

SAFE SKY

 Biuletyn Bezpieczeństwa Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej

Nr 4(24)/2023

W trosce o bezpieczeństwo



W numerze:

➤ Bezpieczeństwo
w oblotach cz. 2

➤ Pojemności
sektorowe

PANSA

Szanowni Państwo,

Od dnia przesilenia zimowego, dni są coraz dłuższe i możemy cieszyć się większą ilością światła słonecznego. W nowym roku 2024 zapraszamy Państwa do lektury najnowszego numeru Safe Sky, który mimo, że tylko z dwoma artykułami, ale za to bardzo ciekawymi.

Paweł Szpakowski kontynuuje temat aspektów bezpieczeństwa w Inspekcji Lotniczej, skupiając się tym razem na wymaganiach wobec operatora lotniczego.

Piotr Dmochowski w obszernym artykule przybliży tematykę związaną z pojemnościami sektorów kontroli ruchu lotniczego.

**Zapraszamy do lektury.
Biuro Bezpieczeństwa**

Spis treści

Aspekty bezpieczeństwa w Inspekcji Lotniczej część 2 4

Paweł Szpakowski

Pojemność sektorów kontroli ruchu lotniczego obszaru a bezpieczeństwo ruchu lotniczego. Konteksty, odniesienia, interpretacje. 13

Piotr Andrzej Dmochowski



Masz ciekawą propozycję artykułu dotyczącą bezpieczeństwa w ruchu lotniczym? Napisz do nas: safe.sky@pansa.pl

Redakcja i opracowanie:
Piotr Ostaszewski
Dział Monitoringu i Przeglądów Bezpieczeństwa
Biuro Bezpieczeństwa

Autor zdjęcia na okładkę: **Piotr Bożyk** / Dział Komunikacji
Opracowanie graficzne: **Dział Komunikacji**
Skład i łamanie: **Piotr Ostaszewski** / Dział Monitoringu
i Przeglądów Bezpieczeństwa

Polska Agencja Żeglugi Powietrznej
www.pansa.pl

ul. Wieżowa 8
02-147 Warszawa
tel. +48 22 574 67 28

Aspekty bezpieczeństwa w Inspekcji Lotniczej część 2



Paweł Szpakowski

Inspekcja Lotnicza to organizacja zajmująca się kontrolą z powietrza urządzeń radionawigacyjnych i systemów świetlnych oraz walidacją procedur lotniczych. Do wykonania powierzonych jej zadań niezbędny jest zespół specjalistów z obszaru techniki lotniczej, samoloty wyposażone w specjalistyczną aparaturę pomiarową oraz osprzęt wspomagający. Widocznymi efektami funkcjonowania grupy inspekcyjnej są realizowane na bieżąco loty kontrolno-pomiarowe. Aby było to możliwe niezbędny jest cały szereg różnego rodzaju działań wspomagających i wspierających z obszarów przygotowania technicznego i operacyjnego, które mają zapewnić bezpieczne funkcjonowanie tego typu organizacji lotniczej. Tym zagadnieniom poświęcona będzie bieżąca część artykułu.



Fot.1. Realizacja lotów inspekcyjnych zależy od sprawności technicznej posiadanej floty samolotów, źródło: ze zbiorów autora

Inspekcja Lotnicza może funkcjonować jako niezależny podmiot, być elementem krajowej administracji lotniczej CAA (ang. Civil Aviation Administration) lub funkcjonować w strukturze instytucji zapewniającej usługi w zakresie zarządzania i kontroli ruchu lotniczego ANSP (ang. Air Navigation Service Provider). To ostatnie rozwiązanie organizacyjne zastosowano między innymi w Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej. Inspekcja PAŻP od strony formalnej, ze względu na umocowanie organizacyjne jest częścią Agencji. Jednocześnie ta sama grupa, składająca się z personelu latającego, technicznego oraz administracyjnego

wraz z posiadanym samolotem pomiarowym stanowi małą, wyodrębnioną i niezależną organizację lotniczą. Na terenie Europy każdy cywilny podmiot posiadający i eksploatujący statki powietrzne, z mocy prawa ustanowionego przez Europejską Agencję Bezpieczeństwa Lotniczego EASA, tworzy organizację, która w sposób uporządkowany powinna prowadzić obsługę techniczną statków powietrznych oraz zarządzać ciągłą ich zdadnością do lotu. Wymagania dotyczą również personelu obsługowego i poświadczającego tego typu prace. Przepisy, które regulują między innymi te zagadnienia to tzw. PART-y. Dla wymienionych obszarów tematycznych w kolejności będą to: PART-145, PART-CAMO i PART-66. EASA szczególnie naciska kładzie na politykę jakości i bezpieczeństwa w organizacjach lotniczych, które podobnie jak struktura zarządzania powinny być adekwatna do zakresu działalności.

Głównym dokumentem określającym wszystkie aspekty funkcjonowania danej organizacji lotniczej jest Instrukcja Operacyjna. Obejmuje ona strukturę organizacyjną organu, zagadnienia związane z użytkowaniem samolotami, minima i ograniczenia operacyjne, standardowe i niestandardowe procedury operacyjne, kwestie bezpieczeństwa, kwalifikacje, szkolenia i zasady funkcjonowania personelu oraz jego odpowiedzialność. W zakresie obsługi technicznej posiadanej floty organizacja stale utrzymuje i na bieżąco aktualizuje kompletną bibliotekę instrukcji obsługowych związanych z posiadaną flotą statków powietrznych, zapewnia wszelkie niezbędne narzędzia do prawidłowego wykonania prac, a materiały i części używane w czasie obsługi pochodzą wyłącznie od autoryzowanych dostawców. Kompetencje personelu do wykonywania powierzonych im zadań ustala rozbudowany system norm, procesów i procedur mających na celu zapewnienie wysokiego poziomu bezpieczeństwa. W ramach systemu jakości organizacja zapewnia, że wszystkie wykorzystywane dokumenty, wspierające realizację operacji lotniczych, użytkowanie samolotu i prace obsługowe są kontrolowane, a ich kolejne wersje mogą być łatwo zidentyfikowane i wykorzystane.

Współcześnie wymaga się aby każdy dostawca usług inspekcyjnych podlegał nadzorowi regulacyjnemu i posiadał odpowiedni Certyfikat Przewoźnika Lotniczego AOC (ang. Air Operator's Certificate). Jest to pozwolenie na wykonywanie przewozów lotniczych. Dokument taki wydawany przez krajową władzę lotniczą, upoważnia operatora do wykonywania określonych rodzajów operacji transportu lotniczego, zgodnie z Załącznikiem 6 ICAO - Eksploatacja statku powietrznego. AOC określa nazwę operatora,



Fot.2. Certyfikat PART 145 Organizacji Obsługowej dla Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej, źródło: ULC/ PAŻP

jego lokalizację, okres ważności, typy samolotów dopuszczonych do użytku, obszary działania, opis dozwolonych rodzajów operacji. Certyfikat AOC może obejmować między innymi działalność w obszarach: pomiary lotnicze, czyli Inspekcja Lotnicza, obserwacje z powietrza czy fotografia lotnicza. Wymagania dotyczące uzyskania AOC obejmują: posiadanie wystarczającej ilości personelu posiadającego doświadczenie wymagane dla żądanego rodzaju operacji, zdalny do lotu statek powietrzny, systemy szkolenia załogi i obsługi statku powietrznego, system jakości zapewniający przestrzeganie wszystkich obowiązujących przepisów, wyznaczenie kluczowych pracowników, którzy są odpowiedzialni za określone funkcje krytyczne dla bezpieczeństwa i funkcjonowania organizacji.

Aby móc w pełni realizować działania statutowe Inspekcji Lotniczej, jakimi są loty kontrolno-pomiarowe, musi przede wszystkim być zapewniona ciągła zdatność do lotu wykorzystywanych statków powietrznych. Zarządzanie ciągłą zdatnością to proces, w ramach którego każdy samolot jest stale utrzymywany w takim stanie technicznym, który zapewnia możliwość bezpiecznego wykonania nim lotów. Jest to realizowane poprzez spełnienie szeregu obowiązujących wymagań prawnych dotyczących sprawności operacyjnej sprzętu latającego. W ramach zarządzania zdatnością każdy statek powietrzny musi posiadać tzw. Świadectwo Zdatości do Lotu (ang. Certificate of Airworthiness). Jest to formalny dowód, wydawany przez krajowe władze lotnicze, poświadczający zdatność danej jednostki latającej do lotu. Zgodnie z ogólną zasadą maszyny cywilne nie mogą latać bez tego dokumentu. Proces zapewnienia ciągłej zdatości do lotu obejmuje obsługę techniczną samolotów, w tym różnego rodzaju naprawy, konserwacje poszczególnych elementów wyposażenia, a także monitorowanie poprawności ich działania w czasie bieżącej eksploatacji i ocenę postępów procesów zużycia sprzętu. Program obsługi technicznej jest specyficzny ze względu na typ użytkowanej maszyny, jej przeznaczenie i sposób wykorzystywania. Najczęściej wykonywana jest obsługa podstawowa, tzw. liniowa. Obejmuje ona codzienne kontrole przed pierwszym lotem, usuwanie drobnych usterek, a także zaplanowane, proste czynności serwisowe zapewniające zdatność samolotu do zaplanowanego lotu. Będzie to między innymi rozwiązywanie bieżących problemów techniczno-eksploatacyjnych, wymiany podzespołów, inspekcje wizualne, które wykryją oczywiste usterki, ale nie wymagają szczegółowej i dogłębnej obsługi. Inny rodzaj obsługi, określanej jako stała lub bazowa, obejmuje zadania, które są bardziej szczegółowe i długotrwałe, jednakże wykonywane rzadziej. Są to duże przeglądy, które sprawdzają pogorszenie stanu płatowca, silników, systemów pokładowych w wyniku zużycia, korozji czy zmęczenia materiałów. Obejmują usuwanie poważnych usterek i wdrażanie tzw. Biuletynów Serwisowych i Dyrektyw Zdatości do Lotu. Organizacja prowadząca obsługę techniczną statków powietrznych musi mieć do wykonywania takich czynności odpowiednio wyposażony hangar, wraz ze specjalistycznym sprzętem i wysoko wykwalifikowanym personelem technicznym. System obsługowy oparty jest na realizacji zadań serwisowych na samolocie i jego poszczególnych, autonomicznych systemach lub agregatach, takich jak: silnik, płatowiec, awionika itp. Kryterium wykonania poszczególnych prac stanowią parametry określone jako interwały obsługowe. Decydują one o konieczności wykonania danej obsługi w zależności od: czasu kalendarzowego, nalożu płatowca, liczby lądowań, czasu pracy silników w locie, liczby uruchomień silnika, itp. Jest to tak zwana obsługa fazowa (ang. phase). Stanowi profilaktyczny proces, w którym poszczególne elementy statku powietrznego są kontrolowane i testowane pod kątem ustalenia ich aktualnego stanu technicznego. Na tej podstawie, jeżeli nie uległ on nadmiernemu pogorszeniu, mogącemu zagrozić bezpieczeństwu użytkownika, komponenty dopuszczane są do dalszego użytkowania. Natomiast w przypadku podejrzenia rychłego wystąpienia ich awarii podejmowana jest decyzja o wymianie na nowe.

