

AN INTELLIGENT SYSTEM OF SUPERVISION AND SAFETY OF FLIGHT OPERATIONS

INTELIĞENTNY SYSTEM NADZORU I BEZPIECZEŃSTWA OPERACJI LOTNICZYCH

Wojciech Krupa¹⁾, Anita Linka²⁾, Agnieszka Wróblewska²⁾

¹⁾ Żelazny6 Wojciech Krupa, ²⁾ Politechnika Poznańska

¹⁾ Żelazny6 Wojciech Krupa, ²⁾ Poznan University of Technology

Abstract: *The paper presents the functionality and applicability of AeroSafetyShow Demonstrator+PL (ASSD+PL). Software was invented and developed by a scientific consortium between Żelazny6 Wojciech Krupa company and Poznan University of Technology. Project was co-financed by the European Union and the National Centre for Research and Development. ASSD+PL is an intelligent system, which allows to increase the safety of flight operations by conducting surveillance in the real time. This system is the first controlling software which offering such a wide range of functionalities.*

Keywords: *safety, general aviation, supervision system*

Streszczenie: *W artykule zaprezentowano funkcjonalności oraz możliwości zastosowania systemu AeroSafetyShow Demonstrator+PL (ASSD+PL). Twórcami systemu są firma Żelazny6 Wojciech Krupa oraz Politechnika Poznańska, które dzięki dofinansowaniu przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju ze środków Unii Europejskiej realizowały projekt badawczy jako konsorcjum naukowego. ASSD+PL to inteligentny system umożliwiający podniesienie poziomu bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych poprzez prowadzenie czynnego nadzoru nad określoną przestrzenią w czasie rzeczywistym. Oprogramowanie jest pierwszym systemem kontroli kierowanym do lotnictwa ogólnego, który oferuje tak szeroki zakres funkcjonalności przy zapewnionym wysokim poziomie niezawodności.*

Słowa kluczowe: *bezpieczeństwo, lotnictwo ogólne, system nadzoru*

AN INTELLIGENT SYSTEM OF SUPERVISION AND SAFETY OF FLIGHT OPERATIONS

1. Introduction

General Aviation is gaining in popularity both as a method for passenger transport and in sports competitions. The training and flight locations are usually flying clubs, airports and private airstrips. These locations usually do not have systems supervising the airspace in real time because of high costs of fitting, operation and maintenance (e.g. radar systems). Additionally, it would be necessary to organize sufficient space for the implementation of the infrastructure. There are also systems available on the market that allow locating the exact position of gliders within aerobatic contests (e.g. VPOS, W.A.Y., Spot) but they are insufficient for the current needs in the area of aerobatics, pilot training or during organization of air shows for the general public.

The increasing popularity of aerobatic shows forces the introduction of a system that would enable active supervision over performed air operations and would ensure safety to the spectators. This hypothesis is confirmed by reports and analyses published by the highest ranking general aviation organizations such as Fédération Aéronautique Internationale FAI, Aerobatics Commission CIVA, Civil Aviation Authorities (Urząd Lotnictwa Cywilnego ULC), State Commission on Air Accidents Investigation (Państwowa Komisja Badania Wypadków Lotniczych PKBWL), Polish Air Navigation Services Agency (Polska Agencja Żeglugi Powietrznej PAŻP) [1].

In the years 2013-2016 a scientific consortium composed of Żelazny6 – Wojciech Krupa and Poznan University of Technology carried out a project co-financed by the European Union aiming at a development of an intelligent integrated system of supervision meeting the current needs in the area of aerobatics and pilot training. The objectives assumed in the initial phase of the system design were fully completed and the team managed to implement additional subunits such as Ground Security (system of supervision of vehicle traffic within preset area), actual terrain maps generator (orthophotomaps), inertia measurement unit (IMU). Three patent claims were also made for 5 industrial designs, 3 trademarks and an invention of the intelligent integrated system of airspace supervision.

Within the continuation of the project, as per the guidelines of National Centre for Research and Development, a commercialization of the research results is planned along with the implementation of the final products on the domestic and international markets. A widely understood promotion is underway for the ASSD+PL subassemblies and networking activities are continued with the potential product end-users. It is noteworthy that upon market research of the supervision systems, it was confirmed that there is no similar product available for general aviation on an international scale [1][2][3].

2. Components

The integrated ASSD+PL system is composed of several key components necessary for its proper operation. Fig. 1 presents general diagram describing the system operation.



Fig. 1 ASSD+PL operation diagram

The data are radio-transmitted from the transmitters (portable modules) placed inside the aircraft to the receiving station that visualizes the obtained information (in real time) in proprietary software (FlyMonitor). The software can process signals from 50 active devices at the same time. The modules in motion send data with 100 ms intervals in the *in use* mode and in 15 min intervals in the *stand-by* mode.

