AIR TRAFFIC ENGINEERING
INTERNATIONAL SCIENTIFIC CONFERENCE SŁUBICE/PŁOCK 2018

ANALIZA ZAGROŻEŃ LOTÓW RPAS W PRZESTRZENI KONTROLOWANEJ

dr inż. **Mariusz KRZYŻANOWSKI**

PAŻP/ Wydział Transportu PW

18.04.2018

Plan wystąpienia

I. Terminologia i definicje UAS i RPAS
II. Otoczenie operacyjne i prawne lotów RPAS
III. Identyfikacja przykładowych grup zagrożeń i skutków lotów RPA w przestrzeni kontrolowanej
IV. Wnioski i propozycje przyszłych działań
V. Bibliografia

Terminologia

Dron *(Drone)*

UAV **-Bezzałogowy statek powietrzny** (*Unmanned Aerial Vehicle)*

UAS **- Bezzałogowy system lotniczy** (*Unmanned Aircraft System)*

RPA - Zdalnie sterowany statek powietrzny (*Remotely Piloted Aircraft)*

RPAS - Zdalnie sterowany system lotniczy (*Remotely Piloted Aircraft System)*

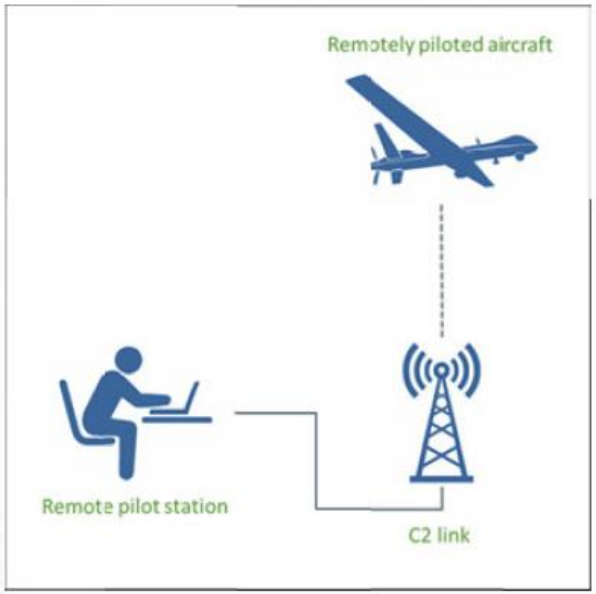
UAS - Bezzałogowe systemy lotnicze - definicja

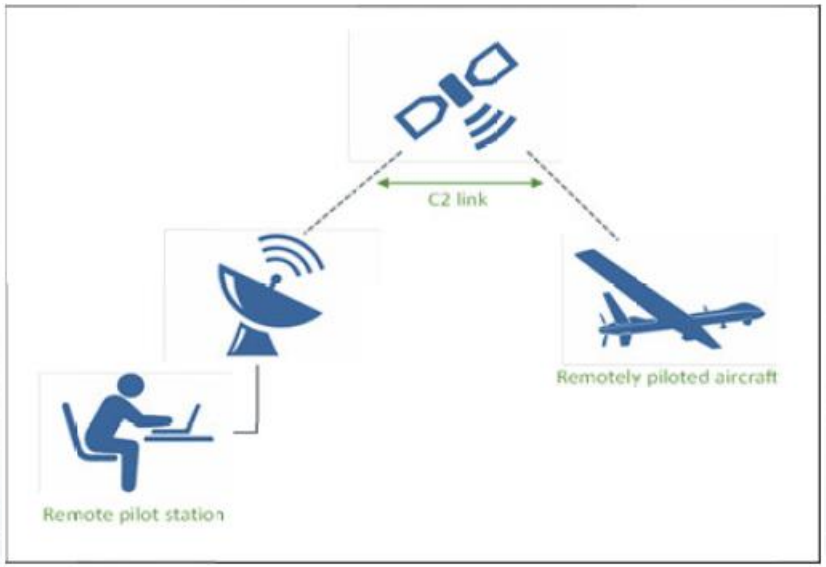
UAS – (*Unmanned Aircraft Systems*) - oznacza wszystkie systemy składające się z jednego, bądź wielu bezzałogowych statków powietrznych, w skład których oprócz **samych statków**, wchodzą: **ośrodek sterowania** (tj. załoga wraz z operatorem/operatorami lub autonomiczny system sterowania), **komunikacja statek-operator**, ewentualne systemy nadzorowania, dokowania i ewentualny ekwipunek dodatkowy statku powietrznego.