Inspekcja Lotnicza powinna posiadać efektywną i racjonalną do wielkości prowadzonej działalności strukturę organizacyjną i poziom zatrudnienia, zapewniające bezpieczne realizowanie wszystkich prowadzonych rodzajów operacji lotniczych. Nominowany personel funkcyjny musi posiadać doświadczenie oraz kwalifikacje do pracy w lotnictwie, w danych obszarach tematycznych, za które odpowiada. Jednocześnie osoby te podlegają zgłoszeniom do władzy lotniczej. Każda z nich posiada zastępstwo dla zapewnienia ciągłości prowadzonych operacji lotniczych. Organizacja lotnicza zarządzana jest przez Kierownika



Fot.3. Obsługa samolotów inspekcyjnych wykonywana jest w specjalistycznie wyposażonych hangarach, źródło: ze zbiorów autora

Odpowiedzialnego, któremu podlegają obszary: Operacji Lotniczych, Szkolenia, CAMO (ang. Continuing Airworthiness Management Organization) czyli Zarządzania ciągłą zdadnością do lotu, Techniczny i Personelu Latającego, Monitorowania Zgodności i Jakości (Safety). Kierownik zapewnia, że cała działalność organizacji związana z realizacją lotów inspekcyjnych oraz użytkowanie skomplikowanych statków powietrznych wraz z ich obsługą techniczną będą finansowane i prowadzona zgodnie ze standardami i wymaganiami ustalonymi przez władzę lotniczą. Odpowiada on za realizację polityki jakości i zarządzania bezpieczeństwem, monitorowanie tych standardów oraz zapobiegania niepożądanym tendencjom w tych obszarach.

Operacje Lotnicze to obszar funkcjonowania organizacji który polega na planowaniu, przygotowywaniu, wykonywaniu i nadzorowaniu operacji realizowanych w powietrzu przez załogi lotnicze i specjalistów ds. kontroli urządzeń z powietrza – inspektorów pokładowych. Polega na nadzorowaniu urządzeń pomiarowych statków powietrznych, wykonaniem obsługi technicznych zgodnie z planem oraz nad prowadzeniem dokumentacji technicznej i sprawozdawczości. To również prowadzenie dokumentacji związanej ze wszystkimi operacjami i nadzorowanie ważności uprawnień personelu operacyjnego. Z kolei Zespół Techniczny wykonuje zgodnie z planem obsługę posiadanych przez organizację statków oraz prowadzi ich dokumentację techniczną. Dodatkowo zapewnia przeglądy wykonywane przed i po lotach, tankowanie, a podczas lotu monitoruje pracę zespołów napędowych i zgłasza załodze wszelkie stwierdzone nieprawidłowości w działaniu systemów samolotu. Na czele stoi Szef Techniczny mający za zadanie planowanie, zarządzanie i terminowe, zgodne z obowiązującymi przepisami, wykonywanie prac obsługowych zleconych przez CAMO. Szkolenie odpowiada za utrzymanie bieżących kwalifikacji przez cały personel operacyjny, planowanie, przygotowanie, organizację i dokumentowanie szkolenia personelu. W organizacji ustanowiony zostaje System Monitorowania Zgodności, Jakości i Bezpieczeństwa. Do jego nadzorowania powoływany jest kierownik, którego rolą jest kontrola przestrzegania procedur zapewnienia bezpieczeństwa operacji lotniczych oraz utrzymania zdadności eksploatacyjnej sprzętu lotniczego. Odpowiada również za nadzór nad prowadzonymi operacjami lotniczymi, procesem szkolenia personelu, obsługi technicznej. Jako Safety Manager odpowiada za monitorowanie działań podjętych w celu zmniejszenia lub wyeliminowania ryzyka towarzyszącego bieżącej działalności organizacji w której funkcjonuje. Przedstawia okresowe raporty z zakresu bezpieczeństwa, realizuje procedury zgłaszania i analizy zdarzeń lotniczych.

Zatwierdzona organizacja CAMO jest zobowiązana, dla każdego ze statków powietrznych, zapewniać i kontrolować, terminowe przeprowadzanie całej obsługi technicznej, zgodnie z opracowanym i zatwierdzonym programem. Odpowiada za zastosowanie wszystkich biuletynów i dyrektyw operacyjnych mających wpływ na ciągłą zdadność do lotu. Czuwa nad tym, aby wszystkie usterki wykryte podczas planowej obsługi technicznej lub uprzednio zgłoszone zostały naprawione. Koordynuje planowe obsługi techniczne w celu zapewnienia prawidłowego wykonania prac. Zarządza całą dokumentacją ciągłej zdadności do lotu. CAMO odpowiada za aktualizację zmian Programów Obsługi Technicznej, ważność dokumentów pokładowych statków powietrznych. Sprawuje nadzór nad bieżącym stanem statków powietrznych, w tym ważnością ich obsługi technicznej, przygotowuje dokumentację wykonawczą dla poszczególnych poziomów obsługi technicznej, a następnie kontroluje wykonanie prac i ich poświadczenia.

W zakresie monitorowania i utrzymania samolotów w stanie zdadności do lotu konieczne jest posiadanie przez organizację aktualnych informacji o podstawowych wskaźnikach eksploatacyjnych. Do tego wykorzystywany jest informatyczny system wsparcia eksploatacyjnego tzw. CAMP (ang. Computerized Aircraft Maintenance Program). Operator na jego podstawie realizuje eksploatację, dokumentując w systemie informatycznym wszystkie wykonywane czynności obsługowe oraz realizację kolejnych lotów. Ewidencja procesów eksploatacyjnych pozwala na określenie i śledzenie stanu każdego egzemplarza samolotu pod względem techniczno-obsługowym oraz operacyjnym. Warunkiem koniecznym prowadzenia statku powietrznego w takim systemie jest zbudowanie jego modelu cyfrowego, czyli określenie parametrów operacyjnych ewidencjonowanych w systemie i określenie programu obsługi.



Fot. 4. Każdy samolot wymaga cyklicznych prac obsługowych , źródło: ze zbiorów autora

Kierownik Odpowiedzialny oraz inny personel nominowany mają obowiązek sprawdzać i dokumentować, że wszystkie osoby wykonujące swoje obowiązki związane z planowaniem, przygotowaniem, wykonywaniem i nadzorowaniem operacji lotniczych oraz obsługi technicznej posiadają i utrzymują wymagane do tego kwalifikacje lotnicze. Organizacja zapewnia również, że cały personel pokładowy zaangażowany w loty inspekcyjne jest kompetentny do wykonywania powierzonych im tego rodzaju zadań. Ważne jest, aby wszyscy członkowie załogi byli ekspertami w swoich dziedzinach, posiadali wszechstronną wiedzę i doświadczenie w obszarach pilotowania samolotów, procedurach inspekcji lotniczej a także posiadali doświadczenie w wykonywaniu swoich funkcji zawodowych i umiejętność pracy zespołowej. Osoby funkcyjne oraz personel operacyjny organizacji, zaangażowany w operacje lotnicze musi przejść szereg

różnorodnych szkoleń związanych z prawidłowym funkcjonowaniem i wykonywaniem zadań specjalistycznych na pokładzie statków powietrznych. Należą do nich: BHP, SMS, Świadomość Ochrony Lotnictwa Cywilnego, Czynniki Ludzkie/CRM, Sytuacje awaryjne, Przewóz Artykułów Niebezpiecznych.

Wymagane kwalifikacje i fachowość personelu lotniczego określone są szczegółowo przez władzę lotniczą. Każdy członek personelu zobowiązany jest do utrzymywania swoich umiejętności zawodowych na poziomie nie niższym niż podczas ostatniego sprawdzenia zakończonego wynikiem pozytywnym. Sprawdzenia obejmują istotne aspekty związane z zadaniami specjalistycznymi. Testy egzaminów kontrolnych okresowych zostają zaliczone pod warunkiem uzyskania 75% odpowiedzi poprawnych. Jednocześnie dla zapewnienia najwyższej jakości procesu kształcenia personel przeprowadzający szkolenia oraz sprawdziany musi posiadać adekwatną do tematyki i zakresu prowadzonych zajęć wiedzę i doświadczenie. Nie mogą wykonywać żadnych czynności lotniczych osoby, którym upłynął termin ważności okresowego sprawdzenia wiedzy czy umiejętności. W odniesieniu do personelu licencjonowanego żaden członek załogi lotniczej nie może przystąpić do pełnienia czynności lotniczych bez wymaganych uprawnień wpisanych do licencji lub książki osobistej pilota. Mechanicy nie zostają dopuszczeni do prac obsługowych bez aktualnych wpisów potwierdzających ważność ich licencji.