ASSD+PL software

The system enables a simultaneous supervision of up to 50 aircraft fitted with the portable modules. The operator individually determines the exact supervision zone (a *box* in aerobatics) whose geographical coordinates are guarded by the judge password. Fig. 2 shows the view of the main screen of the ASSD+PL software.

A list of currently active devices is displayed on the left side. The devices send signals to the receiving station. On the right side, we can see the altitude curve drawn in real time for a given aircraft. The central part is the actual 3D image of the terrain over which the operator determines the supervision zone. If the pilot exceeds the boundaries of the zone, the operator receives feedback in the form of a sound and a flash (the wall flashes red). In aerobatic contests the data related to the aircraft going off the box are recorded, summed up and printed in the form of a report with a defined number of negative points for a given flight.

When the sequence of aerobatic figures is finished, three reports are printed: the altitude curve, the plan view on the aircraft trajectory and the summary of zone transgression. The set of documents is immediately passed to the main judge.

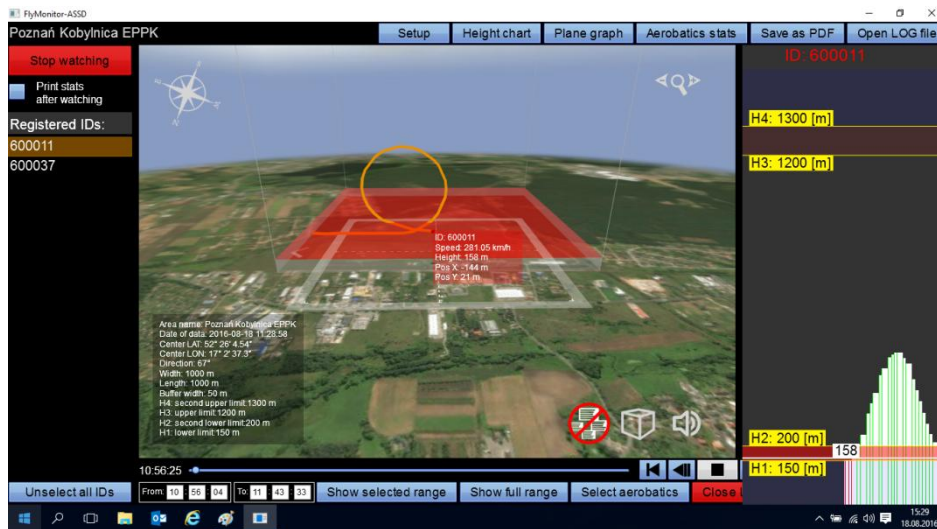


Fig. 2 Operator's view of the base/receiving station (FlyMonitor)

At any time, the operator can switch from the airspace supervision mode to the altitude curve or the plan view. Additionally, the operator can retrieve history including the entire traffic within the zone in a given time window. Data related to altitude, airspeed as well as flight direction are recorded along with the aircraft position in the airspace. The data are stored automatically and their retrieval is also possible in the offline mode on any personal computer, on which ASSD+PL is installed.

Modules

The portable ASSD+PL modules have been designed allowing for the requirements of modern general aviation. The signal sent with these modules cannot in any way disturb the operation of the on-board electronics. The transmitter fitted in the device sends data to the base station utilizing ISM non-licensed radio connection (pursuant to the Regulation of the Minister of Transport dated 3 July 2007 on Radio Transmitting and Receiving Devices that are Admitted for Use Without Radio Permits, Journal of Laws no. 138, item 972) of the frequency of 868 MHz. The power output of the transmitter is 2 mW (6 dBm per 1 mW) and the frame frequency (sending radio packets) is 10 Hz. In practice, the receiver picks up very weak signals (up to -122 dB) even below radio static of < -115 dB [1]. Fig. 3 presents the portable ASSD+PL modules of different design fitted inside the aircraft.



Fig. 3 Portable ASSD+PL modules fitted in the aircraft (MDM-1 FOX glider, ZLIN 242 airplane)

Mobile Controller Vehicle

The operator's stand is fitted in the Mobile Controller Vehicle adapted to the project assumptions (Fig. 4). The receiving station is located on an 8 meter pneumatically operated mast, which aims at optimizing the quality and range of data reception. The vehicle is equipped in:

- A system of transmitting-receiving aerials
- Standalone power supply with a UPS
- Power generator
- Desert AC
- Two aviation radio systems with cockpit recorders
- Standalone weather station
- Independent WiFi
- External hazard lights and sounds



Fig. 4 Mobile Controller Vehicle for the real time event recorder

An intelligent system of supervision and safety of flight operations
Inteligentny system nadzoru i bezpieczeństwa operacji lotniczych

The interior of the vehicle has been divided into two compartments: the operator's compartment (Fig. 5) and the technical compartment where the power generator is stored. The first compartment is not only adapted for the system operation but may also serve the purpose of a briefing room for 4-6 persons.