RPAS - Zdalnie sterowany system lotniczy

RPAS – (*Remotely Piloted Aircraft System*) – termin zbieżny z terminem UAS, różniący się jednak sposobem sterowania statku powietrznego, który **musi być zdalnie sterowany przez operatora**. Termin wyklucza systemy ze sterowaniem autonomicznym.

Główne Elementy systemu RPAS*

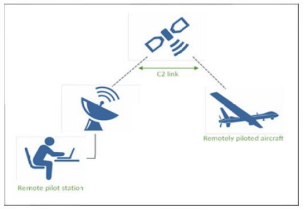




RPA *(Remotely Piloted Aircraft)*
RPS *(Remote Pilot Station)*
C2 Link *(Command and Control Link)*

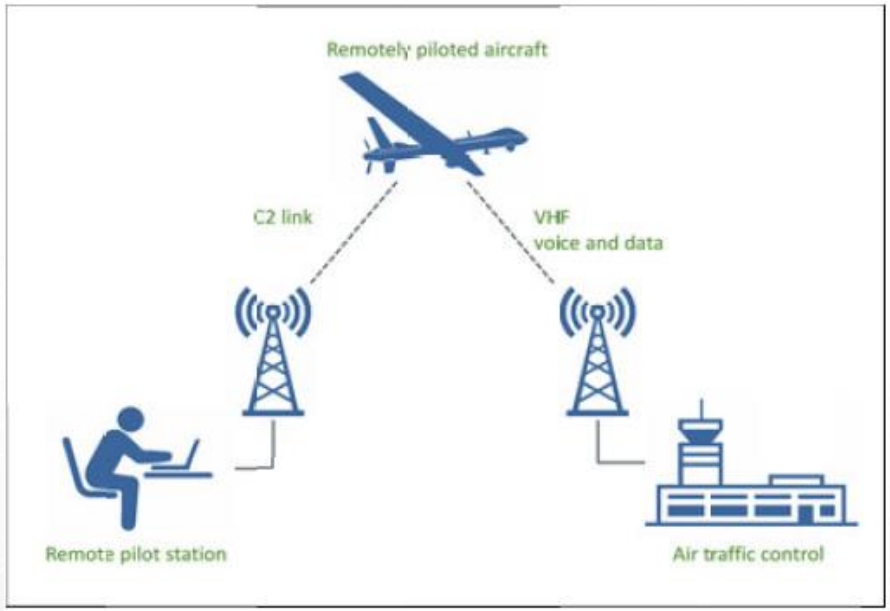
*Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) , First edition 2015, ICAO

