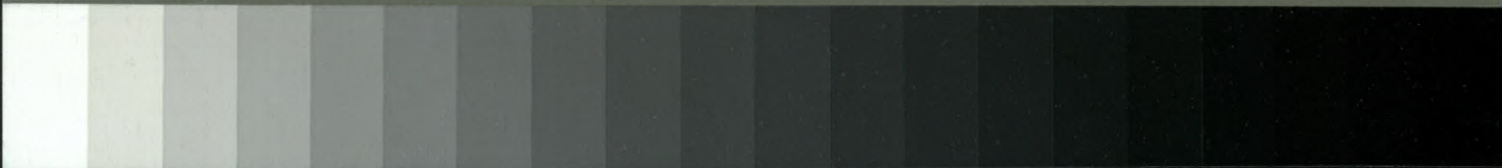




Grey Scale #13



A 1 2 3 4 5 6 M 8 9 10 11 12 13 14 15 B 17 18 19



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ

Ppłk dr inż. Zbigniew SKWAREK

CYWILNO-WOJSKOWY SYSTEM ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO OBRONY POWIETRZNEJ RP

Etap II.

KONCEPCJA CYWILNO-WOJSKOWEGO SYSTEMU
ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO OBRONY
POWIETRZNEJ RP

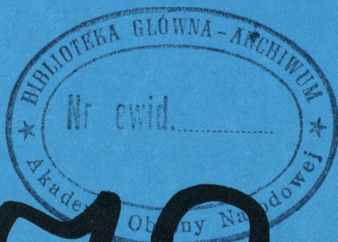
4.36.5.0

Biblioteka Główna
Akademii Sztuki Wojennej

57814



09-057814-000-0



57814

WARSZAWA

2004



AKADEMIA OBRONY NARODOWEJ

WYDZIAŁ LOTNICTWA I OBRONY POWIETRZNEJ



Egz. Nr.....

ppłk dr inż. Zbigniew SKWAREK

CYWILNO – WOJSKOWY SYSTEM ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO OBRONY POWIETRZNEJ RP

(ETAP II Koncepcja cywilno – wojskowego systemu rozpoznania
radiolokacyjnego Obrony Powietrznej RP)

4.36.5.0

Recenzent opracowania: dr hab. Zbigniew GROSZEK

Spis Treści

WSTĘP	3
1. ZAŁOŻENIA BADAWCZE.....	4
2. ZARZĄDZANIE RUCHEM LOTNICZYM	10
2.1. Kontrola ruchu lotniczego.....	13
2.2. Metody kontroli ruchu lotniczego	15
2.3. Powiązania informacyjne.....	17
3. CYWILNO – WOJSKOWA KONTROLA RUCHU LOTNICZEGO W WYBRANYCH KRAJACH EUROPY	19
3.1. System kontroli ruchu lotniczego w Polsce.....	28
3.2. Służby ruchu lotniczego	33
3.3. Koncepcja elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej - FUA.....	37
4. ZAUTOMATYZOWANE SYSTEMY ZARZĄDZANIA RUCHEM LOTNICZYM	43
4.1. Automatyczny system nadzoru - ADS	43
4.2. System automatycznej obsługi i zarządzania SATCAS - 2000	45
4.3. System ATC/ATM LETVIS	50
4.4. System kontroli ruchu lotniczego „XENYA”	51
4.5. Polski zautomatyzowany system zarządzania ruchem lotniczym	53
5. WYMAGANIA STAWIANE CYWILNO – WOJSKOWEMU SYSTEMOWI ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO	57
5.1. Wymagania dotyczące terminowości i wiarygodności informacji	59
5.2. Wiarygodność informacji	65
5.3. Dokładność informacji	68
5.4. Wymagania operacyjno-taktyczne oraz techniczne	70
6. KONCEPCJA CYWILNO-WOJSKOWEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO.....	74
6.1. Założenia ogólne.....	74
6.2. Podsystem wykrywania	78
6.3. Zespół zarządzania źródłami.....	80
6.4. Zespół rozpoznania.....	81
6.5. Identyfikacja obiektów powietrznych.....	85
ZAKOŃCZENIE	99
BIBLIOGRAFIA	100
ZAŁĄCZNIKI	103

WSTĘP

Opracowanie jest wynikiem realizacji drugiego etapu badań problemu naukowo – badawczego, ujętego w programie prac naukowo – badawczych AON na rok 2004 pod kryptonimem CWSRRLOK.

Zgodnie z „planem” realizacji problemu i zadaniem naukowym, głównym (końcowym) celem badań było *opracowanie koncepcji cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP, aby mógł on sprostać współczesnym wyzwaniom zarówno narodowym, jak i koalicyjnym w okresie pokoju, kryzysu i wojny.*

Badania i opracowanie ich wyników zostały podzielone na dwa etapy: 2003r. – pierwszy etap, 2004 r. – drugi etap.

Dla całości prac i dla każdego etapów opracowano szczegółowe założenia badawcze. W odniesieniu do etapu drugiego zostały one ujęte w rozdziale pierwszym niniejszego opracowania. W rozdziale tym scharakteryzowano także sposób ujęcia problemu i treści pozostałych rozdziałów opracowania.

1. ZAŁOŻENIA BADAWCZE

Przestrzeń powietrzna jest sferą, w której funkcjonowanie wpływa wiele czynników. Sposób, w jaki jest ona zagospodarowana oraz zakres korzystania z jej ogromnego potencjału może w znacznej mierze zdecydować, na korzyść bądź negatywnie, o bezpieczeństwie czy stopniu użyteczności społecznej. Kryzys czy konflikt należą do czasu, podczas którego odpowiednia koordynacja i współdziałanie umożliwiają przede wszystkim spójne i elastyczne korzystanie z przestrzeni powietrznej przez różnych użytkowników. Sytuacje kryzysowe, które współcześnie mogą determinować zarządzanie ruchem lotniczym, są bardzo zróżnicowane zarówno pod względem charakteru, natężenia, jak i rozmiarów czasoprzestrzennych.

Mogą to więc być pojedyncze akty uprowadzenia cywilnych statków powietrznych czy niewielkie konflikty regionalne wymagające prowadzenia misji humanitarnych i użycia sił stabilizacyjnych, ale też i bardzo radykalne operacje reagowania kryzysowego (Crisis Response Operations CROs), czyli działania zbrojne na dużą skalę, mające na celu wymuszenie pokoju w zapalnym rejonie świata.

Ogólnie można przyjąć, że sytuacją kryzysową dla systemu rozpoznania radiolokacyjnego jest każdy stan zagrożenia bezpieczeństwa w ruchu lotniczym, który wymaga podjęcia nadzwyczajnych i wszechstronnie skoordynowanych działań, z zastosowaniem specjalnych procedur, w celu wyeliminowania tego zagrożenia.

Po ataku na wieżowce Nowego Jorku i budynek Pentagonu w Waszyngtonie priorytetowym celem każdego państwa stało się posiadanie dobrze zorganizowanego i skutecznego systemu rozpoznania przestrzeni powietrznej. W związku z tym na całym świecie trwa ciągły wyścig w dziedzinie budowy coraz to lepszych systemów wykrywania środków napadu powietrznego (ŚNP). Takimi systemami bez wątpienia są cywilne i wojskowe systemy rozpoznania radiolokacyjnego.

Właściwa koordynacja cywilnych i wojskowych systemów rozpoznania przestrzeni powietrznej zapewnia bezpieczny przepływ ruchu lotniczego, oddając prawo pierwszeństwa stronie wojskowej. Dlatego zadania dotyczące pogodzenia odmiennych potrzeb wszystkich użytkowników przestrzeni powietrznej powinny zostać przekazane jednemu, cywilno-wojskowemu organowi.

Dążenie Polski do unifikacji ze strukturami zachodnioeuropejskimi na płaszczyźnie gospodarczej i militarnej, wymogło podjęcie prac związanych z dostosowaniem polskiego systemu zarządzania ruchem lotniczym do standardów Unii Europej-

skiej. Podobnie sojusz Polski z NATO stwarza obiektywną potrzebę dostosowania wojskowej struktury ruchu lotniczego do określonych standardów.

Przyjęcie założenia, że służby ruchu lotniczego będą zapewniane w sposób jednolity lotnictwu cywilnemu i wojskowemu, zmobilizowało MON do podjęcia działań mających na celu dostosowanie funkcjonujących struktur wojskowej służby ruchu lotniczego (WSRL) do wdrażanych programów jednolitego systemu zarządzania ruchem lotniczym (Air Traffic Management – ATM).

Utworzenie Centrum Kontroli Ruchu Lotniczego SP było pierwszym krokiem w kierunku osiągnięcia europejskich standardów w zakresie cywilno-wojskowej kontroli przestrzeni powietrznej. Na bazie Centralnego Ośrodka Koordynacji Ruchu Lotniczego utworzono Centrum Planowania Ruchu Lotniczego, stanowiące fundament wojskowego zespołu w Centrum Zarządzania Przestrzenią Powietrzną.

Ważnym składnikiem ATM jest infrastruktura techniczna, bowiem dzięki niej cały system może funkcjonować zgodnie z przyjętymi założeniami. Toteż do głównych urządzeń technicznych funkcjonujących w ramach podstawowej infrastruktury zalicza się: systemy radarowe, środki łączności, systemy przetwarzania informacji. Zgodnie z „Koncepcją Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym w Polsce” infrastrukturę techniczną stanowić będą obecnie wykorzystywane, zmodernizowane oraz pozyskiwane w miarę potrzeb i możliwości nowe urządzenia.

Natomiast pewną nowością będzie wykorzystanie niektórych wojskowych systemów radarowych, czy środków łączności do obsługi lotnictwa cywilnego i odwrotnie w ramach integracji.

Z przeprowadzonej analizy systemów radarowych wynika, że do zapewniania służb radarowych ruchu lotniczego wymagane są zdublowane informacje z radarów wtórnych w kontroli obszaru.

W kontroli zbliżania wymagane są informacje z radarów pierwotnych i wtórnych. Dla celów radarowej służby doradczej, radarowej służby informacji powietrznej oraz monitorowania aktywności w strefach czasowo wydzielonych niezbędna jest informacja z radarów pierwotnych.

W tym celu „Koncepcja Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym” zakłada stworzenie strefy rozpoznania radiolokacyjnego ATS, opartego o wykorzystanie źródeł informacji radarowej z cywilnych i wojskowych radarów pierwotnych i wtórnych, spełniających wymagania Aneksu 10 ICAO.

Istniejące stacje radiolokacyjne — wojskowe i cywilne, zapewniają pokrycie radarowe, za wyjątkiem rejonu południowo-wschodniego. Konieczne staje się zainstalowanie dodatkowego radaru pierwotnego, np. w Rzeszowie, wówczas strefa rozpoznania radiolokacyjnego będzie wystarczająca do zapewniania służby radarowej.

Obecnie istniejąca strefa rozpoznania radiolokacyjnego (z radarów wtórnych) jest wystarczająca do pełnienia funkcji kontroli ruchu lotniczego w górnej przestrzeni. Wymagane zdublowane pokrycie będzie możliwe po instalacji stacji radiolokacyjnej we Wrocławiu oraz w rejonie Augustowa. Konieczne jest uzupełnienie strefy rozpoznania radiolokacyjnego w dolnej przestrzeni północno-zachodniej i południowo-wschodniej części kraju poprzez instalację radarów wtórnych, np. w Świdwinie i Rzeszowie.

Podkreślić należy, że strefa informacji radiolokacyjnej jest zapewniana od wysokości 3000 m. Oznacza to, że ruch lotniczy poniżej wysokości 3000 m nie może mieć zapewnionych służb radarowych w całej przestrzeni powietrznej naszego kraju, a poniżej poziomu FL 100 nie może być w pełni wykorzystana we wszystkich warunkach meteorologicznych.

Z dostępnych materiałów wynika, że organizacja wojskowych lotnisk kontrolowanych wymaga uzupełnienia infrastruktury lotniskowej w radary wtórne oraz wyposażenia wszystkich wojskowych statków powietrznych w transpondery radaru wtórnego. Problem dotyczy głównie śmigłowców oraz samolotów szkolno - bojowych.

Stworzenie ciągłej strefy rozpoznania radiolokacyjnego dla potrzeb służb ruchu lotniczego wymaga połączenia w sieć istniejących radarów cywilnych i spełniających określone kryteria radarów wojskowych.

Obecnie możliwe jest włączenie jedynie stacji radiolokacyjnej typu AVIA-W, która spełnia wymagania przepisów cywilnych. Ponadto konieczne jest przeszkolenie kontrolerów wojskowych do obsługi ruchu lotniczego wg procedur cywilnych. Połączenie w sieć radarów cywilnych i wybranych radarów wojskowych w pełni zabezpieczy strefę rozpoznania radiolokacyjnego Polski od wysokości 3000 m.

Już w chwili obecnej można zaobserwować działania zmierzające do utworzenia ciągłej strefy rozpoznania radiolokacyjnego ATS w oparciu o:

- istniejące radary pierwotne (przede wszystkim na lotniskach wojskowych);
- istniejące radary wtórne (przede wszystkim na lotniskach cywilnych);
- zaplanowane inwestycje (np.: instalacja radaru we Wrocławiu, transmisja z Wilna);

- wspólne cywilno-wojskowe przedsięwzięcia wynikające z integracji ATS.

Uwzględniając powyższe uwarunkowania oraz przeprowadzone analizy uzasadnione jest stwierdzenie, że system opiera się głównie na obecnie wykorzystywanych środkach radiolokacyjnych, które w znacznej mierze, szczególnie po stronie wojskowej są w miarę nowoczesne, a po wdrożeniu systemu stacji typu Backbone, będzie systemem na najwyższym technicznym poziomie.

Mimo tego należy stwierdzić, że system rozpoznania radiolokacyjnego w czasie pokoju, nie jest w stanie zapewnić ciągłości rozpoznania radiolokacyjnego poniżej 3000 m (jest to możliwe w wyższych stanach gotowości bojowej).

Opracowanie koncepcji cywilno – wojskowego systemu rozpoznania przestrzeni powietrznej umożliwi wykorzystanie pełnych możliwości naszych sił i środków rozpoznania radiolokacyjnego w okresie pokoju, kryzysu i wojny.

Cel badań, problemy badawcze

Wyniki dotychczasowych badań systemu rozpoznania radiolokacyjnego skłoniły mnie do podjęcia, uargumentowanego wcześniej merytorycznie, zamiaru naukowego podjęcia pracy badawczej, w ramach której nastąpiłoby *opracowanie koncepcji cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP, aby mógł on sprostać współczesnym wyzwaniom zarówno narodowym, jak i koalicyjnym.*

Ponieważ badania rozłożono na dwa etapy, celem pierwszego etapu badań była identyfikacja i diagnoza cywilnego radiolokacyjnego wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego. Uzyskane wyniki badań zamieszczono w pierwszej części opracowania.

W drugim etapie celem badań było określenie wymagań i opracowanie propozycji rozwiązań (koncepcji) cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP spełniającego wymagania narodowe i koalicyjne.

Formułując cel badań, autor brał pod uwagę czynniki mające wpływ na funkcjonowanie w obronie powietrznej cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego.

Głównym, pozwalającym na ukierunkowane precyzowanie koncepcji cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP, jest obecność Polskich Sił Zbrojnych w strukturach militarnych NATO. Powoduje ona, że racjonalnym staje

się opracowanie narodowej koncepcji cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego, uwzględniającej prowadzenie wspólnych działań z innymi państwami sojuszu.

W świetle obiektywnych i subiektywnych czynników mających wpływ na stan wczesnego wykrywania w OP RP, główny problem badawczy, wynikający z celu badań, sformułowano w postaci pytania: **Jak powinien być zorganizowany, w co wyposażony oraz jak funkcjonować cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego w aspekcie wymagań stawianych przez system OP RP?**

Rozwiązanie głównego problemu badawczego i osiągnięcie założonego celu pierwszego etapu badań wiązało się z uzyskaniem odpowiedzi na następujące problemy szczegółowe:

Jaki cel, w ramach realizacji, jakich zadań powinien osiągać cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego?

Jakie czynniki decydują o potrzebie zastosowania cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego w OP RP?

Jakie są możliwości obecnego cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP?

Jaki potencjał należy zaangażować do realizacji zadań w cywilno - wojskowym systemie rozpoznania radiolokacyjnego?

Jakie cechy informacji determinują funkcjonowanie cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP?

Na podstawie przestudiowanej literatury i aktualnego stanu wiedzy założono, że rozwiązanie głównego problemu badawczego i osiągnięcie założonego celu drugiego etapu badań nastąpiło na drodze rozwiązania następujących problemów szczegółowych:

1. *Jak realizowane jest zarządzanie ruchem lotniczym?*
2. *Jak realizowana jest cywilno – wojskowa kontrola ruchu lotniczego w wybranych krajach Europy?*
3. *Jakie systemy wykorzystywane są w zarządzaniu ruchem lotniczym?*
4. *Jakie są założenia jednolitej koncepcji zarządzania ruchem lotniczym?*
5. *Jakie są wymagania stawiane cywilno – wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego OP RP?*
6. *Z jakich komponentów powinien składać się cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego OP RP?*

7. *Jakich zmian strukturalnych i funkcjonalnych należy dokonać w aktualnym systemie rozpoznania OP RP, by w pełni wykorzystać możliwości cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP?*

Wyniki badań dotyczące problemów badawczych w pierwszym etapie – zostały zawarte w pierwszej części opracowania opublikowanego w 2003r.

Rezultaty przeprowadzonych badań dotyczące problemów badawczych etapu drugiego, zamieściłem w sześciu integralnych rozdziałach, które uzupełnione są wstępem, zakończeniem, spisem literatury wykorzystywanej w badaniach materiałów oraz stosownymi załącznikami.

W rozdziale pierwszym – *Założenia badawcze* - przedstawiłem ogólne założenia dotyczące przebiegu badań. Określiłem cel i problem badawczy oraz problemy szczegółowe dotyczące drugiego etapu badań.

Rozdział drugi – *Zarządzanie ruchem lotniczym* - zawiera fundamentalne informacje dotyczące zarządzania i kontroli ruchem lotniczym, metod kontroli ruchu lotniczego oraz ich powiązań informacyjnych.

Rozdział trzeci – *Cywilno – wojskowa kontrola ruchu lotniczego w wybranych krajach Europy* -- dotyczy organizacji kontroli ruchu lotniczego w Szwecji, Niemczech, na Litwie oraz we Francji, a także obejmuje wybrane problemy kontroli ruchu lotniczego w Polsce. W końcowej części rozdziału przedstawiono koncepcję elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej – FUA.

Rozdział czwarty – *Zautomatyzowane systemy zarządzania ruchem lotniczym* - obejmuje opis funkcjonowania zarówno polskiego jak systemów europejskich zautomatyzowanych systemów zarządzania ruchem lotniczym

Rozdział piąty – *Wymagania stawiane cywilno – wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego* dotyczy analizy podstawowych wymagań dotyczących terminowości, wiarygodności i dokładności informacji o sytuacji powietrznej, a także wymagania operacyjno – taktyczne i techniczne przyszłościowego cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego.

Rozdział szósty – *Koncepcja cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP* - obejmuje założenia, przeznaczenie zadania i skład oraz funkcjonowanie całego systemu.

W ustaleniu racjonalnych rozwiązań kierowałem się obiektywnymi argumentami mozolnie gromadzonymi w trakcie badań. Wyniki tychże, przedstawiłem w niniejszym opracowaniu naukowym.

2. ZARZĄDZANIE RUCHEM LOTNICZYM

Dokonując analizy środków i urządzeń technicznych, zautomatyzowanych systemów, które mają zastosowanie w obsłudze ruchu lotniczego, celowe jest umiejscowienie ich w naczelnej strukturze zajmującej się ruchem lotniczym, czyli w systemie zarządzania ruchem lotniczym - ATM (Air Traffic Management).

W związku z tym konieczne jest ogólne scharakteryzowanie poszczególnych komponentów systemu zarządzania ruchem lotniczym, ze szczególnym zwróceniem uwagi na podział przestrzeni powietrznej oraz służbę kontroli ruchu lotniczego, której funkcjonowanie jest oparte o bezpośrednie wykorzystanie środków, urządzeń, systemów, służących do kontroli ruchu lotniczego.

Biorąc pod uwagę obowiązujące standardy ICAO, zarządzanie ruchem lotniczym jest pojęciem bardzo szerokim, składającym się z trzech zasadniczych komponentów:

- zarządzania, przestrzenią powietrzną - ASM (Airspace Management);
- zarządzania przepływem ruchu lotniczego - ATFM (Air Traffic Flow Management);
- służby ruchu lotniczego - ATS (Air Traffic Services).

Zarządzanie ruchem lotniczym realizowane jest w oparciu o odpowiednie procedury planowania i użytkowania przestrzeni powietrznej, koordynacji ruchu lotniczego, a do kontroli położenia i przemieszczania się statków powietrznych niezbędne są odpowiednie urządzenia, systemy radarowe, zautomatyzowane systemy zbioru informacji o sytuacji powietrznej oraz środki umożliwiające wzajemne komunikowanie się kontrolerów ruchu lotniczego i personelu latającego.

Wszystkie wymienione elementy tworzą określony system zarządzania ruchem lotniczym, który pomimo, że różnie jest definiowany w poszczególnych opracowaniach to w istocie stanowi: *zespół wzajemnie skorelowanych struktur, procedur, personelu, metod działania, środków, urządzeń i systemów, niezbędnych do zapewnienia bezpiecznego przemieszczania się statków powietrznych w przestrzeni powietrznej i na lotniskach, utrzymania uporządkowanego przepływu ruchu lotniczego oraz optymalnego i zgodnego z potrzebami użytkowników wykorzystania przestrzeni powietrznej.*

Zasadne jest podanie, że pojęcie system zarządzania ruchem lotniczym jest stosunkowo nowe w naszym kraju i zostało zaadoptowane ze struktur organizacyj-

nych ruchu lotniczego państw zrzeszonych w ECAC, aby dostosować Polskę do standardów ICAO.

W związku z tym polski system *zarządzania* ruchem lotniczym jest bardzo rzadko definiowany przez różnego rodzaju krajowe wydawnictwa popularno - naukowe, encyklopedyczne, specjalistyczne. Natomiast bardzo często możemy spotkać się z określeniami:

- system kierowania ruchem lotniczym - zawiera się w pojęciu systemu zarządzania ruchem lotniczym (oprócz elementów typowych dla systemu kierowania ruchem lotniczym zawiera istotny składnik - zarządzanie przestrzenią powietrzną);
- system kontroli ruchu lotniczego - integralna część systemu zarządzania ruchem lotniczym i też jest pojęciem węższym. Stanowi element służby kontroli ruchu lotniczego, związany głównie z systemami, urządzeniami technicznymi, wykorzystywanymi do kontroli ruchu lotniczego. Bardzo często te systemy, środki, pomoce i urządzenia określane są jako infrastruktura techniczna (systemy radarowe, środki łączności powietrzno - naziemnej, przetwarzania danych i inne), dzięki której zapewniana jest kontrola lotów;
- służba kontroli ruchu lotniczego - ściśle określony odpowiednimi przepisami standard usług związanych z ruchem lotniczym;
- radiolokacyjny system kontroli przestrzeni powietrznej - związany jest ściśle z obroną powietrzną państwa.

W przestrzeni powietrznej przemieszczają się wszelkie obiekty latające, więc w tym środowisku działają również systemy zarządzania ruchem lotniczym. Biorąc pod uwagę fakt, że jest to część atmosfery ziemskiej nad obszarem danego państwa, która stanowi jego „własność” i traktowana jest jako dobro narodowe wynika, że musi ona podlegać szczególnej ochronie i być precyzyjnie zarządzana zarówno w czasie pokoju, kryzysu, jak i wojny.

Natomiast z punktu widzenia obronności kraju istotne jest zapewnienie sprawnej kontroli wszystkich obiektów poruszających się w jego przestrzeni powietrznej, a trzeba wiedzieć, że użytkownikami przestrzeni powietrznej są nie tylko posiadacze statków powietrznych (ich interesuje sprawność i bezpieczeństwo ruchu lotniczego), ale też wojska rakietowe i artyleria (różnych klas), twórcy eksperymentalnych systemów uzbrojenia, instytucje badające atmosferę ziemską (kosmos).

Jeżeli założy się, że przestrzeń powietrzna jest kategorią prawną to oznacza, że podlega międzynarodowej i krajowej ochronie prawnej. W związku z tym nakłada

to na rządy poszczególnych państw obowiązek tworzenia instytucjonalnych rozwiązań w sprawie jej wykorzystania, które obejmują między innymi organizację (podział) przestrzeni powietrznej, organizację systemu służb ruchu lotniczego, przepisy w sprawie ruchu lotniczego, procedury lotów, konieczność zapewnienia odpowiedniej infrastruktury.

Zarządzanie przepływem ruchu lotniczego ATFM (Air Traffic Flow Management) stanowi jeden ze składników ATM i w zasadzie jego zadanie polega na optymalizowaniu przepływu ogólnego ruchu lotniczego (GAT) oraz niedopuszczeniu do takiego stanu rzeczy, aby nastąpiło przekroczenie dopuszczalnej pojemności krajowych systemów kontroli ruchu lotniczego. Jest sprawą oczywistą, że zgodnie z wymaganiami państw ECAC zadania te realizuje się w oparciu o trój poziomowy system ATFM z udziałem organów krajowych i międzynarodowych oraz ASM.

Jednak najistotniejszą częścią składową ATM stanowią służby ruchu lotniczego - ATS (Air Traffic Services), powołane do zapewnienia bezpiecznego i bezkolizyjnego ruchu lotniczego oraz efektywnego i elastycznego wykorzystania przestrzeni powietrznej. Biorąc pod uwagę rodzaj ruchu lotniczego oraz przestrzeń powietrzną, w której funkcjonują służby ruchu lotniczego, dzieli się na cywilne i wojskowe. Natomiast do głównych zadań służb ruchu lotniczego należy:

- zapobieganie zderzeniom statków powietrznych zarówno podczas wykonywania lotu jak i poruszania się po polu manewrowym lotniska (również zapobieganie zderzeniom z wszelkimi przeszkodami);
- usprawnianie i utrzymywanie uporządkowanego przepływu ruchu lotniczego oraz jego nadzór;
- koordynowanie bezkolizyjnego wykorzystania przestrzeni powietrznej przez różne rodzaje lotnictwa;
- udzielanie wskazówek oraz informacji użytecznych dla bezpiecznego i sprawnego wykonywania lotów;
- zbieranie informacji o zagrożeniu statków powietrznych i dostarczanie ich organom odpowiedzialnym za uruchomienie systemu ratownictwa lotniczego oraz współdziałanie z tymi organami w przypadku prowadzenia akcji ratowniczej.

Dokonując analizy podstawowych zadań, które realizują służby ruchu lotniczego dojść można do wniosku, że ich działalność oznacza szeroki wachlarz usług świadczonych załogom statków powietrznych. Tym bardziej, że zgodnie z przepisami

ICAO (Aneks 11), państwa organizujące swą przestrzeń jako FIR i/lub UIR są zobowiązane do zapewnienia minimum służb informacji powietrznej i alarmowej.

Służba kontroli ruchu lotniczego - ATC (Air Traffic Control) zajmuje naczelne miejsce w hierarchii służb ruchu lotniczego z racji swojego znaczenia. Jednocześnie jest jedną z ważniejszych służb wchodzących w skład zarządzania ruchem lotniczym. W praktyce oznacza to, że funkcjonująca służba ruchu lotniczego musi odpowiadać określonym standardom i zawierać również usługi oferowane przez pozostałe służby (np. służbę informacji powietrznej oraz służbę alarmową).

Stąd też ATC charakteryzuje się największymi wymaganiami organizacyjno - personalno - technicznymi. Wiadomo, że głównymi elementami, biorącymi udział w procesie kontroli ruchu lotniczego, są: statki powietrzne, lotniska, systemy nawigacyjne, systemy radarowe, systemy komunikacyjne, informacje różnych służb lotniczych i meteorologicznych, przepisy i procedury.

Złożoność tych elementów zmienia się w zależności od czasu, miejsca, kwalifikacji personelu, intensywności lotów, warunków atmosferycznych, korzyści ekonomicznych, a czasami i uwarunkowań politycznych. Stąd też odpowiednie służby, organizacje powołane do sprawowania **kontroli ruchu lotniczego** powinny tak operować wymienionymi elementami, by zapewnić bezpieczeństwo, sprawne wykonanie przelotu, pomoc statkom powietrznym w przypadku wystąpienia zagrożenia. Biorąc pod uwagę przedstawione powyżej różnorodne uwarunkowania, w zależności od rodzaju przydzielonej do kontroli przestrzeni powietrznej, ATC dzieli się na służbę kontroli: obszaru, zbliżania, lotniska (w warunkach dużego natężenia ruchu można wydzielić jeszcze dodatkowo służbę kontroli ruchu naziemnego).

Zasadne jest podanie, że na lotniskach wojskowych organizuje się również w ramach służby kontroli lotniska - służbę kontroli precyzyjnego podejścia.

2.1. Kontrola ruchu lotniczego

Kontrola ruchu lotniczego to funkcja ukierunkowana na rozwiązywanie sytuacji konfliktowych pojawiających się w przestrzeni powietrznej wykorzystywanej przez załogowe statki powietrzne znacznie różniące się charakterystykami lotnymi, wykonujące różnorodne zadania w środowisku bardzo często niesprzyjającym zachowaniu warunków bezpieczeństwa ze względu na czynniki geofizyczne jak też różną intensywność działań podejmowanych przez przeciwnika. W czasie pokoju służby kontroli

ruchu lotniczego wykrywają odchylenia od ustalonej normy, informują o tym załogi i umożliwiają im dokonywanie korekt. W działaniach zbrojnych nie jest to już takie proste. Warunkiem efektywnej kontroli ruchu lotniczego w środowisku walki zbrojnej jest **identyfikacja** własnych statków powietrznych, sprowadzająca się w praktyce do ich wyróżnienia spośród pozostałych (neutralnych, wrogich). Konsekwencją błędnej identyfikacji jest niemalże w każdym przypadku tragiczna w skutkach reakcja ze strony obrony powietrznej¹.

Klasyfikacja ruchu lotniczego wg kryterium realizowanych zadań jest podstawowym czynnikiem określającym procedury i wskazującym służby odpowiedzialne za jego kontrolę. W NATO wyróżniane są trzy kategorie ruchu lotniczego²:

- operacyjny bojowy;
- operacyjny wspierający;
- nieoperacyjny.

Operacyjny bojowy ruch lotniczy to zamierzone działania wszystkich załogowych statków powietrznych, których celem jest bezpośrednie zadanie strat przeciwnikowi lub działania je wspierające. Kontrolę tej kategorii ruchu lotniczego – poza fazą startu i lądowania – zabezpieczają całkowicie ośrodki systemu obserwacji i kontroli przestrzeni powietrznej (ASACS), którego elementami są ośrodki kontroli i meldowania (CRC), punkty kontroli i meldowania (CRP), samoloty systemu AWACS, służby kontroli ruchu lotniczego typu obszarowego komponentu lądowego i morskiej grupy zadaniowej.

Operacyjny wspierający ruch lotniczy to zamierzone działania wszystkich załogowych statków powietrznych, bezpośrednio zaangażowanych w osiągnięcie celów operacji, inne niż z kategorii bojowy operacyjny ruch lotniczy. Kontrolę tej kategorii ruchu lotniczego zabezpieczają, poza ośrodkami systemu ASCAS, narodowe służby kontroli ruchu lotniczego.

¹ W wojnach izraelsko-arabskich, a zwłaszcza w wojnie 1967 r., armie Egiptu i Syrii poniosły straty od własnych środków OPL, co zostało odnotowane we wszystkich walczących armiach. Natomiast podczas wojny na Bliskim Wschodzie w 1973 r. egipska obrona przeciwlotnicza zestrzeliła ok. 80 własnych samolotów. Wśród przyczyn, które wpłynęły na powstanie strat wymienia się:

- niedoskonałość techniczną środków rozpoznania obiektów powietrznych oraz środków dowodzenia lotnictwem myśliwskim i jednostkami OPL;
- źle zorganizowaną identyfikację wykrytych obiektów powietrznych;
- brak kontroli lotów oraz niedostrzegania wielu problemów współdziałania lotnictwa myśliwskiego z naziemnymi środkami OPL. Zob.: J. Biziewski, K. Kubiak, *Yom Kieppur*, Warszawa 1995, s. 47.

² E. Zabłocki i in., *Zarządzanie przestrzenią powietrzną w czasie kryzysu i wojny. Wymagania militarne wobec zarządzania przestrzenią powietrzną RP*, cz. 2, Warszawa 1998, s. 46.

Nieoperacyjny ruch lotniczy to przeloty wszelkich załogowych statków powietrznych, inne niż właściwe dla ruchu operacyjnego bojowego i wspierającego. Praktycznie w całości odpowiedzialność za tą kategorię ruchu lotniczego ponoszą służby narodowe.

Kategorie ruchu lotniczego oraz służby odpowiedzialne za jego kontrolę przedstawia tabela 1.

Podział ruchu lotniczego

Lp.	Klasyfikacja ruchu lotniczego	Rodzaj działań	Organ kontroli ruchu lotniczego
1.	operacyjny bojowy	zwalczanie potencjału powietrznego przeciwnika (CAO)	ASACS
2.		ofensywna walka z potencjałem powietrznym przeciwnika:	
3.		defensywna walka z potencjałem powietrznym przeciwnika	
4.		działania przeciwko obiektom naziemnym i nawodnym przeciwnika (ASFAO):	ASACH / ATC sił lądowych
5.		działania taktycznego transportu powietrznego:	ASACS / ATC sił lądowych
6.	operacyjny wspierający	wspierające działania powietrzne	ATC / ASACS
7.		cywilne i wojskowe statki powietrzne działające na korzyść sił zaangażowanych w walce.	ATC / ASACS
8.		loty treningowe i próbne wojskowych statków powietrznych.	ATC
9.	nieoperacyjny	dyplomatyczny (przewóz personelu i przesyłek dyplomatycznych)	ATC
10.		komercyjny (przeloty usługowe statków powietrznych państw Sojuszu zaangażowanych w działania zbrojne)	
11.		militarnie neutralny (przeloty wojskowych statków powietrznych należących do państw nie zaangażowanych w działania zbrojne)	

Tabela 1. Podział ruchu lotniczego (Opracowano na podstawie W. Marud Kontrola przestrzeni powietrznej w strefie bojowej morza bałtyckiego. Rozprawa doktorska, Warszawa 2002 s.29)

2.2. Metody kontroli ruchu lotniczego

Do realizacji funkcji kontroli ruchu lotniczego niezbędny jest odpowiednio przeszkolony personel, dysponujący środkami pozwalającymi na obserwację przestrzeni powietrznej i identyfikację wykrytych obiektów, przetworzenie i zobrazowanie uzyskanej informacji oraz przekazanie jej załogom w powietrzu w formie komunikatów lub poleceń. Czynności te składają się na znaną już z zarządzania przestrzenią po-

wietrzną metodę nakazową (positive control) i jej odmianę – kontrolę doradczą (advisory control).