Fot. 5. Załogę Inspekcji Lotniczej stanowi wysoko wykwalifikowany personel, źródło: Paweł Witeska

Każdy członek załogi lotniczej musi ukończyć coroczne szkolenie okresowe, odpowiednie do wariantu statku powietrznego, na którym wykonuje loty. Regularne treningi i sprawdziany umiejętności załogi odbywają się na symulatorze lotu porównywalnym do użytkowanego typu samolotu. Szkolenie obejmuje rozmieszczenie i użycie całego wyposażenia awaryjnego znajdującego się na pokładzie. Sprawdzana jest poprawność realizacji poszczególnych procedur standardowych, niestandardowych i awaryjnych, w tym pożar i zadymienie statku powietrznego powstałe w czasie lotu, awarie wybranych systemów pokładowych.

Pilotów obowiązuje wymóg posiadania odpowiedniego typu licencji i doświadczenia, wynikającego z okresów w których wykonywane były poszczególne czynności lotnicze. Określone jest ono przez nalot ogólny, nalot na danym typie samolotu oraz pełnienie obowiązków dowódcy statku powietrznego. Zgodnie z ICAO Dokumentem 9906 tom 6, takimi wymaganiami w Inspekcji Lotniczej są: posiadanie licencji typu CPL lub ATPL z IR, nalot ogólny powyżej 1500 godzin, pełnienie roli dowódcy statku powietrznego powyżej 400 godzin. Dodatkowo każdy pilot musi uzyskać Type Rating. Jest to rodzaj uprawnienia do pilotowania danego typu samolotu. Przyznawany jest przez władze lotnicze osobom, które ukończyły specjalistyczne szkolenie teoretyczne i praktyczne oraz zdały egzaminy z obsługi danego sprzętu latającego. Aby zachować uprawnienia na typ, piloci muszą co dwanaście miesięcy odbyć szkolenie okresowe i zaliczyć wymagane sprawdziany.

Inspektorzy pokładowi, którzy w czasie lotów inspekcyjnych wykonują na pokładzie statku powietrznego zadania związane z kontrolą naziemnych urządzeń nawigacyjnych czy walidacją procedur lotniczych, zgodnie z regulacjami prawnymi nie posiadają licencji lotniczych. Potwierdzeniem ich kompetencji zawodowych są międzynarodowe certyfikaty specjalistów zadaniowych w obszarze inspekcji lotniczej. Posiadają rozległą wiedzę z zakresu nawigacji lotniczej, obsługi urządzeń pokładowych i systemów techniki lotniczej. Przeszkalani są również ze stosowania procedur bezpieczeństwa związanych z eksploatowanymi typami statków powietrznych.

Personel techniczny aby móc realizować obsługę statków powietrznych, między innymi na potrzeby Inspekcji Lotniczej, musi posiadać odpowiednią do zakresu wykonywanych prac licencję mechanika lotniczego. Jej rodzaj, sposób uzyskania, zakres wiedzy teoretycznej i praktycznej niezbędnej aby móc się o taki dokument ubiegać regulują zapisy PART. Jednak samo posiadanie licencji jest niewystarczające do pracy przy obsłudze samolotów inspekcyjnych. Dopiero ukończone z wynikiem pozytywnym szkolenia specjalistycznego związane z danym typem statku powietrznego pozwalają na samodzielne wykonywanie prac obsługowych przy sprzęcie. To gwarantuje, że każdy rodzaj zadań związanych z zapewnieniem sprawności operacyjnej wykorzystywanych maszyn będzie mógł być wykonywany na najwyższym możliwym poziomie kompetencyjnym, gwarantującym wysoki poziom bezpieczeństwa lotniczego. Kadra obsługowa dzięki regularnej praktyce, szkoleniom wewnętrznym i studiowaniu dokumentacji utrzymują wysoki poziom umiejętności i wiedzy, stale doskonalą się i nabywają doświadczenia.



Fot. 6. Istotną kwestią funkcjonowania Inspekcji Lotniczej jest system SMS, źródło: ze zbiorów autora

Wszyscy członkowie personelu operacyjnego muszą posiadać ważne i odpowiednie do wykonywanych zadań licencje lotnicze lub certyfikaty branżowe oraz aktualne uprawnienia do wykonywania powierzonych im obowiązków. Utrzymanie ważności tych dokumentów należy do obowiązków ich posiadaczy. Poszczególne grupy personelu mają obowiązek znać i umieć praktycznie stosować obowiązujące w Organizacji przepisy, zasady, zarządzenia i procedury, swoje zakresy czynności i obowiązków, technologie, narzędzia, wyposażenie i dokumentację wykorzystywaną przy realizacji powierzonych im zadań.

Zgodnie z Konwencją Chicagowską ICAO w organizacjach lotniczych, a zatem także w Inspekcji Lotniczej, wprowadza się system nadzoru nad bezpieczeństwem. Realizowany on jest poprzez obserwację i ocenę, czyli monitorowanie, przestrzegania przez operatorów statków powietrznych obowiązujących przepisów, procedur operacyjnych i zalecanych praktyk. Cel ten zapewniany jest między innymi poprzez tzw. audyty bezpieczeństwa. Zgodnie z ICAO Dokument 9859 - Podręcznik zarządzania bezpieczeństwem, audyt jest podstawowym, proaktywnym działaniem identyfikującym obszary niedopuszczalnego ryzyka towarzyszące działalności operatora oraz umożliwiającym opracowanie środków naprawczych, które zapobiegą powstaniu sytuacji mogących wpłynąć na pogorszenie poziomu bezpieczeństwa związanego z funkcjonowaniem organizacji. Audyty są regularnymi badaniami prowadzonymi przez krajową administrację lotnictwa cywilnego. Zespół odpowiednio wykwalifikowanych i doświadczonych osób, posiadających wysoki stopień niezależności od kontrolowanego operatora lotniczego, poddaje jego działalność krytycznej ocenie. Standardowe audyty odbywają się co 12 miesięcy. Jeżeli jednak w międzyczasie zaistnieje potrzeba sprawdzenia zgodności określonego elementu systemu lub działania po zaistnieniu jakiegoś incydentu zarządza się wykonanie audytu doraźnego. Wynikiem każdej kontroli jest protokół zawierający dowody skuteczności działania i ogólnego stanu systemu zarządzania bezpieczeństwem w organizacji. Ewentualnie stwierdzone wtedy niezgodności wymagają przygotowania i przedstawienia do zatwierdzenia przez organ nadzorczy planu działań korygujących, mającego za zadanie ich usunięcie. Wdrażanie uzgodnionych środków poprawy bezpieczeństwa jest następnie monitorowane.

Zatwierdzona organizacja obsługi technicznej statków powietrznych AMO (ang. Aircraft Maintenance Organisation), jak i certyfikowany operator samolotów muszą swoją działalność połączyć z wprowadzeniem systemu zarządzania bezpieczeństwem SMS (ang. Safety Management System), opartego na zapisach Załącznika 19 ICAO. Jest on sformalizowanym podejściem organizacji do realizacji filozofii bezpieczeństwa, poprzez identyfikację i opis ryzyka towarzyszącego działalności, a następnie maksymalnego jego ograniczania. Wdrożenie i prowadzenie wymaga wyznaczenia personelu odpowiedzialnego za realizację tych zadań i ich monitorowanie. Jednocześnie aby SMS był skuteczny muszą w niego być włączeni wszyscy członkowie danej organizacji, niezależnie od ich szczebla w hierarchii. System zarządzania bezpieczeństwem będzie działał tylko wtedy, gdy każdy członek grupy, zgodnie ze swoją rolą, będzie czuł się za to odpowiedzialny. Choć kultura bezpieczeństwa niewiele kosztuje, dużo wysiłku wymaga jej budowanie, a wtedy pojedynczy błąd może to zniszczyć. W ramach SMS powinien istnieć system raportowania, umożliwiający każdemu członkowi organizacji przekazywanie Kierownictwu informacji zwrotnych na temat ewentualnych problemów związanych z bezpieczeństwem. Integralną i zasadniczą częścią takiego systemu jest wdrożona polityka Just Culture. Oznacza to, że nie wystąpią żadne reperkusje ani negatywne skutki dla osób, które zgłaszają jakiegokolwiek problemy związane z zagrożeniem dla bezpieczeństwa, pod warunkiem, że nie zostały one spowodowane przez zaniechania wykonania obowiązkowych działań, świadome złamanie obowiązujących procedur. W ramach swojego systemu zarządzania bezpieczeństwem organizacja lotnicza ustanawia i utrzymuje także system obowiązkowego (ang. Mandatory) i dobrowolnego (ang. Voluntary) zgłaszania zdarzeń lotniczych. Celem analiz zdarzeń jest określenie przyczyn ich powstania oraz przygotowywanie działań następczych - profilaktycznych i łagodzących potencjalne ryzyko i skutki. Wykaz klasyfikujący zdarzenia podlegające zgłoszeniu w ramach systemu obowiązkowego zawarty jest w Rozporządzeniu (UE) nr 2015/1018. Zaś grupę osób które są zobowiązane do zgłaszania reguluje Rozporządzenie nr 376/2014/UE. W przypadku Inspekcji Lotniczej zgłoszeniom obowiązkowym podlegają zdarzenia mające wpływ na przerwę w działaniu, wadzie, uszkodzeniu statku powietrznego lub

jego elementów albo inne okoliczności, które miały lub mogły mieć wpływ na bezpieczeństwo lotu i osób znajdujących się na pokładzie, związane ze służbami i obiektami żeglugi powietrznej. Osobami zgłaszającymi są dowódca statku powietrznego, osoby podpisujące świadectwa zdatności do lotów oraz dokumenty związane z przeglądami statków powietrznych, wykonujący naziemną obsługę techniczną i naprawy samolotów. Od 1 lutego 2023 roku wszelkie zgłoszenia zdarzeń lotniczych dokonywane są za pomocą aplikacji komputerowej ECCAIRS 2.0, która pomaga w zbieraniu, udostępnianiu i analizowaniu zbieranych informacji. Na realizację zgłoszenia przewidziano 72 godziny od chwili, w której zaistniało zdarzenie, chyba że uniemożliwiają to wyjątkowe okoliczności. W celu jego dokonania należy stosować się do obowiązujących w organizacji procedur w zakresie sposobu przekazywania zgłoszeń.

