

# Inteligentny system nadzoru i bezpieczeństwa przestrzeni powietrznej w czasie bieżącym

## Intelligent system of airspace surveillance and security in the real time



**Anita Linka**

Mgr inż.

Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Katedra Techniki Ciepłej

Anita.d.linka@doctorate.put.poznan.pl



**Agnieszka Wróblewska**

Dr hab. inż.

Politechnika Poznańska, Wydział Maszyn Roboczych i Transportu, Katedra Techniki Ciepłej

Agnieszka.wroblewska@put.poznan.pl

**Streszczenie:** Nowe technologie coraz częściej wykorzystywane są do zwiększania poziomu bezpieczeństwa zarówno człowieka, jak i wielu procesów z różnych obszarów przemysłu czy transportu. Nowoczesne i inteligentne systemy nie tylko wspomagają pracę jednocześnie ją optymalizując, ale również minimalizują ryzyko wystąpienia sytuacji niebezpiecznych dla życia człowieka. To właśnie człowiek jest nadal uważany za najsłabsze ogniwo większości procesów, i to właśnie czynnik ludzki jest powodem wielu wypadków oraz katastrof. W związku z tym należy kontrolować jego działania na każdym etapie realizowanego zadania. W niniejszej publikacji opisano wykorzystanie inteligentnej technologii w procesie szkolenia pilotów oraz wykonywania akrobacji lotniczej.

**Słowa kluczowe:** Bezpieczeństwo w lotnictwie; Akrobacja lotnicza; Systemy bezpieczeństwa i nadzoru

**Abstract:** New technologies are more and more often used to increase the level of securing humans work as well as many processes from various areas of industry or transport. Intelligent systems not only support work while optimizing it, but also minimize the risk of dangerous situations for human life. It is the man who is still considered the weakest link in most processes, and it is the human factor that causes many accidents and disasters. Therefore, its activities should be controlled at every stage of the task being performed. This publication describes the use of intelligent technology in the process of training pilots and performing aerobatics.

**Keywords:** Safety of aviation; Aerobatics; Security and surveillance systems

Zarówno akrobacja samolotowa jak i szybowcowa są dyscyplinami sportu, które wymagają od pilotów oraz od sędziów dużej precyzji oraz doświadczenia. Nieustannie poszukiwane są nowe metody oraz systemy, które umożliwią wspomaganie procesów związanych z prawidłową oceną wykonywania takich lotów. Pokazy oraz loty w ramach zawodów odbywają się w ściśle określonej, trójwymiarowej strefie, która wyznacza granice dla pilotów. O ile w trakcie zawodów są one kwestią poprawności przelotu oraz uzyskania odpowiedniej ilości punktów, o tyle w ramach pokazów takie granice wyznaczane są głównie w celach bezpieczeństwa zgromadzonej publiczności. Przykładowa strefa przedstawiona została na rysunku 1.

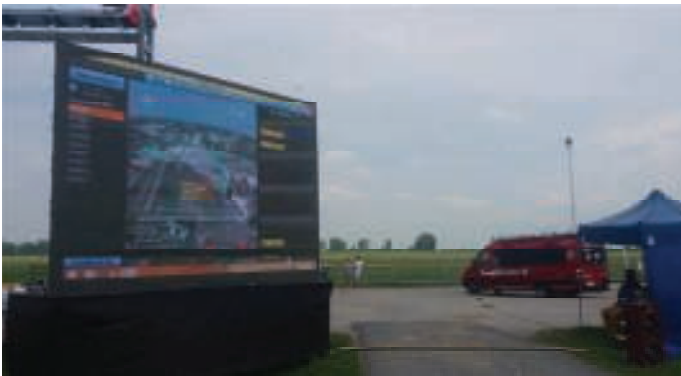
W przypadku zawodów akrobacyjnych każde przekroczenie strefy wiąże się z uzyskaniem punktów karnych. W przypadku pokazów natomiast,

