

SAFE SKY



Biuletyn Bezpieczeństwa Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej

Nr 1(17) / 2022



W trosce o bezpieczeństwo

W numerze:

➤ Wiatraki

➤ Włodzimierz
Gedymin

➤ Przestrzeń APP
Warszawa

➤ TCT

Szanowni Państwo,

Przekazujemy w Państwa ręce kolejny, siedemnasty numer kwartalnika bezpieczeństwa Safe Sky. Mamy nadzieję, że poruszone w nim tematy okażą się dla Państwa interesujące.

Numer otwieramy artykułem Pawła Szpakowskiego na temat wpływu farm wiatrowych na bezpieczeństwo ruchu lotniczego. W pierwszej chwili można pomyśleć, że temat dotyczy wyłącznie lekkich samolotów lotnictwa ogólnego kluczących pomiędzy wiatrakami. Okazuje się jednak, że wirujące łopaty wiatraków mogą mieć wpływ również na lotnictwo komercyjne na dużych wysokościach. Dzieje się to za sprawą zakłóceń i odbić jakie mogą zostać wygenerowane w systemie radarowym.

Dla sprawnego wykonania swojego zadania, „Papuga” potrzebuje dobrego pilota. Takim właśnie był Włodzimierz Gedymin – pilot myśliwski z czasów II Wojny Światowej mający na koncie 3½ zwycięstwa w powietrzu. Dariusz Krzowski w swoim artykule przybliży jego sylwetkę i życiorys, jako jednego z pierwszych pilotów inspekcji lotniczej.

W Rejonie Informacji Powietrznej Warszawa stale zachodzą zmiany. TMA Warszawa nie jest wyjątkiem. Bartosz Szymczak i Mateusz Ogonowski przybliżą ostatnie modyfikacje procedur obowiązujących KRL warszawskiego zbliżania oraz opowiedzą, jak wygląda obecnie podział przestrzeni.

Wprowadzanie nowych elementów przestrzeni i procedur musi być poprzedzone szczegółowymi analizami. Bardziej dokładne modelowanie przepływu ruchu lotniczego pozwoli na lepsze dopasowanie proponowanych zmian do potrzeb użytkowników. Takim narzędziem analitycznym jest Traffic Complexity Tool, o którym opowiedzą Hanna Kalita i Artur Kinowski.

Zapraszamy do lektury.
Biuro Bezpieczeństwa



POLSKA AGENCJA ŻEGLUGI POWIETRZNEJ
POLISH AIR NAVIGATION SERVICES AGENCY

www.pansa.pl

Spis treści

Wpływ farm wiatrowych na bezpieczeństwo ruchu lotniczego **4**

Paweł Szpakowski

Włodzimierz Gedymin - jeden z pierwszych pilotów „Papugi” Inspekcji Lotniczej **14**

Dariusz Krzowski

Przestrzeń TMA Warszawa **20**

Bartosz Szymczak i Mateusz Ogonowski

Równoległa, wirtualna rzeczywistość kontroli ruchu lotniczego wspiera personel operacyjny **30**

Hanna Kalita i Artur Kinowski



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

Biuro Bezpieczeństwa (AS)

Redakcja i opracowanie:
Dział Monitoringu i Przeglądów Bezpieczeństwa
Biuro Bezpieczeństwa

Autor zdjęcia na okładkę: Piotr Bożyk, Dział Komunikacji
Opracowanie graficzne: Adam Karbowski / 13th Floor - studio
Skład i łamanie: ADV Reklamieści

Polska Agencja Żeglugi Powietrznej
www.pansa.pl

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

Wpływ farm wiatrowych na bezpieczeństwo ruchu lotniczego



Paweł Szpakowski

W celu ograniczenia negatywnych zmian klimatycznych na świecie pracuje się nad produkcją energii ze źródeł odnawialnych. Jednym ze sposobów jest pozyskiwanie elektryczności z wiatru. Energia taka, choć uważana za ekologicznie czystą, nie jest jednak całkowicie wolna od oddziaływań na środowisko. Farmy turbin wiatrowych, składające się niejednokrotnie nawet z dziesiątek sztuk wiatraków, choć coraz częściej wpisują się w krajobraz, mogą mieć szkodliwy wpływ na działanie systemów wykorzystywanych między innymi w zarządzaniu ruchem lotniczym. Tym samym, gdy są umieszczone zbyt blisko lotnisk i tras lotów, mogą stwarzać zagrożenia dla operacji lotniczych.