W **metodzie nakazowej** personel ośrodka kontroli ruchu lotniczego jest odpowiedzialny za podjęcie działań mających na celu uniknięcie kolizji lub ostrzeżenie załóg o innych grożących niebezpieczeństwach (np. niezaplanowane wejście w strefę ognia przeciwlotniczych zestawów rakietowych o statusie kontroli broni *Weapons Free*). W formie polecenia podawane są informacje dotyczące zmian kursu, prędkości i wysokości, które pozwolą na uniknięcie niebezpieczeństwa³.

W **kontroli doradczej** służby kontroli ruchu lotniczego ostrzegają o ewentualnych czynnikach mogących zagrozić bezpieczeństwu samolotu. Dowódca załogi odpowiedzialny jest za właściwe dobranie parametrów lotu w celu uniknięcia niebezpieczeństwa lub podjęcia innych działań, stosownie do rodzaju zagrożenia.

Powyższe metody stosowane są w kontroli nieoperacyjnego i operacyjnego wspierającego ruchu lotniczego. W operacyjnym bojowym ruchu lotniczym stosowana jest kontrola precyzyjna, swobodna i ogólna.

Kontrola precyzyjna (close control) to forma kierowania samolotami wykonującymi zadanie bojowe, w której z ośrodka kontroli podawane są parametry lotu (kurs, wysokość, prędkość) wyprowadzające załogę na pozycję umożliwiającą jej wykonanie zadania bojowego. Załoga stosuje się do poleceń kontrolera pod warunkiem, że nie zagraża to bezpieczeństwu lotu lub nie jest sprzeczne z wykonywanym zadaniem.

Kontrola swobodna (loose control) polega na tym, że dowódca załogi sam decyduje o parametrach lotu (kurs, prędkość, wysokość) oraz o taktyce tak, ażeby wykonać zadanie. Kontroler spełnia praktycznie rolę doradczą, przekazując załodze informacje o położeniu celu i bieżącej sytuacji taktycznej.

Kontrolę ogólną (broadcast control) sprawuje się w przypadku braku pełnych możliwości w stosowaniu dwóch poprzednich sposobów lub, gdy stopień komplikacji sytuacji taktycznej wyklucza taką możliwość. Załodze przekazywane są tylko informacje o sytuacji w powietrzu oraz o położeniu celów lub źródeł zagrożeń. Bardzo ważną zaletą tego sposobu jest możliwość stosowania go nawet w przypadku, gdy nie jest dokładnie znane położenie własnych statków powietrznych. Informacje o po-

³ W. Marud Kontrola przestrzeni powietrznej w strefie bojowej morza bałtyckiego. Rozprawa doktorska, Warszawa 2002 s.34.

łożeniu celów lub źródeł zagrożeń mogą być określane w stosunku do zdefiniowanego punktu odniesienia w danym sektorze przestrzeni powietrznej⁴.

Możliwość stosowania powyższych metod i sposobów kontroli ruchu lotniczego daje podobne do obowiązującego w lotnictwie komunikacyjnym podejścia do obowiązków załóg statków powietrznych. Każdy dowódca załogi odpowiada za znajomość i stosowanie się do ustalonych w ACO środków i procedur. W powietrzu załogi nie są „sterowane” przez kontrolerów – nawet podczas kontroli precyzyjnej, najbardziej restrykcyjnej. Pilotom doradza się, podpowiada i informuje. Formę nakazów mają komendy dotyczące zapewnienia bezpieczeństwa. Jednak i w tym przypadku decyzja należy do dowódców załóg.

2.3. Powiązania informacyjne

Informacje dotyczące przedsięwzięć właściwych dla faz planowania i wdrażania kontroli ruchu lotniczego wymieniane są pomiędzy połączonym centrum koordynacji przestrzeni powietrznej, służbami kontroli ruchu lotniczego i ośrodkami koordynującymi działania w czasie rzeczywistym za pomocą planów i rozkazów do kontroli przestrzeni powietrznej oraz zapotrzebowań na proceduralne środki kontroli.

Dokumentami specyficznymi, właściwymi tylko dla kontroli ruchu lotniczego i zarządzania przepływem ruchu lotniczego są plany lotów, składane odpowiednio wcześniej przez załogi lotnicze. Obowiązek składania planów dotyczy wszystkich przelotów w kategorii nieoperacyjny ruch lotniczy oraz niektórych z kategorii operacyjny wspierający ruch lotniczy.

Informacje dotyczące przelotów w kategorii bojowy operacyjny ruch lotniczy zawierają rozkazy do działań powietrznych oraz rozkazy do obrony powietrznej.

W fazie realizacji, najistotniejsze są dwa dwukierunkowe strumienie informacji: pomiędzy służbami kontroli ruchu lotniczego i systemem rozpoznania radiolokacyjnego oraz pomiędzy służbami kontroli a załogami w powietrzu. Zasadnicze informacje przepływające w pierwszym strumieniu to wszelkie zmiany (różnice) pomiędzy działaniami zaplanowanymi a rzeczywistymi. Ponadto służby ruchu lotniczego wspierając system rozpoznania radiolokacyjnego w identyfikowaniu obiektów powietrznych przekazują informacje o przelotach przez nie kontrolowanych oraz o przelotach zarejestrowanych (wykrytych), a wcześniej niezgłoszonych⁵.

⁴ Tamże, s. 36

⁵ Tamże, s. 43

Informacje wymieniane pomiędzy załogami w powietrzu a służbami kontroli są właściwe dla opisanych metod kontroli ruchu lotniczego. Można je sklasyfikować jako polecenia (komendy) do wykonania, meldunki oraz informacje pomocnicze. W zależności od sytuacji operacyjno-taktycznej i wyposażenia technicznego, informacje mogą być wymieniane głosem – za pomocą środków radiowych lub przez cyfrowe łącza transmisji danych.

W środowisku walki zbrojnej należy liczyć się z możliwością zakłócania łączności radiowej, dlatego też tak duży nacisk jest kładziony na jakość urządzeń radiowych.

Konkluzje:

Z rozważań powyższych wynika, że kontrola ruchu lotniczego to funkcja ukierunkowana przede wszystkim na rozwiązywanie problemów w czasie rzeczywistym. Jest realizowana przez organa kontroli ruchu lotniczego oraz centrum rozpoznania radiolokacyjnego.

Klasyfikacja ruchu lotniczego na operacyjny i nieoperacyjny oraz związane z tym procedury sprawiają, iż w warunkach działań zbrojnych główny wysiłek za kontrolę ruchu lotniczego spoczywać będzie na stanowiskach systemu ASACS, czyli stanowiących integralną część systemu dowodzenia NATINADS.

Wspólna realizacja funkcji identyfikacji przez kontrolę ruchu lotniczego i system rozpoznania radiolokacyjnego jest bezpośrednią przyczyną łączenia stanowisk (rozwijania w tych samych obiektach) oraz wykorzystywania tych samych środków technicznych (stacje radiolokacyjne, środki łączności radiowej, systemy wspomagania dowodzenia itp.) systemu OP.

3. CYWILNO – WOJSKOWA KONTROLA RUCHU LOTNICZEGO W WYBRANYCH KRAJACH EUROPY

SZWECJA

Szwecja była prekursorem cywilno - wojskowej kontroli ruchem lotniczym.

W 1966 r. parlament szwedzki powołał komisję parlamentarną dla określenia możliwości powołania jednolitej organizacji zapewniającej służbę ruchu lotniczego cywilnym i wojskowym statkom powietrznym⁶.

Komisja parlamentarna sformułowała następujące założenia dotyczące cywilno – wojskowej kontroli ruchu lotniczego:

- Wojska Lotnicze Szwecji (Swedish Air Force - SAF) określają wymagania wojskowe,
- Władze Lotnictwa Cywilnego (Swedish Civilian Air Administration -SCAA) określają wymagania cywilne,
- Jedna organizacja powinna zapewniać służby ruchu lotniczego dla użytkowników cywilnych i wojskowych,
- W czasie kryzysu lub wojny SAF przejmuje odpowiedzialność za przestrzeń powietrzną,
- Naczelny Dowódca powinien przygotować i wdrożyć dodatkowe, uzupełniające systemy techniczne niezbędne w czasie wojny.
- Wszyscy kontrolerzy powinni przejść jednakowe przeszkolenie,
- Przestrzeń kontrolowana obejmuje cały kraj wraz z określonymi drogami głównych potoków ruchu cywilnego oraz specjalnymi sektorami ćwiczeń wojskowych i innych operacji specjalnych
- Użytkowanie sektorów ćwiczeń przez lotnictwo wojskowe jest uzależnione od otrzymanego zezwolenia kontroli (Air Traffic Control - ATC clearance), wydanego przez kontrolę ruchu lotniczego.
- Wydzielone strefy ćwiczeń niebędące w użyciu są dostępne dla ruchu cywilnego.

W wyniku uzgodnień oraz wniosków strony wojskowej i cywilnej podjęto następujące decyzje:

⁶ S. Gałkowski. Cywilno – wojskowe zarządzanie ruchem lotniczym w nowej sytuacji bezpieczeństwa. Praca studyjna. AON Warszawa 2003r. s. 11.

- W 1974 roku stworzono ośrodek szkolenia dla wspólnego szkolenia cywilnego i wojskowego personelu służb ruchu lotniczego.
- Połączono wojskową i cywilną organizację służb ruchu lotniczego w jednolitą podległą stronie cywilnej - SCAA.

Zorganizowana została **Luffartsverket** - Szwedzka Administracja Lotnictwa Cywilnego (SCAA) na własnym rozrachunku, wykonująca funkcje planistyczne, prawotwórcze oraz wykonawcze w dziedzinie służb ruchu lotniczego, szkolenia i licencjonowania personelu oraz prowadzenia inspekcji.

Cywilny personel zapewnia służby ruchu lotniczego na lotniskach cywilnych i wojskowych. W Szwecji nie ma wojskowych organów kontroli ruchu lotniczego i wojskowych kontrolerów. Część personelu ma natomiast status oficerów rezerwy lotnictwa i jest powoływana na ćwiczenia przygotowujące do wykonywania specjalistycznych funkcji podczas działań w czasie kryzysu i wojny. Siły zbrojne zapewniają również szkolenie w zakresie tych funkcji w wymiarze około 3 tygodni rocznie.

Szwedzka służba ruchu lotniczego działa w oparciu o:

- przepisy Organizacji Międzynarodowego Lotnictwa Cywilnego (International Civil Aviation Organisation – CIAO),
- szwedzką koncepcję elastycznego użytkowania przestrzeni, będącą prekursorem koncepcji elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej (Flexible Use of Airspace – FUA),
- programy szkolenia personelu w zakresie cywilnego i wojskowego lotnictwa i ich funkcji,
- identyczne zobrazowanie radarowe na stanowiskach kontroli ruchu lotniczego i obrony powietrznej,
- jednolitą bazę danych planów lotu,
- przygotowanie personelu cywilnego do pracy na stanowiskach wojskowych w czasie kryzysu i wojny.⁷

⁷ Tamże. s. 13.

Służba kontroli ruchu lotniczego

Rodzaj świadczonej służby ruchu lotniczego wynika z potrzeb użytkowników i jest spójny z ICAO-wską klasyfikacją przestrzeni.

Służba kontroli obszaru:

Istnieją trzy centra (cywilne), gdzie oprócz pełnienia służby kontroli ruchu lotniczego, służby informacji powietrznej i służby alarmowej wykonywane są (przez kontrolerów cywilnych) następujące zadania:

- kontrola tankowania w powietrzu - (In-flight Refueling Control - IRC) podczas ćwiczeń NATO nad wodami międzynarodowymi FIR-ów⁸ szwedzkich (nie robi tego szwedzki system obrony powietrznej gdyż Szwecja nie jest członkiem NATO),
- służba informacji powietrznej wspomagana zobrazowaniem radarowym dla cywilnych i wojskowych statków powietrznych w przestrzeni klasy G pod i nad odpowiednimi sektorami ACC⁹,
- wstępna kontrola taktyczna (naprowadzanie myśliwców na cele) przeprowadzanie myśliwców przez ruch cywilny i doprowadzanie do rubieży przekazania na łączność ze stanowiskiem naprowadzania obrony powietrznej z zachowaniem separacji pionowej.

Służba kontroli zbliżania:

Służba kontroli zbliżania jest zapewniana przez SCAA na lotniskach cywilnych i wojskowych w oparciu o zasady ICAO.

Służba kontroli lotniska:

Służba kontroli lotniska jest zapewniana przez SCAA na lotniskach cywilnych i wojskowych w oparciu o zasady ICAO.

Na lotniskach wojskowych (na ziemi i w powietrzu) mogą być stosowane inne niż ICAO-wskie separacje wyłącznie pomiędzy wojskowymi statkami powietrznymi i tylko w przypadku, gdy nie ma tam żadnego cywilnego statku powietrznego.

Służba informacji powietrznej

Stanowiska radarowe ACC zapewniają służbę informacji powietrznej (Flight Information Service) w stosunku do ruchu niekontrolowanego w FIR (FL95-) lub UIR (FL460+), pod lub nad danym sektorem ACC, w oparciu o zobrazowanie radarowe i informacje z planów lotów i meldunków pozycyjnych. Łączność odbywa się na VHF,

⁸ FIR – Flight Information Region – Rejon Informacji o Sytuacji Powietrznej.

⁹ ACC Area Control Centre – Ośrodek Kontroli Obszaru.

a ze statkami powietrznymi wojskowymi na ogół na kanałach wojskowych. Pilot cywilny wykonujący niekontrolowany lot VFR może, lecz nie musi utrzymywać łączności ze służbą informacji powietrznej (Flight Information Service – FIS). Piloci statków wojskowych wykonujący loty niekontrolowane: IFR bądź nocne VFR muszą utrzymywać łączność z ACC dla celów FIS.

Strefa rozpoznania radiolokacyjnego

Strefa rozpoznania radiolokacyjnego zapewniana jest przez cywilne i wojskowe stacje radiolokacyjne przekazujące informacje pierwotną i wtórną zlokalizowane zarówno w Szwecji jak i w Danii.

System obrony powietrznej dysponuje radiolokacyjną informacją o sytuacji powietrznej z systemu kontroli ruchu lotniczego (system mozaikowy) oraz z własnych źródeł (stacje radiolokacyjne 3D).

Koordinacja cywilno-wojskowa

Koordinacja pomiędzy (cywilnymi) kontrolerami ruchu lotniczego na stanowiskach GAT¹⁰ i OAT¹¹ odbywa się w ramach tego samego sektora ACC na zasadach określonych przez kontrolera GAT. Koordinacja pomiędzy ATC i systemem obrony powietrznej odbywa się bezpośrednio pomiędzy kontrolerem radarowym ACC (OAT lub GAT) a przełożonym nawigatorów naprowadzania (maksymalnie trzech), który dysponuje takim samym zobrazowaniem, lecz nie prowadzi łączności radiowej, a zajmuje się koordynacją.

W czasie kryzysu lub konfliktu (wojny) odpowiedzialność za zarządzanie przestrzenią przechodzi na Ministra Obrony, któremu SCAA zostaje operacyjnie podporządkowany. Lotniskowe organy ATC na lotniskach wojskowych współpracują z ACC przekazując informacje o sytuacji powietrznej do odpowiedniego stanowiska dowodzenia OP.

¹⁰ GAT General Air Traffic – Ogólny Ruch Lotniczy.

¹¹ OAT Operational Air Traffic – Operacyjny Ruch Lotniczy.

NIEMCY

W 1993 r został sprywatyzowany państwowy organ kontroli ruchu lotniczego - Bundesanstalt für Flugsicherung i pod nazwą Deutsche Flugsicherung GmbH (DSF) na podstawie porozumienia pomiędzy Ministerstwem Transportu i Ministerstwem Obrony przejął obowiązki cywilnej i wojskowej kontroli ruchu lotniczego oraz dodatkowo zapewnia wykonywanie funkcji obronnych państwa w dziedzinie lotnictwa i obrony powietrznej. Wyjątkiem jest jedynie ruch lotniczy na lotniskach wojskowych, na których służby są zapewniane przez Federalnego Ministra Obrony.

Organizacja zarządzania ruchem lotniczym (Air Traffic Management – ATM) jest w pełni zgodna z koncepcjami ICAO i EATCHIP¹² FUA.

- Poziom Strategiczny- przedstawiciele Ministerstwa Obrony i Transportu tworzą plany strategiczne zarządzania przestrzenią powietrzną (Airspace Management – ASM) z udziałem przedstawicieli DSF i ATS¹³ Bundeswehry (AFSBw¹⁴).
- Poziom przedtaktyczny jest zarządzany w ramach AMC¹⁵ przez specjalistów z DSF i AFSBw.
- Poziom taktyczny jest realizowany przez supervisorów DSF ACC, którzy są odpowiedzialni zarówno ruch GAT jak i OAT.

Organizacja ATS

W czasie pokoju służbą ruchu lotniczego na terytorium Niemiec zarządza DFS za wyjątkiem lokalnego ruchu na lotniskach wojskowych oraz taktycznych statków powietrznych, które pozostają pod kontrolą służb podległych Ministerstwu Obrony. W czasie kryzysu i konfliktu funkcje ATS są realizowane przez Ministerstwo Obrony. Ćwiczenia odbywane w czasie pokoju, jak również oddelegowanie części oficerów do pracy w DSF pozwalają na dobre przygotowanie służb do swojej roli w czasie kryzysu. Moment przejścia z systemu pokojowego do stanu zagrożenia, a co za tym idzie przejęcie ATS przez służby wojskowe jest ściśle zdefiniowany w odpowiednich przepisach i instrukcjach. AFSBw jest zlokalizowane w siedzibie DSF.

Oprócz pełnienia służby kontroli ruchu lotniczego, służby informacji powietrznej i służby alarmowej wykonywane są (przez kontrolerów wojskowych i cywilnych) następujące zadania:

¹² EATCHIP - European Air Traffic Control Harmonisation and Integration Programme - Europejski Program Harmonizacji i Integracji Ruchu Lotniczego

¹³ ATS Air Traffic Service – Służby Ruchu Lotniczego

¹⁴ Amt für Flugsicherung der Bundeswehr – Biuro Ruchu Lotniczego Bundeswehry

¹⁵ AMC – Airspace Management Cell – Centrum Zarządzania Przestrzenią Powietrzną.

- monitorowanie aktywności w czasowo wydzielonych strefach (TRAMON - Temporary Reserved Airspace Monitor),
- koordynacja lotów AWACS - (Airborne Warning Air Control System),
- nadzór nocnych lotów na małych wysokościach, wykonywanych przez wojskowe statki powietrzne - (NLAFS - Night Low Altitude Flying Supervision),
- kontrola tankowania w powietrzu - (IRC - In-flight Refueling Control),
- służba informacji powietrznej wspomagana radarem dla wojskowych statków powietrznych - (RAFIS - Radar Assisted Flight Information Service),
- w zakresie kontroli taktycznej (naprowadzanie myśliwców na cele) na stanowiskach naprowadzania obrony powietrznej w ACC (ADE - Air Defence Element) - tylko personel wojskowy.

Organizacja zarządzania przepływem ruchu lotniczego (Air Traffic Flow Management – ATFM)

DSF zorganizowało 6 lokalnych Flow Management Positions (FMP) w Bremie, Berlinie, Dusseldorfie, Frankfurtu, Karlsruhe i Monachium. Dodatkowo EUROCONTROL zarządza dodatkowym FMP zlokalizowanym w Maastricht. Loty OAT są wyłączone spod działania służb AFTM natomiast loty wojskowych statków powietrznych jako GAT są zgodne z częścią ENR niemieckiego AIP.

Radiolokacja

Wymiana danych radarowych pomiędzy DSF a systemem obrony powietrznej następuje na bazie porozumień z 1995.

Kody radarów wtórnych (SSR⁹). W Niemczech stosuje się metodę przydziału kodów SSR zgodną ze standardami MICAM (wojskowe) i ORCAM (cywilne). Z uwagi na ograniczony ruch wojskowy i niewystarczającą ilość kodów ORCAM często system ATC przydziela kody MICAM również dla ruchu cywilnego, a statki powietrzne wojskowe również w zależności od ich misji mogą otrzymać kod MICAM lub ORCAM.

Zapewnia to efektywne wykorzystanie kodów na terytorium Niemiec. Pokrycie radarowe jest zapewniane również w drodze wymiany danych z Republiką Czeską, Holandią i Austrią oraz może być uzupełniane danymi z samolotów wczesnego wykrywania E-3 systemu AWACS.

Minima separacyjne pomiędzy GAT i OAT są uzależnione od wyposażenia radarowego na danym obszarze i wahają się od 3-5 mil dla radarów ze wskaźnikami

analogowymi do 4-10 mil dla wskaźników cyfrowych. Separacje pionowe są zgodne z normami ICAO.

Struktura przestrzeni powietrznej opiera się na zasadzie równoprawnego traktowania użytkowników. Nie występuje przestrzeń operacyjna.

Niemiecka przestrzeń powietrzna jest podzielona na 3 UIR (Hanower, Rhein i Berlin) i 5 FIR-ów (Brema, Dusseldorf, Frankfurt, Monachium i Berlin). Podział pionowy następuje na FL 245.

Klasyfikacja przestrzeni powietrznej odbywa się zgodnie z zasadami ICAO z następującymi odchyleniami:

- w przestrzeni klasy E jest wymagana widzialność 8km w całej przestrzeni w przestrzeni klasy F, jest wymagana jest zgoda ARC dla lotów IFR
- w przestrzeni klasy G nie zezwala się na loty IFR
- w przestrzeni klasy G jest wymagana widzialność pozioma 1,500m i stała widzialność ziemi.

Dla wszystkich lotów IFR (cywilnych i wojskowych) jest wymagane wyposażenie statku w transponder 4096-kodowy z możliwością meldunków wysokości Mod C. Taki transponder muszą również posiadać wszystkie statki powietrzne operujące powyżej 5000 stóp w VFR. Wojskowe samoloty odrzutowe nie muszą stosować się do ograniczeń prędkości w określonych klasach przestrzeni.

LITWA

Nadzór nad lotnictwem na Litwie zgodnie z Prawem Lotniczym z 2000r sprawuje Ministerstwo Obrony Narodowej, Ministerstwo Transportu, Generalny Inspektor MON, Dowódca Sił Zbrojnych i cywilna administracja lotnicza.

Ministerstwo Transportu udzieliło pełnomocnictwa do sprawowania KRL cywilnych i państwowych statków powietrznych w czasie pokoju państwowemu przedsiębiorstwu „Oro navigacija”.¹⁶

Litwa jest członkiem ICAO od 1992, więc ruch GAT podlega regułom i standardom ICAO. Po utworzeniu Litewskich Sił Powietrznych zaistniała potrzeba utworzenia cywilno - wojskowego systemu KRL.

¹⁶ S. Gałkowski. Cywilno – wojskowe zarządzanie.....op.cit. s.24

W lutym 2001r. zakończono projekt ATMAS (Air Traffic Management and Air Surveillance), którego celem było utworzenie podstaw legislacyjnych pod zintegrowany cywilno - wojskowy system ATM.

ASM - organizacja jest zgodna z koncepcjami EATMP FUA i składa się z trzech poziomów:

- Strategiczny - realizowany przez wysokiej rangi specjalistów strony wojskowej i cywilnej działających w Radzie Polityki Przestrzeni Powietrznej
- Przedtaktyczny - w pełni zgodny z koncepcją FUA zlokalizowany w AMC, na poziomie tym realizuje się codzienną alokację fragmentów przestrzeni powietrznej dla jej poszczególnych użytkowników.
- Taktyczny - cywilno wojskowa koordynacja w czasie rzeczywistym realizowana przez ACC w Wilnie. Dla potrzeb tej koordynacji pełniony jest 24godzinny dyżur odpowiednich służb wojskowych.

Za organizację **ATS** na Litwie jest odpowiedzialna Oro navigacja. Loty wojskowe w czasowo wydzielonych strefach są nadzorowane przez kontrolerów wojskowych.

Oro navigacja oraz siły obrony powietrznej używają oddzielnych systemów radarowych zarówno pierwotnych jak i wtórnych. Wileńskie ACC przydziela kody radarów wtórnych, różne dla lotów lokalnych i międzynarodowych, dla lotów wojskowych są przydzielane kody ze specjalnej listy opracowanej również przez wileńskie ACC.

W komunikacji pomiędzy statkami a służbami ATM w przestrzeni powietrznej Litwy dopuszcza się stosowanie języka litewskiego obok angielskiego.

Struktura przestrzeni powietrznej.

Litewska przestrzeń powietrzna składa się z jednego regionu FIR/UIR Wilno. Składającego się z trzech FIS-ów (Wilno, Kaunas, Palanga). Klasyfikacja przestrzeni jest zgodna z zaleceniami ICAO, nie występują w niej klasy przestrzeni B, E i F. Stosuje się separację statków powietrznych zgodnie dokumentami ICAO.

Na Litwie występują trzy TSA (Temporary Segregated Area) nie występują natomiast CDR-y (Conditional Routes) ani CBA (Cross Boundary Areas) jak również RDA (Reduced Coordination Airspace).

Współpraca cywilno -wojskowa w procedurach ATM jest przedmiotem negocjacji Wymiana informacji o planach lotów nie odbywa się automatycznie

FRANCJA

We Francji wyróżnia się 2 kategorie ruchu lotniczego:

- cywilny GAT z podziałem zgodnym z zaleceniami ICAO tzn. IFR i VFR,
- wojskowy, którego reguły i procedury określają odpowiednie władze wojskowe

Dla wojskowych lotów operacyjnych wyróżnia się 4 rodzaje lotów:

- Typu A - przelot lub walka z użyciem wektorowania radarowego.
- Typu B - przelot lub walka z użyciem naprowadzania radarowego.
- Typu C - przelot lub walka w strefie zamkniętej.
- Typu V - niekontrolowany lot lub walka przy wystarczających warunkach meteorologicznych¹⁷.

Organizacja ASM jest oparta na koncepcji FUA

- Poziom strategiczny - realizowany centralnie przez Dyrektoriat PP
- Poziom przedtaktyczny - w południowo - zachodniej części kraju realizowany przez komórkę AMC w pozostałej części bazuje na porozumieniu i bieżącej współpracy pomiędzy lokalnymi władzami wojskowymi i zarządzającym lokalną kontrolą obszaru.
- Poziom taktyczny - realizowany jest niezależnie w centrach kontroli wojskowych i cywilnych. Pomocną jest bieżąca wymiana danych radarowych i planów lotów. Za separację ruchu OAT od GAT odpowiedzialni są kontrolerzy wojskowi.

Organizacja ATS

Wojskowe i cywilne służby RL są w pełni niezależne i podlegają różnym władzom, ale ich działania są skoordynowane poprzez utworzenie wspólnego Dyrektoriatu Przestrzeni Powietrznej. Dyrektoriat ten jest odpowiedzialny za wprowadzanie polityki organizacji i wykorzystania przestrzeni powietrznej Francji.

Pomimo fizycznego rozdzielenia centrów kontroli dobra współpraca na poziomie systemów (bieżąca automatyczna wymiana różnorodnych danych) powoduje, że koordynacja cywilno wojskowa jest skuteczna. Wspomaga ją również organizacja pracy - powołanie cywilnych komórek koordynacyjnych w centrach wojskowych i wojskowych w centrach cywilnych.

Radiolokacja - w powszechnym użytku są kody SSR zarówno strona wojskowa jak i cywilna używa kodów ORKAM.

Procedury ASM i ATM

¹⁷ S. Gałkowski. Cywilno – wojskowe zarządzanie....op. cit. s.26.

Poziomem rozgraniczającym dolną i górną PP jest poziom FL195, kontrolowana przestrzeń górna rozciąga się do poziomu FL660.

Klasyfikacja PP - zgodna jest z normami ICAO z wyłączeniem ograniczeń prędkości 250kts dla bojowych statków powietrznych.

Koncepcja FUA w pełni wprowadzona w rejonie południowo - zachodnim na pozostałej części kraju w weekendy.

3.1. System kontroli ruchu lotniczego w Polsce

Organizacja i nadzór przelotów to zadanie niełatwe, wymagające zaangażowania środków technicznych i pracy dużego zespołu specjalistów. Ich działalność jest jednak mało znana, co wytłumaczyć można jedynie tym, że infrastruktura techniczna kontroli lotów pozostaje w znacznej części „niewidoczna” i uchodzi uwadze postronnych obserwatorów. „Niewidoczne” to drogi lotnicze przecinające polską przestrzeń powietrzną, które są wyznaczone na mapach, ale nie oznakowane w rzeczywistości oraz fale elektromagnetyczne-najpotężniejsze narzędzie zespołu kontrolującego. „Widoczne” pozostają jedynie niepozorne urządzenia naziemne i ośrodki kontroli lotów ukryte zwykle na niedostępnym terenie lotnisk.

Podstawowymi elementami biorącymi udział w procesie kontroli ruchu lotniczego¹⁸ są:

- statki powietrzne;
- lotniska;
- systemy nawigacyjne;
- **urządzenia radarowe;**
- informacje różnych służb lotniczych i meteorologicznych;
- procedury ruchu lotniczego.

Złożoność tych elementów zmienia się w zależności od: czasu, miejsca, umiejętności personelu, natężenia lotów, warunków atmosferycznych, korzyści ekonomicznych, a często i uwarunkowań politycznych. Organa kontroli ruchu lotniczego tak operują tymi elementami, by zapewnić bezpieczeństwo statkom powietrznym w przestrzeni podlegającej ich jurysdykcji, sprawny przelot oraz ewentualną pomoc w przypadku zagrożenia. Tam gdzie natężenie ruchu jest małe, potrzebne jest minimum

¹⁸ Kontrola ruchu lotniczego to usługa, której celem jest spełnienie wymagań użytkowników przestrzeni powietrznej, tak dalece jak to jest możliwe, przy zachowaniu warunków pełnego bezpieczeństwa. T. Compa, Kontrola ruchu lotniczego, Warszawa 2001, s.43.

kontroli, ponieważ stosowane przez pilota standardowe procedury są wystarczające. W przestrzeniach o dużym zagęszczeniu lotów koniecznością staje się regulowanie przepływu ruchu lotniczego oraz tworzenie wokół statku powietrznego trójwymiarowej przestrzeni powietrznej buforowanej¹⁹, do wnętrza, której nie wolno wpuścić żadnego innego statku. Daje to gwarancje bezpieczeństwa i bezkolizyjności ruchu. Rola służby kontroli ruchu lotniczego sprowadza się do takiego przestrzennego rozmieszczenia statków powietrznych względem siebie i względem terenu, aby:

- statkom powietrznym nie groziło niebezpieczeństwo zderzenia się ze sobą;
- każdy ze statków miał możliwie najbardziej dogodny warunki lotu;
- ruch lotniczy odbywał się możliwie płynnie, bez zbędnych oczekiwań, zmian tras, poziomów lotu.

Kontrola ruchu lotniczego jest jedną z ważniejszych usług lotniczych wchodzących w skład zarządzania ruchem lotniczym.

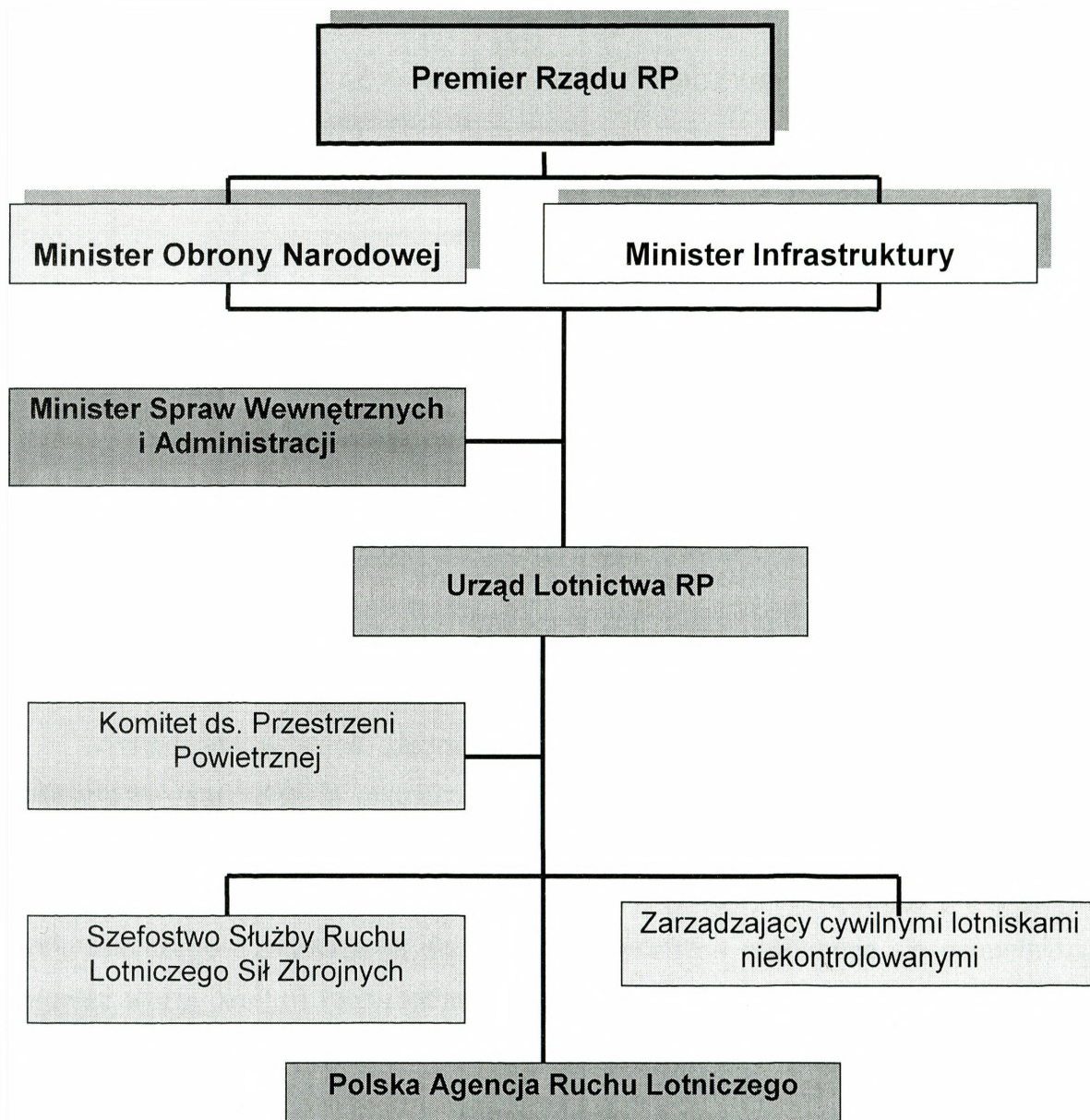
Organizacja ruchu lotniczego jak i jego zabezpieczenie, obejmuje czynności, które wychodzą poza zakres usług związanych z kontrolą. Są to:

- planowanie i koordynacja wykorzystania przestrzeni powietrznej;
- przydział przestrzeni powietrznej zainteresowanym użytkownikom, nazywamy też dysponowaniem lub zarządzaniem przestrzenią powietrzną;
- określenie natężenia przepływu ruchu lotniczego i jego regulowanie, w przypadku przekroczenia pojemności systemu kontroli;
- świadczenie bezpośrednich usług lotniczych.