w szczególnych przypadkach pilot przekraczając ustalone granice może nawet stracić swoją licencję. Pomimo znajomości konsekwencji zdarza się jednak wiele przypadków (zwłaszcza w ramach pokazów) łamania przez uczestników zasad. Taka brawura może zakończyć się nieszczęśliwym wypadkiem. Przykładem takiej kata-

strofy może być najtragiczniejsze w skutkach zdarzenie, które miało miejsce 27 lipca 2002 w czasie pokazów lotniczych na lotnisku Skniłów (Lwów). W konsekwencji zbyt niskiego lotu myśliwiec Su-27 runął na tłum ludzi. Za główne przyczyny katastrofy podaje się awarię silników oraz brawurę pilota, który źle oceniając wysokość nad



1. Wyznaczona dozwolona strefa wykonywania akrobacji w ramach pokazów lotniczych [1]



2. Transmisja widoku aplikacji FlyMonitor dla publiczności w ramach The World Games 2017



3. Ekran główny, trójwymiarowy aplikacji FlyMonitor ASSD+PL

ziemią zahaczył skrzydłem o inną maszynę. W wyniku przeprowadzonego śledztwa uznano, że winę za katastrofę ponosi załoga, która zignorowała informacje przekazywane przez komputer pokładowy, a tym samym złamała zasady bezpieczeństwa. W momencie uderzenia obaj piloci będący na pokładzie zdołali się katapultować, jednak spadająca maszyna zabiła 77 osób, a kolejnych 543 zostało rannych. Dodatkowym czynnikiem wpływającym na tak olbrzymie straty w ludziach było złe zorganizowanie przestrzeni dla widzów naziemnych. Strefa dla publiczności nie była wystarczająco oddalona od ścisłej strefy pokazów, przez co tak wielu widzów znajdowało się w miejscu uderzenia samolotu o ziemię [2] [3][4]. W ramach pokazów lotniczych doszło do jeszcze kilku tragicznych w skutkach wypadków, gdzie za główną przyczynę podaje się czynnik ludzki. Jak dotąd jednak, nie zdecydowano się na wprowadzenie dodatkowych form zabezpieczenia lotów oraz stref pokazu poprzez wykorzystanie nowych technik nadzoru. Jednym z takich systemów jest AeroSafetyShow

Demonstrator+PL (ASSD+PL), który opracowany został przez grupę naukowców i pilotów właśnie w celu zwiększania poziomu bezpieczeństwa lotów, pilotów oraz publiczności naziemnej.

### System AeroSafetyShow Demonstrator+PL

System, który opracowany został w ramach projektu dofinansowanego ze środków Unii Europejskiej, od 2014 roku wykorzystywany jest do wspomaganie imprez masowych rangi krajowej oraz międzynarodowej. ASSD+PL wzbudził wielkie zainteresowanie zarówno wśród pilotów oraz sędziów, ale także pośród przedstawicieli najwyższych władz lotniczych oraz komisji akrobacji lotniczej. Unikatowe w skali światowej funkcjonalności systemu umożliwiają jego wszechstronne wykorzystanie w trakcie szkolenia, pokazów oraz zawodów akrobacyjnych. Dotychczas system został wykorzystany na wielu wydarzeniach, w tym między innymi:

- 2014

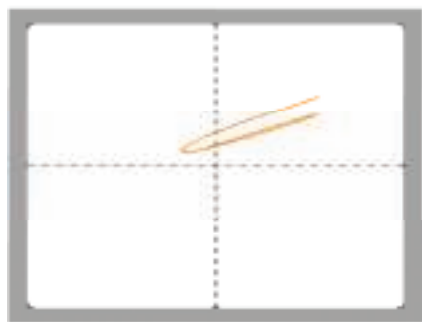
- Mistrzostwa Świata w Akrobacji Szybowcowej, Polska
- Mistrzostwa Polski w Akrobacji Samolotowej, Polska
- 2015
- IV Zielona Góra CUP, Polska
- Mistrzostwa Polski w Akrobacji Szybowcowej, Polska
- Mistrzostwa Europy w Akrobacji Samolotowej, Rumunia
- Mistrzostwa Świata w Akrobacji Szybowcowej, Czechy
- 2016
- Mistrzostwa Świata w Akrobacji Szybowcowej, Węgry
- Mistrzostwa Polski w Akrobacji Szybowcowej, Polska
- Mistrzostwa Polski w Akrobacji Samolotowej, Polska
- Puchar Polski w Akrobacji Samolotowej, Polska
- 2017
- Mistrzostwa Świata w Akrobacji Szybowcowej, Polska
- The World Games 2017, Polska
- Gdynia Aerobaltic 2017, Polska
- Air Show Radom, Polska

W ramach Mistrzostw Świata system jest uwzględniany od 2016 roku w regulaminach zawodów. W 2017 roku AeroSafetyShow został również wykorzystany od strony organizatorów do zabezpieczenia takich wydarzeń masowych jak Gdynia Aerobaltic oraz The World Games. Podczas rozgrywania tych ostatnich, widok głównego ekranu aplikacji (wizualizacja 3D) był transmitowany dla szerokiej publiczności (rys. 2).

System ASSD+PL wśród swoich funkcjonalności posiada między innymi możliwość obserwacji wyznaczonej przestrzeni w trójwymiarze, ale również pozwala na zmianę perspektywy zgodnie z preferencjami obserwatora lub na potrzeby dokładnej



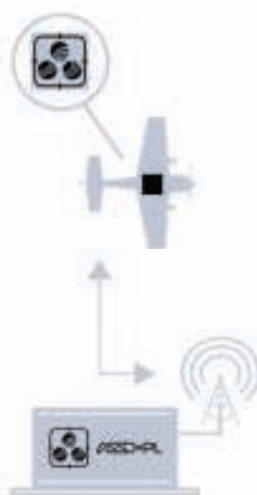
4. Ekran wykresu wysokości wykonywanego lotu aplikacji FlyMonitor ASSD+PL



5. Ekran rzutu z góry na wykonywany lot z zaznaczeniem strefy akrobacji w aplikacji FlyMonitor ASSD+PL

analizy lotu. Rysunki nr 3-5 przedstawiają widoki możliwe do wyboru w ramach aplikacji wizualizującej FlyMonitor w trakcie wykonywania elementu lotu (pętla z przekroczeniem dolnej strefy box'u). Na grafikach przedstawiono moment wykonywania tej samej figury w celu zobrazowania możliwości systemu. Operator/instruktor naziemny ma pełną możliwość zmiany widoku w dowolnym momencie. Również po zakończeniu lotu ma dostęp do raportów i zapisu historycznego, dzięki czemu możliwe

jest wykonanie pełniej i szczegółowej analizy. Różne tryby widoku pozwalają na ocenę poprawności wykonywania figur oraz zachowania pozycji w strefie. W trybie „sportowym” od razu po zakończeniu lotu konkursowego drukowane są automatycznie 3 raporty uwzględniające wykres wysokości (z zaznaczeniem przekroczenia granic), rzut z góry na trasę (z widocznymi wyjściami poza strefę) oraz zestawia-



6. Schemat działania systemu ASSD+PL

nie czasów spędzonych poza wyznaczonym obszarem. Takie raporty są od razu przekazywane sędziom, którzy na ich podstawie przyznają zawodnikom punkty karne.