Fot. 1. Farmy wiatrowe to także przeszkody lotnicze, źródło: pixibay.com

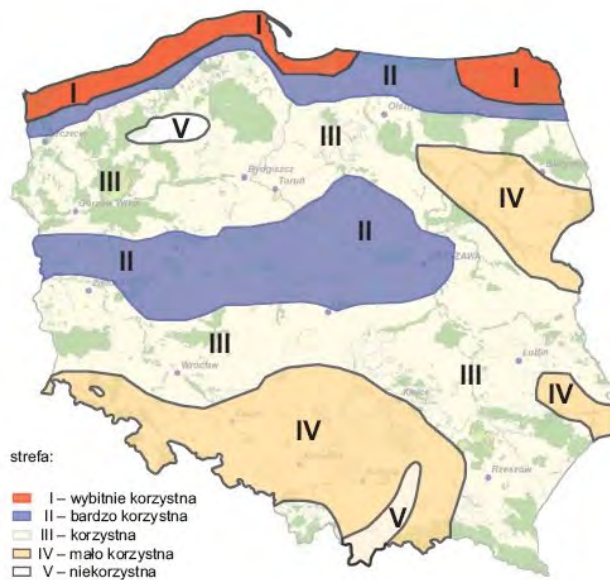
Typowa współczesna siłownia wiatrowa składa się z trójłopatowego wirnika, osadzonego na poziomym wale, zamontowanym w konstrukcji gondoli. Wirnik, poprzez zestaw przekładni, napędza generator wytwarzający energię elektryczną. W piąście wirnika umieszczony jest, sterowany komputerowo, serwomechanizm pozwalający na optymalne ustawianie kąta na-

chylenia łopat w zależności od prędkości wiatru. Cała gondola ma możliwość obracania się wokół osi pionowej, aby zawsze mogła ustawić turbinę pod wiatr. Łopaty wirnika zwykle wykonane są z materiałów kompozytowych, takich jak włókna szklane lub węglowe, zatopione w żywicy poliestrowej lub epoksydowej. Dzięki temu są względnie lekkie, a przy tym mocne i stabilne. Starsze turbiny wiatrowe budowało się z innych materiałów, takich jak stal czy aluminium. Wieże wsporcze mogą być z betonu, siatki stalowej lub stali rurowej, z czego ten ostatni jest preferowanym rozwiązaniem dla dzisiejszych dużych turbin. Generator wraz wirnikiem to najważniejsze elementy elektrowni wiatrowej. Ich parametry decydują o właściwościach całej siłowni, a w szczególności o mocy i maksymalnej prędkości obrotowej. Od wielkości wirnika zależą gabaryty całego urządzenia. Na tej podstawie dobierane są rozmiary kolejnych elementów turbiny, jak generator, przekładnie oraz wysokość wieży. To one w następstwie powodują określone, niekorzystne oddziaływania na otoczenie. Posiadanie większych wirników pozwala na generowanie większej ilości energii elektrycznej przez turbinę przy mniejszych prędkościach wiatru. Ponieważ koszty związane z budową turbiny wiatrowej tylko nieznacznie wzrastają wraz z rozmiarem, ekonomia zachęca do budowy coraz większych obiektów. Obecne urządzenia o największej mocy, rzędu kilkudziesięciu megawatów (MW), mają wirniki o średnicy nawet 130 metrów, a wysokość ich wież to ponad 200 metrów. Tym samym, całość konstrukcji najnowszych turbin wiatrowych sięga nawet 350 metrów nad poziomem gruntu. Jako przeszkody terenowe o znacznych rozmiarach, mogą stwarzać zagrożenie kolizji z nimi dla statków powietrznych operujących na małych wysokościach, a także oddziaływać niekorzystnie na elementy infrastruktury CNS (ang. Communication, Navigation, Surveillance) wykorzystywanej przez służby ruchu lotniczego.