Fig. 5 Operator's compartment of the Mobile Controller Vehicle

The screens of the base station are linked to the PC computers, but there exists a possibility of an additional broadcast of the signal to the big outdoor screens for wide audience (Glider Aerobatics Championships of Poland (Fig. 6). Thanks to the above-mentioned features and functionalities the operation of the Mobile Controller Vehicle is possible under all weather and terrain conditions.



Fig. 6 Broadcast of the signal from the base station for wide audience
(Szymanów, Airstrip 2016)

Visual Supervision

As part of the AeroSafetyShow system, the Mobile Controller Vehicle is fitted with two types of cameras to supervise the show airspace and the vehicle surroundings. On the roof of the vehicle, recorders with wide-angle (360°) lenses were installed. Additionally, a system of multi-focal cameras (Fig. 7) is installed on the Vehicle tracking the aircraft traffic (aircraft fitted with the ASSD+PL portable modules) based on the GPS position of the planes. The system is equipped with a precise Pan&Tilt servomechanism. The system first operation under actual contest conditions took place at the Glider Aerobatics Championships in Hungary in 2016.



Fig. 7 Multi-focal cameras following an aircraft

3. Application

Pilot training

The ASSD+PL system has been designed with the purpose of increasing the safety of air operations and pilot training from the beginning of the process. Owing to the multidimensionality of the system the following is possible during the training:

- on-going supervision over training flights performed around the airstrip (plan view and 3D visualization) or in the pilot zone (using the altitude curve and the function of determination of the exact supervision zone (signaling the zone transgression));
- determining special zones (*boxes*), the transgression of which is signaled with a sound and a flash in the software interface (also to the pilot – it is possible to program the module to buzz if a given altitude is exceeded);
- real time flight parameters observation and assessment of the correctness of the performed tasks (on-going communication of the instructor with the trainee);
- flight-related data storage (in the computer memory and on an SD card of the portable module);
- printing reports after a finished flight (altitude curve, position in the zone, zone transgression, plan view of the flight);

- supervision of up to 50 aircraft simultaneously (parameters illuminated in the software interface) and tracking of 10;
- directing training flights by a ground instructor, which is to ensure safe separation among the aircraft and supervision of aircraft that are out of sight [4].

Competitions/shows

The system increases safety of air operations during shows through:

- real time supervision over the air and ground traffic;
- possibility of early detection of critical events;
- direct communication with the pilots;
- visual recording in the air and in the surroundings of the Controller Vehicle using the innovative multi-focal system;
- analysis of flight parameters during the performance of a task and immediately after its completion [4].

Other

Additional functionalities:

- possibility of adopting the system as a critical event recorder;
- possibility of adopting the system as an electronic recorder of flight hours (for individual pilots or aircraft) and for storing technical and flight documentation
- unique system on a world scale that increases safety of air operations in real time, ensuring supervision of air and ground space;
- improvement of the practical pilot training process by introducing the option of flight reproduction and printing the reports containing important information for the instructor and the trainee pilot;
- comprehensive flight analysis in real time and after flight completion;
- coordination of task completion over a determined zone based on the stationary application and the Mobile Controller Vehicle;
- helicopter flight – the modules have been programmed to work in different modes that enable a supervision of helicopter flights over military training areas; currently the system can supervise 50 helicopters (parameters illuminated in the software interface) and track 10;
- possibility of adapting the system to individual user needs by selecting parameters to be sent from the modules to the base station [4].

Within the realization of the ASSD+PL project, additional software was developed dedicated to Ground Security (ASSD+PL GS). The modifications implemented in the receiving station and the portable modules allow tracking objects in 20 supervision zones. ASSD+PL GS is mainly designed to supervise commercial airports as a supplement to radar systems such as SMR (*Surface Movement Radar*).

4. Conclusions

The AeroSafetyShow system was developed with a financial contribution of the National Centre for Research and Development. It has received positive reviews of domestic and international organizations dealing with aerobatic sports (including *Fédération Aéronautique Internationale, FAI - The World Air Sports Federation* and *CIVA – The FAI Aerobatics Commission*). Currently, ASSD+PL is the only system used to determine the position and altitude of aircraft during aerobatic contests and glider competitions on a world scale [1]. Thanks to the small size of

the portable equipment and the base station, it is possible to perform supervision of any airspace user irrespective of the terrain and weather conditions.