Dodatkowe opcjonalne komponenty systemu RPAS

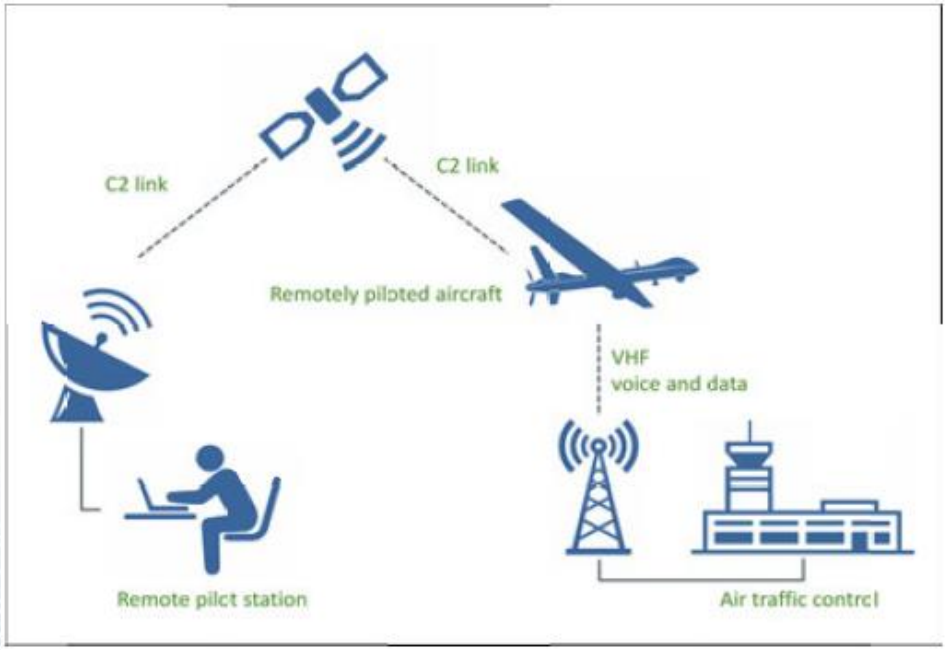


- Komunikacja z ATC (komunikacja głosowa, CPDLC);
- ADS-B, SSR transponder;
- Urządzenia nawigacyjne;
- Urządzenia wspierające start i lądowanie (katapulty, spadochrony);
- Urządzenia sterowania lotem (FMS);
- Urządzenia monitorowania poprawności działania RPA
- System zakończenia lotu w przypadkach awaryjnych

Rodzaje komunikacji w relacji RPA i RPS



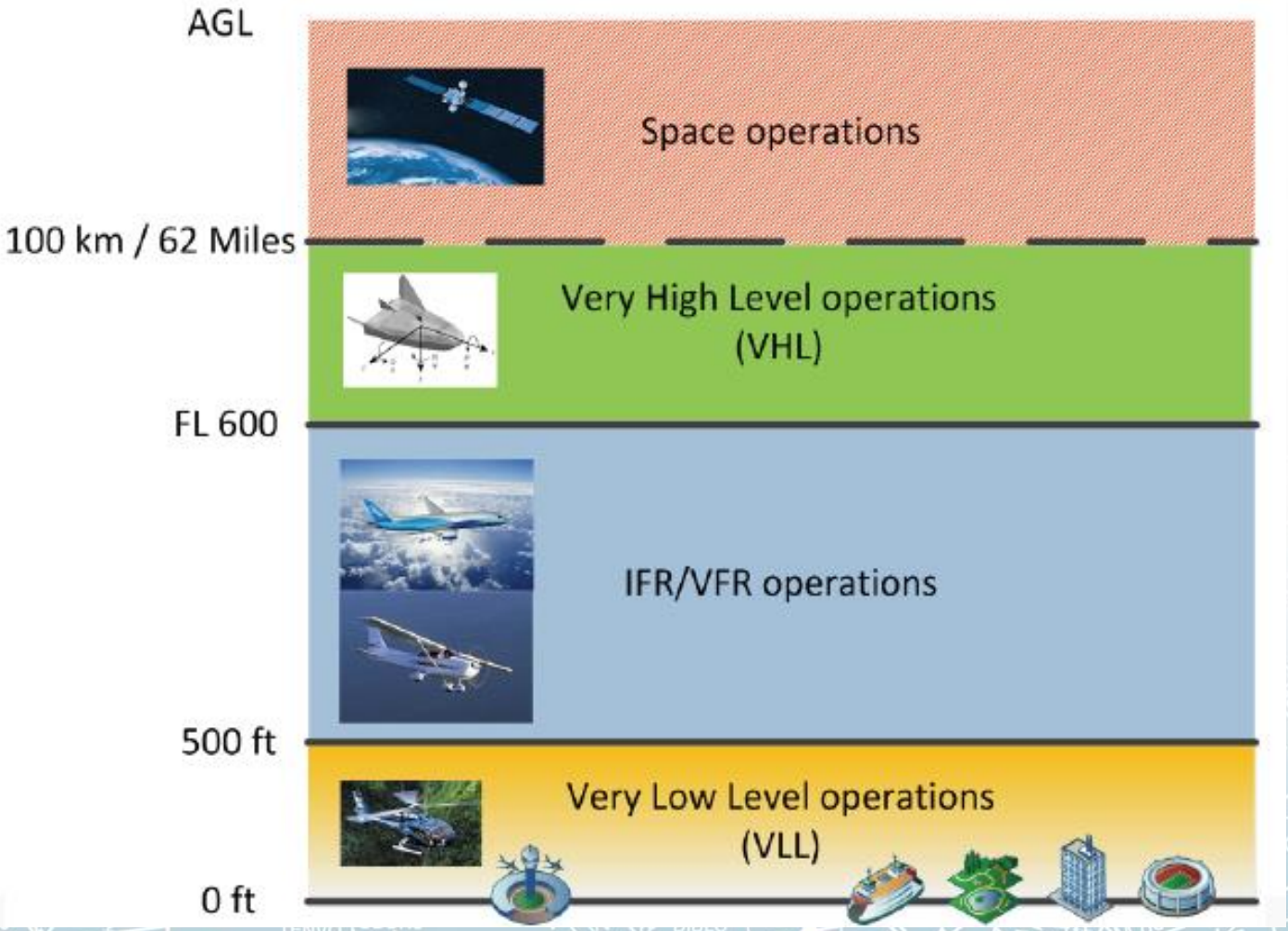
RLOS - Radio Line-Of-Sight (komunikacja na częstotliwości bezpośrednio z RPA)