Ponieważ to od częstości występowania wiatru i jego siły głównie zależy wydajność elektrowni wiatrowych, buduje się je w miejscach, w których prędkość ruchu powietrza i powtarzalność jego występowania są optymalne. W Polsce najbardziej korzystne warunki wiatrowe są w pasie nadmorskim i na Suwalszczyźnie, ale postęp technologiczny umożliwia realizację bardzo opłacalnych inwestycji wiatrowych również w innych rejonach kraju. Coraz większym zainteresowaniem inwestorów cieszą się także Podlasie, Małopolska czy Dolny i Górny Śląsk. Patrząc na mapę Polski około 3/4 terenu ma dobre i bardzo dobre strefy energetyczne, czyli to tam w dużej ilości można spodziewać się farm wiatrowych. To z kolei przekłada się na wielkość obszarów, na których mogą pojawiać się problemy dla awiacji.

Przyjętą praktyką przy budowie farm wiatrowych jest lokalizacja turbin wiatrowych w rzędach prostopadłych do przeważającego kierunku wiatru. Turbiny są rozmieszczane w odległościach od trzech do pięciu średnic wirnika w rzędzie i od pięciu do dziesięciu średnic wirników między rzędami. Uwzględniany jest również wpływ ukształtowania terenu. Ponieważ prędkość wiatru jest większa na większych wysokościach, a także nabiera siły, gdy powietrze jest wypychane w górę po stronie dowietrznej wzgórza, turbiny wiatrowe, gdzie tylko jest to możliwe, znajdują się na szczytach wzniesień lub grzbietów.

Gdy łopaty turbin obracają się, aby generować prąd, tworzą w swoim otoczeniu zawirowania powietrza, czyli czynnika, który je napędza. Im większa prędkość obrotowa, tym wpływ ten jest większy. Dla dużych, ciężkich samolotów taka turbulencja nie jest istotnym zagrożeniem przy realizacji typowych operacji. Jednak dla małych i lekkich samolotów oraz śmigłowców przejście w pobliżu poruszających się turbin wprowadza niebezpieczeństwo utraty stabilności, a w konsekwencji lot może zakończyć się nawet katastrofą. Zatem należy brać pod uwagę



Fot. 2. Strefy energetyczne wiatru w Polsce, źródło: ze zbiorów autora

odległości przelotów w rejonach występowania turbin wiatrowych. Nadal jednoznacznie nie określono, jaka jest bezpieczna odległość dla samolotów, aby uniknąć turbulencji spowodowanych przez działające wiatraki. Szacunki wskazują sześć-ośmiokrotność średnicy turbiny i z takim odsunięciem powinny omijać się obracające wirniki.



Fot. 3. Zawirowania powietrza tworzone za poruszającymi się turbinami wiatrowymi, źródło: ze zbiorów autora

Uznaje się, że turbiny wiatrowe nie przekazują ani nie emitują do otoczenia innych zakłóceń niż generowanie szumu tła, podobnego do wszelkich nienadających urządzeń elektrycznych. Fizyczne właściwości turbin powodują jednak możliwy wpływ na wydajność systemów radarowych, radionawigacyjnych i łączności wykorzystywanych do zabezpieczania ruchu lotniczego. O stopniu oddziaływania w głównej mierze decyduje usytuowanie, zwłaszcza oddalenie od wiatraków. Im bliżej urządzeń znajdują się farmy turbin tym bardziej wzrasta ryzyko zakłócenia poprawnego formowania sygnałów nawigacyjnych, ograniczenia możliwości pracy radarów, prowadzenia łączności radiowej. Istnieją dwa podstawowe efekty działania turbin, które niekorzystnie wpływają na efektywne wykorzystywanie radarów znajdujących się w ich pobliżu. Są to odbicia wiązki radaru od innych obiektów znajdujących się w promieniu działania oraz maskowanie, czyli rzucanie cienia, na wiązkę radarową powracającą po zlokalizowaniu statków powietrznych znajdujących się za przeszkodą. Powszechnie w kontroli ruchu lotniczego wykorzystywane są dwa rodzaje radarów - pierwotny (PSR) i wtórny (SSR). Radar działa na zasadzie emisji energii elektromagnetycznej oraz wykrywania obecności i charakteru echa powracającego od wykrywanych obiektów. Porównanie odebranego sygnału z wyemitowanym daje informację o celu, jego lokalizacji, rozmiarze i ewentualnym ruchu względem radaru. PSR nie rozróżnia rodzajów obiektów, jego energia odbija się od każdej powierzchni napotkanej po drodze. W przypadku radarów SSR stacja naziemna emituje, poprzez wiązkę kierunkową anteny obrotowej impulsy z zapytaniami o dodatkowe parametry poruszających się obiektów, między innymi wysokość. Kiedy wiązka energii radaru skierowana jest w stronę samolotu, zainstalowany w nim tzw. transponder, przekazuje odpowiedź. Radary działają na wysokich częstotliwościach i dlatego w celu pomyślnego wykrycia obiektów istotna jest bezpośrednia, niezakłócona linia celowania anteny w stronę obiektu. Wynika z tego, że wszelkie przeszkody naturalne lub sztuczne, leżące między radarem a celem spowodują efekty zakłócające. Mogą one różnić się, w zależności od wymiarów obserwowanych obiektów, rodzaju radaru i usytuowania w przestrzeni. Zdolność obiektu do przechwytywania i zwracania energii wiązki radarowej zależy od jego wielkości, kształtu, orientacji przestrzennej i współczynnika odbicia, zależnego od materiałów z jakich obiekt jest wykonany. Jeżeli zatem w pobliżu działającego radaru znajdują się turbiny wiatrowe, mogą one wprowadzać szereg różnego rodzaju tzw. zakłóceń biernych sygnału, którymi będą tłumienie, odbicia, maskowanie, rozpraszanie, przesłanianie i dyfrakcja fal elektromagnetycznych.