5. References

- [1] Krupa W., Górzeński R., Aerosafetyshow DEMONSTRATOR PL. Inteligentny system nadzoru i bezpieczeństwa operacji lotniczych w czasie rzeczywistym, materiały konferencyjne „Poznań – Lotnictwo dla Obronności”, Poznań, 2016
- [2] Kiciński M., Ekspertyza dot. AeroSafetyShow Demonstrator+PL
- [3] Netter A., Ekspertyza związana z rozpoznaniem rynku systemów nawigacyjnych
- [4] Krupa W., Linka A., Ciałkowski M., Wróblewska A., Bezpieczeństwo operacji lotniczych w szkoleniu, zawodach oraz pokazach akrobacyjnych, materiały konferencyjne „Poznań – Lotnictwo dla Obronności”, Poznań, 2016



Anita Linka M.Sc., Eng. PhD student at the Faculty of Machines and Transport at Poznan University of Technology, author of the thesis on sensory marketing of airlines, co-author of many scientific publications in the field of flight safety, aerobatics, navigation systems and new technologies used in general aviation (General Aviation). In years 2014-2017 took part in a research project "AeroSafetyShow - Intelligent system of supervision and security of flight operations in real time" as a constructor-engineer. (Share 60%).



Col. res. pil. Wojciech Krupa M.Sc., Eng. Pilot of jet aircraft, instructor of airplanes and glider, professional pilot with 35 years of experience with life raid over 4,000 hours. Graduate of Polish Air Force Academy. In the years 2001-2007 he was the commander of the 3rd Air Force Squadron "POZNAN" and the 31st Air Base Poznań-Krzesiny. Former director of the Polish Aeroclub training department, founder and head coach of the "Żelazny" aerobatic team. A long-time member of the National Team in aerobatic acrobatics, a five-time Polish Champion and a medalist of the European Championships. Examiner in the field of piloting at Civil Aviation Authority, holder of national training qualifications in the field of aerobatics. (Share 20%).



Agnieszka Wróblewska D.Sc., Eng. Head of the Aviation Training Center at the Poznan University of Technology. Doctor of Technical Sciences in the specialty of Thermal Technology. A specialist for research matters on behalf of the Poznan University of Technology. Multiple participant of research projects; In 2011 trainee at the Technical University of Berlin, in 2014 - internship at Boston College. The Thermodynamics Department of the Polish Academy of Sciences and the organizational committee of the National Conference "Development of Technology, Technology and Transport in Aviation". (Share 20%)

INTELIĞENTNY SYSTEM NADZORU I BEZPIECZEŃSTWA OPERACJI LOTNICZYCH

1. Wstęp

Lotnictwo ogólne (General Aviation) zyskuje coraz więcej zwolenników zarówno jako metody przemieszczania się, jak i sportowej rywalizacji. Miejscem szkolenia oraz wykonywania przelotów są zazwyczaj aerokluby lub lotniska i lądowiska prywatne. Obiekty te w większości nie posiadają na wyposażeniu systemów umożliwiających prowadzenie nadzoru nad przestrzenią w czasie rzeczywistym ze względu na wysokie koszty ich montażu oraz eksploatacji (np. systemy radarowe). Dodatkowo konieczne byłoby wygospodarowanie dużej przestrzeni na implementację infrastruktury. Na rynku dostępne są również systemy pozwalające na określenie pozycji szybowców w ramach zawodów przelotowych (np. VPOS, W.A.Y., Spot), jednak nie odpowiadają one na aktualne zapotrzebowanie w dziedzinie akrobacji lotniczej, szkolenia pilotów czy organizacji pokazów dla szerokiej widowni.

