skażonej strefy. Podczas akcji w ramach ratownictwa ekologicznego bezzałogowce pozwolą szybko i precyzyjnie określić teren i zasięg skażeń oraz wskazać na przykład odpowiednie miejsce ustawienia zapór sorpcyjnych.

Ogólne zalecenie dotyczące wykonywania misji:

- obsługą (pilotowaniem i/lub nadzorem lotu) może zajmować się osoba z odpowiednim Świadectwem Kwalifikacji Personelu Lotniczego odpowiedniej kategorii wydanymi przez Urząd Lotnictwa Cywilnego;
- do obsługi systemu zaleca się zaangażowanie co najmniej dwóch osób: pilota-operatora statku powietrznego oraz operatora sensorów;
- maksymalna dopuszczalna prędkość wiatru (wynikająca z możliwości zachowania poprawnych parametrów danych) wynosi 8 m/s;
- platforma może operować w zakresie temperatur od -5 do +27°C;
- zapewnienie skuteczności działania systemów łączności w przewidywanej odległości od miejsca kontroli misji;
- organizacja lotów w ekstremalnych temperaturach powinna uwzględniać dopuszczalne zakresy temperatur pracy wyposażenia dodatkowego (aparatury fotograficznych i skanerów) oraz obsługę akumulatorów; z uwagi na niebezpieczeństwo oblodzenia, loty w temperaturze ujemnej należy planować wyłącznie przy suchej, wyżowej pogodzie.

System SAFEDAM to narzędzie przeznaczone do szeroko pojętej ochrony przeciwpowodziowej zarówno w okresach spokojnych, jak również w okresach wezbrań. Przedstawione w referacie rozwiązania mogą stanowić cenne narzędzie

wspomagające działania ratownicze realizowane przez służby zaangażowane podczas powodzi. Jednak mechanizm działania systemu wskazuje możliwość zastosowania bezzałogowych platform latających (UAV) również w innych dziedzinach ratownictwa, szczególnie w przypadkach zdarzeń dużych i bardzo dużych.

Literatura

1. Mąka K.: System ochrony przeciwpowodziowej w Polsce. Zadania organów administracji publicznej w fazach zapobiegania i reagowania na zagrożenia powodziowe, Polarichia 2014
2. Ustawa o zarządzaniu kryzysowym z 26 kwietnia 2007 roku (Dz.U. z 2007, nr 89, poz. 590)
3. Ustawa o Państwowej Straży Pożarnej z 24 sierpnia 1991 roku (Dz.U. 1991, nr 88, poz. 400)
4. Kołodziejczyk U., Żebrowska M.: Techniczne metody ochrony przeciwpowodziowej w Polsce, Zeszyty Naukowe UZ 2013, nr 31
5. Kołodziejczyk U.: Geologiczno-inżynierskie badania wałów przeciwpowodziowych i ich podłoża jako metoda prognozy zagrożeń powodziowych na lubuskim odcinku Odry, Oficyna Wydawnicza UZ, Zielona Góra 2002
6. Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji w sprawie szczegółowej organizacji krajowego systemu ratowniczo-gaśniczego z 3 lipca 2017 roku (Dz.U. 2017, poz. 1319)
7. Wyszywacz W.: Drony. Budowa, loty, przepisy, Wydawnictwo Poligraf, Brzeźna Łąka 2016
8. Ustawa Prawo lotnicze z 3 lipca 2002 roku (Dz.U. 2002, nr 130, poz. 1112)
9. Szczepkowski M., Bartkiewicz B., Kruszewski P.: Drony – teoria i praktyka, Wydawnictwo KaBe, Krosno 2016
10. Merkisz J., Nykaza A.: Perspektywy rozwoju i wykorzystania bezzałogowych statków powietrznych w służbach ratowniczych, Bezpieczeństwo i Ekologia 6/2016
11. Tuśnio N., Nowak A., Tuśnio J., Wolny P.: Bezzałogowe statki powietrzne w działaniach Państwowej Straży Pożarnej – propozycja dedykowana Państwowej Straży Pożarnej, Zeszyty Naukowe 2016, 58(1), 2

Streszczenie

Artykuł opisuje zastosowanie narzędzia wspomagania działań ratowniczych, jakie dostarcza system SAFEDAM. Podstawowym czynnikiem warunkującym realizację czynności ratowniczych jest szybka i dokładna informacja o miejscu wystąpienia zdarzenia i rodzaju zdarzenia. W przypadku powodzi obszar, na którym znajdują się zagrożone obiekty hydrotechniczne, jest rozległy. W związku z tym pozyskanie informacji w typowy dla rozpoznania sytuacji sposób bywa czasochłonne, a co za tym idzie, również podjęcie działań może być opóźnione. Tryb interwencyjny systemu SAFEDAM jest dedykowany służbom realizującym działania ratownicze. Wykorzystuje on bezzałogowe platformy latające (UAV) wyposażone w kamerę dzienną, kamerę termalną oraz aparat fotograficzny. Dzięki wykorzystaniu platform bezzałogowych przy stosunkowo niedużych nakładach finansowych będzie możliwe szybkie i precyzyjne zebranie informacji pozwalających dowódcy akcji podjąć właściwą decyzję.

Projekt SAFEDAM finansowany jest w ramach projektu finansowanego przez NCBiR.

Use of UAV to collect information for the activities of the State Fire Service on the example of SAFEDAM

Summary

The article describes the use of the rescue support tool provided by the SAFEDAM system. The basic factor influencing the implementation of rescue operations is quick and accurate information about the place of occurrence of the event and the type of event. In case of flooding, the area where endangered hydrotechnical objects are located is extensive. Therefore, obtaining information in a way typical for situation recognition can be time-consuming, and thus taking action may be delayed. The SAFEDAM intervention mode is dedicated to rescue services. It uses unmanned aerial vehicle (UAVs) equipped with daytime cameras, thermal cameras and cameras. Thanks to the use of unmanned platforms at relatively small financial outlays, it will be possible to quickly and precisely collect information allowing the commander of the action to make the right decision.

The research is a part of works connected with the project financed by NCBiR.