Przestrzenią powietrzną nie można kierować, ale można nią dysponować, przydzielać określone obszary tej przestrzeni zainteresowanym użytkownikom. Z tego też względu odstąpiono od pojęcia „kierowanie ruchem lotniczym” na rzecz „zarządzania ruchem lotniczym”.

Zarządzanie ruchem lotniczym w obrębie struktur i procedur zdefiniowanych w aktach prawnych dotyczących lotnictwa, zarządzaniem i przepisami ruchu lotniczego, realizują organa wykonawcze wchodzące w skład Polskiej Agencji Ruchu Lotniczego oraz podległe Szefostwu Służby Ruchu Lotniczego Sił Zbrojnych RP. Organizację zarządzania ruchem lotniczym w przestrzeni powietrznej RP przedstawia rys. 1.

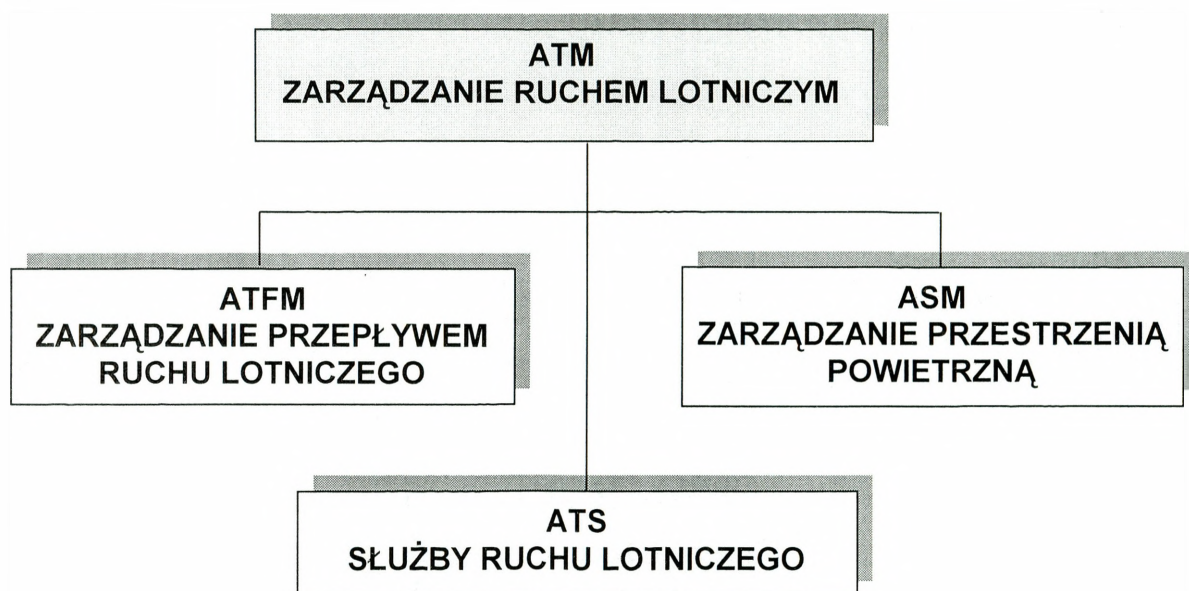
¹⁹ Przestrzeń buforowa-trójwymiarowa przestrzeń wokół statku powietrznego, ograniczona normami separacji pionowej, poziomej podłużnej i bocznej, do wnętrza, której nie może dostać się żaden statek powietrzny. Tamże, s.43.



Rys.1. Organizacja zarządzania ruchem lotniczym w przestrzeni powietrznej RP
(Źródło: *Koncepcja Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym*, część II, Warszawa 1998r.)

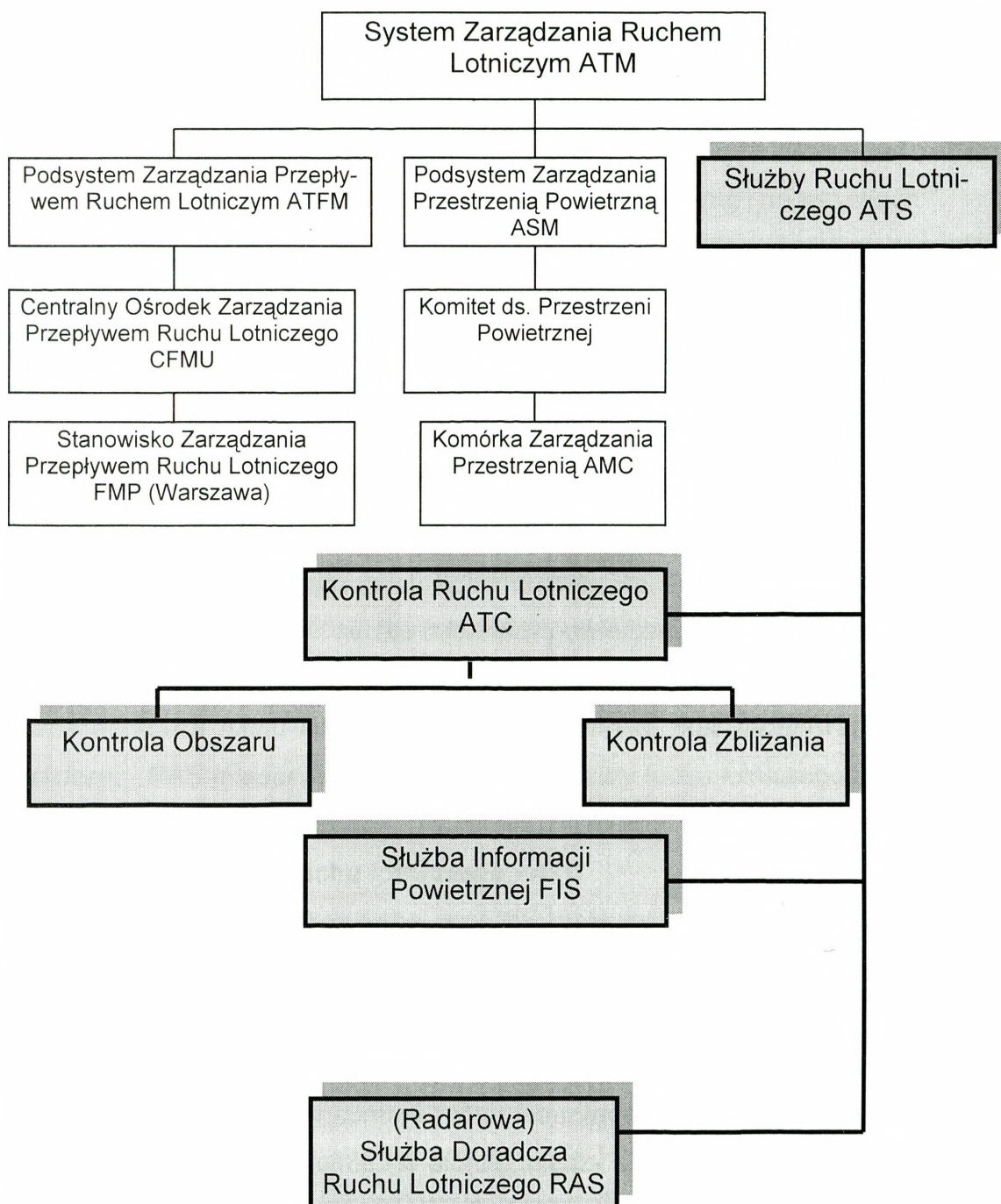
Zarządzanie ruchem Lotniczym- ATM (Air Traffic Management) obejmuje trzy główne elementy przedstawione na rys.2:

- zarządzanie przestrzenią powietrzną- ASM (Airspace Management);
- zarządzanie przepływem ruchem lotniczym- ATRM (Air Traffic Flow Management);
- służby ruchu lotniczego - ATS (Air Traffic Services).



Rys.2. Główne komponenty występujące w zarządzaniu ruchem lotniczym
(Źródło: *Zasady działania służb ruchu lotniczego (PL-11)*, MtiGM, Warszawa 1995r.)

Wchodzące w skład „Jednolitego systemu zarządzania ruchem lotniczym” podsystemy (zarządzania przestrzenią, zarządzania przepływem ruchu lotniczego oraz służby ruchu lotniczego) funkcjonują samodzielnie, spełniając ważną funkcję usługową wobec załóg statków powietrznych. Podsystemy zarządzania przepływem ruchu lotniczego i zarządzania przestrzenią powietrzną wzajemnie się uzupełniają, chroniąc służby kontroli ruchu lotniczego przed nadmiernym przeciążeniem. Organizację polskiego systemu zarządzania ruchem lotniczym przedstawia rys.3.



Rys. 3. Organizacja „Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym”
 (Źródło: Program wykonawczy nr 4 do koncepcji Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym, Warszawa 1994.)

3.2. Służby ruchu lotniczego

Służbami ruchu lotniczego - ATS (Air Traffic Services) nazywamy zespół czynności wykonywanych przez odpowiednie organa, których celem jest zabezpieczenie ruchu statków powietrznych w przestrzeni powietrznej i na lotniskach²⁰.

W programach wykonawczych do „Koncepcji jednolitego systemu zarządzania ruchem lotniczym” przyjęto założenie, że w polskiej przestrzeni powietrznej zapewniane będą tylko te służby ruchu lotniczego, które przewiduje Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego ICAO, tzn:

- służba kontroli ruchu lotniczego - ATC (Air Traffic Control);
- służba informacji powietrznej - FIS (Flight Information Service);
- służba doradcza ruchu lotniczego - ADVS (Advisory Service).

Zakres usług świadczonych przez organa Służby ruchu lotniczego zależy od ich wyposażenia. I tak np.: *służba informacji powietrznej, oparta o wskazania radaru, nosi nazwę radarowej służby informacji powietrznej- RIS (Radar Information Service); służba doradcza ruchu lotniczego, wsparta radarem, nosi nazwę radarowej służby doradczej - RAS (Radar Advisory Service)*²¹. Służby ruchu lotniczego organizuje Polska Agencja Ruchu Lotniczego.

Służba kontroli ruchu lotniczego - ATC

W przestrzeni kontrolowanej wyróżnić możemy funkcjonujące służby ruchu lotniczego:

- kontroli obszaru - ACC (Area Control Centre);
- kontroli zbliżania - APP (Approach Control Office).

Zadaniem organów kontroli ruchu lotniczego jest zapewnienie bezpiecznych separacji (odstępu w poziomie i w pionie) między statkami powietrznymi, korzystającymi z przestrzeni kontrolowanej. Realizacja tego zadania polega na udzieleniu pilotom dyrektyw, dotyczących zmian kursu i wysokości (tzw. wektorowanie) oraz udzielenie informacji o sytuacji w powietrzu, warunkach meteorologicznych i ewentualnych ograniczeniach. Bezwzględnym warunkiem utrzymania wymaganej separacji jest właściwa identyfikacja poszczególnych statków powietrznych oraz posiadanie aktualnej informacji o pozycjach i parametrach lotu (wysokość, prędkość, kurs).

²⁰ Zasady działania służb ruchu lotniczego (PL – 11), Warszawa 1990.

²¹ T. Compa, op. cit. s.48.

Organizacja służb kontroli ruchu lotniczego opiera się na zasadach daleko posuniętej centralizacji ośrodków operacyjnych. Szczególną rolę w tym zakresie odgrywa kontrola obszaru, która występuje nie tylko jako organ kontroli działający na wszystkich drogach lotniczych FIR Warszawa, lecz ponadto spełnia funkcje koordynacyjne i dyspozycyjne w odniesieniu do kontroli zbliżania i kontroli lotniska, wszystkich lotnisk kontrolowanych. Funkcje te obejmują takie problemy, jak np. określenie czasu i poziomu lotu statku powietrznego wlatującego w drogę lotniczą, czy też punktu lub czasu przekazania kontroli nad statkiem powietrznym. Decyzje kontroli obszaru muszą być uzgadniane z organami współdziałającymi, nie mniej jednak ostateczna decyzja należy do kontroli obszaru, jako organ dysponującego najpełniejszym przeglądem sytuacji operacyjno-ruchowej²².

Służba kontroli obszaru

Służba kontroli obszaru jest zapewniana przez Centrum Kontroli Obszaru. Działaniem jej objęte są loty cywilnych i wojskowych statków powietrznych w obszarze dróg lotniczych, zgodnie z podziałem sektorowym. Każdy sektor obsługują:

- kontroler radarowy kontroli obszaru - zapewnia utrzymanie obowiązujących separacji między samolotami;
- kontroler planowania - wspomaga pracę kontrolera radarowego prowadząc kontrolę proceduralną ruchu lotniczego oraz zajmuje się koordynacją;
- asystent - wspomaga pracę obu kontrolerów i obsługuje terminal podsystemu przetwarzania planów lotu.

Pracę kontrolerów wspomagają zautomatyzowane systemy kontroli ruchu lotniczego. System potrafi korelować plany lotów, zawarte w bazie danych komputera, z pozycjami radarowymi, tworząc syntetyczny obraz sytuacji powietrznej²³.

Kontrola ruchu lotniczego jest realizowana z 7-u sektorowych stanowisk operacyjnych ogólnego ruchu lotniczego i operacyjnego ruchu lotniczego, dolnej i górnej przestrzeni powietrznej. Za kontrolę ruchu lotniczego w dolnej przestrzeni powietrznej odpowiedzialne jest Centrum Kontroli Obszaru Dolnej Przestrzeni, a za kontrolę ruchu lotniczego w górnej przestrzeni odpowiedzialny jest Ośrodek Kontroli Obszaru Górnej Przestrzeni Powietrznej. Centrum Kontroli Obszaru Dolnej Przestrzeni i Ośrodek Kontroli Obszaru Górnej Przestrzeni Powietrznej wraz z Centrum Kontroli Zintegrowanej i Zbliżania Przestrzeni, pracującej jako Wspólna Funkcja Kontroli Obszaru i

²² Tamże, s.48.

²³ Tamże, s.49.

Zbliżania, jest jednolitym centralnym organem kontroli ruchu lotniczego w polskim rejonie informacji powietrznej.

Służba kontroli obszaru odpowiada za kontrolę ruchu lotniczego w obszarach stałych dróg lotniczych oraz przestrzeniach warunkowych, zgodnie z podziałem sektorowym i kompetencyjnym. Ruch ogólny podlega poleceniom kontrolerów ogólnego ruchu lotniczego, natomiast ruch operacyjny podlega poleceniom kontrolerów operacyjnego ruchu lotniczego. Za kontrolę ruchu w każdym sektorze odpowiedzialny jest jeden kontroler. Ma on do dyspozycji wskaźnik radarowy, środki do komunikowania się z innymi sektorami i organami współdziałającymi.

Kontroler każdego sektora pracuje na odrębnej częstotliwości radiowej. Oznacza to, że przelot z jednego do drugiego sektora wiąże się z koniecznością zmiany częstotliwości radiostacji pokładowej. Pracujący w Polsce system kontroli ruchu lotniczego AMS-2000 posiada funkcję, która umożliwia automatyczne przekazywanie statku powietrznego do innego sektora lub organu kontroli. Kontroler inicjuje przekazanie samolotu na ekranie swojego wskaźnika, a stosowna informacja pojawia się na ekranie wskaźnika tego kontrolera, w którego sektor odpowiedzialności wlatuje statek powietrzny.

Służba kontroli zbliżania

Służba kontroli zbliżania odpowiada za ruch statków powietrznych przylatujących i odlatujących z rejonu kontrolowanego lotniska. Służba kontroli zbliżania jest organem właściwym dla cywilnych i wojskowych rejonów kontrolowanych lotnisk. Kontroler zbliżania musi zapewnić separacje między statkami powietrznymi odlatującymi i przylatującymi oraz wszystkimi, które wykonują loty w rejonie kontrolowanym lotniska. Służba kontroli zbliżania realizowana jest przez:

- organa Polskiej Agencji Ruchu Lotniczego w radarowych ośrodkach kontroli ruchu lotniczego: Warszawa, Gdańsk, Kraków, Poznań;
- wojskowe lokalne organa kontroli zbliżania w strefie ruchu lotniskowego lotniska wojskowego, w oparciu o lokalny radar kontroli zbliżania oraz radar precyzyjnego podejścia do lądowania.

W kontroli zbliżania stosowane są radary SRE (Surveillance Radar Approach), których zasięg, z reguły, nie przekracza 108 km. Radary typu zbliżeniowego spełniają w praktyce kilka różnych funkcji, do których zaliczamy:²⁴

²⁴ <http://www.amc.pata.pl>.

- utrzymanie separacji odległościowych między statkami powietrznymi wewnątrz rejonu kontrolowanego lotniska i strefy kontrolowanej lotniska;
- współdziałanie z precyzyjnym radarem lądowania i system lądowania według przyrządów w ramach systemu podejścia do lądowania kontrolowanego z ziemi;
- skracanie manewrów statków powietrznych odlatujących oraz podchodzących do lądowania.

Radarowa Służba doradcza ruchu lotniczego - RAS

W polskiej przestrzeni powietrznej doradcza służba ruchu lotniczego jest zapewniana przez służbę radarową-RAS (Radar Advisory Service)²⁵, służbą radarową są objęte wszystkie statki powietrzne wykonujące loty w niekontrolowanej przestrzeni powietrznej.

Celem działania służby doradczej ruchu lotniczego jest dostarczenie załogom statków powietrznych wiarygodnych informacji o możliwościach wystąpienia kolizji. Służba doradcza ruchu lotniczego nie zapewnia takiego poziomu bezpieczeństwa, jak służba kontroli ruchu lotniczego, gdyż jej zadaniem nie jest separowanie statków powietrznych. Jednak w miarę możliwości, organa służby doradczej ruchu lotniczego mogą separować statki powietrzne wykonujące loty wg przyrządów.

Służba doradcza nie może też przyjąć takiej odpowiedzialności za zapobieganie zderzeniom się statków powietrznych jak czyni to służba kontroli ruchu lotniczego, ponieważ informacje o ruchu lotniczym w jej przestrzeni odpowiedzialności mogą być ograniczone. Może się zdarzyć, że w pewnych rejonach nie będzie pokrycia radarowego, a tym samym informacje o sytuacji powietrznej nie będą w pełni wiarygodne.

Radarowa służba doradcza ruchu lotniczego zapewnia lotnictwu niekomunikacyjnemu oraz wojskowemu informację radarową o pozycjach statków powietrznych, zwłaszcza podczas wykonywania lotów na małych wysokościach. Radarową służbą doradczą ruchu lotniczego są objęte wszystkie statki powietrzne, wykonujące loty w przestrzeni niekontrolowanej. Na stanowisku operacyjnym w Centrum Informacji Powietrznej ma być transmitowana i zobrazowana informacja ze służby: informacji powietrznej, doradczej i alarmowej, informacja radiolokacyjna z radarów kontroli ruchu lotniczego oraz systemu Centrum Wspierania Operacji Powietrznych (ASOC).

²⁵ <http://www.polish-airports.com>

Służba informacji powietrznej - FIS

Służba informacji powietrznej ustanowiona jest w celu udzielenia wskazówek i informacji użytecznych dla bezpiecznego i sprawnego wykonywania lotów.

Służbę informacji powietrznej pełni organ kontroli ruchu lotniczego, bądź też organ samodzielny, zależnie od potrzeb wynikających z intensywności ruchu lotniczego. Centrum Informacji Powietrznej Warszawa jest jednolitym organem wykonawczym Polskiej Agencji Ruchu Lotniczego, zapewniającym służbę informacji powietrznej typu obszarowego wobec cywilnych i wojskowych statków powietrznych.

Praca służby informacji powietrznej polega na przekazywaniu bezpośrednio na pokład statku powietrznego wykonującego lot, określonych wiadomości, a więc podstawową rolę odgrywa w niej łączność radiowa. Wszystkie dane przekazywane w ramach służby informacji powietrznej mają charakter informacyjny i jest sprawą dowódcy statku powietrznego podjęcie decyzji, co do sposobu ich wykorzystania²⁶.

W Centrum Informacji Powietrznej funkcjonuje stanowisko operacyjne, zapewniające służbę informacji powietrznej (w zasięgu pokrycia radarowego-radarową służbę informacji powietrznej) i na żądanie - służbę doradczą ruchu lotniczego (w tym radarową służbę doradczą).

Stanowiska operacyjne są wyposażone w konsole radarowe, oprogramowanie umożliwia prezentację zobrazowania na podkładzie mapy fizycznej. Pożądane jest by ciągłość strefy informacji radiolokacyjnej była zachowana od wysokości 900 m ponad średnim poziomem morza. Jest to możliwe poprzez zintegrowanie informacji pochodzących z cywilnych radarów wtórnych i pierwotnych radarów wojskowych, bądź systemu ASOC.

3.3. Koncepcja elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej - FUA

Koncepcja FUA miała w satysfakcjonujący sposób rozwiązać problem sprzecznych wymagań z jednej strony cywilnych użytkowników przestrzeni, oczekujących zwiększenia jej pojemności, a z drugiej lotnictwa wojskowego, zabiegającego o możliwość realizacji zadań szkoleniowych i operacyjnych.

Założenia tej koncepcji zostały oparte na fundamentalnej zasadzie, że przestrzeń powietrzna nie powinna być dalej określana ani jako czysto wojskowa, ani jako czysto cywilna, lecz jako jedna ciągłość (continuum) i że powinna być wykorzystywa-

²⁶ Tamże, s.50.

na zgodnie z zapotrzebowaniami zgłaszanymi codziennie przez poszczególnych jej użytkowników.

W praktyce oznaczało to częściowe odejście od dotychczasowych, wydzielonych na stałe elementów struktury przestrzeni powietrznej i rozpoczęcie bardziej efektywnego jej wykorzystywania poprzez wspólne bieżące cywilno- wojskowe planowanie i zarządzanie przestrzenią. Niezbędne segregacja i alokacja przestrzeni powietrznej powinny mieć charakter doraźny, tzn. obowiązywać tylko w ściśle określonym, krótkotrwałym przedziale czasowym.

Aby ujednolicić zasady zarządzania europejską przestrzenią powietrzną, określono trzy poziomy tego zarządzania (Airspace Management ASM):

- Poziom strategiczny (ASM 1).
- Poziom przedtaktyczny (ASM 2).
- Poziom taktyczny (ASM 3).

Strategiczne ASM na poziomie 1 to wspólne, cywilne i wojskowe działanie w ramach narodowego, cywilno-wojskowego organu wysokiego szczebla, który formułuje zadania narodowej polityki ASM i wykonuje nieodzowne prace związane z planowaniem strategicznym, uwzględniając wymagania użytkowników przestrzeni powietrznej.

Przedtaktyczne ASM na poziomie 2 składa się z codziennego zarządzania i okresowej alokacji przestrzeni powietrznej przez narodowe i subregionalne (podregionalne) AMC. AMC to wspólne cywilno-wojskowe ośrodki ASM, upoważnione do prowadzenia operacyjnego ASM w ramach struktur przestrzeni powietrznej państw, zasad pierwszeństwa i procedur negocjacyjnych ustalonych przez krajowy organ d/s polityki ASM. (poziom 1). AMC zbierają i analizują wszelkie prośby dotyczące przestrzeni powietrznej oraz decydują o jej codziennej alokacji AMC rozsyłają informacje o alokacji przestrzeni powietrznej do wszystkich zainteresowanych stron jako Plan Użytkowania Przestrzeni Powietrznej (AUP). Funkcja scentralizowanych danych o przestrzeni powietrznej ECAC (CADF) jest ustanowiona w CFMU w Brukseli. CADF zbiera informacje o dostępności niestałych dróg ATS, zwanych drogami warunkowymi (CDR), z różnych krajów i dokonuje ich kompilacji we wspólną listę określaną jako Informacja o Dostępności Drogi Warunkowej (CRAM). Użytkownicy statków powietrznych wykorzystują CRAM do celów planowania lotów.

Taktyczny poziom 3 ASM składa się z aktywacji i dezaktywacji w czasie rzeczywistym lub zmiany alokacji w czasie rzeczywistym przestrzeni powietrznej wydzie-

lonej na poziomie 2 oraz rozstrzygania specyficznych problemów związanych z przestrzenią powietrzną lub sytuacjami w ruchu lotniczym między cywilnymi i wojskowymi organami ATS i kontrolerami.

Elastyczność w użytkowaniu przestrzeni powietrznej zwiększa się przez zdolność cywilno-wojskowej koordynacji w czasie rzeczywistym. Ta elastyczność zależy od potencjału, jaki daje wspólne użytkowanie przestrzeni powietrznej przez ruch cywilny i wojskowy.

Elastyczne struktury przestrzeni powietrznej i procedury

Koncepcja FUA korzysta ze struktur szczególnie dostosowanych do tymczasowej alokacji i wykorzystania. Poniżej wyszczególniono różne struktury przestrzeni powietrznej: CDR, TSA, CBA oraz procedury RCA wykorzystywane przy elastycznym użytkowaniu przestrzeni powietrznej.

Drogi warunkowe

Droga warunkowa (CDR) jest niestałą drogą ATS lub jej częścią, która może być planowana tylko w pewnych określonych warunkach. CDR są niestałymi częściami opublikowanej sieci dróg ATS, które mogą być ustanowione przez poziom 1 w połączeniu z dowolnymi rejonami potencjalnego czasowego wydzielenia, takimi jak TSA czy CBA. Cechy CDR-ów, łącznie z określeniem kategorii, parametrów i oznaczeniem drogi winny być publikowane w codziennych narodowych AUP.

Rejony czasowo wydzielone

Rejon czasowo wydzielony (TSA) to przestrzeń powietrzna o określonych wymiarach, wewnątrz której działania wymagają zarezerwowania przestrzeni powietrznej dla wyłącznego korzystania z niej przez ściśle określonych użytkowników w określonym okresie czasu. TSA pozwala państwu na znaczną elastyczność w użytkowaniu przestrzeni powietrznej. TSA winny być ustanowione na poziomie 1, wydzielane przez AMC na poziomie 2 na określone odcinki czasowe stosownie do zapotrzebowania danego dnia, a aktywowane na poziomie 3 na okresy czasu możliwie ściśle pokrywające się z czasem rzeczywistego zapotrzebowania ze strony cywilnych czy wojskowych użytkowników przestrzeni powietrznej. TSA poza tym, jako struktury przestrzeni powietrznej podlegające planowaniu AMC, uzupełniają i zastępują - tam gdzie to możliwe - aktualne struktury przestrzeni powietrznej, takie jak rejony niebezpieczne lub zastrzeżone. Jednak w pewnych sytuacjach, na przykład w przestrzeni powietrznej nad pełnym morzem, lub z powodu trudności w powiadomieniu użytkow-

ników o statusie przestrzeni powietrznej w niektórych klasach przestrzeni powietrznej ATS, czy też w związku z narodowymi wymogami prawnymi, państwa mogą mieć ciągłe zapotrzebowanie na utrzymanie rejonów niebezpiecznych (D) i z ograniczeniem ruchu (R).

Rejony po obu stronach granicy - CBA

Rejon po obu stronach granicy (CBA) to specyficzny rodzaj TSA ustanowiony dla szczególnych wymogów operacyjnych ponad granicami międzynarodowymi. Według założeń FUA, CBA winny być ustanawiane w celu umożliwienia ćwiczeń wojskowych i innych lotów operacyjnych po obu stronach granicy. CBA, niekrępowane granicami państwowymi, mogą być lokalizowane z korzyścią dla operacji zarówno GAT jak i OAT. CBA, w połączeniu z potencjalnym wykorzystywaniem biegnących przez nie CDR-ów, pozwolą udoskonalić strukturę przestrzeni powietrznej w rejonach przygranicznych (border areas) i przyczynią się do poprawy sieci dróg ATS. Polityczne i wojskowe umowy między zainteresowanymi państwami mogą poprzedzać ustanowienie CBA. Formalne umowy na temat ustanowienia i użytkowania rejonów CBA winny poruszać kwestie suwerenności, obrony, problemy prawne, operacyjne, środowiska oraz poszukiwania i ratowania.

Procedury związane z przestrzenią powietrzną o zredukowanej koordynacji.

Przestrzeń powietrzna o zredukowanej koordynacji (RCA) jest to część o określonych wymiarach, w granicach, której GAT może dokonywać lotów poza drogami lotniczymi ("off-route"), bez zwracania się do kontrolerów GAT o zainicjowanie koordynacji z kontrolerami OAT. Przy niskim natężeniu ruchu OAT cywilno-wojskowa koordynacja lotów "off-route" niepotrzebnie zwiększa obciążenie kontrolerów. W wielu państwach, kiedy pozwala na to sytuacja w OAT, loty GAT mogą już być realizowane "off-route" bez uprzedniej koordynacji. W zharmonizowanej koncepcji RCA, w sytuacji, gdy dany blok przestrzeni powietrznej zwolniony jest przez odpowiedzialny organ wojskowy od obowiązku koordynacji GAT, ta przestrzeń powietrzna jest awizowana jako RCA.

Ograniczenia przestrzeni powietrznej - rejony D, R, P.

Mimo wprowadzenia koncepcji FUA pewne działania lotnicze niemożliwe do zaplanowania w przeddzień operacji będą w dalszym ciągu stwarzać potencjalne niebezpieczeństwo dla innych użytkowników. W przeszłości, ze względu na bezpieczeństwo i konieczność powiadamiania, poszczególne państwa ustanowiły rejony D, R, i P.

Jeśli ograniczeniem przestrzeni powietrznej można zarządzać na poziomie 2, koncepcja FUA zaleca tam, gdzie to możliwe, zastępowanie lub modyfikowanie rejonów D i R przez TSA. Kraje, które mogą mieć stałą potrzebę zachowania rejonów D i R, powinny jednak alokować i aktywizować takie rejony w sposób ten sam, co TSA. W AIP te rejony D i R - zarządzane i alokowane na poziomie 2 będą identyfikowane jako „rejony podlegające zarządzaniu AMC”.

Pozostałe rejony D, R i P, które nie mogą być zarządzane na poziomie 2, będą użytkowane w dotychczasowy sposób i w taki sam sposób będą identyfikowane w AIP.

Bezpieczne, efektywne i harmonijne użytkowanie przestrzeni powietrznej ECAC przez użytkowników cywilnych i wojskowych na podstawie koncepcji FUA zależy bezpośrednio od zdolności cywilno-wojskowej koordynacji na trzech poziomach ASM.

Koordynacja cywilno-wojskowa na strategicznym poziomie 1 ASM

Na tym szczeblu cywilno-wojskowa koordynacja obejmuje ustanowienie ogólnej polityki w stosunku do przestrzeni powietrznej oraz jej organizację z uwzględnieniem wymogów narodowych i międzynarodowych, planowania potrzebnych stałych i czasowych struktur przestrzeni powietrznej, a także zdefiniowanie reguł priorytetów użytkowania przestrzeni powietrznej i procedur negocjacyjnych.

Koordynacja cywilno-wojskowa na przedtaktycznym poziomie 2 ASM.

Zadania koordynacji cywilno-wojskowej na przedtaktycznym poziomie 2 ASM prowadzone są w połączonej narodowej lub subregionalnej cywilno-wojskowej komórce zarządzania przestrzenią powietrzną (AMC). Zadania te są wykonywane w oparciu o zasady sformułowane na poziomie 1 i obejmują alokację tymczasowych struktur przestrzeni powietrznej - na dzień przed operacjami - oraz przekazywanie stosownych danych na temat przestrzeni powietrznej wszystkim zainteresowanym stronom poprzez AUP, a zmian i poprawek poprzez uaktualnione plany użytkowania przestrzeni powietrznej (UUP²⁷).

Koordynacja cywilno-wojskowa w czasie rzeczywistym na taktycznym poziomie 3 ASM.

Przedsięwzięcia cywilno-wojskowej koordynacji w czasie rzeczywistym na taktycznym poziomie 3 ASM prowadzone są między odpowiednimi cywilnymi i wojsko-

²⁷ UUP – Update Airspace Use Plan – zaktualizowany plan użytkowania przestrzeni powietrznej.

wymi ośrodkami ATS. Zadania te mają na celu rozwiązywanie specyficznych problemów związanych z przestrzenią powietrzną lub poszczególnych sytuacji w ruchu OAT/GAT, a w dzień operacji obejmują również prowadzenie taktycznego zarządzania przestrzenią powietrzną poprzez aktywację i dezaktywację lub zmianę -w czasie rzeczywistym - alokacji przestrzeni powietrznej, dokonanej uprzednio przez poziom 2.

Różne tryby koordynacji cywilno-wojskowej w czasie rzeczywistym

Współdziałanie koordynacyjne obejmujące natychmiastową wymianę informacji istotnych dla bezpiecznego i sprawnego prowadzenia lotów cywilnych i wojskowych oraz identyfikację wszystkich cywilnych statków powietrznych, może się odbywać w trybie czynnym lub biernym; z udziałem kontrolera lub bez działania z jego strony.

Tryb czynny („Active Mode”) koordynacji cywilno-wojskowej to komunikowanie się w czasie rzeczywistym ośrodków cywilnych i wojskowych, do którego dochodzi w wyniku akcji podjętej przez kontrolera (kontrolerów). Ten czynny tryb obejmuje zarówno werbalną koordynację - tylko poprzez rozmowę, jak i koordynację „cichą” (Silent Coordination) - czyli proces komunikowania się wyłącznie poprzez wprowadzanie danych do systemu. Korzystanie z koordynacji cichej odciąża kontrolera szczególnie w rejonach o bardzo dużym nasileniu ruchu lotniczego.

Tryb bierny („Passive Mode”) koordynacji to przekazywanie informacji w czasie rzeczywistym bez żadnych czynności ze strony kontrolera. Odbywa się to zwykle poprzez automatyczną wymianę danych lotniczych - w sposób wcześniej ustalony - między kontrolerami, a ma na celu ułatwienie separacji ruchu OAT i GAT bez potrzeby jakiejś specjalnej koordynacji.

Konkluzje:

Koncepcję FUA przyjęło lub wprowadza 90% europejskich ośrodków kontroli ruchu lotniczego. Za przyczyny trudności z wdrożeniem koncepcji FUA uznaje się zróżnicowanie poziomu rozwoju cywilnych i wojskowych organów służb ruchu lotniczego oraz różnice w interpretowaniu zasad koncepcji FUA przez poszczególne państwa ECAC.