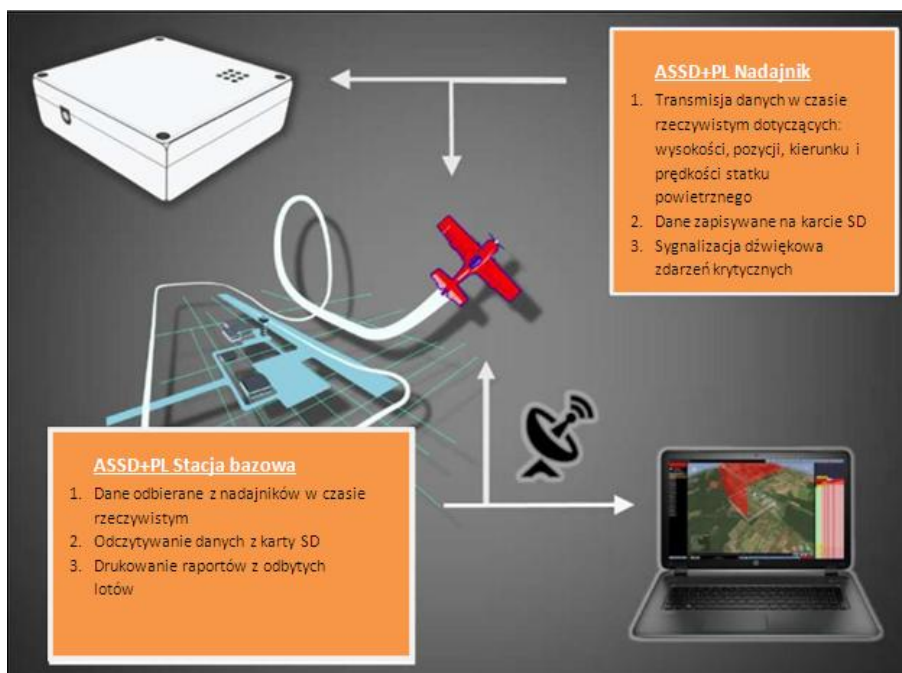
Zwiększająca się popularność pokazów akrobacji lotniczej warunkuje konieczność wprowadzenia systemu, który umożliwi prowadzenie czynnego nadzoru na wykonywanymi operacjami oraz zapewni bezpieczeństwo zebranym widzom. Tezę tę potwierdzają raporty oraz opracowania wydawane przez najwyższe instytucje lotnictwa ogólnego, takie jak Fédération Aéronautique Internationale FAI, Aerobatics Commission CIVA, Urzędu Lotnictwa Cywilnego ULC, Państwowej Komisji Badania Wypadków Lotniczych PKBWL, Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej PAŻP [1].

W latach 2013-2016 konsorcjum naukowe w składzie Żelazny6 – Wojciech Krupa oraz Politechnika Poznańska realizowało projekt dofinansowany ze środków Unii Europejskiej, który miał na celu utworzenie inteligentnego i zintegrowanego systemu nadzoru odpowiadającego na aktualne zapotrzebowanie w obszarze akrobacji lotniczej oraz szkolenia pilotażowego. Cele założone we wstępnej fazie projektowania systemu zostały w pełni osiągnięte, a nawet zespołowi udało się zaimplementować dodatkowe podjednostki takie jak Ground Security (system do nadzoru ruchu kołowego w ramach wyznaczonej przestrzeni), generator rzeczywistych map terenu (ortofotomapy), czy wprowadzenie nawigacji inercyjnej (IMU - inertial measurement unit). Dodatkowo zgłoszone zostały również zastrzeżenia patentowe dla 5 wzorów przemysłowych, 3 znaków towarowych oraz wynalazek na zintegrowany i inteligentny system nadzoru określonej przestrzeni.

W ramach utrzymania projektu, zgodnie z wytycznymi Narodowego Centrum Badań i Rozwoju, planowana jest komercjalizacja wyników badań oraz wdrożenie produktów finalnych na rynek krajowy i zagraniczny. Prowadzona jest również szeroko rozumiana promocja dla podzespołów ASSD+PL oraz nawiązywane są kontakty z potencjalnymi odbiorcami produktów. W tym miejscu należy również zaznaczyć, że po dokonaniu rozpoznania rynku systemów nadzoru, podobny produkt nie jest dostępny dla lotnictwa cywilnego w skali międzynarodowej [1][2][3].

2. Komponenty

Zintegrowany system ASSD+PL składa się z kilku kluczowych komponentów, bez których jego funkcjonowanie byłoby niemożliwe. Rys. nr 1 przedstawia ogólny schemat działania systemu.



Rys. 1 Schemat funkcjonowania systemu ASSD+PL

Dane przekazywane są drogą radiową z nadajników (modułów mobilnych) umieszczonych we wnętrzu statków powietrznych do stacji odbiorczej, która wizualizuje otrzymane informacje (w czasie rzeczywistym) w autorskiej aplikacji FlyMonitor. Jednocześnie aplikacja może przetworzyć sygnał z 50 aktywnych urządzeń. Moduły będące w ruchu wysyłają dane w interwale 100 ms (tryb *in use*), a urządzenia pozostające w spoczynku (tryb *stand by*) w interwale 15 min.

Aplikacja ASSD+PL

Aplikacja systemu umożliwia jednoczesną obserwację nawet 50 statków powietrznych wyposażonych w urządzenia mobilne. Operator dowolnie ustala ścisłą strefę nadzoru (w przypadku akrobacji tzw. *box*), której współrzędne geograficzne strzeżone będą poprzez wprowadzenie hasła sędziowskiego. Rys. nr 2 obrazuje widok ekranu głównego aplikacji ASSD+PL.