Reasumując należy stwierdzić, że sprawne funkcjonowanie Inspekcji Lotniczej opiera się na szeregu specjalistycznych rozwiązań organizacyjnych i działań wspomagających. Niezbędne jest przy tym posiadanie wysoko wykwalifikowanego personelu w postaci grupy specjalistów z różnych obszarów techniki lotniczej. Ich profesjonalizm, wzajemna współpraca, odpowiedzialność i pełne zaangażowanie we wszystkie aspekty funkcjonowania organizacji lotniczej gwarantują codzienne zachowanie najwyższych standardów bezpieczeństwa lotniczego.



Paweł Szpakowski

Specjalista ds. kontroli urządzeń z powietrza, Inspektor Pokładowy

Od ponad 25 lat członek załogi samolotów Inspekcji Lotniczej PAŻP „Papuga”,
Local Safety Expert,
autor publikacji z zakresu bezpieczeństwa lotniczego,
operator i pilot dronów

Pojemność sektorów kontroli ruchu lotniczego obszaru a bezpieczeństwo ruchu lotniczego. Konteksty, odniesienia, interpretacje.



Piotr Andrzej Dmochowski

Podstawowym zadaniem służb ruchu lotniczego jest zapewnienie jego bezpieczeństwa i płynności. Zadania te wykonywane są na bieżąco przy wykorzystaniu odpowiednich procedur (opisane zestawy adekwatnych czynności) umożliwiających bezpieczne i płynne zarządzanie ruchem w wyznaczonym obszarze odpowiedzialności. Jest to proces złożony, wielowymiarowy. Stanowi on wypadkową wielu czynników i elementów oddziałujących na siebie na różnych poziomach i w różnych horyzontach czasowych. Wszystkie te czynniki i elementy muszą zostać zgrane ze sobą w taki sposób by cały proces zachodził możliwie sprawnie i niezawodnie. Jednym z ważniejszych wskaźników wykorzystywanych w procesie zapewnienia bezpiecznego i płynnego przepływu ruchu lotniczego pozostaje zagadnienie pojemności przestrzeni powietrznej. W niniejszym studium skupimy się na pewnym fragmencie przestrzeni – sektorach obszaru, które są podległe ACC (Area Control Centre), czyli służbom kontroli obszaru.

Kwestia pojemności obszarowych sektorów kontroli ruchu lotniczego stanowi integralny element szerszego problemu jakim jest zarządzanie przepływem ruchu lotniczego. Bez właściwie zdefiniowanych wartości pojemności nie da się efektywnie zarządzać tym ruchem. Artykuł opisuje tytułowy problem „od ogółu, do szczegółu” dlatego rozpoczyna się od opisu zagadnienia ogólnego jakim jest zarządzanie ruchem lotniczym. W ten sposób odpowiada na pytanie – kto, czyli komu pojemności są potrzebne? Kolejnym pytaniem jest – po co, czyli w jakim celu, czemu służą i dlaczego są potrzebne określone pojemności sektorowe? W dalszej części tekstu znajdą się odpowiedzi na pytania jak są one wykorzystywane i czym właściwie pojemności są? Na zakończenie rozpatrzona zostanie kwestia zasadnicza, czyli zależność między pojemnościami a bezpieczeństwem ruchu. Podsumowanie studium stanowić będzie krótki rys historyczny opisujący jak kwestia pojemności była rozwiązywana w PAŻP.

Komu te pojemności są w ogóle potrzebne?

Kwestia pojemności sektorów kontroli ruchu lotniczego ma kapitalne znaczenie dla jego bezpieczeństwa. Pojemności, prezentowane w formie liczbowych wskaźników, umożliwiają operacyjne zarządzanie strumieniami ruchu lotniczego. Codziennie, wskaźniki te bezpośrednio wykorzystują w swej pracy służba FMP

(Flow Management Position) i NMOC (Network Manager Operations Centre) – Centrum Operacyjne Menadżera Sieci. I to one są właściwymi ich użytkownikami, rozumiejącymi co właściwie sobą one reprezentują (o tym w dalszej części tekstu). Wskaźnik ten stanowi ich podstawowe narzędzie pracy umożliwiające podejmowanie decyzji co do efektywnego i bezpiecznego zarządzania przepływem strumieni ruchu lotniczego.

Zarządzanie przepływem ruchu lotniczego – regionalnie

W regionie europejskim zarządzanie strumieniami ruchu lotniczego i przestrzenią jest w sposób scentralizowany prowadzone przez NMOC z siedzibą w Brukseli (Rys. 1).



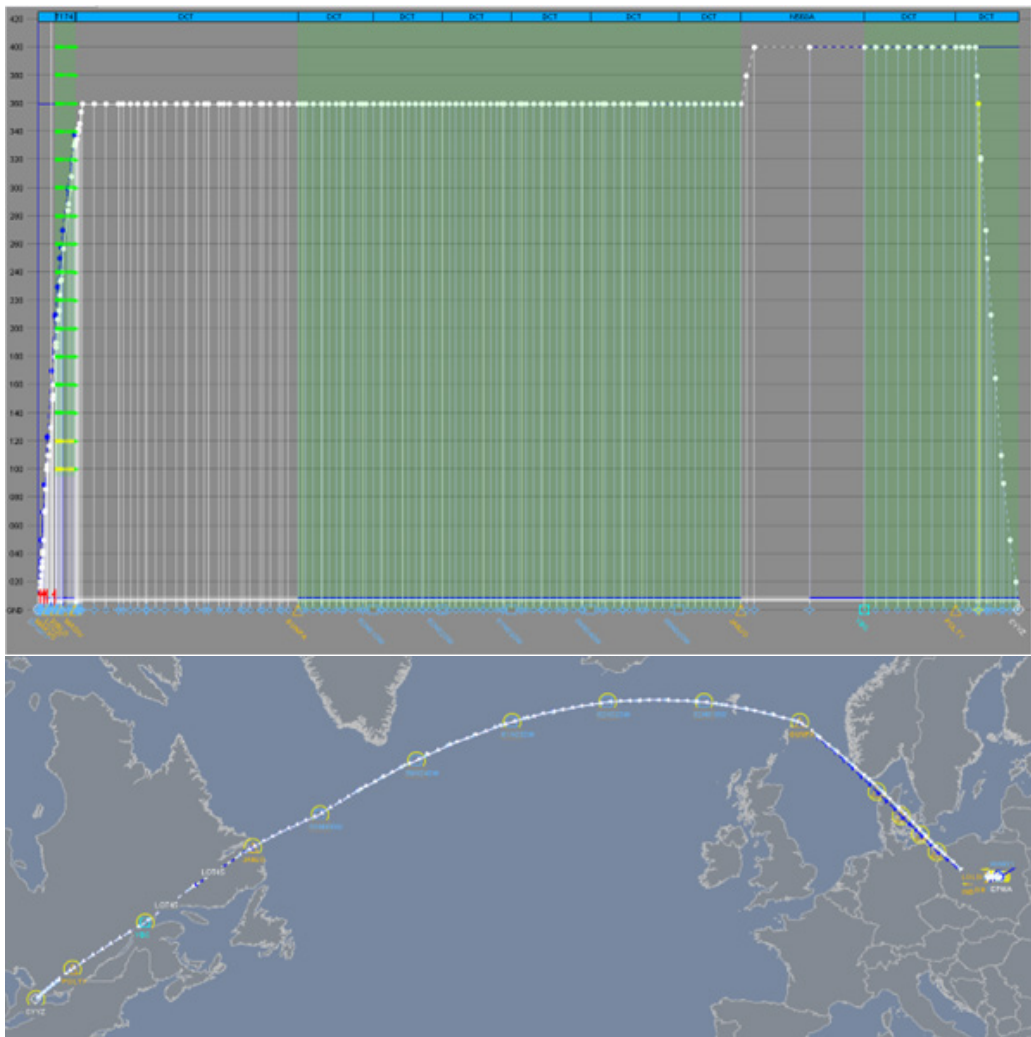
Rys. 1. Sala operacyjna NMOC w EUROCONTROL w Brukseli. Źródło: <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-02/eurocontrol-nm-operations-centre-in-brief-2020.pdf>

Działania Menadżera Sieci, to skomplikowany, ciągły i złożony proces, którego jakość bezpośrednio wpływa na bezpieczeństwo i ekonomikę transportu lotniczego, a także na środowisko naturalne. NMOC planuje ruch dążąc do minimalizacji opóźnień przy jednoczesnym jego wzroście. Działania te opiera na systematycznym i skrupulatnym gromadzeniu danych dotyczących: dostępności przestrzeni powietrznej i planowanych operacji lotniczych.

Proces zarządzania, taktycznie (w dniu operacji), inicjowany jest przez składane na bieżąco plany lotów. Są one gromadzone w centralnej bazie danych. W bazie tej znajdują się również dane dotyczące przestrzeni powietrznej, np. jej struktury (podziału na szereg podprzestrzeni, kaskadowo: FIRy i sektory, strefy), pojemności itd. Zebrane dane są analizowane (wyszukiwanie i poprawianie nieprawidłowości) i porządkowane (chronologicznie i geograficznie). W ten sposób każda z tras lotu, zdefiniowana jako czterowymiarowa trajektoria, zostaje przyporządkowana geograficznie sektorom przez które będzie przebiegać (Rys. 2.). Na tej podstawie powstają uporządkowane chronologicznie zbiorcze listy planów lotów ułożone zgodnie z czasem wejścia do odpowiednich sektorów.