Z nowej koncepcji strategicznej NATO wynikają nowe zadania dla sił powietrznych Sojuszu, co z kolei wymusza opracowanie wymagań w stosunku do systemu rozpoznania radiolokacyjnego.

4. ZAUTOMATYZOWANE SYSTEMY ZARZĄDZANIA RUCHEM LOTNICZYM

4.1. Automatyczny system nadzoru - ADS

Automatyczny System Nadzoru - ADS (Automatic Dependent Surveillance) oraz jego północnoeuropejska odmiana ADS-B (Automatic Dependent Surveillance-Broadcast), stanowią podstawę funkcjonowania systemu „gate-to-gate”²⁸.

Wiele krajów europejskich (Niemcy, Szwecja, Włochy, Dania) oraz USA inwestuje w rozwój, badania, ocenę i standaryzację jednolitego systemu technicznego, który zabezpieczałby obsługę ruchu lotniczego we wszystkich fazach lotu, wszystkich rodzajach przestrzeni oraz uwzględniał potrzeby użytkowników. Takim systemem w chwili obecnej jest ADS, który pozwala na automatyczne (bez udziału załogi) przesyłanie różnorodnych informacji - danych, zawierających co najmniej położenie przestrzenne statku powietrznego, jego identyfikację oraz przesyłanie tych danych do ośrodków naziemnych i innych statków powietrznych wyposażonych w odpowiednie urządzenia peryferyjne tego systemu.

Komunikacja w tym systemie może odbywać się zarówno w relacji stacja naziemna - statek powietrzny jak i pomiędzy samymi stacjami naziemnymi (ADS-B). Tym samym stworzone są szerokie możliwości dostarczania i prezentowania wszelkich niezbędnych informacji każdemu użytkownikowi w określonej chwili.

Natomiast zastosowanie łączy satelitarnych w systemie ADS powoduje globalizację jego zasięgu, a tym samym umożliwia kontrolę nad obszarami oceanicznymi czy pustynnymi - miejscami, gdzie lokalizacja naziemnych czy nawodnych systemów radiolokacyjnych jest niemożliwa lub wręcz nieopłacalna.

W zależności od klasy statku powietrznego, związanego z nią wyposażenia pokładowego oraz zdolności systemu, transmitowane dane dotyczące wybranego obiektu mogą zawierać: trójwymiarową pozycję, parametry ruchu (prędkość, azymut, wysokość), identyfikację, zapowiedź przyszłego manewru, ostrzeżenie przed możliwością potencjalnego konfliktu i szereg innych.

Stąd też architektura ADS-B obejmuje składniki pokładowe i naziemne, a najważniejsze z nich to: pokładowe systemy zarządzania lotem lub inne systemy zdolne

²⁸ A. Fellner. Zautomatyzowane systemy kontroli ruchu lotniczego i przestrzeni powietrznej. Wybrane problemy. AON, Warszawa 2003 s.81.

zabezpieczyć potrzebne dane, linie transmisji danych, stacje naziemne odbiorczo-nadawcze, stacje retranslacji danych.

W przygotowywanych i realizowanych europejskich programach dużo uwagi i miejsca poświęca się zagadnieniom linii transmisji danych, gdyż wymiana informacji za pomocą głosu ludzkiego nie jest w stanie sprostać aktualnym wymaganiom.

Cechuje się ona zbyt wieloma wadami, takimi jak: częste przekłamania, szczególnie przy komunikowaniu się personelu różnych narodowości, a przede wszystkim zbyt małą wydajnością (ilość informacji przekazywana w jednostce czasu) powodującą ograniczenia jej roli w łączności pomiędzy użytkownikami.

Stąd też powstało zapotrzebowanie na poszukiwanie innych sposobów komunikacji, które zapewniałyby jednoczesne dostarczanie różnorodnych danych do potencjalnych użytkowników w czasie rzeczywistym lub zbliżonym do rzeczywistego. W związku z tym rozpoczęto i prowadzi się do tej pory badania nad cyfrową technologią przetwarzania danych, i możliwościami ich przesyłania różnymi łączami.

Obecnie bierze się pod uwagę trzy zasadnicze, niezależne metody przesyłania danych poprzez zastosowanie: transponderów radarów wtórnych włącznie z modem S, dwustronnych łącz VHF - VHF Data Link, łącz KF lub satelitarnych.

Dla przykładu w USA zalecane jest używanie transponderów radaru wtórnego z modem S, podczas gdy w Europie nacisk kładzie się na VHF ze szwedzką techniką wielodostępu z podziałem czasu określaną jako STDMA (Self-Organised Time Division Multiple Access).

Nie oznacza to wszakże, że w Europie nie dostrzega się potrzeby wprowadzenia też Modu S. Obecnie pod przewodnictwem EUROCONTROL prowadzone są prace nad implementacją Modu S i już nawet są określone cezury czasowe, podpisane stosowne umowy międzynarodowe.

Idea modu S wywodzi się z potrzeby transmitowania coraz większej ilości informacji w odpowiedzi na zapytanie radaru wtórnego oraz konieczności zwiększenia ograniczonej do 4096 ilości możliwych kodów, które są przydzielane każdemu kontrolowanemu statkowi powietrznemu²⁹.

Z chwilą zwiększania się natężenia ruchu lotniczego, ograniczona liczba kodów stanowi poważną barierę dla systemów kontroli ruchu lotniczego, opartych na klasycznym SSR. W związku z tym założony został nowego trybu pracy SSR, czyli

²⁹ Tamże. s. 83.

selektywne aktywowanie transponderów i stąd przy Modzie pojawiła się litera „S” (Selective). Termin ten został międzynarodowo przyjęty również dla określenia równoważnych systemów, opracowywanych 15 lat temu pod nazwami: ADSEL (Address Selective) w Europie i DABS (Discreet Address Beacon System) w USA. Nowy typ odpowiedzi transpondera z modem S umożliwia użycie aż 16777216 kodów, co stanowi w chwili obecnej więcej możliwości niż liczy sobie światowa flota statków powietrznych.

Mod S używa do identyfikacji 24 impulsów, zatem maksymalna liczba kodów wynosi: $2^{24} = 16777216$. Taka ilość wolnych kodów pozwala przydzielić inny kod każdemu statkowi powietrznemu i to w dodatku na cały okres czasu jego eksploatacji technicznej. Kod może być przydzielany na etapie rejestracji statku, pełniąc jednocześnie rolę identyfikatora, podobnie jak numer rejestracyjny. Ponadto jest on bardzo wydajnym łączem transmisji danych, opartym na radarze wtórnym, umożliwiającym dwustronną wymianę danych. Oznacza to, że nie tylko kontroler ma możliwość inicjacji transmisji danych z samolotu, ale również załoga otrzymuje automatycznie różnorodne dane od kontrolera.

W zależności od potrzeb, za pomocą Modu S można: prowadzić typową korespondencję pomiędzy użytkownikami i w sytuacjach szczególnych, kontrolować przydzielone poziomy lotów oraz inne parametry lotu, podawać zezwolenia na lot, określoną operację oraz różnego typu ostrzeżenia, prezentować informacje pogodowe i związane z zarządzaniem przepływem ruchu lotniczego.

4.2. System automatycznej obsługi i zarządzania SATCAS - 2000

System automatycznej obsługi i zarządzania SATCAS - 2000 przeznaczony jest dla służb ATC. Do opracowania SATCAS - 2000 wykorzystane zostały doświadczenia uzyskane z wielu funkcjonujących systemów ATC, które zostały wcześniej wyprodukowane przez Alenia Marconi Systems³⁰.

Podkreślić należy, że SATCAS -2000 oprócz wartości użytkowych ma jednocześnie wskazywać drogę do całościowego rozwijania nowego podejścia tzw. inteligentnej dystrybucji systemu, wszędzie tam gdzie komputerowa moc jest zdecentralizowana i usytuowana na strategicznych stanowiskach - pozycjach i przeznaczona do dostarczania optymalnych danych dotyczących użycia środków i unikania sytuacji

³⁰ Tamże. s. 87.

kolizyjnych, rozwiązywania problemów związanych z zatłoczeniem lotniczych komunikacyjnych szlaków.

Ważne jest, że SATCAS 2000 zajmuje pozycję jako pełnozakresowego systemu o modułowych komponentach dopasowujących się do wymagań każdego ATC i ponadto jest przystosowany do różnorodnych specyficznych potrzeb.

Do podstawowych składników architektury SATCAS 2000 zalicza się³¹:

- pierwotne i wtórne radarowe sensory,
- wieloformatowy lokalny główny procesor radarowy - RHP (Radar Head Processor),
- wieloradarowy tracker jako część radarowego procesora danych - RDP (Radar Data Processor),
- zintegrowany lub pracujący samotnie processor danych lotniczych - FDP (Flight Data Processor) i zakres cyfrowych wskaźników z wbudowanymi procesorami wyświetlaczy - DP (Display Processors).

Wymienione powyżej elementy są zintegrowane przez sieć LAN (Local Area Networks) i w pełni spełniają standardy komunikacyjne zawarte w 150 ISO/OSI i TCP/IP. Natomiast powszechnie stosowany jest ASTERDC dla radarowej wymiany danych oraz OLDI dla bezpiecznej wymiany danych lotniczych (kompatybilnej wymiany danych z państwowymi i międzynarodowymi FIR-ami).

Takie podejście do konfiguracji całego systemu możliwe jest przez wyznaczenie umiejętności postępowania w strefie rozpoznania radarowych sensorów, wyświetlaczy, komputerów, systemów planów lotów oraz zastosowanych różnorodnych oprogramowań i również sprawdzonych doświadczalnie sytuacji lotniczych w systemach ATS, szczególnie z operacyjnego punktu widzenia.

W systemie SATCAS 2000 każdy pojedynczy moduł, czy sprzęt w określonej konfiguracji lub oprogramowanie, spełniają ściśle określone cele i zadania, które też są całkowicie zdefiniowane.

Modułowość systemu zapewnia wysoki poziom elastyczności z możliwością wykorzystania pełnego potencjału w przyszłości. Zakładana jest procedura, według której pojedyncze elementy systemu będą mogły być uaktualniane i modernizowane w miarę swojego czasu zużycia i starzenia się systemu. Taki stan rzeczy umożliwia

³¹ Na podstawie materiałów internetowych, <http://www.aleniamarconi.com>.

właśnie modułowa budowa systemu. Do zasadniczych cech charakterystycznych systemu SATCAS 2000 zalicza się:

- otwarta architektura systemu;
- szeroki zakres konfiguracji;
- wysokomodułowa, skalowalność i rozszerzalność;
- niezawodność, bezpieczeństwo (niezawodność, czułość, zdolność)
- bardzo wysoka rzetelność systemu;
- niskie nakłady finansowe podczas eksploatacji.

Do głównych komponentów systemu SATCAS 2000 zalicza się radarowy segment złożony z:

- pierwotnych radarów nadzorujących;
- kanałów pogodowych;
- wtórnych radarów nadzorujących;
- głównego procesora radarowego;
- radarowych wskaźników;
- systemu lokalnego kontrolowania i monitorowania;
- zintegrowanych radarów pogodowych;

W typowym systemie SATCAS 2000 możliwe jest połączenie 16 bezzałogowych radarowych stanowisk do operacyjnych miejsc poprzez system transmisji danych. W SATCAS 2000 używane są przystosowane radary pierwotnego nadzoru Alenia Marconi Systems ATCR - 33 i ATCR - 44 oraz radary wtórnego nadzoru SIR - M i SIR - S.³²

Wszystkie wymienione radary mają wbudowane ekstraktory. Zasadne jest podanie, że każdy inny radar może być zintegrowany z tym systemem. Operacyjna miejscowa konfiguracja zawiera określoną liczbę procesorów (RDP, FDP, SIM, i inne) i stacji roboczych połączonych pomiędzy sobą siecią LAN, która używa standardowych protokołów (TCP - EP). Procesor danych radarowych otrzymuje określone parametry z odległych miejsc, wykonuje wieloradarowe trasowanie MRT (Multiradar Tracking) z dynamicznym uśrednianiem i zobrazowaniem wszystkich dostępnych informacji. Procesor lotniczych danych zarządza gromadzeniem planów lotów, dostarcza automatycznych zapisów (drukuję każdy na papierze lub elektronicznie na stacji roboczej), AFTN interfejs dekoduje trasę i wszystkie inne funkcje żądane do

³² Tamże.

implementacji pełnej automatyzacji uaktualnianej trajektorii lotu, planuje i kontroluje przepływ ruchu lotniczego.

Radarowe plany lotu zawierają dane (włącznie z dodatkowymi danymi takimi jak meteorologiczne, AIS i inne) i są symultanicznie gromadzone przez kontrolera stacji roboczej w oparciu o zastosowanie techniki okien. Dostępne są także inne funkcje, do których należy symulacja, systemowy monitoring i kontrola, nagrywanie i odtwarzanie, STA, wiadomości AFTN i rozsyłanie komunikatów i szereg innych. Są również dostępne i inne funkcje dając systemowi możliwość do zawierania wszystkich państwowych wymagań zautomatyzowanego systemu ATC.

Toteż w systemie SATCAS 2000 można wyróżnić w zakresie:

- zasadniczego radarowego przetwarzania danych: ekstrakcja danych radarowych, PSR i SSR lub ich kombinację monoradarowe trasowanie z automatyczną inicjacją, trasowanie Mod - C, filtrowanie radarowych danych, antyrozpraszanie i antyodbijanie, konwersja współrzędnych - koordynat, zarządzanie połączeniem danych dla Modu S, format ASTE-RDC ze znakowaniem czasu, serwer;
- przetwarzania danych nadzorowania: wieloradarowe trasowanie (MRT) dla 16 radarów, zaawansowane omijanie MRT, STCA (Short Term Conflict Alert) - krótki czas alarmowania konfliktowego, MSAW (Minimum Safe Altitude Warning) - ostrzeganie o minimalnej bezpiecznej wysokości, ostrzeganie przed naruszeniem niebezpiecznej strefy, trasowanie planu lotu, interfejs ADS, zarządzanie połączeniem danych dla Mod - S, połączenie danych radarowych/plan lotu/ADS/Mod - S, kalibracja błędów kompensacją w sieci komputerowej, wyjście danych MRT z filtrowaniem;
- przetwarzanie danych lotniczego środowiska: automatyczne przetwarzanie FPL i RPL, interfejs AFTN i CIDIN, ekstrakcja trasowych planów lotów, kalkulacja lotniczej trajektorii, automatyzacja planów lotów/trasowej korelacji, papierowe lub elektroniczne utrwalanie i dystrybucja list, średni i długi termin konfliktowej detekcji, zróżnicowana detekcja, stosowanie monitorowania, zarządzanie przestrzenią powietrzną, MET – przetwarzanie danych meteorologicznych, funkcje zarządzania przepływem, SSR kodowe zarządzanie;
- stacja robocza kontrolera: integracja radaru/planowania stacji roboczej, wielo-okienna technika, prezentacja radarowych danych (ploter, trasowanie), prezentacja list lotniczych danych, elektroniczna rejestracja, tabularyczna lub graficzna prezentacja danych meteorologicznych, CPDLC, ADS układ zarządzania, dodat-

kowa prezentacja potrzebnych informacji, płynna zmiana rozmiarów okien do selekcji radarowych zobrazowań, DARD (Direct Access Radar Data), statyczne i dynamiczne mapy, ostrzegające i alarmujące zobrazowanie, operacyjna rekonfiguracja sektorów, dynamiczna relokacja w czasie rzeczywistym, symulacyjne i odtwarzające funkcje;

- nagrywanie i odtwarzanie: nagrywanie non - stop z niezbędnych mediów (radarowe dane, dane planów lotów, kontrolerskie zapisy, supervisor i SMC zapisy, diagnostyczne wiadomości, konfiguracyjne dane), symultaniczne nagrywanie i odtwarzanie, odtwarzanie wyselekcjonowanej wybranej - wylesekcjonowanej stacji roboczej, lotnicze dane statystyczne, radar, trasowanie i szacowane zestawy narzędzi (PSR, SSR, ADS & Mode-S);
- kontrola i monitorowanie systemu: prezentacja statusu systemu, obsługiwanie systemu alarmowania, ręczne i automatyczne rozsyłanie komunikatów redundancyjnych jednostek, modyfikacja parametrów systemu, operacyjna rekonfiguracja stacji roboczej, odległa kontrola pierwotnego i wtórnego radaru, scentralizowanie diagnostycznego zarządzania, wpisywanie i statystyka systemowego funkcjonowania;
- trening symulacyjny: egzekwowanie i planowanie kontrolerskich treningów, wieloradarowe funkcje, FDP funkcje, ćwiczeniowe i środowiskowe scenariusze, złożona symulacja, PAR i DF symulacja, przyjazne zarządzanie bazą danych, nagrywanie i odtwarzanie pracy urządzeń, rekonfiguracja podczas wykonywania operacji;

Alenia Marconi Systems SATCAS 2000 posiada modułową budowę, pozwalającą się bardzo łatwo konfigurować - dostosowywać do specyficznych potrzeb użytkownika z bardzo wysokim stopniem elastyczności³³. Systemowa konfiguracja skierowana jest przede wszystkim na operacyjne scenariusze (kompleksowość przestrzeni powietrznej) i duże natężenie ruchu. Typowa konfiguracja systemu SATCAS 2000 zależy od potrzeb i przeważnie obejmuje:

- mały autonomiczny TWR/APP/TMA z ograniczonym ruchem oparty na pokryciu pojedynczego radaru;
- rozległe TMA-y i trasowa przestrzeń powietrzna z wieloradarowym pokryciem;

³³ A. Fellner. Zautomatyzowane.....op.cit. s.91.

- automatyczny i narzędziowy program dla obróbki danych planu lotu, zarządzania przepływem, MET/AIS danymi, konfliktowej detekcji, współpracy z innymi urządzeniami ATC;
- symulacyjno/treningowe środowisko zawierające w sobie funkcje nagrywania i odtwarzania;
- integracja nowych CNS/ATM funkcji kierowania do większego kompleksu komunikacyjnych interfejsów i zaawansowanych automatycznych protokołów (np. ADS protokół)

4.3. System ATC/ATM LETVIS

System ATC/ATM LETVIS jest kolejnym europejskim rozwiązaniem umożliwiającym stosowanie zautomatyzowanych systemów w zarządzaniu przestrzenią powietrzną. Natomiast architekturę systemu dla stanowiska pracy dla precyzyjnego podejścia (APP) i wieży (TWR).³⁴

Do jego podstawowych parametrów zalicza się: multiradarowe przetwarzanie danych pochodzących od 16 radarów i 20 innych łączy, przetwarzanie FDP (wiadomości definiowane przez L4444, ADEXP, TSGA 90, wiadomości AFTN podawane w protokołach 1A-5 i 1A-2, wiadomości OLDI - standard EUROCONTROL dla OLDI No. 001-92) określanie położenia i szereg innych. Spełniane przez system funkcje wymagają następującego wyposażenia:

- EXT - S (Extractor/Scan-converter) - przetwarzanie danych radarowych pochodzących z pierwotnych i wtórnych źródeł informacji;
- RFP (Radar Front Procesor) - wtórne przetwarzanie danych radarowych;
- MRT (Multiradar Tracker) - wtórne i trzeciorzędowe (multiradarowe) przetwarzanie danych radarowych;
- FDP/S (Flight Data Procesor, Serwer) - serwer dla scentralizowanego przetwarzania lotniczych danych;
- LED1S/S (Information System Serwer) - serwer dla scentralizowanego przetwarzania aeronautycznych AIS i meteorologicznych danych MET;
- COM (Communicator)- HUB/Router/Bridge/Gateway; 9 MC (Master Clock) - główny zegar precyzyjnego czasu;
- ODS (Operational Data System) - miejsce pracy z funkcjami RDP, **FDP** i LEDIS;

³⁴ Tamże, s. 98.

- RDP (Radar Data Procesor) - radar kontrolera pracującej stacji;
- FDP/FDO (Flight Data Procesor/Flight Data Operator) - asystent przetwarzania danych operacyjno — lotniczych i wiadomości FPL;
- FDP/EDD (Flight Data Procesor/Electronic Data Display) - proceduralna kontrola przez elektroniczne zobrazowanie danych;
- FDP/OPL (Flight Data Procesor/Operative Planning) - asystent przetwarzania danych operacyjno - lotniczych dla operacyjnego planowania ruchu lotniczego;
- LEDIS/ATC (Information System, Workstation) - stacja robocza do prezentacji danych AIS i MET;
- AWS (Automatem Warning) - miejsce pracy dla wspierania operacji poszukiwawczo -ratowniczych;
- SMC (System Monitoring and Control) - monitorowanie i otwieranie modułów LE-TVIS-a;
- MON (Monitoring) - archiwizacja przychodzących danych, przetwarzanych danych i głosowej komunikacji;
- ADP ((Archived Data Procesor) - odtwarzanie i nagrywanie danych;
- SIM/PSP (Symulator, Pseudo-pilot) - stanowisko pracy pseudopilotów dla potrzeb symulatora;
- SIM/INS (Symulator, Instruktor) - stanowisko pracy instruktorów dla potrzeb symulatora;
- Calls (Komputer Aided Language Learning System) - nauczający system.

4.4. System kontroli ruchu lotniczego „XENYA”

System kontroli ruchu lotniczego „XENYA” jest kolejnym europejskim rozwiązaniem umożliwiającym stosowanie zautomatyzowanych systemów w zarządzaniu przestrzenią powietrzną³⁵. System ten oferuje różnorodne rozwiązania, które spełniają kluczowe wymagania ATC ICAO a do zasadniczych należy:

- polepszenie bezpieczeństwa w FIR/TMA poprzez ciągłe monitorowanie aktualnych tras (dróg lotniczych) statków powietrznych i zapobieganie kolizjom pomiędzy statkami powietrznymi, alarmowanie kontrolerów także statków powietrznych na małych wysokościach i statków powietrznych penetrujących niebezpieczne - ograniczone obszary (strefy);

³⁵ Tamże, s.100.

- wzrost i przyspieszenie przepływu ruchu lotniczego, głównie za sprawą redukcji opóźnień lotów;
- polepszenie wydajności kontrolerów, odpowiednia ergonomia i automatyczny interfejs Man Machine Interface z bardzo krótkim systemem odpowiedzi czasu;
- zautomatyzowane pobieranie, wysyłanie, przetwarzanie planów lotów i danych lotniczych, które pracują intersektorowo i intercentrowo ułatwiając koordynację;
- polepszenie organizacji przestrzeni lotniczej, przez ciągłe analizowanie i archiwizowanie utrwalonych sytuacji powietrznych;
- zapobieganie powstawaniu sytuacji kolizyjnych poprzez zwiększenia zobrazowania wewnątrz sektorów dla różnych okresów czasu;
- adaptacja do środowiska przez systemową parametryzację, pozwala oceniać systemowi odpowiednio do struktury pokrywanej przestrzeni powietrznej i ruchowych charakterystyk (liczba i typ kontrolowanych sektorów);
- szybki i dynamiczny przydział odpowiednich sektorów w zależności od zmian obciążenia ruchu;
- optymalizację operacji i utrzymywanie minimalnych kosztów należnych do zapewnienia wysokiej niezawodności (wiarygodności systemu) i koniecznych do zredukowania utrzymywanych współpracujących zespołów.

System „XENYA” jest całkowicie zautomatyzowany i umożliwia:

- odbiór i przetwarzanie danych radarowych i ADF;
- odbiór i przetwarzanie danych planów lotów (ICAO i ADEXP formaty, AFTN i OLDI);
- kalkulację tras w wyniku wieloradarowego śledzenia;
- wykonanie i realizację planu lotu;
- wykrywanie i alarmowanie o konfliktowych sytuacjach (STA, MSAW, APW, MTCD);
- generowanie i prezentacja odpowiednich ostrzeżeń;
- monitorowanie drogi statku powietrznego z wykrywaniem odchyleń od rzeczywistych parametrów lotu z danych planu lotu;
- dystrybucję danych do komponentów ATCS;
- prezentację radarowych planów lotów, map, ADF i innych danych;
- nagrywanie danych radarowych, ADF-ów, planów lotu, meteorologicznej informacji, monitoringu i danych diagnostycznych;
- nagrywanie danych głosowych.

Mimo pełnej automatyzacji system potrzebuje minimalnej ludzkiej ingerencji, kiedy konieczne jest sprecyzowanie wejściowych parametrów urządzeń w postaci: przekazywania, zapoczątkowania, przyjmowania kontroli, uaktualnianie lotniczych danych, nieaktywne generowanie RPL i inne wejścia, koordynacja intersektorowa, wyświetlane parametry nastawienia (zasięg, mapa, itp.), odtwarzanie modowego zarządzania. Sieć komputerowa systemu przeznaczona jest również do wspierania w zakresie: przygotowywania i dystrybucji parametrów przestrzeni powietrznej, wejściowych parametrów operacyjnych systemu, zarządzania konfiguracją systemu. Bardzo istotną sprawą są dane źródłowe ATCS, które pochodzą między innymi z: pierwotnych i wtórnych nadzorujących analogowych i cyfrowych radarów, ADF, meteorologiczne dane źródłowe, informacje pochodzące z sąsiednich i innych centrów ATC, IFPS systemu (przez AFTN), zewnętrznych agencji, jednostek obrony powietrznej (system rozpoznania radiolokacyjnego), sieci AFTN (wiadomości, lotnicze dane, wiadomości MET, NOT AM), synchronizującego zegara. Podkreślić należy, że sprzęt i oprogramowanie bazują na standardowych interfejsach i protokołach, które są używane w otwartej architekturze systemu. To pozwala i ułatwia modernizację programów komputerowych i rozszerzanie perspektywicznych możliwości systemu.

4.5. Polski zautomatyzowany system zarządzania ruchem lotniczym

System AMS-2000 Plus (AMS - Air Management System) zainstalowany jest w porcie lotniczym Warszawa - Okęcie i pracuje dla potrzeb ARL (Agencja Ruchu Lotniczego). Jest to nowoczesny system wykorzystywany do kontroli ruchu lotniczego w rejonie odpowiedzialności FIR Warszawa, a przeznaczony jest do wspomagania kontrolerów ruchu lotniczego podczas realizowania procedur kierowania ruchem statków powietrznych, wykrywania obiektów powietrznych, przetwarzania danych oraz zapewnienia bezpieczeństwa podczas wykonywanych lotów. W składzie systemu AMS - 2000 Plus znajdują się następujące elementy.

- stacje radiolokacyjne;
- urządzenia sprzęgające stacje radiolokacyjne;
- komputerowy system przetwarzania i transmisji danych;
- sieć stałej łączności lotniczej AFTN;
- stanowiska kontrolerów radarowych (RCW);
- stanowiska techniczne do monitorowania sytuacji powietrznej;

- system do zapewnienia bezpiecznej separacji wysokościowej, odległościowej oraz bocznej.

Aktualnie do systemu podłączone są stacje radiolokacyjne rozmieszczone w następujących miejscowościach: Poznań, Kraków, Pułtusk, Warszawa, Gdańsk, Szczecin, Wrocław, Rzeszów. Stacje te dostarczają informację radiolokacyjną wtórną z wyjątkiem radaru umiejscowionego w Warszawie (ASR-9), który dostarcza informację radiolokacyjną pierwotną. Słabsze pokrycie radiolokacyjne w północno - wschodniej części odpowiedzialności FIR Warszawa planuje wzbogacać w informację radiolokacyjną zakupioną od Litwy w zamian za informację z Gdańska. Stacje rozmieszczone są w ten sposób, że swoim zasięgiem wzajemnie się pokrywają. Ma to szczególne znaczenie w przypadku awarii jednej z nich - pokrycie zostaje automatycznie zastąpione przez sąsiednią.

Każde stanowisko pracy kontrolera obszaru i zbliżania (RCW) wyposażone jest w 2 kolorowe monitory (w tym 1 zapasowy) zobrazowania sytuacji powietrznej o przekątnej 40". Na ekranie monitora kontroler ma możliwość odczytania wielu cennych informacji dotyczących statku powietrznego a niezbędnych do kontroli przestrzeni powietrznej:

- identyfikację statku powietrznego;
- wysokość lotu;
- prędkość lotu;
- kurs;
- trasę lotu z wyliczeniem czasowym PZK i PKT;
- ostrzeżenie o możliwej kolizji oraz zmianie warunków lotu;
- zmianie planu lotu.

System AMS-2000 Plus posiada szeroki zakres możliwości, do których zalicza się m.in.:

- jednoczesną współpracę z maksymalnie 14 źródłami informacji radiolokacyjnej;
- automatyczne wykrywanie i przetwarzanie danych lotu dla 500 obiektów wykonujących jednocześnie loty (pozostałe obiekty są wykrywane bez obróbki danych);
- zobrazowanie sytuacji powietrznej z możliwością wyboru skali;
- identyfikację statków powietrznych;
- -współpracę z siecią AFTN;
- *zapewnienie bezpieczeństwa lotów zgodnie z koncepcją RVSM;
- podkład graficzny (mapa) zobrazowanie między innymi: granic państwa, korytarzy

powietrznych, ważniejszych miast, stref;

- wykrywanie niebezpiecznych zjawisk atmosferycznych;
- archiwizację informacji o sytuacji powietrznej.

Stosowane w kontroli i kierowaniu ruchem lotniczym radary dzielą się na: kontroli obszaru, kontroli lotniska, kierowania lądowaniem na ścieżce zniżania, kontroli ruchu na lotnisku. Do najbardziej znanych na świecie firm produkujących radary należą: francuski CSBI THOMSON, holenderski PHILIPS, angielska DECCA i MARCONI, amerykański TEXASS, niemiecki TELEFUNKEN, WESTINGHOUSE.

Rola radaru w kontroli ruchu lotniczego wzrasta wraz ze wzrostem intensywności lotów. Stał się on nieodzownym źródłem informacji dla służb kontroli ruchu lotniczego i systemów obrony powietrznej wielu krajów. Umożliwia on we współpracy z radarem wtórnym dokładne zobrazowanie sytuacji powietrznej na stanowisku pracy kontrolera oraz odbiór informacji przekazywanej przez transpondery, na statkach powietrznych o wysokości lotu jak i o niebezpiecznych sytuacjach w locie (utrata łączności, obca ingerencja, itp.).

Ponadto personel naziemny kontroli lotów może ostrzegać załogi w powietrzu o grożącym im niebezpieczeństwie ze strony innych użytkowników przestrzeni powietrznej lub niebezpiecznych zjawiskach pogody. Sprawne funkcjonowanie organów kontroli ruchu lotniczego uzależnione jest od jakości i ilości posiadanego wyposażenia technicznego, osiągnięcia wymaganego pokrycia radiolokacyjnego środków łączności radiowej i przewodowej oraz środków automatyzacji przetwarzania danych.

Wymaganiom tym jak dotychczas sprostała jedynie cywilna służba kontroli na sprężenie, której funkcjonuje wojskowe centrum kontroli obszaru. Wspomniane elementy kontroli bazują na systemie AMS-2000. Należą do nich część radarowa łączności i automatyzacji. Źródłem danych o sytuacji powietrznej dla tego systemu są:

- dwa radary pierwotne AVIA - CM z ekstraktorami firmy TELEFUNKEN, zainstalowane w Puławsku i Poznaniu
- trzy monoimpulsowe radary wtórne WESTINGHOUSE zainstalowane w Warszawie, Puławsku i Poznaniu
- zbliżeniowy radar pierwotny ASR - 9 zainstalowany w Warszawie
- dwa obszarowo zbliżeniowe radary pierwotne i wtórne zainstalowane w Gdańsku i Krakowie.

Informacje pochodzące z wymienionych powyżej radarów przekazywane są na Okęcie i przetwarzane w systemie komputerowym według algorytmu wielowarstwowo-

wego śledzenia, co zapewnia zachowanie ciągłości i dokładności identyfikacji, poprawę oceny odległości i rozróżnialności. Jest to system, który odpowiada wymaganiom współczesnej kontroli ruchu lotniczego.

System TRACER - 500 jest też jednym z najnowszych systemów kontroli ruchu lotniczego. Jest on wzorowany na światowych rozwiązaniach typowych dla systemów przeznaczonych do obsługi ruchu lotniczego o średnim natężeniu.

System ten zbudowany jest w oparciu o dostępny na rynku sprzęt komputerowy klasy IBM PC renomowanych firm światowych.

System TRACER-500 jest przeznaczony dla lotniskowych i okręgowych obiektów ruchu lotniczego. Transmisja informacji radiolokacyjnej odbywa się łączami wąskopasmowymi (telefonicznymi), co umożliwia umieszczenie systemu w praktycznie dowolnej odległości od stacji radiolokacyjnej.

System TRACER-500 realizuje następujące funkcje:

- zapewnia śledzenie co najmniej 100 obiektów;
- zastosowane algorytmy śledzenia umożliwiają śledzenie samolotów komunikacyjnych (w zakresie prędkości od 160 do 3000 km/h i prędkości kątowej 3°/sek) jak również manewrujących (maksymalne przyspieszenie dośrodkowe 6g, liniowe 2g);
- podtrzymuje śledzenie w przypadku utraty danych z radaru przez okres równy sparametryzowanej liczbie obrotów anteny (1 - 5);
- umożliwia przerwanie śledzenia wszystkich obiektów lub wskazanych przez operatora;
- udostępnia zawartość i umożliwia uzupełnianie bazy informacji dotyczącej planów lotów, realizowanych ćwiczeń, zawodów lotniczych, stanów pogody itp.;
- umożliwia zobrazowanie obiektów;
- zapewniać możliwość odznaczenia obiektu znajdującego się na przykład w niebezpiecznej sytuacji;
- zapewnia zobrazowanie systemowe (czas, datę, skalę odległości) oraz komunikaty systemowe (ostrzeżenia, informacje o błędach);
- umożliwia zmianę skali zobrazowania od 10 km do 220 km ze skokiem co 10 km;
- umożliwia przesuwanie środka zobrazowania w położenie wskazane kursorem;
- zapewnia możliwość zobrazowania mapy dróg lotniczych, pomocy nawigacyjnych, przeszkód terenowych itp. oraz siatki azymutalno - odległościowej;
- realizuje archiwizację pracy systemu.

5. WYMAGANIA STAWIANE CYWILNO – WOJSKOWEMU SYSTEMOWI ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO

Cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego, aby działać i rozwijać się, musi przystosowywać się do otoczenia, w którym funkcjonuje. Powinien on zatem spełniać (w stopniu tolerowanym przez otoczenie) wymagania formułowane pod jego adresem.³⁶

Z analizy literatury przedmiotu badań wynika, że głównymi odbiorcami informacji z systemu, będzie system dowodzenia OP. System ten stawia cywilno – wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego określone wymagania, szczególnie w zakresie terminowości i wiarygodności informacji. Zatem o kształcie i możliwościach cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego nie decyduje on sam, lecz system dowodzenia obroną powietrzną.