Po lewej stronie wyświetlana jest lista aktualnie aktywnych urządzeń, które wysyłają sygnał do stacji odbiorczej. Po prawej natomiast widoczny jest wykres wysokości rysowany w czasie rzeczywistym dla wybranego statku powietrznego.

Centralna część to rzeczywisty obraz terenu w widoku trójwymiarowym, na którym operator ustala strefę nadzoru. W przypadku przekroczenia jej granic przez pilota operator jest informowany o tym fakcie poprzez sygnał dźwiękowy oraz świetlny (podświetlenie ściany na czerwono). W sytuacji zawodów akrobacyjnych dane dot. przekroczeń są rejestrowane, zliczane i ostatecznie drukowane w formie raportu z określoną końcową liczbą punktów ujemnych dla danego przelotu. Po zakończonej wiązance konkursowej drukowane są trzy raporty, a mianowicie wykres wysokości, rzut z góry na trajektorię lotu oraz zestawienie dot. wyjść poza strefę dozwoloną. Komplet dokumentów przekazywany jest bezzwłocznie sędziemu głównemu.



Rys. 2 Widok operatora stacji bazowej (aplikacja FlyMonitor)

W każdym momencie operator ma możliwość przejścia z trybu obserwacji przestrzeni na widok wykresu wysokości bądź rzutu z góry. Dodatkowo możliwe jest odtworzenie historii, która uwzględnia cały ruch w strefie dla danego przedziału czasowego. Rejestrowane są dane dotyczące wysokości, prędkości oraz kierunku lotu, a także położenia statku powietrznego w przestrzeni. Informacje zapisywane są automatycznie, a ich odtworzenie możliwe jest również w trybie offline na każdym PC posiadającym zainstalowaną autorską aplikację ASSD+PL.

Moduły

Moduły mobilne ASSD+PL zaprojektowane zostały z uwzględnieniem wymagań stawianych przez współczesne lotnictwo ogólne. Przede wszystkim sygnał wysyłany za jego pośrednictwem w żaden sposób nie może zakłócać pracy pokładowych systemów lotniczych. Nadajnik zamontowany w urządzeniu przesyła dane do stacji bazowej z wykorzystaniem łącza radiowego nielicencjonowanego ISM (zgodnie z Rozporządzeniem Ministra Transportu z dnia 3 lipca 2007 r. w sprawie urządzeń radiowych nadawczych lub nadawczo-odbiorczych, które mogą być używane bez pozwolenia radiowego, Dz.U. nr 138, poz. 972) z częstotliwością 868 MHz.

Moc nadajnika wynosi 2 mW (6 dBm względem 1 mW), a częstotliwość ramek (wysyłania pakietów radiowych) to 10 Hz. W praktyce odbiornik odbiera bardzo słabe sygnały (do -122 dB), nawet poniżej tła (szumu radiowego < -115 dB) [1]. Rys. nr 3 przedstawia zamontowane w statkach powietrznych różnej konstrukcji moduły mobilne ASSD+PL.



Rys. 3 Moduły mobilne ASSD+PL zamontowane w statkach powietrznych (szybowiec MDM-1 FOX, samolot ZLIN 242)

Kontroler Mobilny

Stanowisko operatorskie zlokalizowane zostało w przystosowanym do założeń projektu Kontrolerze Mobilnym (rys. nr 4). Stacja odbiorcza umieszczona została na 8-metrowym maszcie pneumatycznym, co ma na celu zoptymalizowanie jakości oraz zasięg odbioru danych. Auto wyposażone zostało między innymi w:

- system anten nadawczo-odbiorczych
- niezależne zasilanie oraz UPS
- generator prądu
- klimatyzacja pustynna
- dwie radiostacje lotnicze z funkcją rejestracji rozmów
- niezależna stacja meteorologiczna
- własną sieć WiFi
- zewnętrzną sygnalizację ostrzegawczą (światlną i dźwiękową)



Rys. 4. Kontroler Mobilny do rejestracji zdarzeń lotniczych w czasie rzeczywistym

Wnętrze pojazdu podzielono na dwa przedziały: operatorski (rys. nr 5) oraz techniczny gdzie przechowywany jest między innymi generator prądotwórczy. Pierwszy przedział dostosowany jest nie tylko do obsługi systemu, ale może również pełnić funkcję sali odpraw dla 4-6 osób.