W wiatrakach zmiany kierunku wiejącego wiatru, wpływają na przestrzenne położenie ich gondoli, a tym samym i przymocowanych do nich łopat. Ponadto łopaty, które ze względu na charakterystyczny kształt, są częściowo skręcone wzdłuż swojej długości, dodatkowo podlegają zmianom ustawienia w stosunku do napływających strug powietrza, poprzez zmianę kąta ich ustawienia. Jednocześnie powierzchnie wież, gondoli i wirników nie są idealnie płaskimi płaszczyznami. To wszystko powoduje rozpraszanie i odbijanie wiązki emitowanej przez radar w sposób nie do końca określony. W konsekwencji zmianom wielkości i położenia ulega echo radarowe. Wielokrotnie szybkość zmian położenia ruchomych części turbin jest na tyle duża, że zostają zauważone na ekranie w czasie obejmującym zaledwie pojedynczy obrót anteny radaru. W konsekwencji może to wszystko być interpretowane jako przemieszczanie się obiektu, który w rzeczywistości nie istnieje.

Łopaty mogą być widoczne na ekranie radarów tylko wtedy, gdy znajdują się w określonej pozycji i wysokości nad ziemią. Dla pojedynczej turbiny łopaty zawsze będą pojawiać się w jednym i tym samym miejscu. Jednak, gdy łącznie obraca się znaczna liczba wirników i od-

bija wiązkę radarową, może to sprawiać wrażenie poruszającego się obiektu. Możliwe skutki odbić to pojawianie się na ekranie radaru fałszywych ech, wyświetlanie rzeczywistych ech samolotów w nieprawidłowych lokalizacjach, zniekształcone lub utracone informacje o statku powietrznym pochodzące z transpondera.

Obracające się łopaty turbiny wiatrowej wywołują efekt znany jako zjawisko Dopplera. W pracy radaru zmiana częstotliwości fali, w tym wypadku emitowanej wiązki, wykorzystywana jest do rozróżniania celów statycznych od poruszających się i określania prędkości. W przypadku turbin niejednokrotnie końcówki łopat mogą mieć dużą prędkość, podobną do lecącego lekkiego samolotu lub śmigłowca i wtedy będą błędnie identyfikowane jako obiekty lecące. Wirniki, choć wykazują podobne właściwości do samolotów, oczywiście nie zmieniają swojego położenia. W związku z tym do identyfikacji celów stosuje się filtrowanie wykresów radarowych. Polega to na analizowaniu kolejnych odbić, aby określić kierunek i szybkość ruchu obiektu. Echa, które nie pasują do charakterystyk prędkości samolotów, nie są przekazywane na ekran. To co zostanie potwierdzone i pokazane to linie przedstawiające rzeczywisty ruch samolotów.