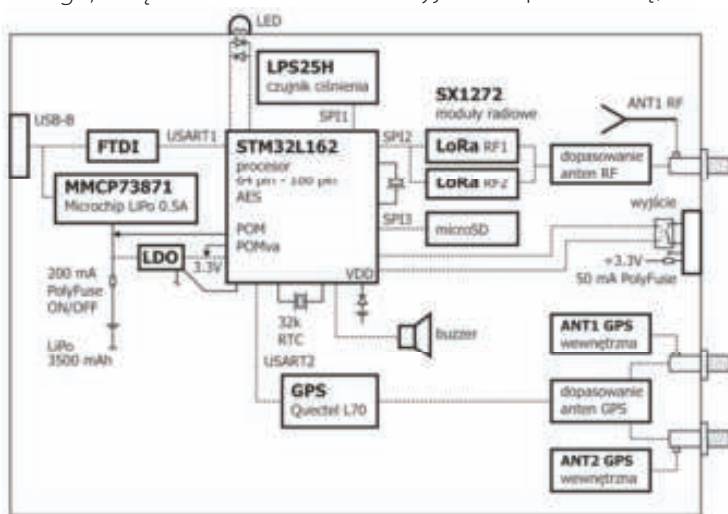
Podstawą działania systemu jest przesyłanie pakietów danych w czasie bieżącym z nadajników znajdujących się w statkach powietrznych do stacji odbiorczej znajdującej się na ziemi. Rysunek 6 obrazuje schemat funkcjonowania systemu ASSD+PL.

## Komponenty systemu ASSD+PL

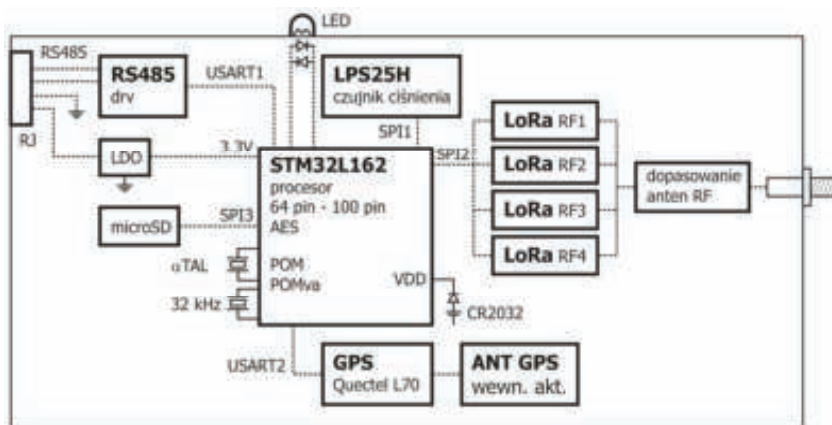
Na prawidłowe funkcjonowanie systemu składa się kilka kluczowych elementów. Przede wszystkim podstawą działania jest autorski protokół transmisji radiowej. Pakiety danych wysyłane są nadajników w czasie rzeczywistym z prędkością do 10 razy na sekundę. Dzięki temu nawet przy najbardziej skomplikowanej akrobacji aplikacja wizualizuje z wysoką dokładnością trasę lotu. Dodatkowo sygnał jest szyfrowany, co czyni go trudnym do przechwycenia bądź fałszowania. Wszystkie informacje zapisywane są nie tylko w ramach stacji odbiorczej przez samą aplikację (serwery), ale również dane archiwizowane są przez kartę pamięci umieszczoną w nadajniku (module mobilnym). Informacje na karcie pamięci zapisywane są nawet bez zasięgu antenowego. Co więcej, są one pozbawione wszelkich błędów czy zakłóceń transmisyjnych więc w razie wątpliwości możliwe jest ich odczytanie oraz odtworzenie i porównanie z zapisem czasu rzeczywistego. Jednocześnie w każdej sytuacji niedozwolonego ruchu aplikacja informuje użytkownika/operatora o jej zaistnieniu poprzez komunikaty świetlne i dźwiękowe nadawane w czasie rzeczywistym. Głównymi komponentami systemu są więc:

- Moduł mobilny (nadajnik)
- Stacja bazowa
- Aplikacja wizualizacyjna FlyMonitor

Nadajniki zostały zaprojektowane tak, aby ich umieszczenie możliwe było w dowolnym statku powietrznym, bez względu na jego konstrukcję. Główne elementy funkcjonalne modułu mobilnego to procesor, 2 szt. modułu radiowego RF, antena radio-



7. Schemat ideowy modułu mobilnego ASSD+PL



8. Schemat ideowy stacji bazowej ASSD+PL



wa RF, odbiornik GPS, 2 szt. anten GPS 2 szt., slot wraz z kartą microSD, buzzer, czujnik ciśnienia, bateria LiPo wraz z układem ładowania. Własne zasilanie modułów umożliwia ich eksploatację w powietrzu przez około 12 h bez konieczności ich ładowania. W trakcie testów wprowadzono dodatkową antenę zewnętrzną dipolową wykonaną w technologii elastycznej naklejki przyklejanej trwale do szyby w kokpicie, co znacząco poprawia zasięg łączności radiowej. Schemat ideowy nadajnika znajduje się na rysunku 7.

Stacja bazowa umożliwia odbieranie i przetwarzanie danych pochodzących z nadajników. Schemat ideowy przedstawia rysunek 8.

Należy wskazać następujące różnice względem modułu mobilnego:

- 4 moduły radiowe LoRa (w miejscu 2 w module mobilnym),
- brak anteny wewnętrznej RF,
- zewnętrzna antena RF na złączu SMA,
- moduł komunikacji szeregowej RS485 ze złączem RJ,
- pojedyncza antena aktywna modułu GPS,
- brak baterii LiPo (zasilanie ze złącza RJ RS485),
- brak modułu ładowania baterii MCP73871 [5].

Pomiędzy aplikacją (komputerem PC) a stacją bazową zabudowany jest konwerter USB/RS485. Łączność pomiędzy konwerterem a komputerem PC odbywa się za pośrednictwem przewodu USB. Ze względu na ograniczenia interfejsu USB konwerter jest zlokalizowany w bezpośredniej bliskości komputera PC. Łączność pomiędzy konwerterem a stacją bazową realizowana jest z wykorzystaniem interfejsu szeregowego w standardzie przemysłowym RS-485 w trybie półduplex (przewód skrętka 8 żył), który pozwala na większe długości przewodu (w systemie ponad 10 metrów) [5].

Aplikacja wizualizacyjna FlyMonitor jest kolejnym niezbędnym do odtworzenia pakietów danych elementem. Dedykowana aplikacja jest jedynym programem umożliwiającym odtworzenie danych przesłanych z nadajników. Podstawowymi funkcjonalnościami aplikacji jest wizualizowanie kilkudziesięciu statków powietrznych

jednocześnie oraz możliwość śledzenie wybranego z nich wyświetlając parametry lotu. Istnieje również możliwość zaprogramowania wybranej strefy obserwacji oraz określenie parametrów brzegowych (maksymalna dopuszczalna wysokość, strefa buforowa itd.). Aplikacja w obsłudze jest intuicyjna i przyjazna dla użytkownika. Jej szerokie możliwości pozwalają na wykorzystanie również w szkołach lotniczych, gdzie instruktor naziemny nie zawsze znajduje się w statku powietrznym z uczniem.

Szerokie funkcjonalności aplikacji oraz całego systemu pozwalają na jego wykorzystanie celem systematycznej poprawy bezpieczeństwa wykonywania lotów i eliminowania niewłaściwych zachowań z lotów akrobacyjnych i pokazowych.