Rys. 5 Przedział operatorski Kontrolera Mobilnego

Ekranu stacji bazowej docelowo połączone są z zestawami komputerowymi klasy PC, jednak prowadzono również transmisję obrazu na zewnętrznych telebimach dla szerokiej publiczności (Mistrzostwa Polski w Akrobacji Szybowcowej (rys. nr 6). Dzięki wyżej wymienionym cechom i funkcjonalnościom praca Kontrolera Mobilnego jest możliwa w każdych warunkach atmosferycznych i terenowych.

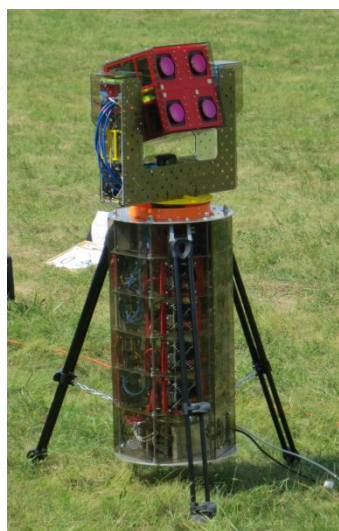


*Rys. 6 Transmisja widoku ze stacji bazowej dla szerokiej publiczności
(Lotnisko Szymanów, 2016)*

Nadzór wizyjny

W ramach systemu AeroSafetyShow Kontroler Mobilny wyposażony został w dwa typy kamer do nadzoru przestrzeni pokazów oraz otoczenia pojazdu. Na dachu wozu zamontowano rejestratory z szerokokątnymi obiektywami umożliwiające rejestrację widoku 360°.

Dodatkowo stworzony został system wieloogniskowych kamer śledzących (rys. nr 7) ruch statków powietrznych wyposażonych w moduły mobilne ASSD+PL na podstawie ich pozycji GPS. Konstrukcję wyposażono w precyzyjny serwomechanizm Pan & Tilt. Pierwsze ich wykorzystanie w warunkach rzeczywistych zawodów miało miejsce na Mistrzostwach Świata w Akrobacji Szybowcowej, które rozgrywane były w 2016 r. na Węgrzech.



Rys. 7 Wieloogniskowe kamery śledzące statek powietrzny

3. Zastosowanie

Szkolenie pilotażowe

System ASSD+PL zaprojektowany został głównie z myślą o podnoszeniu poziomu zarówno bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych, jak i szkolenia pilotów od wstępnej jego fazy. Dzięki wielowymiarowości systemu możliwe jest w ramach szkolenia:

- bieżący nadzór nad lotami szkolnymi wykonywanymi po kręgu nadlotniskowym (z wykorzystaniem widoku rzutu z góry na trajektorię lotu oraz wizualizacji 3D) lub do strefy pilotażu (z wykorzystaniem wykresu wysokości oraz funkcji wyznaczania ścisłego obszaru obserwacji (sygnalizacja przekroczenia granic strefy));
- wyznaczanie stref specjalnych (tzw. *box'u*), którego przekroczenie sygnalizowane jest dźwiękowo i świetlnie w ramach aplikacji (również dla pilota – możliwość zaprogramowania modułu do wydawania sygnału dźwiękowego po przekroczeniu określonej wysokości);

- możliwość prowadzenia kontroli parametrów lotu w czasie rzeczywistym oraz oceny poprawności przebiegu realizowanego zadania (bieżąca komunikacja instruktora z uczniem-pilotem);
- archiwizacja danych dot. przelotu (w pamięci komputera oraz na karcie SD modułu mobilnego);
- możliwość wydruku raportów po zakończonym przelocie (wykres wysokości, zachowanie pozycji w strefie, przekroczenia granic obszaru, rzut z góry na trasę przelotu);
- nadzorowanie jednocześnie do 50 statków powietrznych oraz śledzenie (podświetlenie parametrów w ramach aplikacji) 10 z nich;
- kierowanie lotami szkoleniowymi przez instruktora naziemnego, co zapewnić ma wypracowanie bezpiecznej separacji między maszynami, kontrola nad statkami powietrznymi znajdującymi się poza zasięgiem wzroku [4].

Zawody/pokazy

Zwiększenie bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych w ramach pokazów poprzez:

- nadzór w czasie rzeczywistym nad sytuacją w powietrzu oraz na ziemi;
- możliwość wczesnego wykrycia sytuacji krytycznych;
- bezpośrednią komunikację z pilotami;
- rejestrację wizualną sytuacji w powietrzu oraz otoczeniu kontrolera mobilnego z zastosowaniem innowacyjnego systemu wieloogniskowego;
- analiza parametrów lotu w trakcie realizacji oraz po zakończeniu zadania [4].