Również obiekty powietrzne poruszające się w przestrzeni (m.in. ŚNP przeciwnika) mają określony wpływ na kształt i możliwości cywilno - wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego. Szczegółowa analiza celu działania cywilno - wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego oraz roli, jaką powinien wypełniać, pozwoliła na sformułowanie wymagań, jakie system powinien wypełniać w obronie powietrznej. **Cywilno - wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien:**

- w czasie pokoju, nieprzerwanie prowadzić rozpoznanie radiolokacyjne przestrzeni powietrznej RP oraz identyfikację wszystkich obiektów znajdujących się w przestrzeni powietrznej. Musi go cechować ciągłość i niezawodność nadzoru całej przestrzeni powietrznej RP. Jego możliwości, głównie w zakresie wielkości stref rozpoznania, powinny być otoczone szczególną tajemnicą.

Takie działania i możliwości cywilno - wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego zapewnią realizację zadań, jakie siły obrony powietrznej spełniają w czasie pokoju oraz umożliwią podjęcie natychmiastowych akcji w sytuacjach zagrożenia atakami terrorystycznymi i naruszenia przestrzeni powietrznej RP.

- W okresie narastania zagrożenia wybuchem konfliktu zbrojnego i w czasie wojny, cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien mieć możliwość wykrywania obiektów powietrznych (ŚNP): na wszystkich prawdopodobnych kierunkach zagrożenia; o najmniejszej skutecznej powierzchni odbicia; w

³⁶ M. Grelik. B. Wawrzyniak. Metodyka usprawnień organizacyjnych. PWE, Warszawa 1982.

warunkach stosowania silnych zakłóceń radioelektronicznych; w całym przedziale wysokości ich lotu; na odległościach zapewniających pełne wykorzystanie potencjalnych możliwości systemu OP. Ponadto system ten powinna cechować możliwość ciągłego ostrzegania i informowania o działaniach przeciwnika powietrznego, wszystkich decycentom OP, znajdujących się w dowolnym miejscu na terytorium RP, z dokładnością i dyskretnością odpowiadającymi wymaganiom systemowi dowodzenia OP.

Spełnienie tych wymagań pozwoli doprowadzić na czas potrzebną ilość sił obrony powietrznej do pełnej gotowości bojowej, aby uniemożliwić przeciwnikowi wywalczenie przewagi w powietrzu oraz zapewnić skuteczną osłonę wojsk prowadzących operację obronną, a także innych obiektów wojskowych, administracyjnych, przemysłowych i komunikacyjnych, ważnych dla trwałości systemu obronnego państwa (koalicji) w konkretnej sytuacji strategiczno-operacyjnej.

- Struktura organizacyjno-funkcjonalna i przestrzenna cywilno - wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego musi być adekwatna do każdej struktury sił obrony powietrznej, z jednoczesnym zachowaniem zasady rozłączności elementów dowodzenia OP i rozpoznania OP RP.

Zapewni to możliwość swobodnego funkcjonowania cywilno - wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego bez względu na skład, możliwości i strukturę dowodzenia wszystkich komponentów sił obrony powietrznej.

- Cywilno - wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien charakteryzować się wysokim stopniem niezawodności oraz dużą żywotnością.

Wymóg ten zapewni ciągłość i terminowość informacji możliwości sytuacji powietrznej oraz możliwość koncentracji wysiłku rozpoznania na zasadniczych obiektach i kierunkach zagrożenia RP z powietrza.

5.1. Wymagania dotyczące terminowości i wiarygodności informacji

System dowodzenia i wykonawczy³⁷ (aktywnych środków walki OP), jako główni odbiorcy informacji o sytuacji powietrznej, stawiają cywilno – wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego określone wymagania co do jakości informacji, ponieważ jakość informacji ma zasadniczy wpływ na efektywność dowodzenia wojskami SP i skuteczną walkę ze ŚNP przeciwnika.

Jak wynika z analizy literatury przedmiotu, cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien dostarczać do stanowisk dowodzenia SP informacje, które pozwolą im odpowiednio przygotować się, aby skutecznie prowadzić walkę ze środkami napadu powietrznego przeciwnika.

Zgodnie z definicją P. Sienkiewicza, jakością informacji nazywamy cechę informacji wyrażającą stopień spełnienia wymagań stawianych przez użytkownika (system dowodzenia i wykonawczy),³⁸ dotyczącą:

- terminowości informacji, czyli cechy określającej fakt otrzymania przez użytkownika informacji w pożądanym czasie z wymaganym wyprzedzeniem;
- wiarygodności informacji, czyli cechy wyrażającej, że jest ona prawdziwa lub ścisła.

Terminowość informacji powinna umożliwić:

- doprowadzenie wojsk w systemie obrony powietrznej do pełnej gotowości bojowej w celu prowadzenia oczekiwanych działań bojowych;
- określenie kierunku głównego wysiłku i utworzenie niezbędnego stosunku sił na kierunkach, rubieżach i względem celów powietrznych przez racjonalny podział zadań dla jednostek wojsk obrony przeciwlotniczej SP, lotnictwa myśliwskiego i pododdziałów zakłóceń (wybranie jednego z wariantów działań lub częściowe udokładnienie wcześniej powziętych decyzji).

Rozpatrując terminowość informacji dostarczaną przez cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego, mamy do czynienia z informacją dowodzenia, obejmującą informacje o wszystkich obiektach znajdujących się w przestrzeni powietrznej.

W związku z powyższym, wymagania w zakresie terminowości informacji sprowadzają się do określenia wymiarów przestrzennych strefy rozpoznania radiolokacyjnego.

³⁷ Z. Skwarek, System wczesnego wykrywania op. cit. s. 95.

³⁸ P. Sienkiewicz, Inżynieria systemów. MON, Warszawa 1983r.

Aby uznać, że informacja o sytuacji powietrznej jest terminowa, winien zaistnieć warunek:

$$T_D \geq T_R \quad 1$$

gdzie: T_D – czas, jakim dysponuje system OP na zorganizowanie i podjęcie walki ze ŚNP;

T_R – czas reakcji systemu aktywnych środków walki OP.

Czas, jakim dysponuje system OP na zorganizowanie i podjęcie walki, określamy ze wzoru:

$$T_D = \frac{D_w \pm d_{PZ}}{V_c} \quad 2$$

gdzie: D_w – zasięg wykrycia obiektów powietrznych przez środki rozpoznania radiolokacyjnego na wysokości prawdopodobnego nalotu ŚNP;

d_{PZ} – odległość od pozycji posterunku rozpoznania radiolokacyjnego do rubieży postawienia zadań aktywnym środkiem walki $R_{pzWR, LM}$;

$$R_{pzWR} = D_d + V_c(t_{got} + t_{lr}) \quad 3$$

$$R_{pzLM} = PRWW + V_c(t_{got} + t_{dol}) \quad 4$$

D_d – dalsza (D_b - bliższa) granica strefy ognia pododdziałów WR;

PRWW – potrzebna rubież wprowadzenia do walki samolotów LM;

t_{got} – czas gotowości pododdziałów aktywnych środków walki;

t_{dol} – czas dolotu samolotów myśliwskich do PRWW;

t_{lr} – czas lotu rakiety do D_d (D_b);

V_c – prędkość lotu obiektu powietrznego;

Natomiast czas reakcji (T_R) systemu wykonawczego zależy od czasu opóźnienia informacji w systemie rozpoznania radiolokacyjnego (t_{opww}), w systemie dowodzenia (t_{pd}) i w systemie wykonawczym ($t_{a\acute{s}w}$), który określamy ze wzoru:

$$T_R = t_{opww} + t_{pd} + t_{a\acute{s}w} \quad 5$$

Podstawiając do wzoru (1), wzory (2) i (5) otrzymamy

$$\frac{D_w \pm d_{PZ}}{V_c} \geq t_{opww} + t_{pd} + t_{a\acute{s}w} \quad 6$$

stąd, wymagana rubież informacji uprzedzającej z cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego i wynosi:

$$D_w \geq V_c (t_{opww} + t_{pd} + t_{a\acute{s}w}) \pm d_{pz} \quad 7$$

Wymagania stawiane cywilno – wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego przez wojska obrony przeciwlotniczej SP (WR) w zakresie terminowości informacji³⁹

Wymagania stawiane podsystemowi rozpoznania radiolokacyjnego zależą, między innymi od możliwości przestrzenno- czasowych zestawów raketowych w czasie walki, ze środkami napadu powietrznego przeciwnika. Dlatego dla każdego przeciwlotniczego zestawu raketowego wielkością charakteryzującą wymagania w zakresie terminowości informacji, jest czas osiągnięcia gotowości do działań i wymiary strefy startu rakiet.

Terminowość informacji powinna zagwarantować dokonanie oceny sytuacji powietrznej, postawienie pododdziałów raketowych w wyższe stopnie gotowości bojowej, dokonanie podziału celów powietrznych i postawienie zadań do ich zwalczania.

Terminowość informacji dla pododdziałów raketowych wyrażana jest wartością liczbową, odległości do potrzebnej rubieży informacji o ŚNP ($D_{PRI\dot{S}NPWR}$) określonej na podstawie wzoru:⁴⁰

$$D_{PRI\dot{S}NPWR} = D_{ds} + V_c T_{RWR} \quad 8$$

gdzie: D_{ds} - odległość do dalszej granicy strefy startu rakiet [km];

V_c - prędkość lotu obiektu powietrznego [km/min];

$T_{RWR} = (t_{op} + t_{pd} + t_{got})$ – potrzebny czas reakcji podczas cyklu dowodzenia pododdziałami raketowymi;

t_{op} - czas opóźnienia przekazywanej informacji radiolokacyjnej [min];

t_{pd} - czas potrzebny na powzięcie decyzji [min];

t_{got} - czas potrzebny na start rakiet z określonego stopnia gotowości bojowej [min].

Przyjmując, że:

$$D_{ds} = D_d + V_c (t_{lr} + t_{st}) \quad 9$$

gdzie: D_d - odległość do dalszej granicy strefy ognia [km];

t_{lr} - czas lotu rakiety [min];

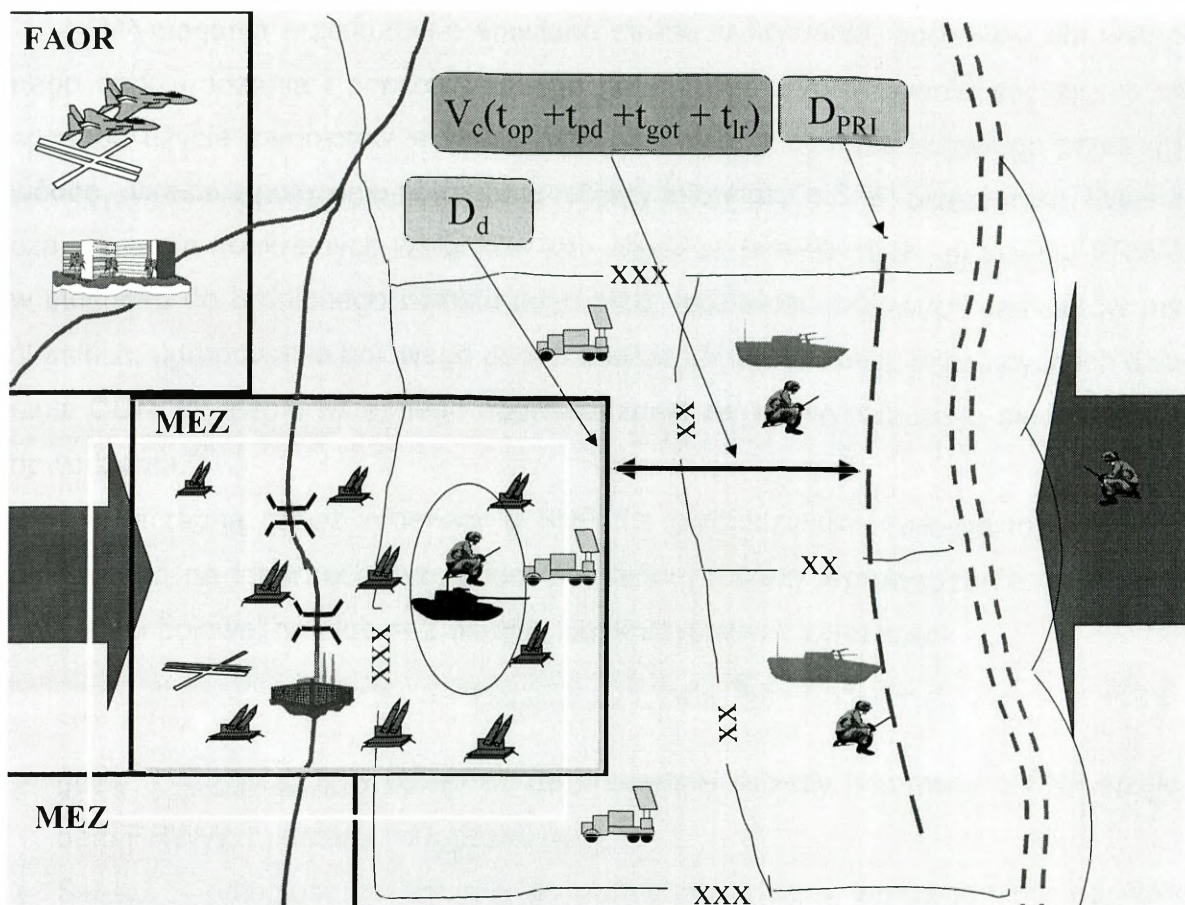
t_{st} - czas opóźnienia startu rakiety; $t_{st} = 2\text{sek.}$ (można pominąć);

to zależność (8) przyjmuje postać:

$$D_{PRI\dot{S}NPWR} = D_d + V_c (t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{lr}) \quad 10$$

³⁹ Z. Skwarek, System wczesnego wykrywania op. cit. s. 99.

⁴⁰ Z. Skwarek. Możliwości bojowe Wojsk Radiotechnicznych. AON, Warszawa 1997, s. 62



Rys. 4. Graficzne zobrazowanie odległości do potrzebnej rubieży informacji o ŚNP dla PZR rozmieszczonych w przydzielonym obszarze odpowiedzialności. (Źródło: opracowanie własne.)

Wymagania stawiane cywilno - wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego przez lotnictwo myśliwskie OP w zakresie terminowości informacji⁴¹

Wymagania stawiane cywilno - wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego zależą, między innymi, od możliwości oraz taktyki użycia samolotów myśliwskich.

Terminowość informacji powinna zagwarantować dokonanie oceny sytuacji powietrznej, postawienie pododdziałów lotnictwa myśliwskiego w odpowiedni stopień gotowości bojowej, a w konsekwencji – o wyborze sposobu działań samolotów lotnictwa myśliwskiego.

⁴¹ Z. Skwarek, System wczesnego wykrywania op. cit. s. 100.

Wymagania przestrzenne stawiane strefie wykrywania, potrzebne dla wstępnego naprowadzania i poprzedzającego go procesu wypracowania decyzji, co do sposobu użycia samolotów w walce oraz postawienia zadania bojowego przez dowódcę, określają położenie potrzebnej rubieży informacji o ŚNP przeciwnika. Wyznacza się ją dla konkretnych warunków lotu obiektów powietrznych, położenia PRWW w stosunku do bronionego obiektu (kierunku), możliwości bojowych samolotów myśliwskich, ugrupowania bojowego pododdziałów LM oraz zabezpieczających ich działania ODN. W etapie wstępnego naprowadzania zwykle wykorzystuje się informację dowodzenia.⁴²

Potrzebną rubież informacji o ŚNP dla pododdziałów lotnictwa myśliwskiego bazującego na lotniskach, względem potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki w gotowości bojowej nr 1 lub nr 2 określa się, korzystając z zależności:

$$D_{PRI\dot{S}NP(PRWWL)} = n \frac{S_{PRWW,L}}{\cos \alpha} + V_c T_{RLM} \pm d \quad 11$$

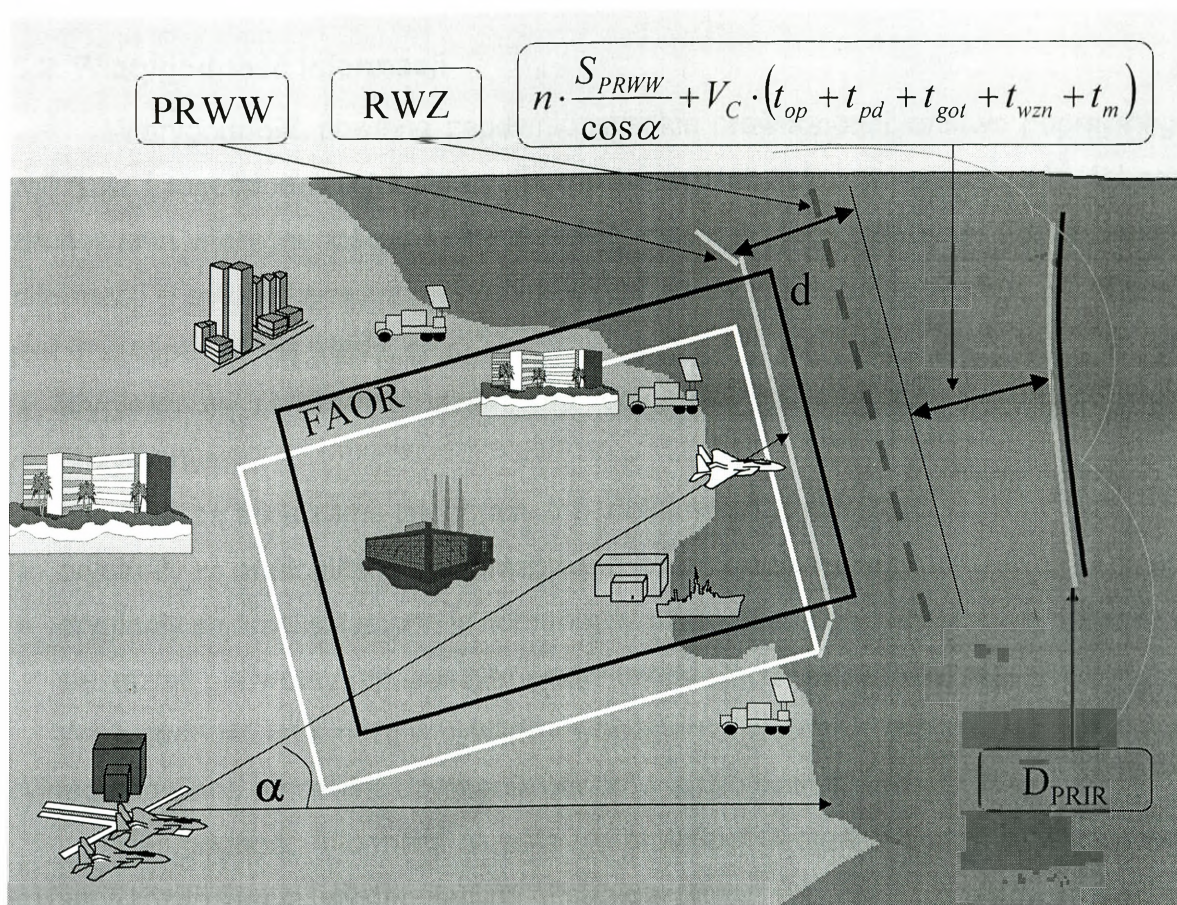
- gdzie: $D_{PRI\dot{S}NP(PRWWL)}$ - odległość do potrzebnej rubieży informacji o ŚNP względem PRWW, mierzona od lotniska (km);
- $S_{PRWW,L}$ - odległość od lotniska do potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki (km);
- $\cos \alpha$ kąt zawarty między kierunkiem z lotniska do dowolnego punktu PRWW, a jego rzutem prostopadłym na płaszczyznę prostopadłą do PRWW (°);
- n - stosunek prędkości celu do myśliwca ($n = \frac{V_c}{V_m}$);
- V_c - prędkość celu powietrznego (km/min);
- V_m - prędkość samolotu myśliwskiego (km/min);
- T_{RLM} - potrzebny czas reakcji podczas cyklu dowodzenia pododdziałami lotnictwa myśliwskiego bazującymi na lotnisku;

$$T_{RLM} = (t_{op} + t_{pd} + t_{got} + t_{wzn} + t_{man}) \quad 12$$

- t_{op} - czas opóźnienia informacji radiolokacyjnej (min);
- t_{pd} - czas na powzięcie decyzji (min);
- t_{got} - czas na osiągnięcie gotowości bojowej (min);

⁴² Informacja dowodzenia to zbiór opracowanych danych o przeciwniku powietrznym, zapewniający: doprowadzenie sił obrony powietrznej do gotowości bojowej nr 1 oraz wprowadzenie części sił lotnictwa myśliwskiego do stref dyżurowania w powietrzu; wypracowanie decyzji, co do sposobu użycia tych sił w walce ze ŚNP; postawienie zadań bojowych. Z. Groszek. Rozpoznanie w systemie obrony powietrznej Rzeczypospolitej Polskiej. Rozprawa habilitacyjna, AON 1994.

- t_{wzn} - czas potrzebny na nabór odpowiedniej wysokości przy pełnym uzbrojeniu i bez dopalania (min);
 - t_{man} - czas na wykonania manewru z najbardziej niekorzystnego położenia (min);
 - d - odległość odpalenia rakiet do celu.
- (+) - przy ataku z przedniej półsfery;
 (-) - przy ataku z tylnej półsfery.



Rys. 5. Graficzna interpretacji odległości do potrzebnej rubieży informacji o ŚNP dla oddziału LM dyżurującego na lotnisku

W przypadku gdy oddziały LM działają sposobem dyżurowania w powietrzu, ze strefy dyżurowania położonej na PRWW, DPRIŚNP określa się z zależności:

$$D_{PRI\dot{S}NP(PRWW)} = n S_{PRWW} + V_C T_{RLM} \pm d \quad 13$$

gdzie: $S_{PRWW,S}$ - odległość poszczególnych punktów PRWW od środka strefy dyżurowania;

T_{RLM} - potrzebny czas reakcji podczas cyklu dowodzenia pododdziałami lotnictwa myśliwskiego dyżurującymi w strefie:

$$T_{RLM} = t_{op} + t_{pd} + t_{man} \quad 14$$

gdzie:

t_{op} , t_{pd} , t_{man} – jak we wzorze 12

Przyjmując prawdopodobne prędkości lotu środków napadu powietrznego przeciwnika i założone odległości do potrzebnej rubieży wprowadzenia do walki, obliczono czas dolotu ŚNP, odległość potrzebnej rubieży informacji o ŚNP dla lotnictwa myśliwskiego dyżurującego na lotnisku, jak również w strefie dyżurowania.

5.2. Wiarygodność informacji

Wiarygodność powinna zapewnić wysokie prawdopodobieństwo poprawnego wykrycia i rozpoznania charakterystycznych cech obiektów powietrznych⁴³. W celu zachowania wiarygodności informacji należy dążyć do tego, aby zbiór i opracowanie informacji o sytuacji powietrznej umożliwił informowanie wierne. Według M. Mazura jest ono zapewnione wtedy, gdy:⁴⁴

- oryginały są zarazem obrazami (np. dokument nadany staje się dokumentem otrzymanym);
- oryginały są takie same jak obrazy (np. dokument i jego kopia);
- oryginały są analogiczne do obrazów (np. teren i jego mapa);
- oryginały są zniekształcone w komunikaty pośrednie, którym następnie przywraca się kształt pierwotny (np. zaszyfrowanie tekstu i jego odszyfrowanie).

Wiarygodność informacji w cywilno - wojskowym systemie rozpoznania radiolokacyjnego powinna umożliwić uzyskanie obrazów analogicznych do oryginału.

Wiarygodność informacji określa się prawdopodobieństwem poprawnego wykrycia i rozpoznania występujących charakterystycznych cech obiektów powietrznych. Prawdopodobieństwo to (P_{wi}) charakteryzuje następująca funkcja:

$$P_{wi} = f(P_w, P_p, P_t, P_s, P_{pt}) \quad 15$$

gdzie: P_w – prawdopodobieństwo wykrycia obiektu powietrznego;

P_p – prawdopodobieństwo określenia przynależności państwowej;

P_t – prawdopodobieństwo określenia typu wykrytego obiektu;

P_s - prawdopodobieństwo określenia składu i ugrupowania wykrytego obiektu;

P_{pt} - prawdopodobieństwo określenia przeznaczenia taktycznego wykrytego obiektu.

⁴³ Z. Skwarek, System wczesnego wykrywania op. cit. s. 104.

⁴⁴ M. Mazur, Jakościowa teoria informacji. Warszawa 1970.

Wykrywanie obiektów powietrznych za pomocą stacji radiolokacyjnych to proces, który polega na stwierdzeniu obecności lub braku obiektu powietrznego w przestrzeni obserwowanej (opromieniowanej) przez stację.⁴⁵

Stwierdzenie obecności lub braku obiektu powietrznego w przestrzeni obserwowanej przez stację radiolokacyjną odbywa się na podstawie dwóch wzajemnie wykluczających się warunków:

- obiekt rzeczywiście jest;
- obiektu rzeczywiście nie ma.

Stosownie do tych warunków, można podjąć cztery różne decyzje dotyczące wykrywania obiektu powietrznego. W sytuacji, kiedy obiekt rzeczywiście jest w przestrzeni obserwowanej - podjęcie decyzji, że „obiekt jest”, będzie wykryciem poprawnym, a decyzji, że „obiektu nie ma” - przepuszczeniem obiektu.

Przy założeniu, że obiektu rzeczywiście nie ma - podjęcie decyzji, że „obiektu nie ma”, będzie niewykryciem właściwym, a decyzji, że „obiekt jest” - fałszywym alarmem.

Ponieważ sygnały radiolokacyjne i zakłócenia są przypadkowymi funkcjami czasu, wobec tego podjęcie „takiej lub innej” decyzji dotyczącej wykrycia obiektu, ma również charakter przypadkowy. Możliwości powstania takich sytuacji przyjęto oznaczać jako:

- prawdopodobieństwo prawidłowego wykrycia obiektu powietrznego (P_{pw});
- prawdopodobieństwo prawidłowego nie wykrycia (P_{pn});
- prawdopodobieństwo przepuszczenia obiektu powietrznego (P_{po});
- prawdopodobieństwo fałszywego alarmu (P_{fa}).

Prawidłowe wykrycie i przepuszczenie obiektu (w przypadku rzeczywistej obecności obiektu powietrznego w strefie wykrywania) tworzy pełną grupę zdarzeń przeciwnych (niezgodnych) i dlatego:

$$P_w + P_{fa} = 1 \quad 16$$

Prawidłowe niewykrycie i fałszywy alarm (obiektu powietrznego rzeczywiście nie ma), tworzą również pełną grupę zdarzeń przeciwnych:

$$P_{pn} + P_{fa} = 1 \quad 17$$

W tabeli 2 podano czynniki, które wpływają na poszczególne wartości prawdopodobieństwa z wyrażenia 15.

⁴⁵ Z. Skwarek Możliwości bojowe wojsk radiotechnicznych. AON 1997.

Ogólnie można stwierdzić, że wartości te (P_{wi}) są stosunkiem liczby poprawnych meldunków o określonej charakterystyce obiektu powietrznego (L_m), do ogólnej liczby meldunków przekazywanych przez funkcyjnych stanowisk dowodzenia o sytuacji powietrznej (L).⁴⁶

$$P_{wi} = \frac{L_m}{L} \quad 18$$

Stały rozwój środków wczesnego wykrywania powinien umożliwić zbliżenie się wartości podanej w zależności 18 do jedności. Dotyczyć to będzie jednak tylko prawdopodobieństwa wykrycia, określenia przynależności państwowej oraz składu i ugrupowania. Pozostałe prawdopodobieństwa zależą będą w znacznym stopniu od wyszkolenia osób funkcyjnych i możliwości uzyskania informacji z innych źródeł (np. od załóg samolotów dyżurujących w strefach dyżurowania).

Tabela 2

CZYNNIKI	PRAWDOPODOBIENSTWA
Jakość i skuteczność urządzeń radiolokacyjnych	P_w, P_s, P_t
Jakość i skuteczność urządzeń identyfikacji „swoi – obcy”	P_w, P_p
Dane uzyskane z samolotów systemu AWACS	P_w, P_s, P_t, P_{pt}
Dane uzyskane z wojskowych stacji radiolokacyjnych stacji radiolokacyjnych	P_w, P_s, P_t, P_{pt}
Dane uzyskane z cywilnych stacji radiolokacyjnych stacji radiolokacyjnych	P_w, P_s
Dane uzyskane z innych źródeł	P_p, P_s, P_t, P_{pt}

⁴⁶ M. Koselski. Jakość informacji radiolokacyjnej i jej wpływ na działania bojowe WOPK. Rozprawa doktorska, ASG WP 1988r.

5.3. Dokładność informacji

Dokładność informacji o sytuacji powietrznej określa błąd, jaki może wystąpić w zobrazowaniu tej informacji i dotyczy położenia obiektu w przestrzeni powietrznej oraz jego przemieszczania. Można ją określić korzystając z następujących zależności:

$$\begin{array}{lll} X_r - X_z = \delta_x & \text{lub} & D_r - D_z = \delta_h \\ Y_r - Y_z = \delta_y & \text{lub} & \beta_r - \beta_z = \delta_h \\ H_r - H_z = \delta_h & \text{lub} & H_r - H_z = \delta_h \end{array} \quad 19$$

gdzie:

- X_r, Y_r - współrzędne topograficzne rzeczywistego miejsca położenia rozpoznawanych obiektów;
- X_z, Y_z - współrzędne topograficzne zobrazowania położenia rozpoznawanych obiektów;
- D_r, β_r - współrzędne biegunowe rzeczywistego miejsca położenia rozpoznawanych obiektów;
- D_z, β_z - współrzędne biegunowe zobrazowania rozpoznawanych obiektów powietrznych;
- H_r - rzeczywista wysokość lotu rozpoznawanego obiektu;
- H_z - zobrazowana wysokość lotu rozpoznawanego obiektu;
- δ_x, δ_y - dokładność informacji o położeniu rozpoznawanych obiektów, zobrazowanych w układzie współrzędnych topograficznych;
- δ_d, δ_β - dokładność informacji o położeniu rozpoznawanych obiektów, zobrazowanych w układzie współrzędnych biegunowych;
- δ_h - dokładność informacji o wysokości lotu rozpoznawanych obiektów.

Zobrazowanie obiektów powietrznych w obrazie RAP różni się od rzeczywistego ich położenia o błędy wnoszone przez wszystkie ogniwa uczestniczące w tworzeniu tego obrazu. Błędy te dzielimy na błędy statyczne i dynamiczne. Błędy statyczne wynikają z technicznych charakterystyk źródeł i urządzeń tworzących obraz RAP i składają się z:

- błędów orientowania i dowiązania topograficznego;
- błędów radaru jako przyrządu pomiarowego;
- błędów zamiany odległości pochyłej na poziomą;
- błędów zdejmowania współrzędnych;

➤ błędów w zobrazowaniu na urządzeniach zobrazowania.

Błąd ten (δ_s) określa się korzystając z następującej zależności:

$$\delta_s = \sqrt{\sum_{i=1}^I \delta_i^2} \quad 20$$

gdzie: δ_i - średniokwadratowy błąd wnoszony przez i-te ogniwo systemu uczestniczące w tworzeniu RAP.

Błędy dynamiczne określania współrzędnych wynikają z dyskretnego charakteru przekazywania informacji o sytuacji powietrznej i opóźnienia tej informacji. Wartość tych błędów może się zmieniać w dowolnym przedziale, w zależności od czasu ekstrapolacji i manewrowych możliwości celu i wynosi:

$$\delta_d = \sqrt{\delta_s^2 + (\delta_v t_e)^2} \quad 21$$

gdzie:

t_e - czas ekstrapolacji;

δ_v - średniokwadratowy błąd określenia prędkości celu.

Wypadkowy błąd określania współrzędnych obiektu powietrznego obliczamy ze wzoru:

$$\delta_w = \sqrt{\delta_s^2 + \delta_d^2} \quad 22$$

W związku z tym, że dyskretność przekazywanej informacji musi zapewnić odwzorowanie obrazu RAP w czasie rzeczywistym błędy dynamiczne w tym wypadku nie mają wpływu na dokładność obrazu RAP.

W przypadku błędów statycznych powinny być minimalizowany wpływ poszczególnych czynników. Błędy wynikające z orientowania i dowiązania topograficznego poszczególnych źródeł nie mogą przekraczać wartości określonych w formularzach technicznych tych źródeł. Podobnie w przypadku rozróżnialności radaru jej wartość jest określona w tych dokumentach. Wartość wypadkowa tych błędów nie powinna przekraczać 500 m w odległości i wysokości oraz 1° w azymucie.

Błąd zamiany odległości pochyłej na poziomą jest błędem systematycznym i powinien być wyeliminowany w systemie zautomatyzowanym. Błąd zobrazowania informacji w przypadku, gdy RAP jest zobrazowany na monitorze komputerowym zależy jedynie od jego rozdzielczości i może być w zasadzie wyeliminowany poprzez dobór odpowiedniej skali tego zobrazowania.

W tym wypadku największy wpływ na dokładność informacji będzie miał błąd zdejmowania współrzędnych. Wartość tego błędu będzie mniejsza w przypadku automatycznego wykrywania i śledzenia obiektów natomiast będzie znaczna, gdy ta funkcja będzie wykonywana ręcznie.

Dlatego też przy tworzeniu obrazu RAP jest wykluczone ręczne śledzenie obiektów. W pracy automatycznej zaś jako podstawowy rodzaj pracy wykorzystuje się śledzenie na podstawie głównego reprezentanta. Aproksymowanie położenia obiektu powietrznego na podstawie informacji z kilku źródeł nie jest wskazane w tym wypadku.

W zasadzie nie ma określonych konkretnych danych liczbowych dla dokładności informacji w obrazie RAP. Wymagania dotyczą jednak zapewnienia możliwości realizacji procesu naprowadzania samolotów myśliwskich na cele powietrzne na podstawie tego obrazu zobrazowanego na szczelbu ODN. Do realizacji tej funkcji błędy w zobrazowaniu położenia obiektów powietrznych nie powinny przekraczać wartości wypadkowej błędu wynikającego z orientowania i dowiązania topograficznego oraz rozróżnialności radaru. Natomiast błąd wypadkowy w położeniu obiektu w obrazie RAP zobrazowanym na szczelbu COP powinien się mieścić w bramce 3 mM.

5.4. Wymagania operacyjno-taktyczne oraz techniczne

Analiza strategii obronnej RP, zagrożenia z powietrza, zadań obrony powietrznej oraz wymagań NATO, zawartych w decyzji Nr 145/MON Ministra Obrony Narodowej z 14 sierpnia 1997, pozwoliły na sformułowanie wymagań, jakim cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien sprostać w czasie pokoju, kryzysu oraz wojny.