BRLOS -Beyond Radio Line-Of-Sight (komunikacja z RPA za pośrednictwem satelity lub naziemnej sieci)

Podstawowa różnica między RLOS i BROLS to wartość opóźnienia sygnału

Planowany podział przestrzeni ze względu na wykorzystanie RPAS oraz klasy ruchu



Klasa ruchu VII

Klasa ruchu VI
Klasa ruchu V

Klasa ruchu IV
Klasa ruchu III
Klasa ruchu II
Klasa ruchu I

RPAS ATM CONOPS Edition 4.0 , Eurocontrol 2017

Klasy ruchu dla RPAS (Class of RPAS Traffic)*

Klasa ruchu I – dedykowana dla RPAS (tylko loty VLOS)
Klasa ruchu II – dla swobodnych lotów RPAS (VLOS and BVLOS)
Klasa ruchu III – dla swobodnych lotów lub komercyjnych tras dla średnich i długich lotów (BVLOS)
Klasa ruchu IV – dla lotów specjalnych , analizowanych osobno dla poszczególnych przypadków (VLOS i BVLOS)

Klasa ruchu V – dla lotów IFR/VFR poza siecią dróg lotniczych , bez możliwości lotów z wykorzystaniem procedur SID i STAR
Klasa ruchu VI – dla lotów IFR z uwzględnieniem sieci dróg, TMA oraz portów lotniczych , a także z możliwością wykorzystania procedur SID i STAR opracowanych dla załogowych statków powietrznych.

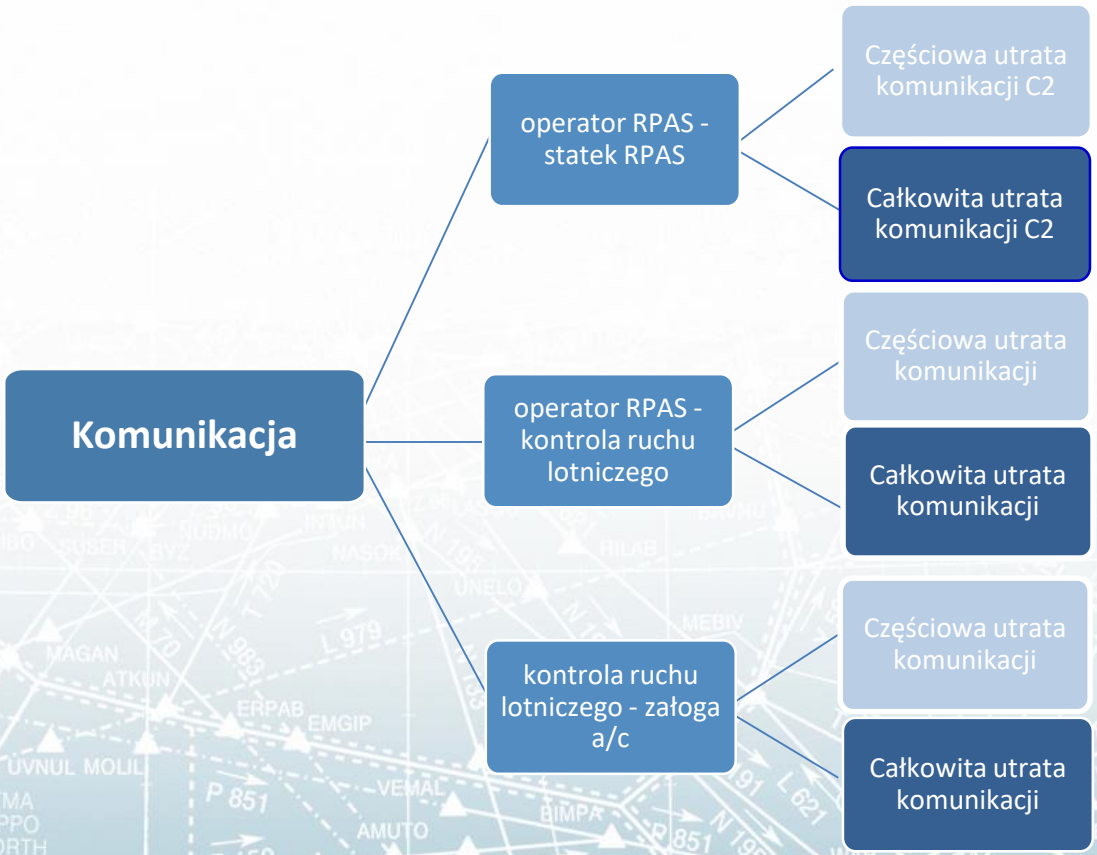
Klasa ruchu VII – dla lotów IFR powyżej FL600 i przestrzeni tranzytowej nie segregowanej