## Podsumowanie

Zarówno w procesie szkolenia pilotów, jak i podczas wykonywania akrobacji powietrznych niezmiernie istotne jest precyzyjne określenie pozycji statku powietrznego (SP) oraz jego podstawowych parametrów. Zwiększająca się liczba zdarzeń oraz wypadków lotniczych spowodowała pojawienie się zapotrzebowania na system umożliwiający kontrolowanie lotów w czasie rzeczywistym, natychmiastową ingerencję instruktora lub koordynatora lotów, jak również z analizę zapisu wykonanego lotu. Takim systemem jest AeroSafetyShow Demonstrator+PL, który jako polski produkt stanowi ewenement na skalę światową [5] [6]. ◀

## Materiały źródłowe

- [1] [https://mazuryairshow.files.wordpress.com/2013/07/mapa\\_bezp\\_2013.jpg](https://mazuryairshow.files.wordpress.com/2013/07/mapa_bezp_2013.jpg)
- [2] <http://www.smartage.pl/katastrofa-na-pokazach-lotniczych-na-lotnisku-sknilow/>
- [3] [https://zik.ua/pl/news/2016/07/27/lww\\_wspomina\\_ofiar\\_katastrofy\\_na\\_lotnisku\\_skniv\\_728142](https://zik.ua/pl/news/2016/07/27/lww_wspomina_ofiar_katastrofy_na_lotnisku_skniv_728142)
- [4] <http://histografy.pl/katastrofa-na-lotnisku-sknilow/>

[5] Krupa W., Górzeński R., Aerosafetyshow Demonstrator+PL. Intelligentny system nadzoru i bezpieczeństwa operacji lotniczych w czasie rzeczywistym, Poznań – Lotnictwo dla Obronności, str. 273-288, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 978-83-7775-428-3

[6] Krupa W., Linka A., Ciałkowski M., Wróblewska A., Bezpieczeństwo operacji lotniczych w szkoleniu, zawodach oraz pokazach akrobacyjnych., Poznań – Lotnictwo dla Obronności, str. 273-288, Wydawnictwo Politechniki Poznańskiej, ISBN 978-83-7775-428-3

## Pyrzowice: lotniskowy parking będzie większy o 660 miejsc

Dorota Niecko, Dziennik Zachodni, 13.08.2018

Koniec korków do bramek, ale nie koniec z opłatami. Parking na lotnisku Katowice Airport będzie większy. Będą nowe drogi, a wyjazd, w innym miejscu niż obecnie. Przebudowa parkingu zacznie się we wrześniu i ma zakończyć przed latem 2019. Parking P1, czyli ten najbliższej terminali, krótkoterminowy, będzie potem o wiele większy. Na parkingu P1 powstanie 660 nowych miejsc parkingowych. Aktualnie jest ich 1242. W wyniku rozbudowy powierzchnia parkingów i dróg wewnętrznych na parkingu P1 wzrośnie o 20,3 tys. m kw. W ramach projektu powstanie nowa strefa wyjazdowa z sześcioma bramkami. Obecnie jest ich pięć. Umowa z wykonawcą została już podpisana (...).

## S1 do lotniska w Pyrzowicach: drugą nitkę wybuduje konsorcjum trzech firm za ponad 107 mln zł

AD, PAS, Dziennik Zachodni, 18.07.2018

W sierpniu tego roku Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad miała zamiar wybrać najkorzystniejszą ofertę w drugim już przetargu na budowę drugiej nitki drogi ekspresowej S1 od Podwarpia do Pyrzowic. Stało się to jednak znacznie wcześniej, o czym GDDKiA poinformowała w poniedziałek 16 lipca. Za najkorzystniejszą ofertę na budowę 9,7 km odcinka drogi ekspresowej S1 Pyrzowice - Podwarpie (III etap z wyłączeniem odcinka I w „Pyrzowice” - w „Lotnisko”) uznana została propozycja złożona przez konsorcjum firm: Przedsiębiorstwo Wielobranżowe Banimex Sp. z o.o., Azi-Bud Sp. z o.o. i Duna Aszfalt Út-és Mélyépítő Kft. Wybrany wykonawca zaoferował wykonanie tego zadania za kwotę brutto: 107 mln 212 tys. 582,87 zł, w czasie 20 miesięcy, licząc od daty zawarcia umowy. Zamówienie realizowane będzie w formule „buduj” (...).