1 - Na temat FMP zob. Safe Sky 1(5)/2019 i 4(4)/2018. W tym artykule przedstawiam funkcjonowanie FMP z nieco innej perspektywy.

Upraszczając, NMOC wstępnie organizuje przepływ ruchu lotniczego w europejskiej przestrzeni powietrznej, tak by w czasie rzeczywistym kontrolerzy ruchu lotniczego wspierani przez służbę zarządzania przepływem byli w stanie obsłużyć bezpiecznie ruch, za który są odpowiedzialni.



Rys. 2. Wizualizacja czterowymiarowej trajektorii lotu. Źródło: The Collaboration Human Machine Interface (CHMI) – EUROCONTROL

Zarządzanie przepływem ruchu lotniczego – lokalnie

Wizualizacja tych danych jest dostępna w czasie rzeczywistym na stanowisku FMP. Są one tam obserwowane w postaci wykresów słupkowych za pośrednictwem systemu komputerowego noszącego nazwę The Collaboration Human Machine Interface (CHMI) – EUROCONTROL (Rys.3.)

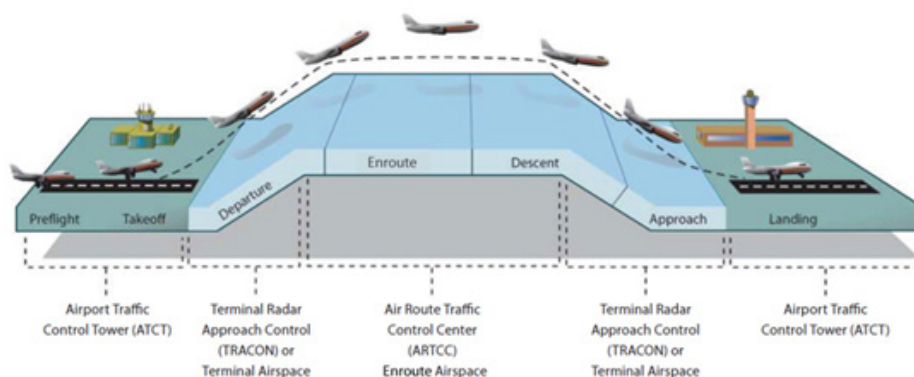


Rys. 3. Interfejs CHMI, obrazujący ilość ruchu lotniczego w poszczególnych sektorach. Źródło: fot. PAŻP [5]

Służba FMP odpowiada za lokalne zarządzanie przepływem ruchu lotniczego. Jest ona operacyjnym łącznikiem między organami kontroli ruchu lotniczego, operatorami statków powietrznych i NMOC. Ogólny cel działania FMP można ująć w dwóch punktach. Jest to równomierne rozłożenie strumieni ruchu lotniczego w przestrzeni powietrznej oraz nie dopuszczanie do przekroczeń pojemności sektorów kontroli. Chodzi zatem o umożliwienie kontrolerom obsłużenia bezpiecznie ruchu, za który są odpowiedzialni.

To po co właściwie są te pojemności?

Omawiana tu kwestia pojemności dotyczy przestrzeni kontrolowanej, czyli takiej, w której zapewniane są służby kontroli ruchu lotniczego. Służby te zostały podzielone zgodnie z obszarami swej działalności. I tak, kontrolerzy wieżowi odpowiadają za ruch na płycie lotniska, a także ruch startujący i lądujący na lotniskach. Kontrolerzy zbliżania odpowiadają za ruch wznoszący po starcie i zniżający do lądowania. A kontrolerzy obszaru za przelot samolotu. Podział ten pokrywa się z fazami lotu samolotu (Rys. 4.).



Rys. 4. Fazy lotu statku powietrznego. Źródło: https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/07_SAT_DEA_App_A.pdf [A. Basic Concepts of Performance Based Navigation (PBN) and Air Traffic Control (ATC), Draft Environmental Assessment for the San Antonio Airspace Modernization Project, October 2022]

Ruch lotniczy

Obszar kontrolowany jest wypełniony głównie przez komunikacyjny ruch lotniczy. Wykonanie lotu w tej przestrzeni wymaga złożenia planu lotu (Flight plan). Trasa w planie lotu jest proponowana przez użytkownika samolotu i wynika z możliwości technicznych samolotów w kolejnych fazach lotu. W celu usprawnienia koordynacji lotów, w przestrzeni zdefiniowane zostały punkty orientacyjne, umożliwiające bliższe określenie trasy samolotu, czyli: punkty nawigacyjne (określone współrzędnymi geograficznymi) i punkty odpowiadające usytuowaniem pomocom radionawigacyjnym (te głównie na skrzyżowaniu dróg lotniczych). Wskazane punkty leżące na granicach sektorów tworzą jego bramy wejściowe i wyjściowe. Nad jednym punktem ziemi znajdować się może równocześnie kilka samolotów na różnych poziomach lotu. Zmiany trasy, poziomu czy kierunku lotu mogą być dokonywane w trakcie jego trwania i mogą powodować, że rzeczywista trajektoria jest inna niż założono w planie lotu. Po skoordynowaniu, lot może się odbywać inną trasą niż planowano. Nie następuje to jednak bezwarunkowo. Zgoda na takie odstępstwo zależy m.in. od zachowania separacji, operacyjnej dostępności przestrzeni i zdolności obsługi ruchu przez odpowiednie służby. Zatem przy korzystnych warunkach atmosferycznych, ruchowych i dostępnej przestrzeni, ruch lotniczy może być dość swobodnie dostosowany do potrzeb przewozowych. Jednak wraz z pogorszeniem tych warunków zmniejsza się również swoboda w kształtowaniu potoku ruchu lotniczego.

Kontrola ruchu lotniczego

Odpowiedzialność za wszystkie samoloty znajdujące się w sektorze kontroli obszaru spoczywa na zespołach kontrolerów ruchu lotniczego (Rys. 5.). Kontroler radarowy (Executive Controller) prowadzi bezpośrednią korespondencję radiową ze statkami powietrznymi w sektorze, za który jest odpowiedzialny. Zapewniając separację realizuje on ogólny plan przygotowany przez kontrolera-koordynatora (Planning Controller).



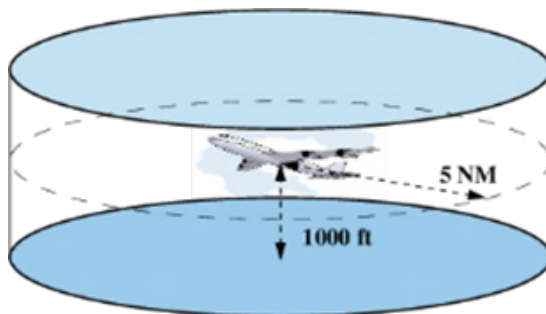
Rys. 5. Kontrolerzy ruchu lotniczego. Źródło: autor

Kontroler radarowy stosując w sposób ciągły radarowe techniki kontroli ruchu lotniczego zapewnia separację i ekonomiczny przelot samolotów w podległej przestrzeni powietrznej. W skupieniu obserwuje i analizuje interaktywną mapę sektora i zobrazowanie ruchu, z których może odczytać niektóre warunki atmosferyczne (np. lokalizację chmur), tożsamość samolotu, jego wysokość, prędkość, kurs, plan lotu itd. Kontroler radarowy utrzymuje z pilotami stałą, dwustronną łączność radiową. Dzięki temu, stosując

odpowiednie przepisy, może on dość swobodnie kształtować i dostosowywać przepływ ruchu w sektorze do panujących w nim warunków.

Opis działania kontrolerów można zamknąć w kilku podstawowych grupach zadań wykonywanych przez nich cyklicznie, tworzących ciąg powtarzalnych i sformalizowanych czynności. Bezpośrednie działanie kontrolera polega na przekazaniu pilotowi instrukcji opisującej konieczne zmiany: kierunku określonego za pomocą kursu geograficznego lub docelowego punktu nawigacyjnego, poziomu lub prędkości lotu. Instrukcje te, o czym była już mowa, muszą być skoordynowane z sektorami, przez które samolot przeleci, zgodnie z przepisami i uwzględniać możliwości techniczne samolotów. Te transmisje i koordynacje zajmują kontrolerowi pewien czas (zajętość kontrolera).

Podstawowym miernikiem jakości pracy kontrolera jest kwestia zachowania przez samoloty minimów separacji. Separacja oznacza odpowiedni odstęp w pionie i w poziomie między samolotami (Rys. 6.). Naruszenie obowiązujących minimów separacji oznacza obniżenie bezpieczeństwa samolotu.