System ten powinien zaspokoić potrzeby informacyjne wszystkich decydentów obrony powietrznej w układzie narodowym oraz koalicyjnym.

Cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien się charakteryzować zbliżonym do rzeczywistego czasem przekazywania wiarygodnych informacji o sytuacji powietrznej, a także łatwym dostępem do tych informacji.

Dla osiągnięcia tego celu cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien być zdolny w czasie pokoju, kryzysu i wojny do realizacji stawianych przed nim zadań.

W czasie pokoju funkcjonowanie CWSRR powinno koncentrować się na zadaniach głównie realizowanych w ramach NATINADS⁴⁷ wydzielonymi siłami i zapewniać:

- nieprzerwaną obserwację (monitoring) przestrzeni powietrznej i identyfikację wykrytych obiektów powietrznych;
- ciągłą dostępność zobrazowania informacji o sytuacji w przestrzeni powietrznej (Recognize Air Pictures – RAP) w systemie narodowym i NATINADS (w wypadku tego ostatniego wymaga się zapewnienia ciągłej strefy informacji radiolokacyjnej w wyznaczonym obszarze odpowiedzialności od wysokości 3000m);
- wymianę RAP z sąsiednimi podsystemami rozpoznania radiolokacyjnego;
- ciągłą analizę ruchu lotniczego w aspekcie oceny zaistnienia zaskakujących zagrożeń z powietrza dla rozmieszczonych na terytorium sojuszu sił zbrojnych NATO i ludności cywilnej.
- powiadamianie i alarmowanie o zagrożeniach z powietrza (Air Rapid Warning) w tym dystrybucję informacji wczesnego ostrzegania dla organów dowodzenia NATO i głównych organów dowodzenia obroną powietrzną państw członkowskich i partnerskich;
- sprawowanie nadzoru nad wykorzystaniem przestrzeni powietrznej (poprzez ocenę sytuacji powietrznej i w razie potrzeby wykonywaniu misji Air Policing w ramach NATINADS);
- reagowanie na zagrożenie typu RENEGATE⁴⁸;
- nadzorowanie wykorzystania przestrzeni powietrznej w czasie pokoju w ramach NATINADS (wymuszanie posłuszeństwa i udzielanie pomocy załogom statków powietrznych znajdujących się w niebezpieczeństwie – Air Policing).

W okresie kryzysu poza intensyfikacją zadań wykonywanymi w okresie pokoju mogą być realizowane dodatkowo, w zależności od sytuacji zadania takie jak:

- radiolokacyjne rozpoznanie przestrzeni powietrznej od nakazanej wysokości, wynikającej z aktualnej sytuacji militarno-politycznej oraz wytwarzanie i dystrybucja RAP;
- realizowanie pozostałych zadań czasu „P”.

⁴⁷ Z wyjątkiem oddziaływania na obiekty zakwalifikowane jako „RENEGATE”.

⁴⁸ Wyróżnienia wymaga kwalifikacja zagrożenia jako kategoria typu RENEGATE, czyli samolot uprowadzony z zamiarem użycia go jako środka ataku terrorystycznego, w odniesieniu, do którego stosowane mają być procedury zapewniające podejmowanie decyzji o reakcji systemu obrony powietrznej przez organa narodowe, na których obszarze odpowiedzialności nastąpiło omawiane zagrożenie.

W okresie kryzysu szczególnie istotna staje się dystrybucja obrazu sytuacji powietrznej (RAP) dla wszystkich jej potencjalnych użytkowników. Wzrost możliwości tworzenia RAP przez system naziemny rozpoznania radiolokacyjnego uzyskuje się poprzez włączenie do pracy dodatkowych środków, przemieszczenie części środków rozpoznania na wcześniej zaplanowane pozycje oraz wykorzystanie powietrznych elementów systemu wczesnego ostrzegania i dowodzenia – samolotów E-3A, obecnie w systemie nieautomatyzowanym.

W okresie narastania zagrożenia wybuchem konfliktu zbrojnego i w czasie wojny siły rozpoznania radiolokacyjnego powinny mieć możliwość wykrywania obiektów powietrznych na wszystkich kierunkach zagrożenia RP w warunkach zakłóceń radioelektrycznych, w całym przedziale wysokości łącznie z wykrywaniem rakiet balistycznych. Dla potrzeb NATO na zewnętrznych granicach sojuszu konieczne jest zapewnienie wykrywania i śledzenia obiektów powietrznych z odległości 100 mil morskich (około 180 km) od wysokości 3000 m.

Ponadto system ten powinna cechować możliwość ciągłego ostrzegania i informowania, w czasie rzeczywistym, o działaniach obiektów powietrznych wszystkich decydentów OP znajdujących się w dowolnym miejscu na terytorium RP.

Konkluzje:

Dokonując syntezy wymagań stawianych cywilno – wojskowemu systemowi rozpoznania radiolokacyjnego, można wyciągnąć następujące wnioski:

- Informacja o sytuacji powietrznej powinna umożliwić przeprowadzenie całego procesu informacyjno – decyzyjnego, który składa się z następujących przedsięwzięć:
- doprowadzenie sił systemu wykonawczego do pełnej gotowości bojowej w celu prowadzenia skutecznego oddziaływania na nakazane cele;
- ujawnienie taktycznego zamiaru przeciwnika i na tej podstawie wypracowanie sposobu użycia aktywnych środków walki OP w kontekście wytworzonej sytuacji powietrznej i warunków działań bojowych;
- utworzenie niezbędnego stosunku sił na kierunkach, rubieżach poprzez racjonalne użycie sił systemu wykonawczego.
- Obecnie najnowocześniejsze stacje radiolokacyjne wydzielone do pracy z systemem przekazują również informację do narodowego systemu rozpoznania.

- Wdrożony system identyfikacji „swoj-obcy” SUPRAŚL jest kompatybilny z analogicznymi systemami w NATO, ale ma ograniczone możliwości. Brakuje w nim modu
- Cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien się charakteryzować zbliżonym do rzeczywistego czasem przekazywania wiarygodnych informacji o sytuacji powietrznej oraz łatwym dostępem do nich.

6. KONCEPCJA CYWILNO-WOJSKOWEGO SYSTEMU ROZPOZNANIA RADIOLOKACYJNEGO

6.1. Założenia ogólne

W nowej sytuacji bezpieczeństwa społeczność międzynarodowa zaaprobowała nadanie absolutnego priorytetu wszelkim działaniom związanym ze zwalczaniem terroryzmu, przedsięwzięciom zwiększającym radiolokacyjną kontrolę przestrzeni powietrznej i ruchu lotniczego. Dotychczasowe przepisy cywilno - wojskowe regulujące ruch lotniczy (np. procedury operacyjne, łączności, nawigacji i rozpoznania radiolokacyjnego) na szczeblu krajowym okazały się niewystarczające, chociaż ich ustalanie pozostaje nadal w gestii władz państwowych.

Wzrost znaczenia cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego, powoduje, że staje się on pierwszoplanowym elementem systemu obrony powietrznej. Skuteczność i efektywność działania cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego stają się coraz trudniejsze, ze względu na ciągły rozwój środków napadu powietrznego, wyposażonych w nowoczesne środki rażenia i zakłóceń radioelektronicznych oraz rozwój systemów dowodzenia samolotami w powietrzu i łączności.

Przyszłościowy cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego OP RP, zintegrowany z systemem OP NATO, winien sprostać zwiększonym wymaganiom. Przestarzałe elementy obecnie eksploatowanego systemu oraz te, które nie zapewniają kompatybilności z systemem sojuszu, powinny być wycofane, a potencjał przyszłego cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego winien umożliwić niezawodne i sprawne ich wypełnianie.

Cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego OP RP charakteryzować będzie zastosowanie nowoczesnych środków rozpoznania radiolokacyjnego oraz zbioru i opracowania informacji.

Specyfika prowadzenia działań w wymiarze powietrznym wymaga, aby przyszłościowy cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego przekazywał informacje o sytuacji powietrznej w czasie zbliżonym do rzeczywistego,⁴⁹ umożliwia-

⁴⁹ „System czasu rzeczywistego można określić jako system sterujący środowiskiem poprzez pobieranie danych, przetwarzanie ich i zwracanie wyników dostatecznie szybko, aby miało to w tym momencie wpływ na „środowisko” Yourdon E., Współczesna analiza strukturalna, Wydawnictwo Naukowo - Techniczne, Warszawa 1996.

jąc jej zobrazowanie na dowolnym stanowisku dowodzenia obroną powietrzną, w zależności od potrzeb.

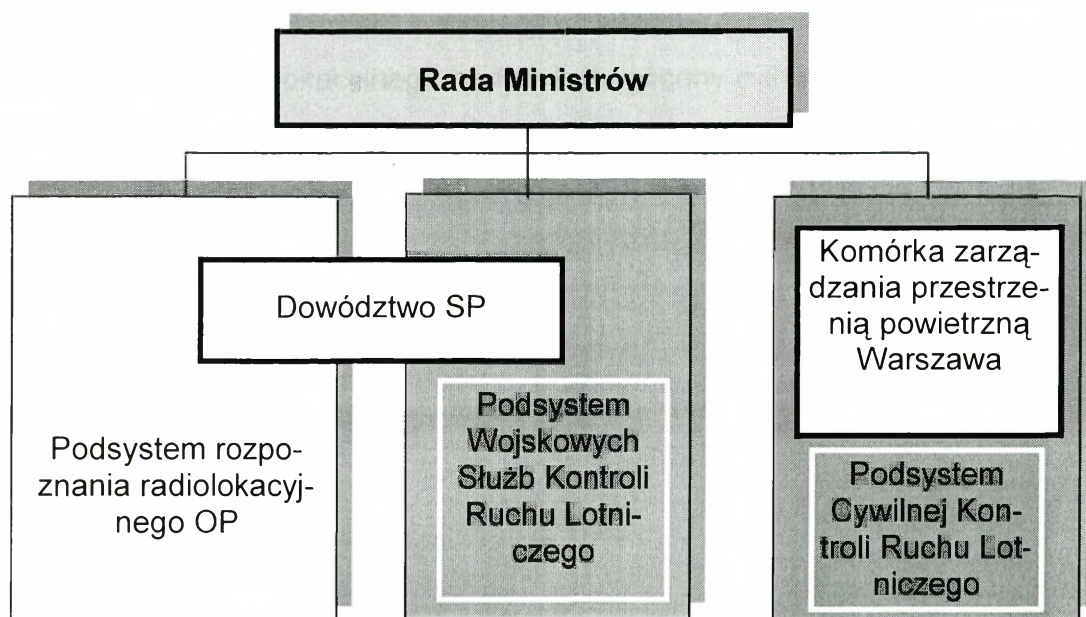
Przyszłościowy cywilno – wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego OP RP, nawet wyposażony w najnowocześniejszy sprzęt rozpoznania radiolokacyjnego, nie spełni wymagań stawianych przez system OP, jeśli nie będzie oparty o niezawodne, cyfrowe urządzenia i trakty łączności radiowej, radioliniowej lub satelitarnej, bowiem utrudni to przekazywanie informacji o sytuacji powietrznej.

Dlatego też w przyszłości cywilno-wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien:

- być wyposażony w najnowszej generacji środki rozpoznania radiolokacyjnego z możliwością wykrywania obiektów niskolecących, jaski i rakiet balistycznych,
- charakteryzować się wysokim stopniem automatyzacji procesów zbierania i zobrazowania informacji o obiektach powietrznych oraz wysoką sprawnością identyfikacji „swoj-obcy”.

Dlatego też w procesie rozpoznania radiolokacyjnego nie można pominąć dodatkowego źródła informacji o sytuacji powietrznej, jakim jest kontrola ruchu lotniczego.

Podstawą cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego będą stacjonarne i manewrowe posterunki radiolokacyjne Wojsk Radiotechnicznych wyposażone w trójwspółrzędne radary dalekiego i średniego zasięgu oraz radary wojskowej i cywilnej kontroli ruchu lotniczego. W ujęciu systemowym, szeroko propagowanym przez prof. Piotra Sienkiewicza, w każdym obiekcie złożonym, rozpatrywanym jako system, zawsze występuje element centralny (tzw. funkcja centrum). W systemie rozpoznania radiolokacyjnego złożonym ze wskazanych powyżej podsystemów, na dzień dzisiejszy, elementem centralnym jest Rada Ministrów (rys.5).



Rys. 6. Cywilno - wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego RP (Źródło: Opracowanie własne).

Można ją traktować jako organ koordynujący⁵⁰ na poziomie strategicznym rozpoznania radiolokacyjnego RP. Wpływ na funkcjonowanie cywilno-wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego wywierają:

- Ministerstwo Obrony Narodowej (MON);
- Ministerstwo Spraw Wewnętrznych i Administracji (MSWiA);
- Ministerstwo Infrastruktury (MI).

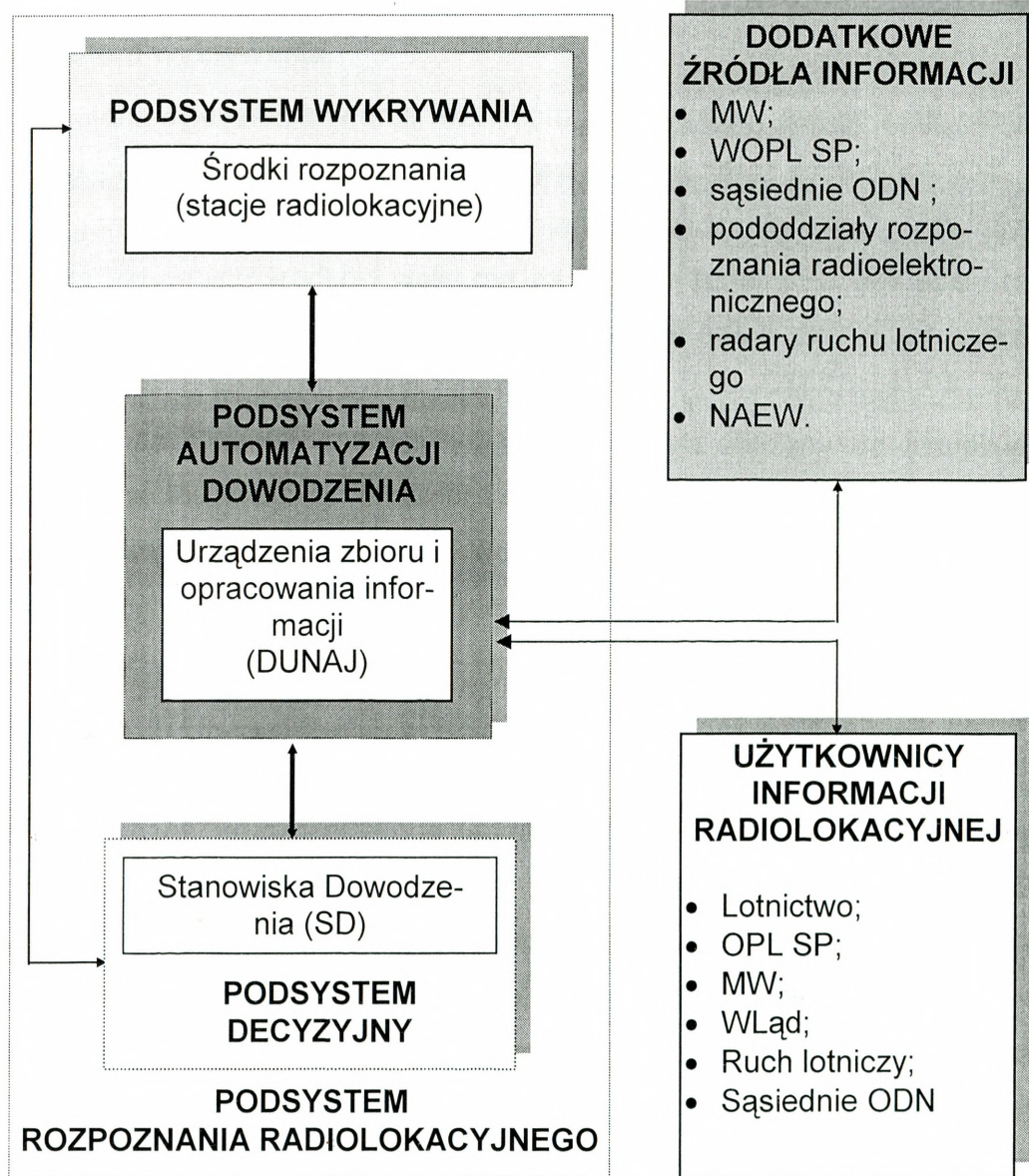
Jak wynika z przedstawionego schematu, na poziomie operacyjnym łączą się podsystemy rozpoznania radiolokacyjnego SP i wojskowych służb ruchu lotniczego, które podlegają Dowództwu Sił Powietrznych.

Na tym poziomie nie łączy się podsystem cywilnej kontroli ruchu lotniczego. Z analizy literatury przedmiotu wynika, że na tym poziomie konieczne jest włączenie elementów prowadzących rozpoznanie radiolokacyjne z cywilnej kontroli ruchu lotniczego.

W systemie OP elementem realizującym to zadanie jest ODN. W ODN wprowadzenie informacji radiolokacyjnej z cywilnej kontroli ruchu lotniczego powinno odbywać się za pomocą terminali łączących wojskowy system automatyzacji i zbioru informacji z systemem kontroli ruchu lotniczego.

⁵⁰ Według prof. P. Sienkiewicza, koordynacja jest podstawową funkcją realizowaną przez każdy element centralny (centrum) systemu; zob. P. Sienkiewicz, *Podstawy teorii systemów*, Warszawa 1993, s.20.

Dzięki pozyskanej informacji o sytuacji powietrznej z kontroli ruchu lotniczego, system rozpoznania radiolokacyjnego będzie wzbogacony o informację radiolokacyjną o obiektach kontrolowanych i obserwowanych przez służby ruchu lotniczego.



Rys. 7. Podsystem rozpoznania radiolokacyjnego OP (Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie rozprawy doktorskiej J. Boratyńskiego, System rozpoznania radiolokacyjnego SP RP w warunkach integracji z NATO, Warszawa 2002)

Analiza funkcjonowania podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego OP przeprowadzona została w oparciu o schemat, który odzwierciedla procesy zachodzące w systemie. Jego budowę przedstawiono na rys.7.

Podsystem rozpoznania radiolokacyjnego OP składa się z następujących podsystemów:

- wykrywania;
- automatyzacji;
- decyzyjnego.

6.2. Podsystem wykrywania

Podsystem wykrywania tworzą rozwinięte na terytorium całego kraju stacje radiolokacyjne pracujące w systemie narodowym oraz na rzecz systemu ASOC. Podsystem zorganizowany odpowiednio do zamiaru prowadzenia obrony powietrznej i ugrupowania aktywnych środków walki ma za zadanie terminowe wykrycie i rozpoznanie oraz ciągłe śledzenie obiektów powietrznych w całym przedziale wysokości ich lotu⁵¹.

Schemat docelowego podsystemu będzie, zatem zbliżony do aktualnie już funkcjonującego. Podsystemy te różnią się jedynie budową oraz funkcjonowaniem podsystemów wchodzących w ich skład, a także możliwościami współpracy z otoczeniem.

Dodatkowa informacja może być wprowadzana z każdego innego źródła radiolokacyjnego, które będzie posiadało wyjścia sygnałowe o strukturze sygnału w standardzie ASTERIX.

Jak już wcześniej nadmieniono środkami wykrywania będą trójwspółrzędne radary dalekiego zasięgu oraz radary średniego zasięgu rozwinięte na stałych RLP. Manewrowe bataliony radiotechniczne wyposażone będą w wysoko-manewrowe radary średniego zasięgu, które posiadać będą wyjścia cyfrowe do wydawania informacji o wykryciach radarowych. Radary będą zasilać system w informację w dwóch kanałach transmisji danych (zasadniczym i rezerwowym). Wyjścia cyfrowe radarów zapewnią wydawanie informacji o wykryciach radarowych w postaci plotów¹¹ wykryć i namiarów zakłóceń. Dla potrzeb systemu radary będą zapewniać wydawanie informacji o wykryciach radarowych oraz odbiór informacji w postaci tras (track). Informacje o wysokości będą pochodziły z radaru wtórnego lub IFF.

Wymagania NATO dla radaru dalekiego zasięgu są następujące⁵²:

- wykrywać, śledzić i określać 3 współrzędne obiektów powietrznych od odległości około 470 km;

⁵¹ J. Boratyński, *System rozpoznania radiolokacyjnego SP RP w warunkach integracji z NATO*, Warszawa 2002, s.64.

⁵² Zbiór materiałów inaugurujących szkolenie w 2000 roku w WLOP. DWLOP, Warszawa 2000.

- identyfikować obiekty powietrzne zgodnie z formatem Mark XIIA wraz z modelem „S”;
- pracować 24 godziny na dobę przez cały rok;
- posiadać co najmniej 25 letni okres eksploatacji;
- wydawać ciągłe ploty cyfrowe z radaru pierwotnego i wtórnego o dużej liczbie obiektów;
- posiadać możliwość zdalnego sterowania i monitorowania ich pracy z ODN;
- posiadać możliwość prowadzenia ciągłego, nieprzerwanego rozpoznania na wszystkich kierunkach przez długi okres czasu.

Według poglądów NATO radar jest sensorem przekazującym do systemu dowodzenia ploty pochodzące bezpośrednio z ekstraktora jego odbiornika. Wszystkie funkcje w zakresie wykrywania obiektów powietrznych, analizy i opracowania informacji o sytuacji powietrznej będą w tym wypadku przewidziane do realizacji jedynie na poszczególnych stanowiskach roboczych systemu dowodzenia.

Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania będą umożliwiały wykorzystywanie systemu wczesnego wykrywania i naprowadzania AWACS, który znacznie zwiększy głębokość strefy rozpoznania przestrzeni powietrznej poprzez wczesne wykrycie środków napadu powietrznego przeciwnika, w tym samolotów, pocisków rakietowych i śmigłowców lecących na bardzo małych wysokościach, a także umożliwi naprowadzanie na nie myśliwców przechwytyjących.

Jak wynika z doświadczeń niemieckich aby osiągnąć ten stan wystarczy wyposażyć tylko dwa ODN w interfejsy umożliwiające wymianę informacji z samolotami systemu AWACS w standardzie LINK-11A. Interfejsy te umożliwią uzyskanie informacji z pokładu, samolotu jak i przesyłanie obrazu RAP z urządzeń naziemnych na jego pokład. Pierwsze udane próby w tym obszarze zostały pomyślnie zakończone dalsze są planowane w roku bieżącym.

Środkami automatyzacji dowodzenia będą urządzenia zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej.

Zgodnie z założeniami system dowodzenia obroną powietrzną RP będzie składać się z dwóch szczebli dowodzenia. W układzie narodowym organem wykonawczym na szczeblu strategicznym będzie Centrum Operacji Powietrznej, wyposażone w aparaturę ASOC, która będzie wykorzystana do zobrazowania RAP. Natomiast szczebel taktyczny jest wyposażony w aparaturę DUNAJ, który składa się z dwóch obiektów:

- Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego (CRR);
- Centrum Dowodzenia Sektorem (CDS).

Ponieważ obszar dociekań ograniczono do systemu rozpoznania radiolokacyjnego, dlatego też analizę systemu DUNAJ zawężono do Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego.

Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego jest podzielone na trzy zasadnicze zespoły:

- Zespół zarządzania źródłami.
- Zespół rozpoznania.
- Zespół identyfikacji.

6.3. Zespół zarządzania źródłami

Zbieraniem informacji o sytuacji powietrznej zajmują się osoby funkcyjne zespołu zarządzania źródłami. Zadaniem zespołu jest zapewnienie ciągłego i niezakłóconego odbioru napływających informacji oraz kontrola parametrów transmisji danych.

Proces zbierania i opracowywania informacji o sytuacji powietrznej charakteryzują cztery zasadnicze etapy:

- Zbieranie informacji z posterunków radiolokacyjnych,
- Opracowanie tras obiektów powietrznych,
- Wymiana danych z sąsiednimi ODN,
- Wymiana danych z samolotami systemu wczesnego wykrywania.

Informacja radiolokacyjna uzyskana ze źródeł w formie plotów, tras źródłowych lub tras systemowych jest oceniana oraz ewentualnie filtrowana w celu zapewnienia optymalnych warunków do tworzenia na jej podstawie tras śledzonych obiektów powietrznych. Występujące zakłócenia radioelektroniczne, a także zakłócenia powstające w torach transmisji danych są analizowane przez zespół zarządzania źródłami, który podejmuje kroki w celu ich minimalizacji lub eliminacji.

Najnowsze stacje radiolokacyjne będą sterowane zdalnie przez wyspecjalizowane do tego celu konsole zdalnej kontroli i sterowania, rozmieszczone poza posterunkiem radiolokacyjnym. Stacje radiolokacyjne wyposażone w kanały wykrywania taktycznych pocisków balistycznych i przeciwradiolokacyjnych będą przekazywać uzyskane z tych kanałów trasy i ploty.

Na podstawie zobrazowania z: konsoli zautomatyzowanego systemu dowodzenia, konsoli zdalnej kontroli i sterowania stacjami radiolokacyjnymi oraz konsoli współpracy z samolotami systemu wczesnego wykrywania, utrzymywane są nakażane parametry strefy informacji radiolokacyjnej oraz zapewniana jest ciągłość śledzenia obiektów powietrznych wykrytych w wyznaczonym sektorze rozpoznania.

6.4. Zespół rozpoznania.

Na podstawie informacji uzyskanych z podległych źródeł są opracowywane trasy obiektów powietrznych. Wykorzystując zautomatyzowany system dowodzenia DUNAJ opracowuje je Zespół Rozpoznania. Napływające dane z radarów podlegają ustawicznemu procesowi obróbki w systemie zautomatyzowanym opartemu na zadeklarowanych parametrach, poprzez ręczne sterowanie tym procesem na poszczególnych szczeblach jej opracowania, albo automatyczne.

Obróbka pierwotna jest realizowana na szczeblu kompanii radiotechnicznej i polega na przetworzeniu sygnału radiolokacyjnego w ekstraktorach stacji radiolokacyjnych (SRL) w wyniku czego, otrzymujemy meldunki o wykryciach (ploty). Obróbka wtórna to proces składania płotów w trasy obiektów powietrznych. Na tym etapie następuje integracja informacji z odległościomierzy i wysokościomierzy.

Wynikiem tego etapu obróbki mogą być meldunki o selekcjonowanych plotach, meldunki o numerowanych łańcuchach płotów, meldunki o trasach zobrazowane na wskaźnikach panoramiczno syntetycznych.

Informacje napływające do centrum przetwarzania informacji, którym jest ODN, pozyskiwane z wielu źródeł (SRL) posiadają formę meldunków. Pojedynczy meldunek zawiera informacje dotyczące wyłącznie jednego obiektu i może on być postaci:

$$R_{ij} = \{i, j, U_{ij}, V_{ij}, CPP, CTO, CLO, CMQ, CMV, CMH, CSO\}$$

Gdzie:

- i - numer źródła wykrywającego dany obiekt,
- j - numer obiektu wykrytego przez i -te źródło,
- U_{ij} - współrzędne j -tego obiektu w układzie współrzędnych i -tego źródła,
- V_{ij} - prędkość j -tego obiektu wykrytego przez i -te źródło,
- CPP - cecha przynależność państwowa,
- CTO - cecha typ obiektu,

- CLO - cecha liczność obiektu (liczność grupy obiektów),
- CMQ - cecha opisująca zachowanie się obiektu (Q - manewr kursem),
- CMV - cecha manewr (V - prędkością),
- CMH - cecha manewr (H - wysokością),
- CSO - cecha strata, informująca o tym, że w bieżącym okresie sondowania nie uzyskano informacji o j - tym obiekcie z i-tego źródła.

Do centrum przetwarzania informacji napływa, więc strumień meldunków z wielu źródeł. W związku z niejednakową krotnością pokrywania się stref rozpoznania radiolokacyjnego poszczególnych źródeł (SRL) systemu rozpoznania radiolokacyjnego, zachodzi pewna nieokreśloność. Polega ona na tym, iż informacje dotyczące jednego obiektu mogą napływać z wielu źródeł. Zachodzi, więc potrzeba stosowania obróbki informacji radiolokacyjnej na „trzecim poziomie”⁵³.

W obróbce tej wyróżnia się dwa podstawowe etapy przetwarzania. W etapie pierwszym dokonuje się utożsamiania meldunków dotyczących jednego obiektu, a pochodzących z różnych źródeł, oraz sprowadzenie wszystkich meldunków do jednego czasu. W ten sposób otrzymuje się grupy meldunków przypisane do konkretnych obiektów. W etapie drugim należy dokonać uogólniania wewnątrz grup, w celu wypracowania meldunku uogólnionego dotyczącego pojedynczego obiektu.

W procesie utożsamiania stosuje się pewne reguły logiczne umożliwiające jednoznaczne utożsamienie danego meldunku z odpowiednim obiektem. Natomiast w procesie uogólniania należy wziąć pod uwagę szereg czynników wpływających na jakość pozyskiwanej informacji radiolokacyjnej.

Stosuje się tutaj pewne współczynniki wagowe, ułatwiające wybór źródła, a także parametru przekazywanego przez to źródło tak, aby informacja o wykrytym obiekcie była możliwie dokładna a przy tym czasu rzeczywistego. Uwzględnia się, więc czy w danym systemie radiolokacyjnym, bądź w interesującym nas fragmencie przestrzeni powietrznej, istnieje urządzenie, (SRL), które ma najlepsze parametry taktyczno-eksploatacyjne, a także czy informacja docierająca z danego źródła nie uległa przedawnieniu. Powyższe uwzględniają czasowe współczynniki wagowe.

Trzeci poziom przetwarzania informacji radiolokacyjnej ma również inne, bardzo ważne zadanie. Stosuje się go w celu jednoznacznego zorientowania obserwo-

⁵³ Tamże, s. 19.

wanego obiektu w przestrzeni powietrznej, w układzie współrzędnych, którego początek jest związany z miejscem dyslokacji centrum przetwarzania (ODN).

W końcowym etapie przetwarzania na „trzecim poziomie” opracowuje się trasy obiektów, a także wyznacza się parametry ruchu obiektów, na podstawie meldunków uogólnionych.

Zespół rozpoznania wybiera optymalny algorytm śledzenia w zależności od jakości uzyskiwanych informacji, a także dobiera odpowiednie parametry do kojarzenia plotów, tras źródłowych i systemowych. Określona w ten sposób trasa, w formie wektora kierunku i prędkości, jest oznaczona numerem NTN w postaci prefiksu, który składa się z dwóch liter oraz trzycyfrowego numeru.

Każdy Ośrodek Dowodzenia i Naprowadzania w swoim sektorze odpowiedzialności, podobnie jak inne stanowiska dowodzenia obroną powietrzną NATO typu CRC (Control and Reporting Center), ma przydzielony indywidualny prefiks, oznaczający wykryty obiekt powietrzny we własnym sektorze rozpoznania (HG,AK, DE), a system zautomatyzowany nadaje automatycznie kolejne numery trzycyfrowe. (Np. EG247).

Procedury wymiany informacji pomiędzy sąsiednimi stanowiskami dowodzenia z zachowaniem tego samego numeru obiektu powietrznego po całej trasie lotu noszą nazwę crosstelingu.

W procesie identyfikacji nadaje się określone formularze lub ikony, zawierające informacje uzyskane z rozpoznania radiolokacyjnego. W terminologii natowskiej stosujemy określenie Trasa lokalna (Local Track), a Trasa zdalna (Remote Track).

W celu zachowania tego samego numeru NTN (NATO Truck Number) obiektu powietrznego na całej trasie jego lotu i na granicy sektorów rozpoznania TPA (Track Productin Area) jest przekazywany w sposób automatyczny lub ręczny do sąsiedniego Ośrodka Dowodzenia i Naprowadzania lub CRC.

Osoby funkcyjne zespołu rozpoznania rozwiązują ewentualne konflikty wynikające z nadania różnych numerów tym samym obiektom powietrznym, wystąpienia podwójnych numerów oraz ze sprzeczności w nadaniu kategorii identyfikacyjnej lub w uzyskanych z urządzeń identyfikacji „swój - obcy” (IFF) numerach kodów w poszczególnych modach pracy.

Zastosowanie nowej rozległej sieci dowodzenia typu „WAN” daje możliwości płynnego przejęcia źródeł informacji (ZPR-10, TSS-10, Stacje 3D) z posterunków radiolokacyjnych sąsiedniego ODN wraz z ich strefami TPA i TCA.

Osoby funkcyjne zespołu zarządzania źródłami po otrzymaniu polecenia dokonania przejęcia strefy sąsiedniego ODN konfiguruje system DUNAJ, wprowadzając nowe strefy śledzenia TPA oraz TCA.

Wykorzystanie przydzielonych operacyjnie sił i środków w procesie tworzenia obrazu RAP określa się, analizując ich zdolności bojowe, a następnie podejmuje się decyzję o ich włączeniu do pracy bojowej. Zadanie utrzymania odpowiednich reżimów pracy i parametrów rozpoznania radiolokacyjnego oraz parametrów przekazywania informacji o sytuacji powietrznej, jest przydzielone kompetencyjnie TPO (Track Productin Officer).

Jednym z najistotniejszych zadań Zespołu Rozpoznania jest dobranie odpowiedniego algorytmu śledzenia zależnie od parametrów napływających informacji i ich przydatności. Otrzymana w ten sposób trasa obiektu powietrznego jako znacznik, wektor kierunku i prędkości jest przedstawiona na konsolach systemu zobrazowania DUNAJ w postaci prefiksu NTN dwuliterowego i trzycyfrowego (np. KM726). Ten typ cechowania obiektów powietrznych został przyjęty w systemie NATINADS. Jest to podyktowane również warunkami technicznymi oraz sposobem przetwarzania sygnałów w zautomatyzowanych systemach dowodzenia.

Wytworzona w ten sposób trasa jest oznaczona odpowiednimi znakami graficznymi i kolorami w zależności od jej kategorii oraz nadania odpowiednich cech identyfikacyjnych. W zależności od stanowiska do tras obiektów śledzonych są dołączane odpowiednie ikony i formularze zawierające informacje z rozpoznania radiolokacyjnego, identyfikacji a także z powiadamiania (Remote).

Tak opracowane trasy obiektów powietrznych, przedstawiane w postaci obrazu RAP, przekazywane są do narodowych i koalicyjnych centrów operacji powietrznych, centrów koordynacji z wojskami lądowymi i marynarką wojenną oraz innych nakazanych rozkazami stanowisk dowodzenia lotnictwem i wojskami rakietowymi.