Turbiny zgromadzone w klastry, zlokalizowane w niewielkiej odległości od siebie, stwarzają trudności w obserwacji radarowej. Na ekranach podczas każdego przeszukania/obrotu anteny radaru, w wyniku odbić od każdej turbiny, powstaje wielokrotny efekt migotania. Ponieważ nieustannie pojawiają się jednoczesne odbicia od wielu łopat, znajdujących się w różnym położeniu w przestrzeni, system radarowy może to interpretować jako jeden lub więcej poruszających się obiektów. Obiekty trwale „malujące” na ekranie radaru w tej samej pozycji, dają stałą informację o występowaniu przeszkody. Są przez to lepsze niż takie, które pojawiają się krótkotrwale, zmieniając swoje położenie, a tak właśnie dzieje się, gdy odbicia tworzy cała grupa turbin. Wówczas nie można jednoznacznie wykluczyć, że to co znajduje się na ekranie radaru, nie jest obrazem rzeczywistego, manewrującego statku powietrznego.



Fot. 4. Potężne łopaty turbin wiatrowych wpływają na efektywność działania radarów, źródło: ze zbiorów autora

Kolejnym niekorzystnym oddziaływaniem na wydajność radaru jest dyfrakcja, czyli ugięcie emitowanego przez niego sygnału na krawędzi obiektów stojących oraz występujące jednocześnie zjawisko interferencji, polegające na nakładaniu się fal dochodzących bezpośrednio od anteny z falami ugiętymi i odbitymi. Finalnie może to powodować martwe strefy, w których częściowo lub całkowicie niemożliwe będzie wykrycie lub śledzenie obiektów. Już na farmie liczącej kilka turbin prowadzić to będzie do osłabiania emitowanej wiązki radaru oraz błędów w ustaleniu rzeczywistej pozycji obiektów. Efekty są tym silniejsze, im bliżej siebie stoją turbiny.

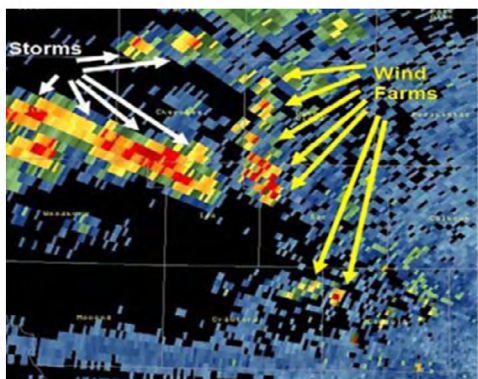
Innym zjawiskiem jest efekt maskowania obiektów. Samoloty znajdując się po przeciwnej stronie turbin wiatrowych, których łopaty znajdują się w ruchu, są w cieniu pochodzącym zarówno od wielu wirników, jak i wież, na których są one zamontowane. Powoduje to, że odbicia wiązki radarowej od rzeczywistych obiektów są gubione. Podczas gdy cień będzie wpływał tylko na odbicia z samolotów lecących na niskich poziomach i będzie miał względnie mały efekt, to skutki „bałaganu” radarowego będą mieć wpływ na wszystkie samoloty lecące nad dotkniętym obszarem. Maskowanie sprawia, że skuteczność wykrywania obiektów w niektórych sektorach będzie osłabiona. Strefy maskowania mogą obejmować rozległe tereny nawet do kilkudziesięciu kilometrów. Efekty maskowania i odbijania są także niepożądane w dopplerowskich radarach pogodowych. Wiązki energii odbijające się od wirujących łopat, mogą być interpretowane jako obszary burzowe lub z opadami deszczu. Jednocześnie część zjawisk meteo, występujących nisko nad powierzchnią ziemi, może znajdować się w cieniu turbin i nie będzie zauważona. Tworzący się „bałagan” uniemożliwia dokładne określenie warunków atmosferycznych. Może to prowadzić do fałszywych prognoz i w konsekwencji wydawania błędnych ostrzeżeń pogodowych. Złe zlokalizowanie farmy wiatrowej znacznie zmniejsza zatem wydajność radaru.

W kontrolowanej przestrzeni powietrznej, lot możliwy jest tylko wtedy, gdy zatwierdzony został przez organy kontroli ruchu lotniczego ATC (ang. Air Traffic Control). Dlatego, kontrolerzy powinni posiadać informacje o wszystkich statkach powietrznych, które znajdują się w określonym obszarze, także w pobliżu występujących tam farm wiatrowych. W przypadku, gdy występuje „bałagan” lub inaczej „chaos” radarowy, pochodzący od turbiny wiatrowej czy innej przeszkody, kontroler może założyć, że echo na ekranie radaru nie pochodzi od nieznanego samolotu i nie będzie więc potrzebował podjęcia jakichkolwiek działań operacyjnych. Poza przestrzenią powietrzną kontrolowaną, nieznane odbicia radarowe stanowią większy problem. Statki powietrzne mogą tam latać bez kontaktu ze służbami ruchu lotniczego i nie ma możliwości weryfikacji informacji pojawiających się na radarze.