Rys. 6. Wizualizacja. Separacja radarowa ACC w pionie i poziomie. Źródło: https://www.researchgate.net/figure/Vertical-and-horizontal-separation-Another-aircraft-cannot-be-inside-the-cylinder-at-the_fig1_236185563

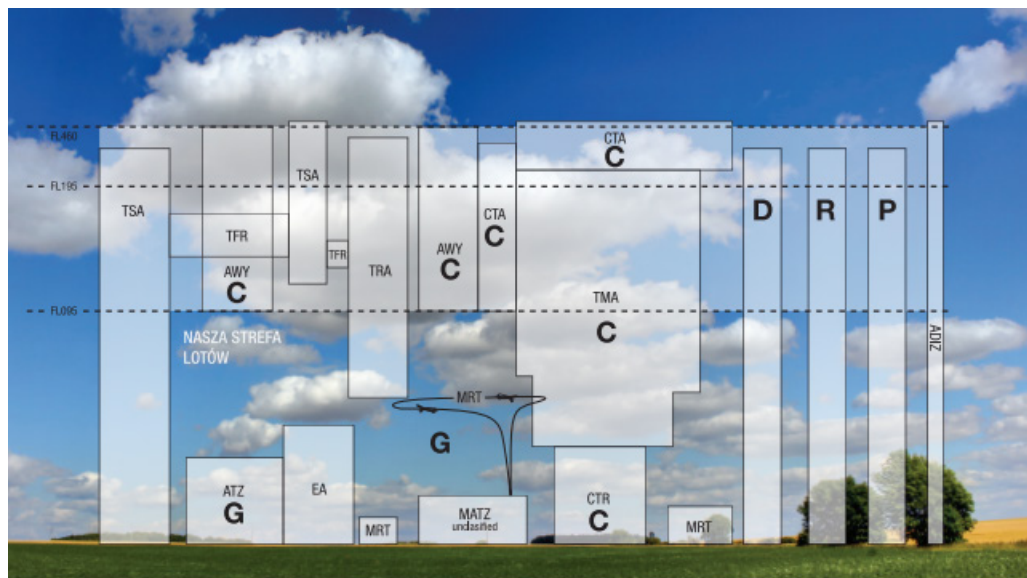
Minimum separacji radarowej w FIR Warszawa (Rys. 6.), wynosi:

- ▶ 5 NM (pozioma),
- ▶ 300 m (1000 stóp) poniżej poziomu lotu FL (Flight Level) 410,
- ▶ 600 m (2000 stóp) na i powyżej FL 410 (pionowa).

Organizacja przestrzeni powietrznej.

Struktura przestrzeni powietrznej jest określona przez stałe i elastyczne elementy (Rys. 7., Tabela 1.), które definiuje koncepcja elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej FUA (Flexible Use of Airspace). Koncepcja ta oparta jest na założeniu, że przestrzeń należy użytkować zgodnie z rzeczywistymi potrzebami. Jej podstawowym celem jest uporządkowanie współpracy między cywilnymi i wojskowymi użytkownikami przestrzeni.

Zasady użytkowania poszczególnych elementów przestrzeni różnią się. Zasadnicza różnica polega na stałym charakterze jednych (co umożliwia planowanie operacji lotniczych) oraz zmiennym charakterze



Rys. 7. Struktura polskiej przestrzeni powietrznej (stałe i elastyczne elementy przestrzeni powietrznej zdefiniowane w koncepcji FUA w polskiej przestrzeni powietrznej).

Źródło: <http://www.latajmybezpiecznie.org>

drugich (co umożliwia ich zamienne, racjonalne wykorzystanie przez lotnictwo cywilne lub wojskowe) przy zastosowaniu koordynacji w czasie rzeczywistym.

ELEMENTY PRZESTRZENI POWIETRZNEJ

STAŁE	ELASTYCZNE
CTR – strefy kontrolowane	CDR – drogi warunkowe
TMA – rejony kontrolowane	TSA – strefy czasowo wydzielone
AWY – sieć dróg lotniczych	TRA – strefy czasowo rezerwowane
P – strefy zakazane	TFR – korytarze dolotowe do TSA
R – strefy ograniczone	EA – strefa ćwiczeń
ATZ – strefy ruchu lotniskowego	MRT – trasy lotnictwa wojskowego
ADIZ – strefa identyfikacji obrony powietrznej	ATZ – strefy ruchu lotniskowego
RMZ – strefa obowiązkowej łączności	MATZ – wojskowe strefy ruchu lotniskowego
	D – strefy niebezpieczne
	RCA – przestrzeń powietrzna o zredukowanej koordynacji

Tabela 1. Zestawienie stałych i elastycznych elementów przestrzeni powietrznej zdefiniowane w koncepcji elastycznego użytkowania przestrzeni powietrznej. Źródło: opracowanie własne

Z punktu widzenia służb zarządzających ruchem lotniczym, tak zdefiniowana przestrzeń może powodować ograniczenie możliwości przepustowych sektora przez zajęcie (wyłączenie) jej fragmentów. Koncepcja FUA pozwala na czasowe zajmowanie takich przestrzeni przez co gdy elementy elastyczne nie są aktywne przepustowość sektora utrzymuje się na maksymalnym poziomie, a dopiero gdy zostaną zamówione (aktywowane) przepustowość sektora może ulec zmniejszeniu. Dlatego, ruch wojskowy (aktywowanie

stref) odbywa się, gdy ruch cywilny jest na niskim poziomie, tak by go nie zakłócał lub czynił to w możliwie minimalnym stopniu. Zatem struktury wydzielone na stałe (elementy stałe), to przestrzenie o stałym przeznaczeniu – niezmiennym sposobie użytkowania. Elementy elastyczne, to takie, które mogą być po uprzednim zamówieniu i uzyskaniu na to zgody czasowo użytkowane jedynie przez zamawiającego, czyli np. lotnictwo wojskowe.

Sektory kontroli ruchu lotniczego – obszar

Aby ułatwić i usprawnić zarządzanie ruchem lotniczym przestrzeń powietrzną dzieli się na szereg mniejszych podprzestrzeni czyli tzw. elementarne sektory kontroli (Rys. 8).



Rys. 8. Elementarne sektory ACC. Źródło: PAŻP: Pionowy Podział Przestrzeni Powietrznej, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej [8]

Elementarne sektory kontroli, to wydzielone przestrzenie, wielościany, o określonych granicach pionowych i poziomych umożliwiające bezpieczny i ekonomiczny przelot samolotów. W zależności od potrzeb mogą w nich być zdefiniowane odpowiednie stałe i elastyczne elementy przestrzeni. Dodatkowo sektory elementarne mogą być dzielone na dwie warstwy, górną i dolną² (Rys. 9.).

Granice sektorów nie są ustalane w sposób przypadkowy. Powinny one odzwierciedlać:

- ▶ główne kierunki przepływów strumieni ruchu w sektorze;
- ▶ strukturę wewnętrzną sektora, czyli liczebność i usytuowanie względem siebie stałych i elastycznych elementów przestrzeni;

² - Niedawno pojawiła się możliwość podziału na trzy warstwy dwóch sektorów położonych w południowo-wschodniej Polsce. Prace nad rozszerzeniem tego podziału na pozostałą część polskiej przestrzeni powietrznej trwają.



Rys. 9. Podział pionowy przestrzeni. Źródło: PAŻP: Pionowy Podział Przestrzeni Powietrznej, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej [8]

- ▶ spostrzeżenie, że przestrzeń o mniejszej powierzchni i skomplikowaniu (przede wszystkim chodzi tu o rodzaj i liczbę skrzyżowań dróg lotniczych, upraszczając, im ich mniej tym lepiej) powinna mieć większą przepustowość, bo wymaga mniej interwencji kontrolera.

W pewnym uproszczeniu chodzi o to, że przestrzenie o małej powierzchni i skomplikowaniu (np. jedno skrzyżowanie lub jego brak) wymagają od kontrolera średnio mniej czasu na obsługę jednego samolotu by bezpiecznie kierować ruchem. Często ruch jest tam tak komponowany, że wchodząc do sektora ma już parametry, które będzie w nim utrzymywał. Wtedy czas poświęcony przez kontrolera jest minimalny. Taką minimalistyczną strukturą powinny odznaczać się sektory elementarne. Warto jeszcze nadmienić, że łączna przepustowość dwóch mniejszych sektorów będzie większa niż przepustowość powstałego z ich połączenia większego sektora.

No dobrze ale co z tego wynika?

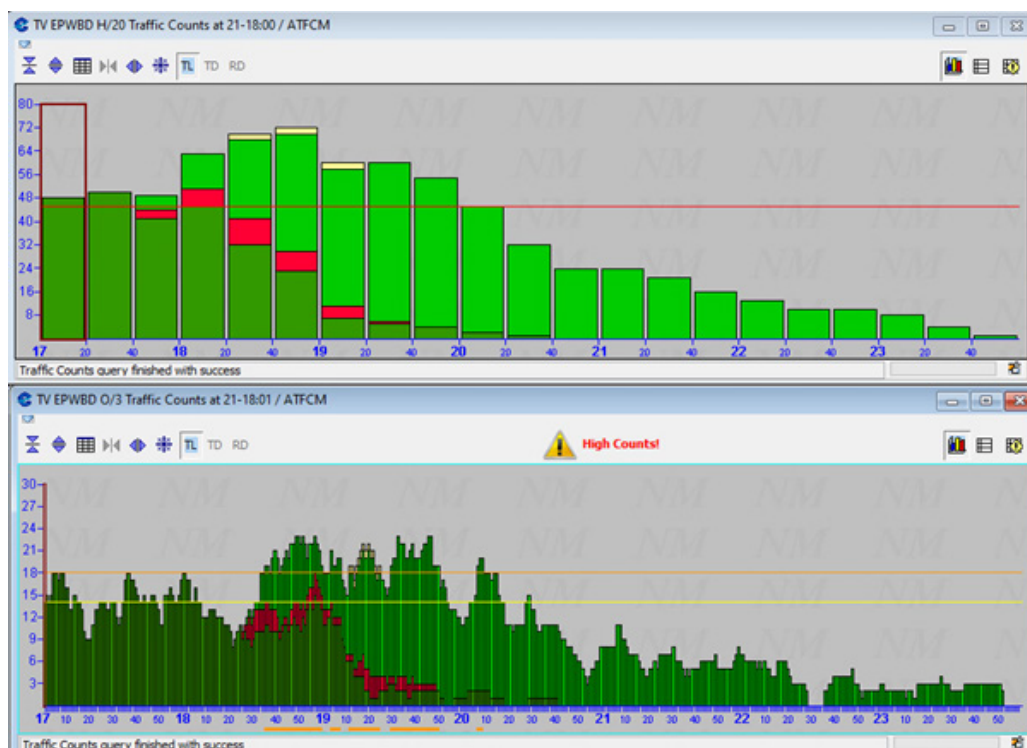
Powyższy opis uświadamia jak skomplikowanym środowiskiem jest system zarządzania ruchem lotniczym. Proces efektywnego zarządzania przepływem ruchu lotniczego zależy od przepustowości poszczególnych obszarowych sektorów kontroli. Zarządzanie przepustowością zależy z kolei od czynnika ludzkiego, a dokładniej od obciążenia pracą kontrolera ruchu lotniczego. Obciążenie to przelicza się na liczbę samolotów, którą może on bezpiecznie obsłużyć. Przepustowość jest tu rozumiana jako liczba samolotów, które mogą bezpiecznie wejść do sektora w określonej jednostce czasu (najczęściej w ciągu godziny). Występowanie sektorów o obniżonej przepustowości powoduje konieczność podejmowania działań, których negatywnym skutkiem jest wydłużenie czasu podróży dla pasażerów oraz zwiększeniem kosztów przelotu dla przewoźników (opóźnienia, dłuższa trasa). Z drugiej strony niewykorzystane możliwości przepustowe (ruch o mniejszej wartości niż przepustowość sektora) również wpływa negatywnie na ekonomię zarządzania przepływem ruchu lotniczego. Występuje zatem powszechne dążenie do zwiększenia zdolności przepustowych sektorów (adekwatnego do możliwości ich wypełniania ruchem), a także jej