***RPAS ATM CONOPS Edition 4.0 , Eurocontrol 2017**

Przestrzeń kontrolowana wymagania – Klasa przestrzeni C (ICAO)

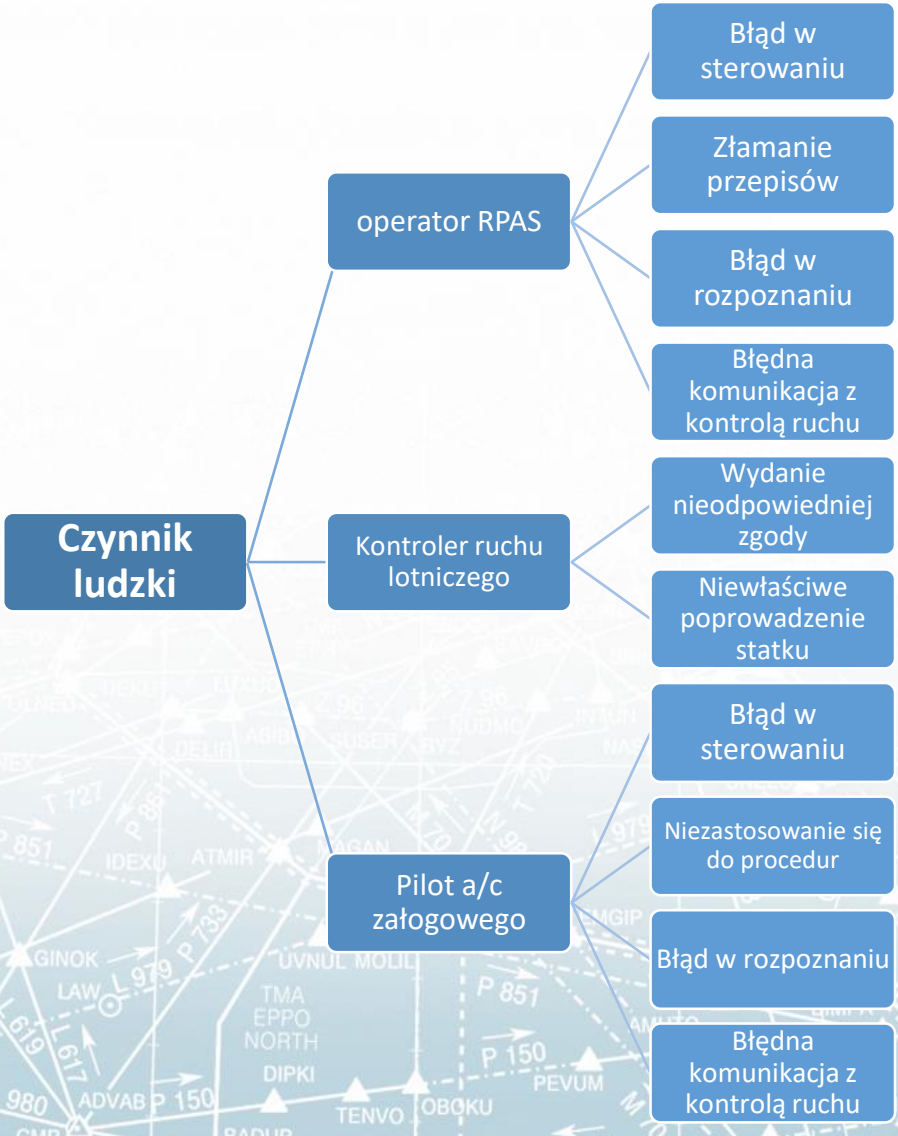
- Wymagane jest zezwolenie na lot
- Wymagana jest dwustronna łączność a/g
- Wykonywane są loty IFR i VFR
- Loty IFR są separowane od innych lotów IFR i VFR
- Loty VFR są separowane od lotów IFR i zapewniana jest im informacja o ruchu innych lotów VFR
- Dla wszystkich lotów zapewnia się służbę kontroli ruchu lotniczego