Nie przekazuje się jednak wszystkich informacji o sytuacji powietrznej, a jedynie trasy obowiązkowe MTN (Mandatory Truck Number), które wskazuje nadana im kategoria identyfikacyjna. Obraz RAP dystrybuowany jest także do innych wybranych elementów dowodzenia siłami powietrznymi, wojskami lądowymi i marynarką wojenną, a także do cywilnych użytkowników, jednak w tym wypadku wydawane trasy są selekcjonowane nie tylko według kryterium potrzeb użytkownika, lecz także według kryterium klauzuli ich jawności.

Obecnie system znajduje się w trakcie wdrażania do pracy, i nie wszystkie jego komponenty realizują w pełni przewidziane założenia przewidziane w fazie projektowania. Przewiduję, że w trakcie wdrażania do pracy poszczególnych elementów systemu i kolejnych wersji oprogramowania zostaną uwzględnione uwagi i propozycje. Wkraczamy w etap, w którym podlegają weryfikacji założenia i koncepcje budowy systemu. Sam system jest bardzo rozbudowany, więc wdrażanie poszczególnych elementów oraz osiągnięcie kompatybilności z systemami natowskimi będzie trwało dość długo i powinno być konsultowane z bezpośrednimi użytkownikami.

6.5. Identyfikacja obiektów powietrznych.

Identyfikacją nazywamy proces, w którym wykrytym obiektom powietrznym nadaje się odpowiednią cechę przynależności państwowej z wymaganym prawdopodobieństwem i w określonym czasie⁵⁴. Identyfikacja to określenie tożsamości obiektu powietrznego poprzez; rozpoznanie wzrokowe, dopasowanie planu lotu, zachowanie obiektu w przestrzeni powietrznej, elektroniczne zapytanie, miejsce wykrycia, inne informacje (np. rozpoznanie radioelektroniczne, wywiad) oraz bieżące rozkazy i instrukcje dotyczące rozpoznania.

Źródła rozpoznania obiektów powietrznych „Swoj - Obcy” nie określają cechy przynależności państwowej, ale wydają tylko informację o kodach odpowiedzi IFF/SIF (Selective Identification Feature). SIF jest to selektywna cecha identyfikacji w ramach IFF, stosowana w celach militarnych.

Procesem identyfikacji objęte są wszystkie obiekty działające w przestrzeni powietrznej; samoloty, śmigłowce, rakiety i urządzenia latające. W procesie identyfikacji można wyróżnić cztery zasadnicze kroki: wykrycie, kojarzenie, ocenę oraz nadanie określonej kategorii identyfikacyjnej. Zasadniczo identyfikacja rozpoczyna się w chwili wykrycia obiektu powietrznego określając takie dane jak, miejsce położenia, czas wykrycia, kierunek lotu, prędkość i wysokość. Do tak uzyskanych danych dołącza się wszystkie informacje o tym obiekcie, czy wykryty obiekt jest własny czy obcy, cywilny, wojskowy lub neutralny oraz określa się charakter jego działania⁵⁵.

⁵⁴ Z. Skwarek, System wczesnego wykrywania i powiadamiania OP RP, AON, Warszawa 2000, s. 97

⁵⁵ M. Grzybowski, Centrum rozpoznania radiolokacyjnego. Przegląd WLOP Nr 12/03.

W Wojskach Radiotechnicznych podstawowym źródłem identyfikacji obiektów powietrznych jest system IFF (ang. Identification Friend or Foe) „swój-obcy” „Supraśl”, którego zasada pracy opiera się na radiolokacji wtórnej. Generalnie za przebieg procesu wykrycia odpowiada posterunek radiolokacyjny wyposażony w tego typu urządzenia. Kojarzenie jest procesem polegającym na uogólnieniu informacji identyfikacyjnej oraz jej dowiązaniu do trasy wykrytego obiektu⁵⁶.

Proces identyfikacji obiektów powietrznych jest realizowany w CRR-20.

Wykorzystując elektroniczne zapytanie z transponderów samolotów otrzymujemy mody⁵⁷ odpowiedzi IFF/SIF, dzięki, którym ustala się:

- rodzaj zadania,
- przynależność do jednostki,
- aktualny numer nadany przez ATC (Air Trafie Control).

Podstawą do identyfikowania cywilnych obiektów powietrznych jest mod 3/A urządzenia IFF. Identyfikacja obiektów wojskowy jest oparta o dane z modu-1 i 2. W systemie Dunaj jest zapewniona możliwość zapytania o modach 1 i 2 ze stanowiska oficera identyfikacji w CRR.

Do zespołu identyfikacji w centrum rozpoznania radiolokacyjnego mogą docierać także trasy źródłowe z systemów identyfikacji „swój - obcy”, które może wysyłać urządzenie zapytujące pracujące na zakresie ciągłego zapytania. Dzięki temu system identyfikacji pracuje dookreźnie, rozpoznając, podobnie jak stacja radiolokacyjna wszystkie obiekty znajdujące się strefie rozpoznania tego systemu.

Tak pracujący system, określany jako radiolokacyjny system rozpoznania wtórnego, uznawany jest przez służby kontroli ruchu lotniczego za podstawowy system wykonujący zadania rozpoznania radiolokacyjnego, szczególnie w odniesieniu do ruchu cywilnego.

W systemie Dunaj dla potrzeb identyfikacji i ułatwienia śledzenia obiektów stosowane stosuje się zobrazowanie syntetyczne. Zobrazowanie syntetyczne zawiera; drogi lotnicze z podziałem na zasadnicze, zapasowe i warunkowe, punkty nawigacyjne, strefy zakazane, strefy niebezpieczne, poligony. Podkłady syntetyczne zawierają nazwy bram wlotowych korytarzy tranzytowych na granicach kraju, a także różnego rodzaju strefy, mapy, miasta, granice państw. Podkłady są wczytywane z bazy

⁵⁶ H. Szlawski. Wybrane problemy funkcjonowania Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego. Praca studyjna. AON, Warszawa 2004. s.30.

⁵⁷ Mody IFF: Mod 1(1-32)-kod dnia, Mod 2 (4096) - identyfikator samolotu, Mod 3/A (4096) - identyfikator zadania, Mod C – wysokość, Mod 4 (SM), Mod 5.

danych do systemu w czasie startu programu, a wprowadzane w zależności od potrzeby przez użytkowników na stanowiskach pracy.

Kojarzenie tras śledzonych (multitras) z planami lotów FPL (Fly Plan) polega na analizie dwu tabel. Tabela skojarzeń zawiera parametry multitrasy i parametry planu lotów. Analiza parametrów planu lotów dotyczy w pierwszej kolejności zgodności modu 3/A z modelem multitrasy. Następnie analizuje się charakterystykę lotu multitrasy zawierającej takie parametry jak; czas wykrycia, lotnisko startu i lądowania, wysokość prędkość i skład, drogi lotnicze.

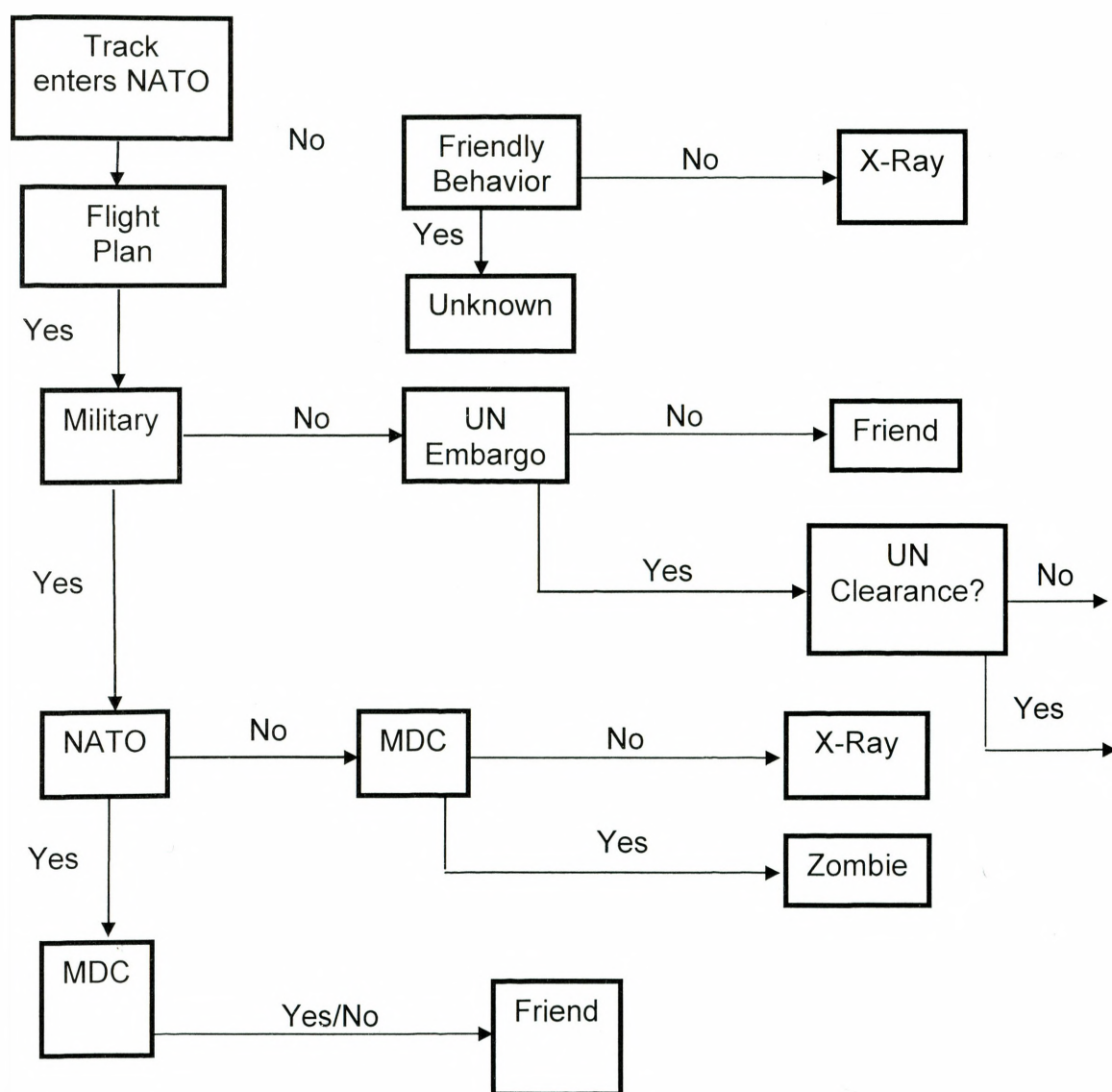
W pierwszej kolejności dokonujemy porównania zgodności modów 3/A. Gdy występuje zgodność modów 3/A multitrasy i planu lotu dokonujemy ręcznej lub automatycznej identyfikacji polegającej na dowiązaniu do numeru prowadzonego obiektu (multitrasy) „Collsignu” z planu lotu. „Collsign” jest to stały indeks literowo-cyfrowonadany dla danego kraju, linii lotniczej lub przewoźnika lotniczego przez ICAO (International Civil Aviation Organization) i stosowany na całym świecie. Planu lotów FPL docierają do zespołu identyfikacji z terminala AFTN (Aeronautical Fixed Telecommunicatin Network) nazywanego Stałą Siecią Łączności Lotniczej. W sieci AFTN przekazywane są plany lotów według ściśle określonych standardów wprowadzonych przez ICAO.

W zespole identyfikacji dokonuje się oceny, która obejmuje analizę i syntezę różnorodnych danych napływających ze źródeł rozpoznania w celu nadania wykrytemu obiektowi określonej kategorii identyfikacji. Ocena ta obejmuje analizę plany lotów, informacje o startach i lądowaniach, dane z rozpoznania optoelektronicznego, rozpoznania wzrokowego, meldunków pilota, informacje o stosowanych zakłóceniach, procedury operacyjne, rozkazy bojowe i rozkazy wyższych przełożonych. Zgodnie ze standardami NATO identyfikację przeprowadza się według ściśle określonego algorytmu, i jest ona nieodłącznym elementem w procesie tworzenia RAP (Rys. 8).

Standardowe określenia stosowane przy identyfikacji obiektów przedstawia tabela 3

Tabela 3

PENDING	Nierozstrzygnięty charakter obiektu podczas pierwszej identyfikacji. W ciągu 2 minut przeprowadzona zostanie ponowna identyfikacja.
FRIENDLY	Samolot należący do kraju NATO lub cywilny nienależący do NATO, spełniający następujące kryteria: • nie jest z kraju o zainteresowaniu NATO; • nie jest z kraju potencjalnego wroga NATO; • nie należy do kraju agresora.
INTERCEPTOR	Myśliwiec należący do NATO, wykonujący zadanie przechwycenia
KILO	Samolot spełniający kryteria klasy FRIENDLY o specjalnym zainteresowaniu w stosunku do systemu OP NATO.
UNKNOWN	Samolot znajdujący się w przestrzeni powietrznej NATO lub nad wodami międzynarodowymi, który nie spełnia kryteriów OP NATO, lecz jego zachowanie jest tymczasowo postrzegane jako przyjaznego pochodzenia.
ZOMBIE (1)	1. Samolot niezidentyfikowany, znajdujący się w przestrzeni powietrznej nienależącej do NATO lub nad wodami międzynarodowymi, którego zachowanie nie wnosi zagrożenia. 2. Samolot wojskowy nienależący do NATO, który: • zbliża się; • przelatuje lub opuszcza przestrzeń powietrzną NATO, znany jest jego plan lotu, wymagane jest zezwolenie dyplomatyczne (MDC - Military Diplo Clearance).
ZOMBIE (2)	Dowolny samolot, który zbliża się, przelatuje lub opuścił przestrzeń powietrzną NATO. Znany jest jego plan lotu i należy do kraju o zainteresowaniu NATO. Wymagane jest MDC.
X - RAY	Samolot znany lub podejrzewany o nieprzynależność do kraju NATO, lecący w przestrzeni powietrznej NATO bez zezwolenia lub zachowujący się w sposób podejrzany.
HOSTILE	Samolot popełniający wrogi akt tj. prowadzi ogień do przechwytywanego myśliwca w przestrzeni powietrznej NATO, wyraźnie i uparcie manewruje na pozycję dogodną do ataku, wykonuje operację minowania na wodach terytorialnych państw NATO lub prowadzi minowanie poza tymi wodami, jeśli akcja ogranicza lub wyklucza swobodę działań sił morskich NATO, dwa lub więcej samolotów penetruje przestrzeń powietrzną NATO na dużej prędkości i małej wysokości w określonym kierunku bez zezwolenia. Samolot określony jako HOSTILE (wrogi) przez uprawnionego dowódcę.
JAMMER	Samolot stosujący zakłócenia. Nazwa może być poszerzona przez dodanie: HOSTILE, FAKER, ZOMBI, X - RAY.
FAKER	Samolot należący do kraju NATO lub generowana syntetycznie trasa podczas ćwiczeń jako cel do przechwycenia lub do trenowania procesu tworzenia zobrazowania sytuacji powietrznej.



Rys. 8. Algorytm procesu identyfikacji

Obiekty, którym nadano inną cechę identyfikacji niż swój (Friend), są określane jako MRT (Mandatory Reporting Track) i podlegają natychmiastowemu meldowaniu do szczebla nadrzędnego w celu podjęcia odpowiednich działań w zależności od kategorii identyfikacyjnej.

W czasie pokoju szczególnej uwagi wymagają obiekty kategorii KILO, oraz te, które zostały określone jako „RENEGATE”. Tą kategorią określa się obiekty uprowadzone w celu dokonania ataku terrorystycznego. Przeciwdziałania ze strony służb dyżurnych wymagają także samoloty, które utraciły łączności z służbami naziemnymi

kierowania ruchem lotniczym OAT. W terminologii lotniczej nazywane są „COMLLOS”, i identyfikowane jako KILO.

Elementy i środki automatyzacji podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego CRR-20;

- Sieć OP-NET- R,
- Obiekt Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego CRR-20,
- Obiekt automatyzacji Posterunku Radiolokacyjnego ZPR-10,
- Autonomiczny Węzeł Dostępu do sieci „OP-NET-R” - AWD-10,
- Terminal Współpracy z systemem ASOC - TDA-10,
- Adapter Dopasowania Protokołów ADP-20,
- Terminal Sprzężenia Stacji Radiolokacyjnej TSS-10(20),
- Stacje radiolokacyjne 3D z wyjściami cyfrowymi.

Terminal TDA-10 zapewnia współpracę systemów DUNAJ i ASOC. TDA-10 jest specjalizowanym węzłem dostępu do sieci „OP-NET-R” przeznaczonym do przesyłu danych ze stacji radiolokacyjnych do systemu ASOC, oraz wymiany informacji RAP pomiędzy systemem DUNAJ i ASOC. TDA-10 zapewnia retransmisję informacji z radarów systemu ASOC do WAN⁵⁸.

Adapter Dopasowania Protokołów ADP-20 realizuje konwersję protokołów transmisji danych w celu zapewnienia wymiany informacji z obiektami automatyzacji poprzedniej generacji. Obiekty typu CYBER i DUNAJEC wykorzystywały protokół ASPD a obiekt automatyzacji nowszej generacji ADAM protokół PASUW.

Terminal Sprzężenia Stacji Radiolokacyjnej TSS-10, zapewnia opracowywanie i wydawania informacji z zestawu stacji radiolokacyjnych z wyjściami analogowymi (odległościomierz i wysokościomierz starszej generacji), w formacie ASTERIX, do systemu DUNAJ, nazywaną informacją ze źródła radarowego SAP (Souroz Air Picture). Zastosowany scan-konwerter zapewnia zobrazowanie wizji analogowej na wskaźniku rastrowym i umożliwia generację sztucznej poświaty tzw. cyfrowy ślad trasy.

Obiekt TSS-10 zapewnia:

- Opracowanie do 99 tras obiektów powietrznych,
- Automatyczne i półautomatyczne śledzenie,

⁵⁸ H. Szlowski. Wybrane problemy funkcjonowania Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego. Praca studyjna. AON, Warszawa 2004, s. 15.

- Automatyczne i ręczne inicjowanie tras,
- Automatyczny i ręczny pomiar wysokości,
- Możliwość wprowadzenia dodatkowych informacji,
- Współpracę z urządzeniem IFF.

Zautomatyzowany Posterunek Radiolokacyjny ZPR-10. Obiekt automatyzacji posterunku radiolokacyjnego ZPR-10 zapewnia zbiór, opracowanie i dystrybucję lokalnie uogólnionej informacji o sytuacji powietrznej LAP (Local Air Picture).

Informacja może napływać z oddalonych źródeł radarowych dołączonych do dowolnych węzłów sieci „OP-NET-R”, w tym również do węzła AWD-10B wchodzącego w skład obiektu ZPR-10. Praca bojowa prowadzona jest na Zautomatyzowanych Stanowiskach Pracy (ZSP) przez dwóch Operatorów Sytuacji Powietrznej (OSP) i operatora Uogólniania Sytuacji Powietrznej (USP).

Obiekt ZPR-10 umożliwia:

- opracowanie informacji o sytuacji powietrznej z dwóch zestawów stacji radiolokacyjnych z wyjściami analogowymi,
- współpracę z oddalonymi cyfrowymi źródłami informacji o sytuacji powietrznej,
- wieloradarową obróbkę informacji w oparciu o ww. źródła informacji opracowywanie informacji LAP,
- współpracę z urządzeniami IFF.

Obiekt Automatyzacji Posterunku Radiolokacyjnego ZPR-10 w systemie OP może pracować jako⁵⁹:

- obiekt zbioru informacji w podsystemie rozpoznania DUNAJ i węzeł sieci „OP-NET”,
- SFP w systemie ACCS (ang. Sensor Fusion Post),
- mobilny odwodowy posterunek radiolokacyjny,
- mobilny posterunek niskich wysokości (ang. Mobile Low Altitude Reporting Post - LARP),
- mobilny wysunięty posterunek radiolokacyjny (ang. Forward Air Control Post - FACP)⁶⁰.

Podsystem Rozpoznania Radiolokacyjnego - Obiekt CRR-20 zapewnia zbiór, opracowanie i dystrybucję informacji o sytuacji powietrznej z obszaru Sektora OP ODN. Do CRR-20 płyną wszystkie informacje z podległych elementów systemu ta-

⁵⁹ Tamże, s.16.

⁶⁰ A. Kątki, Podsystem rozpoznania radiolokacyjnego. Materiały PIT Warszawa 2001r.

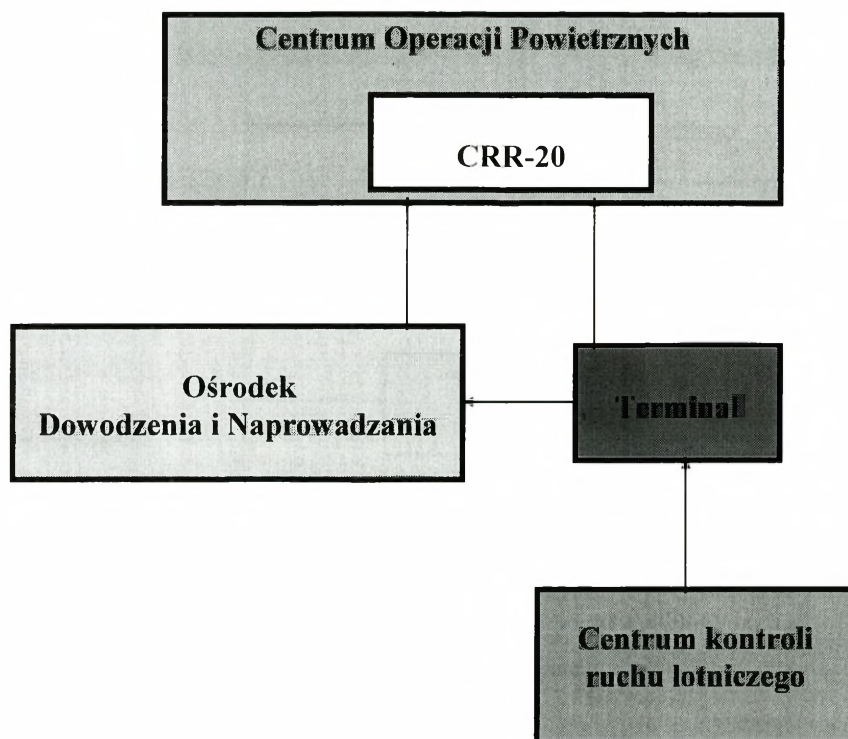
kich jak ploty z TSS-10, ZPR-10 w postaci SAP, LAP, RAP, a także dane IFF oraz Plany Lotów, poprzez węzły dostępu AWD-10 w sieci WAN „OP-NET”, ponadto informacja RAP z sąsiednich ODN.

Zasadniczymi organami wykonawczymi komponentu decyzyjnego, w zakresie realizacji kierowania modułami wykrywania i systemami uzbrojenia, są Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania. Spełniają one rolę podobną do CRC i włączone są bezpośrednio do NATINADS.

W czasie pokoju będą podstawowym elementem wykonywania zadań z zakresu zapewnienia nienaruszalności przestrzeni powietrznej - kierują realizacją misji AIR POLICING.

Priorytetowym zadaniem ODN jest kontrola przestrzeni powietrznej. Zapewnia to nienaruszalność granic powietrznych poprzez monitorowanie całości ruchu lotniczego w swoim sektorze odpowiedzialności. Istotne znaczenie ma nie tylko samo wykrywanie obiektów powietrznych, ale również ich identyfikacja i określanie przynależności państwowej. W celu zdobycia informacji o sytuacji powietrznej ODN będzie miał do dyspozycji wiele środków radiolokacyjnych, połączonych wewnętrzną siecią wymiany informacji. Będą one wspomagane przez środki zewnętrzne np. system NAEW z samolotami E3 AWACS, środki radiolokacyjne WOPL SP, Marynarki Wojennej oraz rozpoznania radioelektronicznego.

Każdy obiekt powietrzny, zgodnie z przepisami NATO, opatrzony jest identyfikatorem przez Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania odpowiadające za daną przestrzeń powietrzną. Dla uzyskania pełnego obrazu sytuacji w powietrzu, każdy Ośrodek Dowodzenia i Naprowadzania wymienia informację z sąsiednimi Ośrodkami Dowodzenia i Naprowadzania oraz z Centrum Operacji Powietrznych. Identyfikację dokonują się przy pomocy: danych pochodzących z planów lotów i od służb ruchu lotniczego oraz posterunków wykrywania radiolokacyjnego i elektronicznej identyfikacji samolotu IFF.

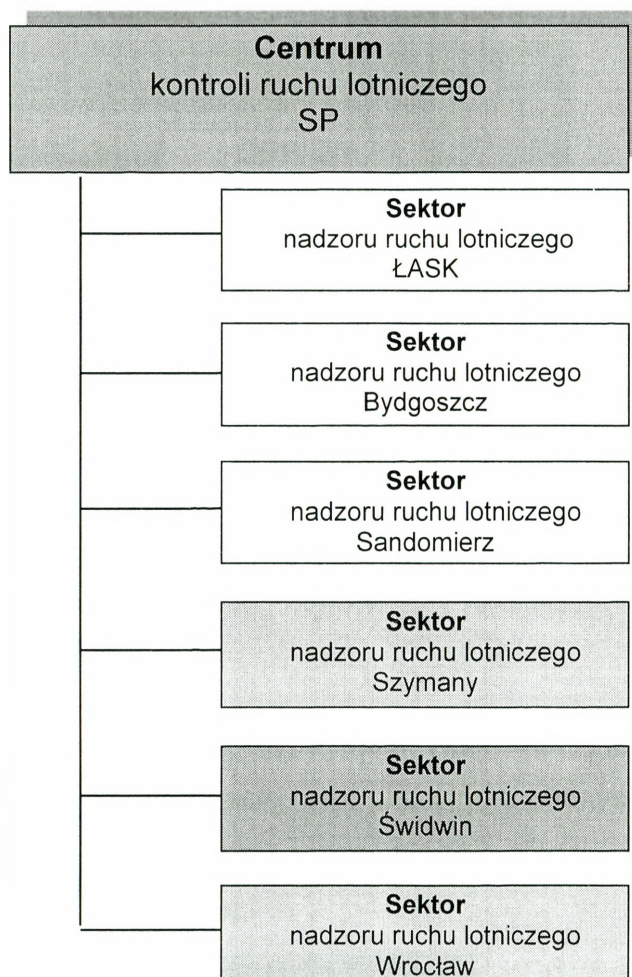


Rys. 9. Włączenie informacji o sytuacji powietrznej z cywilnej kontroli ruchu lotniczego do wojskowego podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego (Źródło: Opracowanie własne).

Dzięki tak pozyskiwanej informacji radiolokacyjnej z cywilnej kontroli ruchu lotniczego podsystem rozpoznania radiolokacyjnego OP będzie posiadał pełne rozpoznanie radiolokacyjne przestrzeni powietrznej naszego kraju.

W warunkach Polski dodatkowe źródło informacji, jakim jest kontrola ruchu lotniczego, pozwoli udokładnić informację radiolokacyjną z dwóch obszarów kontroli przestrzeni powietrznej. Wojskowe służby ruchu lotniczego dostarczą informację radiolokacyjną z przestrzeni operacyjnej, natomiast cywilna kontrola ruchu lotniczego z przestrzeni kontrolowanej.

Podsystem wojskowych służb ruchu lotniczego do prowadzenia radarowej kontroli ruchu lotniczego wykorzystuje radary z podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego OP oraz radary kontroli zbliżania i precyzyjnego podejścia znajdujące się na lotniskach wojskowych. Dzięki tej informacji otrzymamy informację radiolokacyjną z sześciu sektorów nadzorów ruchu lotniczego.

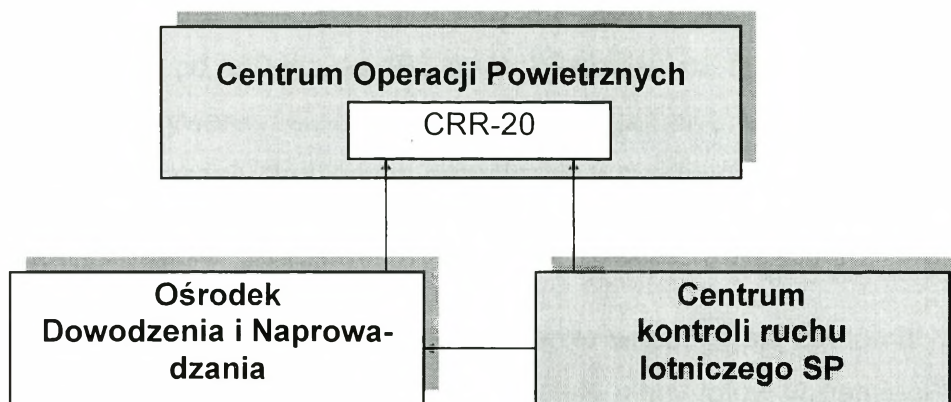


Rys. 10. Podział sektorów wojskowych służb kontroli ruchu lotniczego (Źródło: Opracowanie własne. Na podstawie AIP⁶¹ Polska z 20.03.2003r.)

Informacja o sytuacji powietrznej z sektorów⁶² nadzoru ruchu lotniczego za pomocą środków łączności przekazywana jest do Centrum kontroli ruchu lotniczego WLOP, dzięki której wojskowe służby kontroli ruchu lotniczego sprawują nadzór nad przestrzenią operacyjną RP. Docelowo dzięki sztywnemu łączu informacja radiolokacyjna z wojskowych sektorów nadzoru ruchu lotniczego przekazywana będzie do Ośrodków Dowodzenia i Naprowadzania (ODN) oraz do Centrum Operacji Powietrznych (COP) jako elementu zbiorczego całej sytuacji radiolokacyjnej naszego kraju.

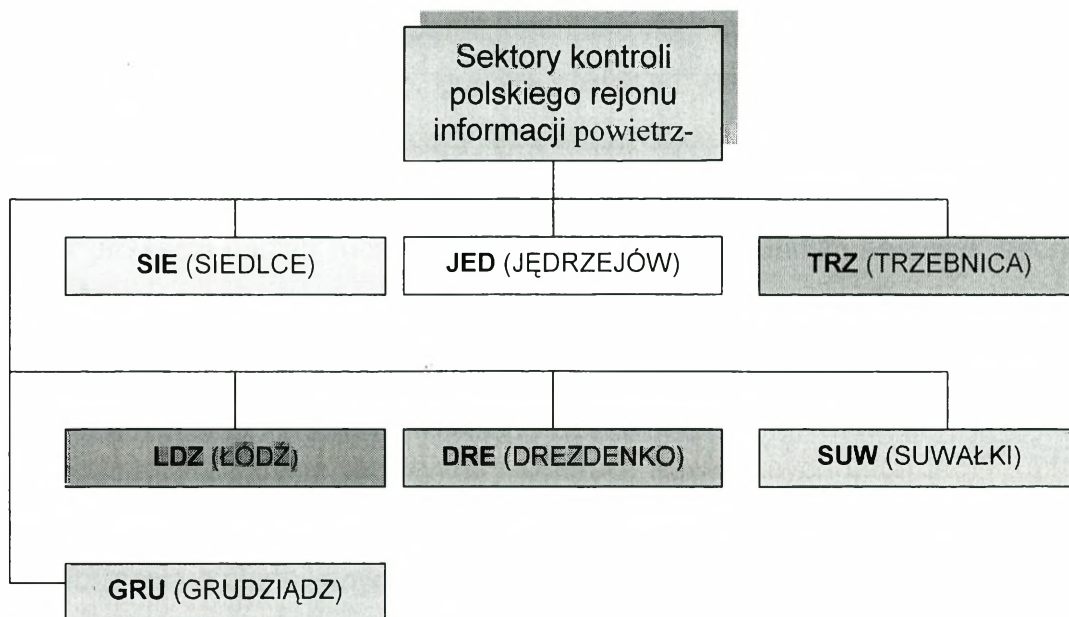
⁶¹ AIP- zbiór informacji lotniczych.

⁶² Sektor – najmniejszy fragment przestrzeni powietrznej o określonych pionowych i poziomych granicach, w których zapewnia się określony rodzaj służby ruchu lotniczego.



Rys. 11. Przekazywanie informacji radiolokacyjnej z sektorów nadzoru wojskowych służb ruchu lotniczego do podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego OP
(Źródło: Opracowanie własne).

Cywilno - wojskowy system rozpoznania radiolokacyjnego powinien funkcjonować również w oparciu o informację radiolokacyjną z podsystemu cywilnej kontroli ruchu lotniczego. Informacja ta będzie pozyskiwana z siedmiu sektorów kontroli polskiego rejonu informacji powietrznej.



Rys. 12. Sektory kontroli polskiego rejonu informacji powietrznej
(Źródło: Prawo lotnicze. Na podstawie AIP Polska z 20.03.2003r.)

Na rzecz tych siedmiu sektorów pracuje sześć cywilnych radarów kontroli ruchu lotniczego rozmieszczonych w miejscowościach: Pułtusk, Olsztyn, Gdańsk, Po-

znań, Wrocław, Kraków. Są to radary wtórne typu **TRAC**⁶³ i **ASR-9**, zasięg ich wykrywania wynosi od 150 km do 400 km w zależności od typu i wersji, zaletą jest automatyczne wykrywanie i śledzenie tras do 1000 samolotów⁶⁴.

Dane o trasach śledzonych samolotów z cywilnych radarów kontroli obszaru za pośrednictwem stałych łączy telefonicznych powinny być przekazywane do systemu komputerowego przetwarzania danych radarowych mieszczącego się w sali operacyjnej kontroli obszaru. Pracę kontrolerów wspomagają zautomatyzowane systemy kontroli ruchu lotniczego. System koreluje plany lotów w pamięci komputera z pozycjami radarowymi samolotów, których one dotyczą. Jedną z najważniejszych jego cech jest tworzenie obrazu sytuacji w danej przestrzeni powietrznej z informacji pochodzącej z wielu radarów. Kontroler, obsługujący swój sektor, może wyciąć i powiększyć potrzebny mu wycinek.