zbalansowania w obszarze odpowiedzialności. Dąży się do takiego kształtowania strumieni, by w sposób zrównoważyły wypełniały one sektory ruchu lotniczego. Tak by nie tworzyć spiętrzeń (przekroczeń pojemności), ale też nasycić przestrzeń odpowiednią (możliwie dużą) i równomierną liczbą samolotów. Należy przy tym pamiętać, że nadmierne obciążenie jednego sektora może mieć negatywny wpływ na wielkość ruchu w sektorach sąsiednich. Ze względu na to, że przestrzeń powietrzna podzielona na sektory tworzy system naczyń połączonych, wydarzenia mające miejsce w jednym z nich bezpośrednio wpływają na pozostałe sektory, szczególnie te położone najbliżej – graniczące.

Zatem pojemności, a właściwie liczbowe wskaźniki opisujące możliwości przepustowe przestrzeni powietrznej umożliwiają służbie FMP i NMOC efektywne i adekwatne do panujących warunków i potrzeb zarządzanie strumieniami ruchu lotniczego. Co w tym przypadku oznacza ekonomiczny i bezpieczny przepływ strumieni ruchu lotniczego. Wartości te stanowią po prostu dobry i dość prosty do zastosowania punkt odniesienia umożliwiając tym służbom wybór właściwego sposobu działania.

Operacyjne zarządzanie pojemnościami

Jest to pole działania służby FMP. W tym działaniu punktem odniesienia dla FMP są wskaźniki oparte na natężeniu ruchu. Rysunek 10. przedstawia wizualizację aktywnych (otwartych) sektorów, którą FMP obserwuje na bieżąco. Każdy z kolejnych słupków przedstawionych w górnej połowie Rys. 10. pokazuje liczbę samolotów wchodzących w jednostce czasu (czyli przez godzinę) do obserwowanego sektora (tzw. Traffic Load). Aby uchwycić trend towarzyszący wzrostom lub spadkom natężenia ruchu kolejne słupki nakładają się na siebie czasowo (rolowanie). Zatem pierwszy słupek przedstawia liczbę samolotów wchodzących do



Rys. 10. Wizualizacja natężenia ruchu w sektorach ACC obserwowana przez FMP. Źródło: The Collaboration Human Machine Interface (CHMI) – EUROCONTROL

sektora między: 17:00 a 18:00, kolejny: 17:20-18:20, następne: 17:40-18:40, 18:00-19:00 itd. Czerwona linia to deklarowana pojemność sektora.

Każdy z przedstawionych w dolnej połowie Rys. 10. słupków pokazuje sytuację ruchową w tym samym sektorze, w tym samym okresie. Tu jednak każdy słupek oznacza liczbę samolotów będących w sektorze „na łączności”, w jednej minucie (tzw. Occupancy). Czyli pierwszy słupek: 17:00, kolejny 17:01, następne, 17:02, 17:03 itd.

Na stanowisku FMP jest jeszcze jedna aplikacja (TCT - Traffic Complexity Tools, opisana w Safe Sky Nr 1(17)/2022 [6]) umożliwiająca zarządzanie strumieniami ruchu lotniczego. Jej sposób działania opiera się na ocenie czasu potrzebnego kontrolerowi na wykonanie wszystkich niezbędnych zadań (obciążenie kontrolera, tzw. workload). Narzędzie zbiera dane z różnych źródeł i tworzy szybką symulację w celu wykrycia konkretnych zdarzeń (np. konfliktów, lotów przez obszary zastrzeżone lub zjawisk pogodowych, odlatujących i przylatujących samolotów itp.). Zdarzenia te są następnie przetwarzane na ilość czasu potrzebną do wykonania niezbędnych działań przez kontrolera. Wartości te są następnie sumowane i wizualizowane w postaci słupków (Rys. 11, [6]).



Rys. 11. Wizualizacja obciążenia pracą kontrolera w TCT. Źródło: TCT, Traffic Complexity Tools; [6]

Metoda uwzględnia znaczną liczbę czynników (np. pogodę, działania wojskowe, pionowe profile lotu, lokalne procedury itp.), dzięki czemu tworzy bardzo dokładną prognozę. Ta zaleta może jednak okazać się i wadą tej metody. Prognoza jest tak dokładna, jak jej dane wejściowe. Dlatego błędne (lub brakujące) szacunki, prognoza pogody itp. spowodują niedokładną ocenę sytuacji.

Zatem, gdy przekroczona zostanie wartość graniczna natężenia ruchu (spodziewane jest zbyt duże obciążenie pracą kontrolera), FMP wprowadza działania zapobiegawcze. Podejmując decyzje, służba ta, opiera się na przewidywanej wielkości ruchu (intensywności zgłoszeń) oraz wiedzy o innych czynnikach takich jak obsada kontrolerów ruchu lotniczego (ile można otworzyć sektorów), warunki atmosferyczne itd. Początkowo sprawdzane są możliwości działań, które nie będą bezpośrednio wpływały na ograniczenie ruchu. Polegają one na podziale przestrzeni lub jej rekonfiguracji. Powoduje to aktywowanie sektorów

w granicach, dla których natężenie ruchu pozostaje na poziomie akceptowalnym. Chodzi o wspomniane już balansowanie, by strumienie przepływające przez odpowiednio skonfigurowane sektory były dostosowane do możliwości przepustowych tych sektorów. Otwieranie (aktywowanie) lub zamykanie (łączenie/dzielenie) sektorów powinno ściśle odpowiadać zapotrzebowaniu w ruchu lotniczym. Chodzi bowiem o osiągnięcie jak największej efektywności w wykorzystaniu dostępnych zasobów.



Rys. 12. Przykładowe konfiguracje stosowane w polskiej przestrzeni powietrznej. Źródło: PAŻP: Pionowy Podział Przestrzeni Powietrznej, Polska Agencja Żeglugi Powietrznej [8]

Gdy takie działanie nie jest możliwe, w ostateczności FMP za pośrednictwem Menadżera Sieci, nakłada tzw. regulacje polegające na zatrzymaniu samolotów na ziemi (ograniczaniu możliwości wlotu samolotów do sektora przez opóźnienie pewnej ich liczby, przez co wchodzą później, gdy w sektorze nie ma już przekroczeń) lub zmianach w planach lotu (np. zmiana trasy lub poziomu, ominięcie zatłoczonej przestrzeni). Regulacje, w przestrzeni europejskiej, przedstawia Rys. 13. Regulacje oznaczają wzrost kosztów operacji lotniczych (ma to wpływ na budżety operatorów lotniczych ale też np. na środowisko naturalne).

Następnie FMP monitoruje rozwój sytuacji w celu upewnienia się, że zastosowane przedsięwzięcia powodują pożądaną efekt. W razie potrzeby podejmowane są działania korygujące. Ponieważ dąży się do zmniejszenia opóźnień i pełnego wykorzystania dostępnych przestrzeni pojawiają się z czasem możliwości modyfikacji poszczególnych planów lotów z poziomu FMP – NMOC – AO (Aircraft Operator – Operatorzy lotniczy, czyli przedstawiciele linii lotniczych).

Jeśli liczba planów lotów nie przekracza w jednostce czasu przepustowości przestrzeni, to ostateczne działania, czyli bieżące rozwiązywanie konfliktów między samolotami, jeśli są potrzebne, pozostawiane są kontrolerom, którzy na bieżąco, ostatecznie formują strumienie ruchu.

Czym właściwie są te pojemności? Jak się je definiuje?

Deklarowana pojemność (przepustowość), to miara możliwości systemu ATC do obsłużenia samolotów. Zazwyczaj wyrażana liczbą samolotów wlatujących do określonej przestrzeni powietrznej w zadanym czasie. Jest to wartość, która w CHMI jest oznaczona czerwoną linią (wyżej była już o tym mowa).



Rys. 13. Wizualizacja regulacji wprowadzonych w europejskiej przestrzeni powietrznej. Źródło: NOP Portal [<https://www.public.nm.eurocontrol.int/PUBPORTAL/gateway/spec/index.html>]

Deklarowane pojemności są pewnymi wartościami średnimi, uzyskanymi podczas czasochłonnego procesu badawczego, symulacji. Wartości te uwzględniają różne warunki panujące w sektorach. Są one również funkcją zajętości kontrolerów ruchu lotniczego.