Przykładowe grupy zagrożeń – Komunikacja



Przykładowe grupy zagrożeń – Awaria RPA





Przykładowe grupy zagrożeń – czynnik ludzki

Schemat klasyfikacji ryzyka

MACIERZ RYZYKA

PRAWDOPODOBIEŃSTWO \ WAGA		WYPADKI / CAŁKOWITA NIEZDOLNOŚĆ ZAPEWNIENIA BEZPIECZNEJ USŁUGI ATM	POWAŻNE INCYDENTY / POWAŻNA NIEZDOLNOŚĆ ZAPEWNIENIA BEZPIECZNEJ USŁUGI ATM	WAŻNIEJSZE INCYDENTY / CZĘŚCIOWA NIEZDOLNOŚĆ ZAPEWNIENIA BEZPIECZNEJ USŁUGI ATM	ZNACZĄCE INCYDENTY / ZDOLNOŚĆ ZAPEWNIENIA BEZPIECZNEJ, ALE OGRANICZONEJ USŁUGI ATM	INCYDENTY BEZ BEZPOŚREDNIEGO WPŁYWU NA BEZPIECZEŃSTWO / BEZ WPŁYWU NA USŁUGI ATM
		(SC 1)	*(SC 2)*	*(SC 3)*	*(SC 4)*	*(SC 5)*
BARDZO CZĘSTO	*(A)*	a	a	b	c	d
CZĘSTO	*(B)*	a	b	c	d	d
OKAZJONALNIE	*(C)*	b	c	d	d	d
RZADKO	*(D)*	c	d	d	d	d
EKSTREMALNIE RZADKO	*(E)*	d	d	d	d	d

a	ryzyko niedopuszczalne
b	ryzyko niepożądane
c	ryzyko akceptowane
d	ryzyko dopuszczalne

Ryzyko niedopuszczalne
Zmiana nie może być wdrażana chyba, że zostanie ograniczona (redukcja ryzyka) do ryzyka niższej kategorii.

Ryzyko niepożądane: Wymagana zgoda Zastępcy Prezesa ds. Żeglugi Powietrznej (AO)
Zmiana może być implementowana, ale redukcja/kontrola ryzyka jest wymagana. Śledzenie i zarządzanie może być wymagane.

Ryzyko akceptowane: Wymagana zgoda Dyrektora Biura (AR)
Zmiana może być implementowana, ale ograniczenie ryzyka (redukcja) jest rekomendowane jeżeli możliwe. Śledzenie i zarządzanie może być wymagane.

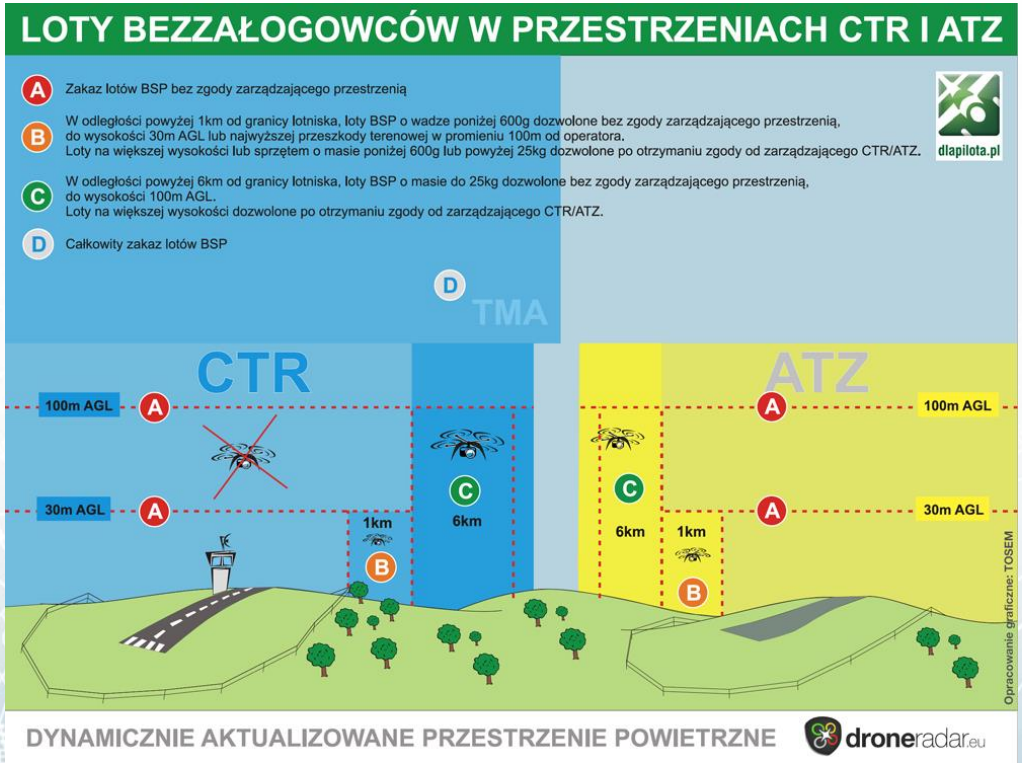
Ryzyko dopuszczalne:
Zagrożenia muszą być udokumentowane