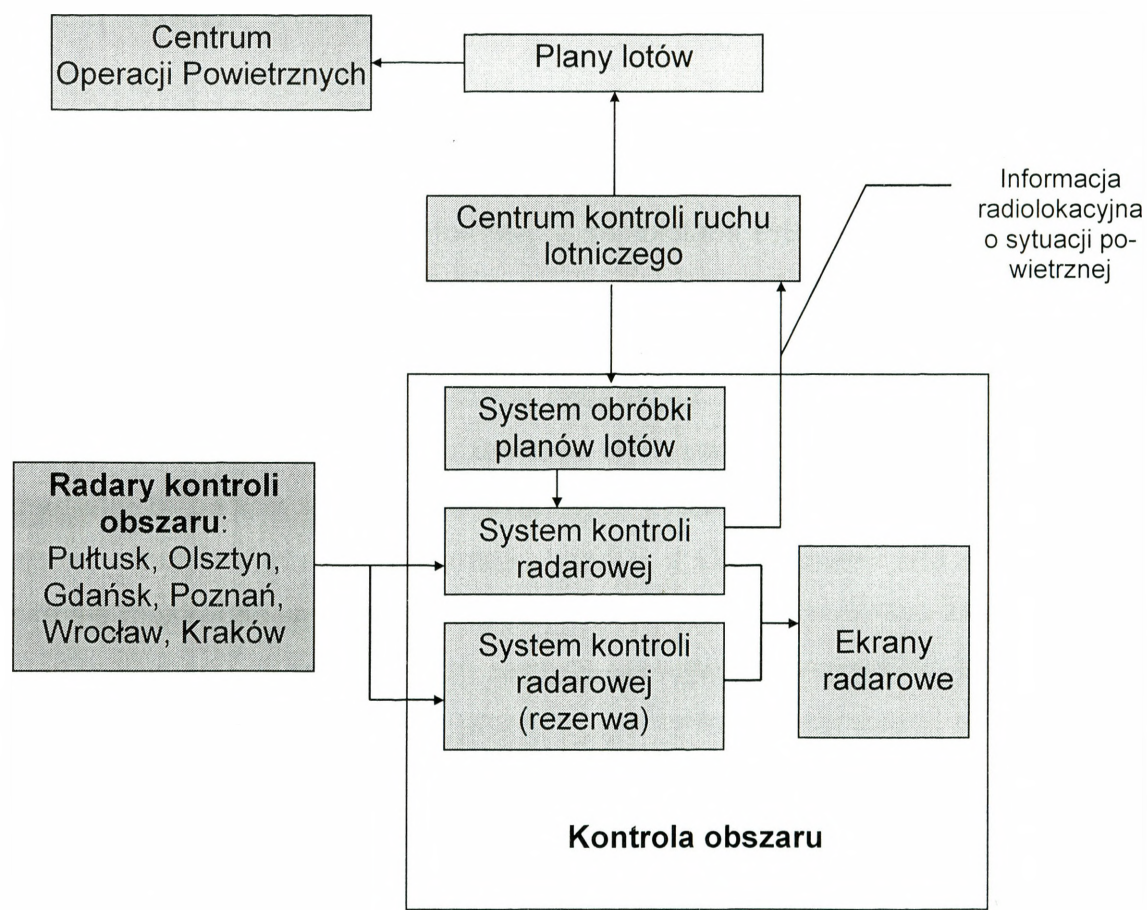
Na ekranie wskaźnika systemu radarowego są zobrazowane pozycje samolotów z podanym kodem i poziomem lotu, oraz dane z planu lotu (numer lotu, typ samolotu itp.) wraz z wyliczoną przez komputer prędkością. Ponadto na ekranie jest wyświetlany odpowiednio przefiltrowany obraz zjawisk meteorologicznych, mapa korytarzy powietrznych, oraz tabele planów lotu aktywnych lub spodziewanych w danym sektorze kontroli. Na żądanie kontrolera zobrazowanie może być uzupełnione o wiele innych szczegółów, np. granice sektorów, elementy uproszczonej mapy geograficznej, wektory prędkości, czy też ślad samolotu w zadanym przedziale czasu.

Informacja ta następnie jest zobrazowana na wskaźniku radarowym skąd kontroler prowadzi nadzór ruchu statków powietrznych w danym sektorze. Jednocześnie informacja o sytuacji powietrznej w danym sektorze jest przesyłana do Centrum kontroli ruchu lotniczego na Okęcie. Tam dokuje się ujednolicenia sytuacji powietrznej.

Centrum kontroli ruchu lotniczego za pomocą podsystemu Westinghouse AMS-2000 przesyła jedynie do Centrum Operacji Powietrznych informacje o planach lotów. Dzięki tej informacji wojskowy podsystem rozpoznania radiolokacyjnego uzyskuje informacja o planowanych lotach statków powietrznych, dzięki której stwierdza się, czy loty wykonywane są zgodnie z planem.

⁶³ Charakterystykę radarów przedstawiono w załączniku nr 1

⁶⁴ Z. Zygler, *Zabezpieczenie informacyjne defensywnych działań bojowych Sił Powietrznych*, Praca dyplomowa, Warszawa 2002, s.26.



Rys.13. Obieg informacji z rozpoznania radiolokacyjnego cywilnej kontroli ruchu lotniczego (Źródło: Opracowanie własne).

Z dysponowanych danych o sytuacji powietrznej będzie sporządzany w wyznaczonych obszarach odpowiedzialności TPA (Track Production Area) pełny, jednoznaczny obraz tejże sytuacji. Wszystkie dane radiolokacyjne będą wprowadzane półautomatycznie do systemu dowodzenia. System będzie rejestrował (automatycznie) wykryte obiekty powietrzne oraz przenosił je na urządzenia zobrazowania i realizował wymianę danych w ogólnej sieci.

Dane te będą porównywane w czasie rzeczywistym z danymi z sąsiednich CRC i ODN, uzupełniane i przekazywane do CAOC i COP jako jednolita sytuacja powietrzna. CAOC nie ingeruje w tworzenie RAP i identyfikację obiektów powietrznych. Pełne opracowanie informacji o obiektach powietrznych będzie odbywało się zatem tylko na szczeblu ODN, zaś za ich ostateczną i niepodważalną identyfikację opowiadać będzie jedna osoba funkcyjna IDO. Na posterunkach radiolokacyjnych nie będzie wykonywać się żadnych czynności związanych ze ste-

rowaniem radarem, wykrywaniem obiektów powietrznych i analizą sytuacji powietrznej.

Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania zapewniają możliwość korzystania z systemu wczesnego wykrywania i ostrzegania NAEW, przez zainstalowanie interfejsów umożliwiających wymianę informacji z samolotami systemu AWACS w standardzie LINK-11 A. Interfejsy umożliwiają przyjmowanie informacji z AWACS jak również przekazywanie jej na pokład samolotów z urządzeń naziemnych.

Wymaganiem NATO, w zakresie integracji z NATINADS, jest konieczność wymiany informacji z systemem wczesnego wykrywania i naprowadzania AWACS. Wymaganie to będzie spełnione w przyszłym systemie dzięki zamontowaniu interfejsów, umożliwiających współpracę AWACS z ODN. Dzięki tym urządzeniom uzyska się możliwość wymiany danych w dwie strony. Wykonawstwo zadań dla obu partnerów wymaga stosowania tych samych standardów przesyłania sygnałów jak również stosowania tych samych procedur identyfikacji i numeracji obiektów powietrznych.

Ośrodki Dowodzenia i Naprowadzania w celu zdobycia informacji o sytuacji powietrznej mają do dyspozycji wiele środków radiolokacyjnych. Głównymi źródłami są stacjonarne, wysunięte posterunki radiolokacyjne (RRP - Remonte Radar Post) i sieć połączeń między nimi. Mogą one być wspomagane przez inne środki radiolokacyjne np. z wojsk rakietowych i lotnictwa myśliwskiego, nadbrzeżne posterunki radiolokacyjne marynarki wojennej oraz informacja pochodząca z cywilnych radarów kontroli ruchu lotniczego. Z dostępnych danych sporządzany jest pełny i jednoznaczny obraz sytuacji powietrznej w wyznaczonych obszarach odpowiedzialności (TPA - Track Production Area).

ZAKOŃCZENIE

Zgodnie z przyjętymi założeniami badawczymi, celem drugiego etapu badań było określenie wymagań oraz opracowanie koncepcji cywilno – wojskowego systemu rozpoznania radiolokacyjnego OP RP, bowiem w systemach rozpoznania radiolokacyjnego zachodzą w ostatnich latach radykalne zmiany.

Zmiany te są wymuszone przez konieczność zapewnienia odpowiedniego poziomu bezpieczeństwa, który może być zagrożony poprzez stały wzrost ruchu lotniczego ale również przez pojawienie się nowych elementów takich nowe oblicze terroryzmu lub konieczność interwencji międzynarodowych sił zbrojnych.

Problemy te występują ze szczególnym nasileniem w Europie, gdzie nasilenie ruchu, uwarunkowania geograficzne, różnorodność systemów jest niespotykana w żadnym innym regionie. Kluczowym dla rozwiązania tych problemów jest umożliwienie optymalnego wykorzystania wszystkich elementów rozpoznania radiolokacyjnego zarówno cywilnych jak i wojskowych.

Rola i miejsce Polski w tych działaniach jest dość istotna - jesteśmy krajem o średniej wielkości, a obszar naszego kraju i położenie geograficzne jest czynnikiem mającym istotne znaczenie dla potrzeb obrony powietrznej zarówno naszego kraju, jak i NATO.

Opracowanie ma charakter użytkowy i wydaje się, że może być wykorzystywana w dalszych pracach nad doskonaleniem systemu rozpoznania radiolokacyjnego, jego wykorzystaniu w okresie pokoju, kryzysu i wojny, a także w procesie dydaktycznym w AON.

BIBLIOGRAFIA

1. AIP Polska z 20.03.2003.
2. Biziewski J., Kubiak K., *Yom Kieppur*, Warszawa 1995.
3. Bojarski W., *Podstawy analizy i inżynierii systemów*, PWN, Warszawa 1984.
4. Boratyński J.: *System rozpoznania radiolokacyjnego SP RP w warunkach integracji z NATO*, rozprawa doktorska, AON, Warszawa 2001.
5. Chajtman S., *Systemy i procedury informacyjne*, Warszawa, PWE, 1986.
6. Compa T.: *Kontrola ruchu lotniczego*, Warszawa 2001.
7. Compa T.: *Zarządzanie przestrzenią powietrzną*, Warszawa 2003.
8. *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, Praca zbiorowa, PWE, Warszawa 1991.
9. Dziechciarz S.: *Integracja polskiego systemu rozpoznania radiolokacyjnego z NATO -wskim systemem Obrony Powietrznej*, Przegląd WLOP, luty 2001.
10. *Encyklopedia popularna*, PWN, Warszawa 1982.
11. Fellner A., *Zautomatyzowane systemy kontroli ruchu lotniczego i przestrzeni powietrznej. Wybrane problemy*. AON, Warszawa 2003.
12. Filipiak M.: *Problemy integracji systemu rozpoznania radiolokacyjnego WLOP z systemem dowodzenia i nadzorowania przestrzeni powietrznej NATO*, praca dyplomowa, AON, Warszawa 2002.
13. Findeisen W., *Analiza systemowa – podstawy i metodologia*. PWN. Warszawa 1985.
14. Gałkowski S., *Cywilno – wojskowe zarządzanie ruchem lotniczym w nowej sytuacji bezpieczeństwa*. Praca studyjna. AON Warszawa 2003.
15. *GLOSSARY OF ABBREVIATIONS USED IN NATO DOCUMENTS*. AAP – 15 (E). Wrzesień 1995.
16. Grelik M., Wawrzyniak B., *Metodyka usprawnień organizacyjnych*. PWE, Warszawa 1982.
17. Groszek Z., *Rozpoznanie w systemie obrony powietrznej RP*, Rozprawa habilitacyjna, AON, Warszawa 1994.
18. Groszek Z.: *Narodowy system rozpoznania w Obronie Powietrznej RP*, Pierwszy etap badań, AON, Warszawa 2002.
19. Grzybowski M., *Centrum rozpoznania radiolokacyjnego*. Przegląd WLOP Nr 12/03.

20. Grzybowski M., *Doskonalenie zbioru i opracowania informacji o sytuacji powietrznej w systemie rozpoznania radiolokacyjnego*. Rozprawa doktorska, AON, Warszawa 1996.
21. Grzybowski M.: *Rzeczywisty obraz zidentyfikowanej sytuacji powietrznej*, Przegląd WLOP, grudzień 2001.
22. <http://www.aleniamarconi.com>.
23. <http://www.amc.pata.pl>.
24. [http://www.polish – air ports.com](http://www.polish-air-ports.com)
25. Kaczmarek J., + zespół ofic., *Metodyka wojskowych badań naukowych cz. II – metody sformalizowane*. ASG. Warszawa 1989.
26. Kątcki A., Podsystem rozpoznania radiolokacyjnego. Materiały PIT Warszawa 2001.
27. Koncepcja Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym, część II, Warszawa 1998.
28. *Konwencja o międzynarodowym lotnictwie cywilnym*.
29. Koselski M., *Jakość informacji radiolokacyjnej i jej wpływ na działania bojowe wojsk raketowych i lotnictwa myśliwskiego w świetle prognozowanego rozwoju ŚNP*. Rozprawa doktorska, ASG WP, Warszawa 1988.
30. Marciniak M.: *Kontrola przestrzeni powietrznej w działaniach SZ NATO*, AON, Warszawa 2001.
31. Marud W., *Kontrola przestrzeni powietrznej w strefie bojowej morza bałtyckiego*. Rozprawa doktorska, Warszawa 2002.
32. Mreła K., *Struktury organizacyjne. Analiza wielowymiarowa*, PWE, Warszawa 1983.
33. *Porozumienie wielostronne o współpracy pomiędzy: Kontrolą Obszaru, Centralnym Ośrodkiem koordynacji Ruchu Lotniczego, Centrum Kontroli Ruchu Lotniczego WLOP*, podpisane styczeń 2000.
34. Program wykonawczy nr4 do Koncepcji Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym, Warszawa 1994.
35. Pszczolowski T.: *Mała encyklopedia prakseologii i teorii organizacji*, Wrocław 1978.
36. Pytkowski W., *Organizacja badań i ocena prac naukowych*, PWN, Warszawa 1981.
37. Sienkiewicz P., *Podstawy teorii systemów*, Warszawa 1993.

38. Skwarek Z., *Możliwości bojowe wojsk radiotechnicznych*, AON, Warszawa 1997.
39. Skwarek Z.: System wczesnego wykrywania i powiadamiania OP RP. Rozprawa doktorska, Warszawa AON 2000.
40. Skwarek Z.: *Wojska Radiotechniczne w Obronie Powietrznej*, Warszawa 2002;
41. Słuczewski B.: *Radiolokacja*, Warszawa 1964.
42. Stabryła A., *Doskonalenie struktury organizacyjnej*, PWE, Warszawa 1991.
43. Szefostwo WRT WLOP: *Tradycje i współczesność Wojsk Radiotechnicznych WLOP 1950-2000*.
44. Szlawski H., Wybrane problemy funkcjonowania Centrum Rozpoznania Radiolokacyjnego. Praca studyjna. AON, Warszawa 2004.
45. Sztarski M., *Radary*, MON, Warszawa 1981.
46. Zabłocki E. i in., Zarządzanie przestrzenią powietrzną w czasie kryzysu i wojny. Wymagania militarne wobec zarządzania przestrzenią powietrzną RP, cz. 2, Warszawa 1998.
47. Zabłocki E., *Siły Powietrzne w systemie obronnym państwa*, AON, Warszawa 1996.
48. Zasady działania służb ruchu lotniczego (PL – 11), Warszawa 1990.
49. Zasady działania służb ruchu lotniczego (PL-11), MtiGM, Warszawa 1995.
50. *Zbiór informacji lotniczej: AIP Poland*;
51. Zbiór materiałów inauguracyjnych szkolenie w 2000 roku w WLOP. DWLOP, Warszawa 2000.
52. Zyglar Z.: *Zabezpieczenie informacyjne defensywnych działań bojowych Sił Powietrznych*, praca dyplomowa, AON, Warszawa 2002.

ZAŁĄCZNIKI

Załącznik nr 1

Charakterystyka stacji radiolokacyjnych pracujących w systemie kontroli ruchu lotniczego

Radar Zbliżeniowy ASR - 9 jest jednym z elementów systemu AMS - 2000 Plus. Zapewnia on najwyższej klasy kontrolę przestrzeni powietrznej poprzez zaofiarowanie nowych opcji jeszcze do niedawna niespotykanych w radarach kontroli ruchu lotniczego.

Dzięki tym opcjom kontroler ma możliwość jednoczesnego, jasnego i przejrzystego zobrazowania wszystkich statków powietrznych znajdujących się w przestrzeni powietrznej. Zapewnia to maksimum bezpieczeństwa każdemu personelowi latającemu, pasażerom i statkom powietrznym przelatującym codziennie przez strefę nadzorowaną przez kontrolera. ASR - 9 dostarcza bardzo dokładnej informacji o położeniu statków powietrznych w całym swym zasięgu 60 mil nautycznych i to nawet w skrajnie ciężkich warunkach pogodowych, w przypadku występowania przeszkód terenowych, naturalnych i sztucznych interferencji oraz ruchu pojazdów.

Zastosowany algorytm dokonuje porównania danego echa radarowego z oczekiwanym echem odniesienia dla jednego statku powietrznego i jeżeli echo nie pasuje do szerokiego wachlarza ech porównawczych to system zgłasza wykrycie dwóch oddzielnych obiektów. W ten sposób kontroler może bezpiecznie odseparować wszystkie statki powietrzne wykonujące lot blisko siebie na jednakowym azymucie.

Równie ważna dla wykrycia każdego statku powietrznego w przestrzeni jest zdolność rozdzielcza w odległości. Metoda przetwarzania danych dotyczących odległości stosowana w ASR - 9 zapewnia wykrycie statku powietrznego zarówno w bezpośredniej bliskości jak i w dużym oddaleniu. Toteż system ma możliwość zobrazowania kontrolerowi małego samolotu w bezpośredniej bliskości dużego, co stanowi podstawowy wymóg zachowania bezpieczeństwa w zatłoczonej przestrzeni powietrznej.

W ASR-9 zastosowano detektor obiektów ruchomych, który składa się z podwójnych dopplerowskich filtrów (500 tysięcy komórek) dających pewność, że wszystkie statki powietrzne zostały wykryte i stale są wskazywane. Dodatkowo ASR -

9 daje przeciętnie najwyżej jedno fałszywe echo na jeden cykl przeszukiwania od źródeł takich jak: zakłócenia bierne, pogoda i ruch uliczny.

Wszystkie te udogodnienia składają się na przedstawienie kontrolerowi klarownych pozbawionych zakłóceń wskazań z zawartymi wszystkimi informacjami, zwiększając bezpieczeństwo pasażerów poprzez wyeliminowanie rozproszenia i zmęczenia kontrolerów. Wykrycie, obróbka i wyświetlenie informacji o pogodzie jest ważne dla kontrolera i prowadzącego statek powietrzny.

Radar łączy w sobie możliwości liniowej i kołowej polaryzacji oraz realizuje pełen proces detekcji obiektów ruchomych, co poprawia wykrywalność statku powietrznego w stosunku 1000/1 względem obecnych systemów.

ASR - 9 prezentuje dwa stopnie natężenia warunków pogodowych na wyjściu. Informacja o pogodzie jest prezentowana poprzez dwa poziomy jasności na ekranie. Oddzielne kanały analizy pogody tworzą podział warunków na sześć stopni, z których każde dwa mogą być wybrane przez kontrolera do wyświetlenia na ekranie.

ASR - 9 osiąga bezawaryjność około 99.98% lub cztery godziny możliwości wystąpienia awarii na rok. W radarze zastosowano technikę dwukanałową ze wspólną anteną, co oznacza dla przykładu, że modulator może pracować z pełną mocą pomimo utraty 20 % swoich elementów przełączeniowych. Ponadto połączenie z wbudowanym w każdy podzespół detektorem usterek daje średni czas między przestoju równy 3500 godzin.

ASR - 9 zawiera w sobie system zdalnego utrzymania, który jest wbudowanym skomputeryzowanym „specjalistą dozom technicznego”, a jego zadanie polega na ciągłej kontroli radaru, jego wydolności, mocy zasilania.

ASR - 9 może współpracować z innymi współczesnymi radarami wtórnymi a jego zasadnicze parametry to: częstotliwość 2700 - 2900 MHz, zasięg 60 NM, nadajnik klistron, moc impulsu 1,3 MW na kanał, wzmocnienie 55 dB.

statku powietrznego. Jeżeli zostanie zidentyfikowane jako prawidłowe to transponder udziela odpowiedzi innym ciągiem impulsów na częstotliwości 1090 MHz.

Udzielona odpowiedź odebrana jest przez radar wtórny i trafia do urządzenia zwanego ekstraktorem radaru wtórnego, którego zadaniem jest odrzucenie tzw. "śmieci", czyli zniekształconych odpowiedzi czy przypadkowo odebranych odpowiedzi na zapytania innych radarów.

Następnie odbywa się proces sprawdzenia współrzędnych statku powietrznego, jego kodu i wysokości (o ile użytkownicy posiadają na swoich pokładach urządzenia pracujące w modach C i S) i po tej wstępnej obróbce określone dane trafiają do komputera systemu kontroli ruchu lotniczego, który pozwoli w odpowiedni sposób zobrazować żądane dane na ekranie kontrolera.

Podkreślić należy, że w takim przypadku obok echa radaru pierwotnego zostanie wyświetlony kod, wysokość i wyliczona prędkość. Natomiast w przypadku, gdy kod odpowiada któremuś złożonemu planowi lotu lub zgłoszonemu i wprowadzonemu do systemu to w specjalnej tabeli, na ekranie wskaźnika lub na oddzielnym monitorze (w zależności od konkretnego rozwiązania), zostanie wyświetlony także skrócony plan lotu i inne potrzebne dane.

Radiolokacyjna stacja AVTA-V przeznaczona jest do kontroli i kierowania ruchem lotniczym w przestrzeni powietrznej objętej odpowiedzialnością danego lotniska. Stąd też zapewnia ona obserwacje statków powietrznych w promieniu swojego działania i umożliwia rozpoczęcie przez nie procedury podejścia poprzez sprowadzenie ich w początkowy punkt ścieżki zniżania.

Zasadniczym elementem składowym stacji radiolokacyjnej AVIA-V jest urządzenie antenowe, które składa się z: kabiny podantenowej, bloku podstawy anteny, bloku antenowego. Lustro anteny ma wymiary 12 x 4 m i ciężar 3 ton. Wysokość zawieszenia anteny (ognisko reflektora) wynosi 12 - 25 m.

Wysokość wieży ustalana jest indywidualnie dla każdego miejsca dyslokacji w zależności od ukształtowania terenu. Układ napędu zapewnia obroty anteny od 10 do 15 obr/min przy prędkości wiatru do 30 m/s. Układ napędu pracuje w systemie automatycznej rezerwy, przy czym zapewnione jest automatyczne włączanie się do pracy układu rezerwowego również w przypadku przeciążenia układu pracującego.

Urządzenie nadawcze zamontowane jest w standardowym odpowiednio adoptowanym kontenerze, którego masa z aparaturą i wyposażeniem wynosi około 10 ton. Urządzenie odbiorcze zamontowane w kontenerze, którego masa z aparaturą i wyposażeniem wynosi 7 ton.

Aparatura techniczna i wskaźniki stacji (wskaźniki WPS-10, bloki transmisji i zasilania oraz centralny pulpit sterowniczy) montuje się w pomieszczeniach portu lotniczego. Zasadniczo jeden wskaźnik montuje się w pomieszczeniu operacyjnym a drugi wykorzystywany także jako wskaźnik techniczny i centralny pulpit sterowniczy, powinien być montowany w pomieszczeniu aparatury końcowej lub w pomieszczeniu operacyjnym.

System sterowania i sygnalizacji stacji zasilany jest ze stałego źródła napięcia +24 V. W obwodach logicznych tego systemu zastosowano półprzewodnikowe układy logiczne typu „Logister”. Stacja AVIA-V charakteryzuje się dobrymi wskaźnikami niezawodnościowymi z uwagi na zastosowanie dwóch kanałów nadawczo - odbiorczych oraz tzw. „gorącej rezerwy” w takich układach jak:

- regulator napięcia sieci zasilającej stację,
- źródło napięcia + 24V,
- układ napędu anteny,
- konwerter „kąt - cyfra” (źródło danych azymutu),

- czasoster,
- system transmisji szerokopasmowych.

Do zasadniczych parametrów taktyczno - technicznych istotnych z punktu widzenia użytkownika, zalicza się:

- Zasięg stacji dla skutecznej powierzchni odbijającej - 2 m kwadratowe przy 15 obr/min.
- Prawdopodobieństwo wykrycia 80%, poziomie fałszywego 10 (-6) i wysokości lotu H większe lub równe 1000 m przy pracy w kanale pierwszym – 100 km.
- Pułap wykrywania (warunki jak w punkcie pierwszym) - 10 km.
- Strefa obserwacji w płaszczyźnie poziomej - 360 stopni.
- Dokładność określania azymutu $\pm 1^\circ$.
- Dokładność określania odległości 1% zakresu.
- Rozróżnialność obiektów:
 - w odległości 300m lub 0,6% zakresu -w azymucie $1,5^\circ$.
- Częstotliwość pracy: 1310 + 5 MHz, 1346 + 5 MHz.
- Moc w impulsie - 0,9 MV.
- Średnia częstotliwość powtarzania 984 imp/sek.
- Zakres działania SCR do 100 km.
- Szybkość obrotów anteny - 10/15 obr/min.
- Czas uruchomienia stacji - 10 min.
- Prawidłowa praca systemu antenowego przy szybkości wiatru do 30 m/s.
- Wytrzymałość systemu antenowego przy szybkości wiatru do 50 m/s.

Radiolokacyjna stacja AVIA-CM przeznaczona jest do kontroli i kierowania ruchem lotniczym w korytarzach powietrznych. W obiekcie PUŁTUSK stacja AVIA-CM wraz z ekstraktorem sygnałów radiolokacyjnych tworzą głowicę radiolokacyjną, na wyjściu, której uzyskuje się sygnały informacji radiolokacyjnej radaru pierwotnego w postaci cyfrowej, transmitowane następnie łączem wąskopasmowym do Warszawy.

Do zasadniczych danych ogólnych zalicza się:

- pracę w paśmie L, dogodnym z punktu widzenia minimalizacji poziomu zakłóceń meteorologicznych,
- trzy kanały nadawczo-odbiorcze, z których każdy może pełnić rolę tak kanału roboczego jak i rezerwowego, podstawowy rodzaj pracy to dwa kanały w stanie pracy operacyjnej (podwójne diversity częstotliwości) i w każdym kanale w obszarach niskim poziomie zakłóceń (diversity polaryzacji) trzeci kanał w stanie pogotowia (automatyczna „gorąca linia”),
- polaryzację wypromieniowanej fali elektromagnetycznej zapewniające znaczne tłumienie zakłóceń meteorologicznych,
- system pracy adaptacyjnej zapewniający automatyczne dopasowanie parametrów toru odbioru i obróbki sygnałów do zmieniających się warunków meteorologicznych,
- dwuwiazkowy system antenowy zapewniający poprawę wykrywania „ech” od statków powietrznych na tle ech od obiektów stałych,
- zastosowanie pętli sprzężenia zwrotnego zabezpieczającej przed nadmierną liczbą fałszywych wykryć sygnałów radiolokacyjnych,
- zastosowanie kanału meteo umożliwiającego zobrazowanie obiektów meteo w postaci pozwalającej na lokalizację chmur i obiektów potencjalnie niebezpiecznych dla ruchu lotniczego,
- zastosowanie „gorącej linii”.

Stacja w miejscu usytuowania przy wykrywaniu (zobrazowanie analogowe) statków powietrznych o skutecznej powierzchni odbijającej 2 m^2 przy $\text{PFA}=10^{-6}$ (PFA - prawdopodobieństwo fałszywego alarmu) zapewnia zasięg wykrycia z prawdopodobieństwem = 0,8 na odległość do 290 km

Bardzo istotnym zagadnieniem jest charakterystyka zasięgowa radaru. Jest sprawą wiadomą, że od radaru wymaga się przede wszystkim właściwego zasięgu i dobrej widzialności na tle odbić od powierzchni ziemi.

Natomiast w zależności od założonego zastosowania precyzowane są wymagania dotyczące zasięgu.

W związku z tym radary kontroli zbliżania wymagają zasięgu 120 - 150 km w szerokim zakresie wysokości i możliwie małego tzw. „stożka martwego” nad anteną.

W przypadku radaru kontroli obszaru wymaga się już zasięgu około 300 km i większego w zakresie wysokości przelotowych. Istnieje jeszcze kategoria radarów trasowych, które wymagają niejako własności pośrednich.

Pożądany kształt charakterystyki radaru uzyskuje się przez złożenie jej z dwóch wiązek, dolnej wiązki aktywnej (nadawczo - odbiorczej, o kształcie wydłużonego listka) i górnej wiązki pasywnej (tylko odbiór), której kształt jest nazywany cosecans.

Przeszkody techniczne uniemożliwiające współpracę cywilnego i wojskowego podsystemu rozpoznania radiolokacyjnego

Różnice w formatach danych radarowych

Zarówno strona wojskowa jak i cywilna dysponuje znacznym potencjałem w zakresie radiolokacji nie mniej dla zapewnienia efektywnej współpracy widoczne są następujące przeszkody techniczne.

Przez szereg lat rozwój radiolokacji cywilnej i wojskowej odbywał się dwutorowo. W cywilnej kontroli ruchu lotniczego wraz z oddaniem do użytkowania w latach 90-tych nowoczesnego systemu kontroli ruchu lotniczego AMS2000 firmy Westinghouse został jednocześnie określony standard formatu danych radarowych CD-2, jako jedyny, który mógł być przetwarzany przez ww. system. Wraz z rozwojem techniki i wzrostem wymagań funkcjonalnych do systemów kontroli ruchu lotniczego, ewaluował również system AMS2000 Plus, jednak nadal podsystem przetwarzania danych radarowych akceptuje wyłącznie dane w formacie CD-2.

W ostatnich latach obserwujemy na świecie tendencje do stosowania formatu ASTERIX jako standardu dla danych radarowych. Tendencje te znajdują również odzwierciedlenie w zakupach urządzeń radiolokacyjnych dla Agencji Ruchu Lotniczego. Stacje radiolokacyjne kupowane w ostatnich 5 latach zapewniają na wyjściu wymagany przez system AMS2000 format CD-2, ale ponadto dają również możliwość transmisji danych w formacie ASTERIX.

Format ten jest kluczowy dla wymiany danych radarowych, ponieważ jest to obecnie podstawowy format wykorzystywany przez służby wojskowe.

NATO-wski system ASOC akceptuje dane radarowe w tym formacie, a ponadto wcześniej użytkowane radary wojskowe zostały w znacznej części zmodernizowane i wyposażone w ekstraktory umożliwiające transmisję danych w formacie ASTERIX. Fakt ten otwiera możliwości wykorzystania w pierwszym etapie danych z radarów cywilnych w systemach wojskowych, natomiast w dalszej perspektywie po głębokiej modernizacji lub wymianie systemu AMS2000, również danych z radarów wojskowych w cywilnym systemie zarządzania ruchem lotniczym.

Uzupełnieniem takiej informacji mogą być depesze o planach lotów generowane w systemie AMS2000 i przesyłane poprzez sieć AFTN do służb wojskowych. Współpraca w tym zakresie jest obecnie prowadzona pomiędzy Agencją Ru-

chu Lotniczego, a SP w ramach programu do Jednolitego Systemu Zarządzania Ruchem Lotniczym.

Brak zewnętrznego interfejsu z pełnymi danymi o obiektach w cywilnym systemie zarządzania ruchem lotniczym.

Ze względów operacyjnych dla służb wojskowych cennym byłoby uzyskanie z cywilnego systemu kontroli ruchu lotniczego pełnej informacji o obiektach powietrznych. Pełnej tzn. w postaci traków systemowych utworzonych i aktualizowanych na podstawie wszystkich dostępnych danych radarowych i informacji z planów lotu.

Teoretycznie możliwe są dwa sposoby praktycznej realizacji tego celu. Pierwszy to uzyskanie na interfejsie wyjściowym systemu informacji o obiektach (traków) w standardowym dla potrzeb NATO formacie ASTERIX i przesłanie ich (najlepiej z wykorzystaniem sieci rozległej) do dowolnego odbiorcy wojskowego.

Niestety podobnie jak w przypadku danych radarowych tak i w tym przypadku system AMS2000 nie ma możliwości generowania na wyjściu danych o trakach systemowych w formacie ASTERIX i ze względu na skalę modyfikacji wydaje się, że cel ten może być osiągnięty dopiero po wymianie systemu na nowy.

Drugim rozwiązaniem jest instalacji zdalnego wskaźnika systemu AMS2000 na stanowisku w obiekcie wojskowym. Takie rozwiązanie zostało już zrealizowane w praktyce. Jako wskaźnik na stanowisku wojskowym zastosowano standardowy wskaźnik cywilnego kontrolera ruchu lotniczego, z tym, że ograniczono jego funkcjonalność wyłącznie do podglądu sytuacji powietrznej, bez możliwości modyfikacji danych. Rozwiązanie to oczywiście niekorzystne zarówno od strony ekonomicznej jak i komfortu pracy służb wojskowych, ponieważ do pełnego zobrazowania sytuacji powietrznej wykorzystuje się dwa wskaźniki, jednak prawdopodobnie w najbliższym czasie będzie to jedyne rozwiązanie stosowane w praktyce, ze względu na brak innych możliwości technicznych.

Wyposażenie statków powietrznych

System radiolokacyjny używany w lotnictwie cywilnym opiera się głównie na radarach wtórnych, które wymagają wyposażanie statków powietrznych w transpondery.

Nie wszystkie statki powietrzne aktualnie eksploatowane w lotnictwie wojskowym RP posiadają transpondery, co ogranicza ich możliwości korzystania z przestrzeni kontrolowanej.

W zakresie techniki nawigacyjnej i komunikacyjnej występują pewne różnice w stosowanych rozwiązaniach. Generalnie można powiedzieć, że wojskowe samoloty transportowe są zwykle wyposażone dostatecznie, aby korzystać z cywilnej infrastruktury nawigacyjnej i komunikacyjnej, znacznie gorzej jest z aktualnie eksploatowanymi samolotami bojowymi.

Największe problemy występują w zakresie łączności - zbyt mała ilość kanałów łączności utrudnia sprawną komunikację z cywilnymi systemami kontroli. W zakresie nawigacji natomiast jest sporo do zrobienia w zakresie nawigacji precyzyjnego podejścia do lądowania. Oprócz stosowanych systemów radarowych PAR, rozpoczęto instalację na lotniskach wojskowych systemów ILS - powszechnie stosowanych w lotnictwie cywilnym.

Powoduje to konieczność doposażenia aparatury pokładowej w odpowiednie urządzenia do korzystania z ILS oraz opracowania i wprowadzenia procedur podejścia z wykorzystaniem tych pomocy nawigacyjnych oraz uruchomienia procedur dopuszczeń do użytkowania i okresowej kontroli już zainstalowanych systemów.

Odrębnym problemem jest konieczność wyposażenia lotnisk wojskowych w infrastrukturę techniczną kompatybilną ze standardami NATO w zakresie automatyzacji wymiany informacji o ruchu lotniczym i wyposażenia w terminale AFTN).