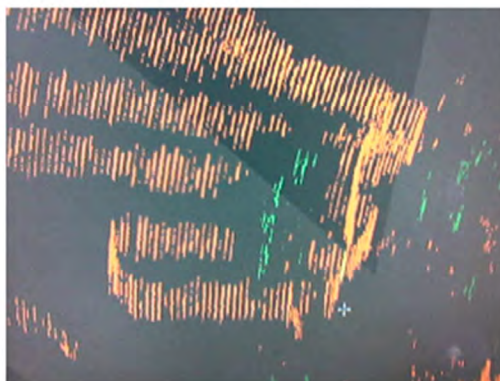
Występowanie zjawisk zakłócających pracę radarów wymusza na kontrolerach ruchu lotniczego konieczność podejmowania decyzji także w kwestii oceny wiarygodności i poprawności danych uzyskiwanych na ekranie. Obrazy nie zawsze odzwierciedlają rzeczywistą sytuację ruchową w kontrolowanym sektorze. Ślady mogą być zarówno przypadkowymi odbiciami od przeszkód znajdujących się w rejonie operowania radaru, jak i odzwierciedlać niezgłoszony ruch lotniczy, którego nie tylko nie można zignorować, ale należy podjąć działania w celu uniknięcia kolizji ze statkami powietrznymi znajdującymi się w pobliżu. Niechciane odbicia mogą także przesłaniać echa reprezentujące inne samoloty, stwarzając w ten sposób zagrożenie dla bezpieczeństwa ich lotu. Może to być szczególnie niepokojące przy złej pogodzie. Jeżeli na ekranie radaru kontrolera pojawia się duża ilość obiektów, zarówno stałych jak i ruchomych, w tym część niewiadomego lub niepewnego pochodzenia, wówczas dochodzi do sytuacji

ograniczenia możliwości prowadzenia kontroli radarowej. Wtedy najbezpieczniejszą opcją jest unikanie prowadzenia nawigacji przez obszar, gdzie występuje „bałagan”, omijając go w odległości kilku mil morskich. Ponieważ nie zawsze jest to możliwe, alternatywnie można ograniczyć świadczenie usług radarowych na danym obszarze, informując o tym samoloty. Stosowanie obu metod generuje problemy i komplikacje w zapewnieniu efektywnego wykorzystania przestrzeni. Skumulowane efekty sprawiają, że stosuje się wektorowanie, aby uniknąć coraz większego „chaosu”. Kontroler może poradzić sobie z jednym lub dwoma takimi obszarami. Od strony technicznej łagodzeniem bałaganu jest tzw. wygaszanie obejmujące część ekranu radaru, w której znajdują się turbiny.

Weather Radar



Air Traffic Control



Fot. 5. Widok farm wiatrowych na ekranach radarów, źródło: ze zbiorów autora

Aby przeciwdziałać przedstawionym niedogodnościom, stosuje się odsunięcie farm wiatrowych od lokalizacji radarów o co najmniej kilkanaście kilometrów, co jest szczególnie ważne w pobliżu lotnisk. Czasami, żeby to zapewnić możliwe jest alternatywne wykorzystanie częściowego przesłonięcia turbin przez naturalne przeszkody terenowe, takie jak góry, pagórki lub inne wzniesienia. Każdy przypadek budowy farmy musi być indywidualnie rozpatrywany w konkretnej lokalizacji. Można również modyfikować radary poprzez zmianę ich oprogramowania, stosowanie lepszych układów i algorytmów tłumienia echa stałych, algorytmów śledzenia, zwiększenie częstotliwości powtarzania impulsów, czy krótsze impulsy.

Wiatraki stanowią także źródło degradacji wskazań pomocy radionawigacyjnych. Spadek zasięgu użytecznego wywołany przez częściowe tłumienie sygnałów na kierunkach występowania farm wiatrowych to jedno z zagrożeń. Efekt wielotorowości sygnałów to kolejne. Wielkość zaciemnionego obszaru z ograniczonym dostępem do sygnałów nawigacyjnych będzie zależał od ilości i wielkości obiektów stojących na drodze między statkiem powietrznym a pomocami naziemnymi. Im bliżej urządzeń znajdują się turbiny, tym bardziej wzrasta ryzyko zakłócenia poprawnego formowania i zapewnienia sygnałów nawigacyjnych w przestrzeni. Parametry sygnałów takie jak błąd ustawienia, ugięcie, falowanie i wyzębienia dla radiolatarni VOR, skuteczność odpowiedzi i wyłączenia dla DME to potencjalne zagrożenia dla efektywnego korzystania z tych rodzajów pomocy.