Przykładowa Analiza zagrożeń

Funkcja	Zagrożenie	Skutek operacyjny	Kategoria skutku operacyjnego	Bariery ograniczająca skutki	Działania bariery
Zapewnienie bezpiecznej odległości pomiędzy a/c w CTR a RPA	**Naruszenie przestrzeni kontrolowanej CTR przez nieplanowany wlot RPA**	Brak zapewnienia bezpiecznej odległości od a/c	2	***Świadomość sytuacyjna KRL i operatora RPA*** ***Dwustronna łączność z a/c załogowym*** ***Łączność telefoniczna TWR – operator RPAS-użytkownik strefy*** ***Ciągłe monitorowanie lokalizacji RPA przez operatora***	<u>Minimalizowanie prawdopodobieństwa wlotu R</u>PAS w CTR poprzez np.: 1) Ciągłe monitorowanie pozycji, parametrów lotu oraz poziomu zasilania przez RPS 2) Aktywne funkcje contingency - np.RPA - Failsafe /Return to Home (RTH)
		Zwiększenie obciążenia pracą: • załogi a/c, • KRL • operatora RPAS	4		

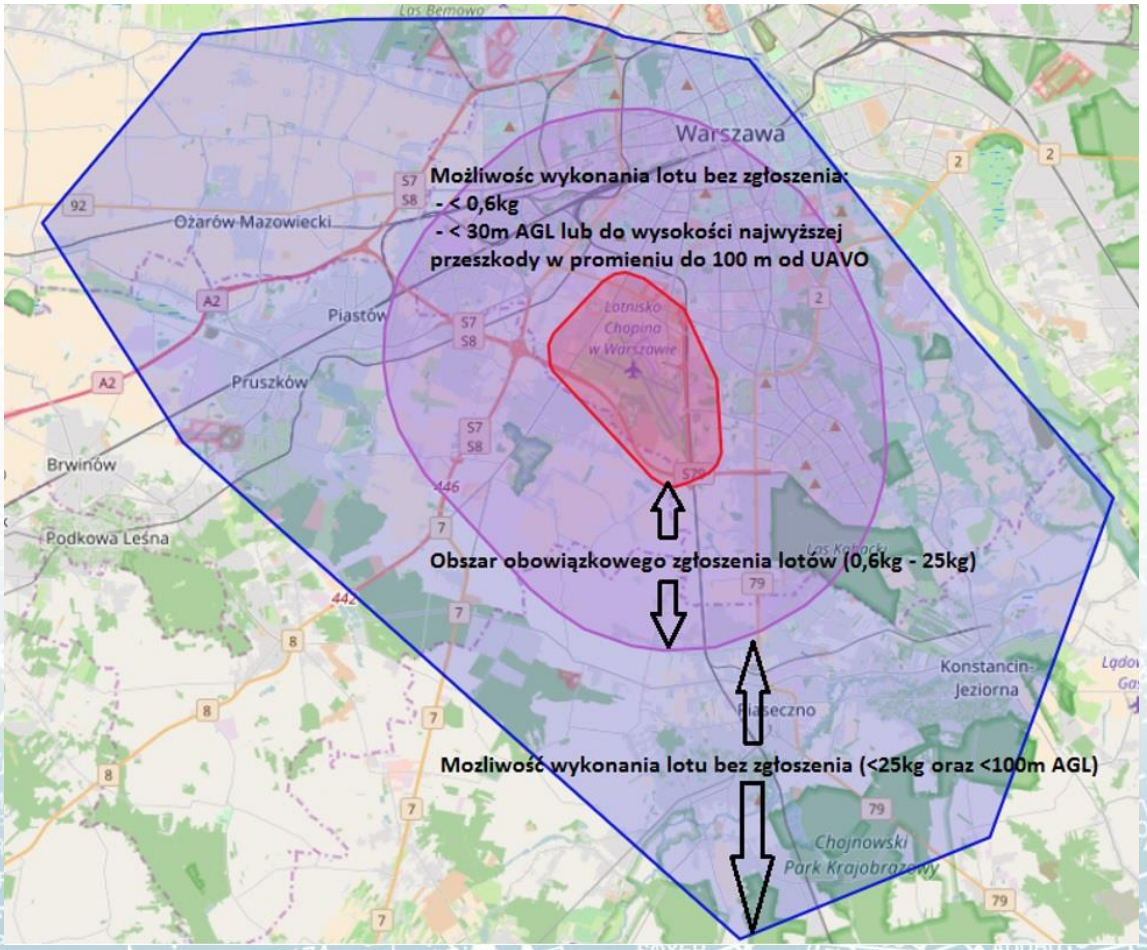
Potencjalne sposoby przeciwdziałania zagrożeniom z punktu widzenia ATS