Inne

Dodatkowe funkcjonalności:

- możliwość wykorzystania w formie autonomicznego rejestratora zdarzeń krytycznych;
- możliwość wykorzystania w formie elektronicznego rejestru nalotu (dla poszczególnych pilotów lub statków powietrznych) oraz do archiwizacji dokumentacji lotniczej/technicznej
- unikatowy system w skali światowej służący do podnoszenia bezpieczeństwa wykonywania operacji lotniczych w czasie rzeczywistym, zapewniający kontrolę zarówno przestrzeni powietrznej jak i naziemnej;
- udoskonalenie procesu szkolenia praktycznego pilotażu poprzez wprowadzenie możliwości odtworzenia lotu oraz wydruku raportów zawierających niezbędne informacje dla instruktora, jak i ucznia - pilota;
- kompleksowa analiza przebiegu lotu na poziomie jego realizacji oraz po zakończeniu;

- umożliwienie koordynacji realizacji zadań nad wyznaczonym obszarem dzięki wykorzystaniu aplikacji stacjonarnej lub kontrolera mobilnego;
- loty śmigłowcowe – moduły zaprogramowane zostały do pracy w różnych trybach, dzięki czemu możliwe jest prowadzenie nadzoru nad lotami śmigłowcowymi nad poligonem; aktualnie aplikacja przystosowana jest do kontrolowania jednocześnie 50 śmigłowców oraz śledzenie (podświetlenie parametrów w ramach aplikacji) 10 z nich;
- możliwość dostosowania systemu do potrzeb użytkownika poprzez wytypowanie parametrów, które mają zostać przesłane z modułów mobilnych do stacji bazowej [4].

W ramach realizacji projektu ASSD+PL możliwe było utworzenie dodatkowego oprogramowania dedykowanego nadzorowi przestrzeni naziemnej portu lotniczego Ground Security (ASSD+PL GS). Zmiany wprowadzone w stacji odbiorczej oraz modułach mobilnych umożliwiają śledzenie pojazdów w 20 strefach nadzoru. Kontrola może być prowadzona na wielu stanowiskach jednocześnie dzięki połączeniu poprzez sieć lokalną Ethernet. ASSD+PL GS przeznaczony jest głównie do nadzoru lotnisk komunikacyjnych jako uzupełnienie dla systemów radarowych takich jak SMR (*Surface Movement Radar*).

4. Zakończenie

System AeroSafetyShow, powstały w ramach dofinansowania przez Narodowe Centrum Badań i Rozwoju, uzyskał pozytywne opinie krajowych oraz międzynarodowych organizacji zajmujących się sportami lotniczymi (w tym *Fédération Aéronautique Internationale, FAI - The World Air Sports Federation*, oraz *CIVA – The FAI Aerobatics Commission*). Aktualnie ASSD+PL jest jedynym wykorzystywanym systemem do określania pozycji i wysokości statków powietrznych w trakcie zawodów akrobacji samolotowej oraz szybowcowej w skali światowej[1]. Poprzez niewielkie wymiary urządzeń mobilnych oraz stacji bazowej możliwe jest prowadzenie nadzoru nad każdym użytkownikiem przestrzeni powietrznej niezależnie od warunków topograficznych oraz atmosferycznych.

5. Literatura

- [1] Krupa W., Górzeński R., Aerosafetyshow DEMONSTRATOR PL. Inteligentny system nadzoru i bezpieczeństwa operacji lotniczych w czasie rzeczywistym, materiały konferencyjne „Poznań – Lotnictwo dla Obronności”, Poznań, 2016
- [2] Kiciński M., Ekspertyza dot. AeroSafetyShow Demonstrator+PL

- [3] Netter A., Ekspertyza związana z rozpoznaniem rynku systemów nawigacyjnych
- [4] Krupa W., Linka A., Ciałkowski M., Wróblewska A., Bezpieczeństwo operacji lotniczych w szkoleniu, zawodach oraz pokazach akrobacyjnych, materiały konferencyjne „Poznań – Lotnictwo dla Obronności”, Poznań, 2016



Wojciech Krupa - wielokrotny Mistrz Polski w Akrobacji Samolotowej, lider Grupy Akrobacyjnej ŻELAZNY, pilot samolotów odrzutowych, pułkownik rezerwy (Udział 20%).



Mgr inż. Anita Linka - doktorantka na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej w specjalizacji Transport. Tematyka pracy doktorskiej - bezpieczeństwo w lotnictwie ogólnym (Udział 60%).



Dr hab. inż. Agnieszka Wróblewska - doktor nauk ścisłych na Wydziale Maszyn Roboczych i Transportu Politechniki Poznańskiej. Dyrektor Centrum Kształcenia Lotniczego oraz opiekun specjalności Pilotaż Statków Powietrznych na Kierunku Lotnictwo i Kosmonautyka (Udział 20%).