Można jeszcze zdefiniować bieżącą (rzeczywistą dla danego momentu) pojemność sektora obszaru. Opisuje ją liczba samolotów przebywających w sektorze w jednostce czasu (najczęściej w ciągu godziny). Wynika ona z tego, że na sektory oddziałują różne czynniki powodując bieżące zmiany, wahania wartości pojemności. Ta „chwilowa” przepustowość może być różna od deklarowanej, np. ze względu na wystąpienie trudnych warunków atmosferycznych (chmura CB).

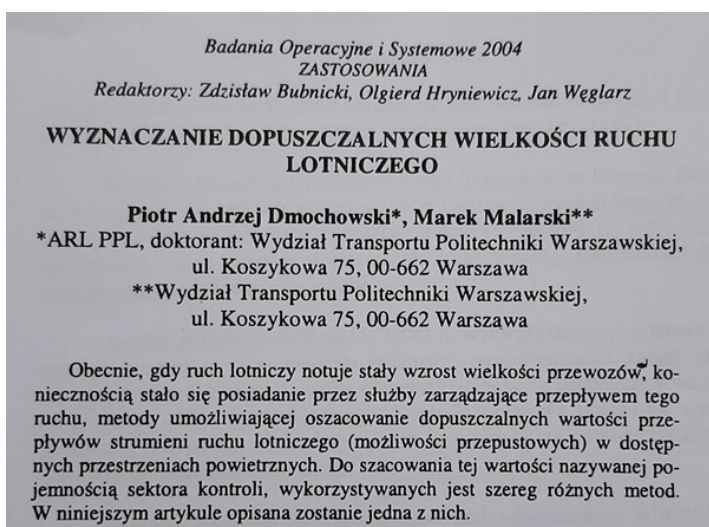
Pojemność sektorów kontroli ruchu lotniczego a bezpieczeństwo ruchu lotniczego

W tym miejscu należy już tylko postawić przysłowiową „kropkę nad i” podsumowując poczynione wyżej spostrzeżenia. Liczbowy wskaźnik określający pojemności sektorów kontroli ruchu lotniczego jest praktycznym narzędziem umożliwiającym efektywne i bezpieczne zarządzanie przepływem ruchu lotniczego. Jest to również niewątpliwie jeden z kluczowych wskaźników wykorzystywanych podczas zarządzania ruchem lotniczym. Odnosi się on do zdolności danej przestrzeni do obsługi określonej liczby samolotów w pewnym czasie. Właściwie zdefiniowane wartości pojemności sektorów kontroli umożliwiają bezpieczne i efektywne zarządzanie ruchem. Natomiast niewłaściwe wyznaczenie pojemności prędzej czy później doprowadzi do poważnych problemów. Nie chodzi tu tylko o kwestię przeciążenia pracą kontrolerów co ostatecznie musi spowodować poważniejsze incydenty w ruchu lotniczym ale też stałe przekroczone pojemności sektorowych skutkujące ciągłymi opóźnieniami samolotów w krytycznych przypadkach prowadzącymi nawet do dezorganizacji siatek połączeń operatorów lotniczych. Dla pasażerów będzie to oznaczało ogromne utrudnienia w przemieszczaniu się (opóźnienia lotów). Dlatego niezbędne jest ciągłe monitorowanie i ocena pojemności sektorów kontroli i natychmiastowe reagowanie na każde niepokojące zdarzenie. Konieczne jest także prowadzenie ciągłych prac nad zwiększeniem możliwości przepustowych przestrzeni powietrznej.

Bezpieczeństwo musi stanowić priorytet dla zarządzających przepływem ruchu lotniczego, a pojemności grają tu kluczową rolę. By strumienie ruchu lotniczego przepływały przez przestrzeń powietrzną w sposób bezpieczny konieczne jest optymalne wykorzystanie przestrzeni powietrznej. Szczególnie poprzez unikanie przekroczeń pojemności i minimalizowanie ryzyka zaniżeń separacji w ruchu lotniczym a także odpowiednie przygotowanie struktury przestrzeni powietrznej, przepisów w niej obowiązujących i stałe utrzymywanie wysokiego poziomu umiejętności (kompetencji) służb ruchu lotniczego. Równie ważne jest optymalne wykorzystywanie systemów ATC. Poprzez stałe monitorowanie ruchu lotniczego w czasie rzeczywistym (kontrola trajektorii lotu, utrzymanie separacji itd.) i utrzymanie wysokiej bezawaryjności i wydajności systemów, umożliwia się sprawną komunikację i koordynację między kontrolerami i użytkownikami przestrzeni. Bowiern efektywna komunikacja jest kluczowa dla uniknięcia błędów, a przez to zapewnienia bezpieczeństwa.

ANEKS – Trochę historii (pracę badawcze nad pojemnościami w PPL i PAŻP)

Już dobrze przez ponad trzy dekady ośrodki akademickie i badawcze prowadzą badania nad uniwersalną metodą umożliwiającą szacowanie pojemności sektora kontroli ruchu lotniczego obszaru. Nie jest to zadanie proste, bowiem stały i szybki postęp techniczny skutkuje ciągłym udoskonalaniem środowiska pracy kontrolerów ruchu lotniczego. Powoduje to powstawanie zupełnie nowej jakości pracy systemów kontroli, nieuwzględnionych we wcześniejszych metodach szacowania. Ogólnie jednak metody szacowania opierają się na spostrzeżeniu, że zdolność przepustowa systemu służb kontroli ruchu lotniczego zależy przede wszystkim od zdolności przepustowej najbardziej ograniczającego elementu systemu. Centralnym punktem i „wąskim gardłem” systemu sterowania ruchem lotniczym, pozostaje kontroler ruchu lotniczego. Ograniczeniem jest zajętość wynikająca z konieczności wykonywania przezeń szeregu czynności (stała łączność z samolotami, przewidywanie sytuacji ruchowej itd.). Jeśli wielość tych czynności zaczyna przekraczać granice pojemności pamięci i podzielności jego uwagi, to rośnie prawdopodobieństwo, że jego decyzje mogą nie zapewniać pełnego bezpieczeństwa lotów. Jest rzeczą naturalną, iż duży ruch powoduje większą zajętość kontrolera. Jest również oczywiste, że nadmierne zwiększenie wielkości ruchu może spowodować, że wymagania dotyczące bezpieczeństwa nie będą zachowane.



Rys. 14. Wyznaczanie dopuszczalnych wielkości ruchu lotniczego. Źródło: [4]

W roku 2004 zostałem wyznaczony przez ówczesne kierownictwo PPL do oszacowania pojemności sektorów kontroli obszaru wpisując się tym samym w opisany wyżej trend badań nad tym zagadnieniem. Badania powtórzyłem w roku 2015 (już w PAŻP). Zarówno 2004 jak i 2015 roku samodzielnie przygotowałem i przeprowadziłem cały proces badań zmierzających do oszacowania przepustowości polskiej przestrzeni powietrznej. Procedowałem wszystkie etapy tych badań, począwszy od opracowania koncepcji badań, przez ich przygotowanie, organizację i realizację, skończywszy na zebraniu wyników i ich weryfikacji. Wartości uzyskane w tych badaniach zostały później przyjęte do operacyjnego zarządzania przepływem ruchu lotniczego w FIR Warszawa. Przyjęta metoda opisana została w artykule [4].

Dodatkowo w 2017 roku uczestniczyłem w badaniu szacowania przepustowości sektorów obszaru w FIR Warszawa metodą CAPAN (ATC Capacity Analyser Tool), zalecaną przez EUROCONTROL do badań w regionie europejskim.

Zamiast bibliografii

Treści przedstawione w artykule opierają się przede wszystkim na moim wieloletnim doświadczeniu praktycznym, zawodowym (jako operatora FMP) ale są wzbogacone o moją wiedzę pozyskaną podczas badań, teoretyczną (naukową, analityczną). Problem ten najszerzej opisałem w opracowaniu (napisanym pod kierunkiem Pana Profesora Jacka Skorupskiego z Wydziału Transportu Politechniki Warszawskiej):

[1] Dmochowski P. A., Płynność ruchu lotniczego w obszarowym sektorze kontroli, Warszawa 2022
Tu znajduje się bogata literatura opisująca poruszane tu zagadnienia.

Uzupełniająco korzystałem z portali internetowych, z których szczególnie pragnę polecić:

[2] <https://www.eurocontrol.int/>
[3] <https://skybrary.aero/>

Na zakończenie wypada podać jeszcze odniesienie bibliograficzne do wskazanego w Aneksie artykułu:

[4] Dmochowski P. A. Malarski M., Wyznaczanie dopuszczalnych wielkości ruchu lotniczego, w: Badania operacyjne i systemowe 2004. Zastosowania, Warszawa 2004, s. 329–340

I artykułów powołanych w niniejszym studium a zamieszczonych w Safe Sky:

[5] Górecki M., Flow – Zarządzanie pojemnością i przepływem ruchu lotniczego (część 1), Safe Sky 4(4)/2018, s. 4-10
[6] Górecki M., Flow – Zarządzanie pojemnością i przepływem ruchu lotniczego (część 2), Safe Sky 1(5)/2019, s. 4-10
[7] Kalita H. Kinowski A., Równoległa, wirtualna rzeczywistość kontroli ruchu lotniczego wspiera personel operacyjny, Safe Sky Nr 1(17)/2022, s. 30–36

Polecam również ciekawy w kontekście poruszanych tu zagadnień film:

[8] <https://www.youtube.com/watch?v=n76j6rBPq4I>



Piotr Andrzej Dmochowski

Operator FMP
Slot Koordynator dla Portu Lotniczego Kraków Balice

Inżynier z wieloletnim doświadczeniem w PAŻP. Zainteresowania badawcze: przepustowość przestrzeni powietrznej, płynność ruchu lotniczego i zarządzanie przepływem ruchu lotniczego.

SAFE SKY

Biuletyn Bezpieczeństwa
Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej

PANSA

Polska Agencja Żeglugi Powietrznej

ul. Wieżowa 8
02-147 Warszawa
tel. +48 22 574 67 28
www.pansa.pl