Wyznaczenie strefy wolnej od dronów np. jak obecnie na 6 km od granicy lotniska (ogrodzenia) , głównie ze względu na zapewnienie bezpieczeństwa dla statków powietrznych lotnictwa państwowego (np. GARDA) czy lotów ratowniczych (np. HOSPITAL)



Wprowadzenie ciągłej łączności – wymagania dwustronnej, ciągłej łączności z operatorem RPAS

Potencjalne sposoby przeciwdziałania zagrożeniom z punktu widzenia ATS



Wnioski i PROPOZYZCJE PRZYSZŁYCH DZIAŁAŃ

- W celu przeprowadzenia analizy zagrożeń konieczne jest **bardziej szczegółowe zdefiniowanie elementów systemu integracji RPAS** w przestrzeni kontrolowanej.
- Należy przyjąć założenie **dopasowania wprowadzanych systemów RPAS do systemu ATM** , nie odwrotnie.
- Po osiągnięciu wymagań technicznych i wymagań prawnych przez RPAS dla lotów w przestrzeni kontrolowanej, będą one traktowane jak pozostali użytkownicy tej przestrzeni.
- Do czasu wprowadzenia szczegółowych zasad i regulacji (do 2023 roku) , obecne loty RPAS w przestrzeni kontrolowanej mogą się odbywać jedynie **poprzez obszary przestrzeni segregowanych zgodnie z zasadami FUA/AFUA** (jak dla wojskowych RPAS).

Wnioski i PROPOZYZCJE PRZYSZŁYCH DZIAŁAŃ

W celu wykonywania operacji BVLOS w przestrzeni kontrolowanej, jako minimum następujące aspekty wymagają dodatkowej analizy:

- ✓ Struktura przestrzeni z uwzględnieniem klas ruchu
- ✓ Możliwości RPA (prędkość pozioma i pionowa, opóźnienia sterowania, możliwości manewrowe
- ✓ Rodzaje przepisów wykonywania lotu (IFR lub VFR)
- ✓ Baza danych dotycząca terenu
- ✓ Wymagania dla C2 Link
- ✓ Ochrona
- ✓ Detect & Avoid System
- ✓ Geo-fencing
- ✓ Działania w sytuacji awaryjnej (contingency)

ANALIZA ZAGROŻEŃ LOTÓW RPAS W PRZESTRZENI KONTROLOWANEJ

dr inż. **Mariusz KRZYŻANOWSKI**
PAŻP/ Wydział Transportu PW

Bibliografia

- RPAS ATM CONOPS , Edition 4.0 2017, Eurocontrol
- Manual on Remotely Piloted Aircraft Systems (RPAS) , First edition 2015, ICAO
- Introduction of a regulatory framework for the operation of unmanned aircraft systems in the 'open' and 'specific' categories, Opinion No 01/2018 EASA