Turbiny wiatrowe mogą również powodować zakłócenia w łączności radiowej. W ślad za ruchem łopat wirników może być słyszane „szatkowanie” dźwięków. Jest to efekt niepożądany, ponieważ niejednokrotnie skutecznie utrudnia, a nawet uniemożliwia pełny, poprawny odbiór korespondencji pomiędzy statkami powietrznymi a kontrolerem pracującym w danym obszarze. W przypadku odbioru sygnałów satelitarnych GPS w rejonie farm wiatrowych należy liczyć się ze zmniejszeniem dokładności wyznaczania pozycji, jeżeli niektóre satelity zostaną przesłonięte przez turbiny. Przy korzystaniu z systemów różnicowych DGPS, w których sygnał z korektą pozycji jest nadawany przez nadajniki naziemne to w bezpośredniej bliskości turbin, odbiór tych sygnałów może być niemożliwy.

Zgodnie z obowiązującą definicją przeszkodami w ruchu lotniczym są obiekty wyższe niż wysokości określone przez wyznaczone tzw. powierzchnie ograniczające przeszkody, ustanowione dla poszczególnych lotnisk. W przypadku dużych portów lotniczych właściwe planowanie przestrzenne zapewnia prawidłowe stosowanie przepisów dotyczących występowania przeszkód w rejonach lotnisk i stref lotów, wydawanych przez ICAO i krajowe władze lotnicze. Tam zagrożenia ze strony pobliskich turbin wiatrowych są stosunkowo niewielkie. Problemy występują zwłaszcza w pobliżu małych lotnisk lotnictwa ogólnego i lądowisk dla śmigłowców oraz tras przelotów na małej wysokości. Przestrzeń powietrzna niskiego poziomu wokół pasów startowych potrzebna jest do wznoszenia się lub zniżania statków powietrznych, wykonywania kręgów nadlotniskowych i powinna być również chroniona przed przeszkodami. Jest to istotne zwłaszcza w przypadku awarii, takich jak utrata silnika, kiedy konieczny jest natychmiastowy powrót na ziemię, po możliwie najkrótszej linii, bez konieczności omijania jakichkolwiek występujących w otoczeniu przeszkód. Operacje lotnicze prowadzone zgodnie z zasadami lotów z widocznością (VFR) odbywają się od wysokości 150 metrów. Tymczasem współczesne największe wiatraki to obiekty sięgające nawet 250 - 300 metrów nad poziom terenu. Możliwość natknięcia się na takie przeszkody przy wykonywaniu lotów na małej wysokości jest więc znaczna. Gdy wiatraki mają być umieszczone w rejonach koncentracji ruchu lotniczego, konieczne jest uwzględnienie wszystkich możliwych czynników zagrażających bezpieczeństwu operacji lotniczych, już na wczesnym etapie planowania i zatwierdzania projektu inwestycji.

Bez względu na lokalizację turbin wiatrowych, w celu minimalizowania ryzyka kolizji z nimi, istnieje obowiązek właściwego ich oznakowania. Powinno to pomóc zapewniać widoczność przeszkód w locie, w dzień i w nocy, z dowolnego kierunku oraz pokazywać ogólny ich kształt i wielkość. Stosuje się podział oznaczeń przeszkód na dzienne, realizowane przez malowanie obiektów i nocne przy wykorzystaniu świateł przeszkodowych. Łopaty wirnika, gondola i górne 2/3 wieży nośnej turbin powinny być malowane na biało. Istnieje obowiązek oznakowania końcówek łopat wirnika paskami w kolorach ostrzegawczych - czerwonym lub pomarańczowym, o jednakowej szerokości, prostopadle do dłuższego wymiaru łopat śmigła. Do oznakowania nocnego turbin stosuje się światło przeszkodowe średniej intensywności, mocowane w najwyższym punkcie gondoli. W przypadku turbin o wysokości co najmniej 150 metrów dodatkowo stosuje się światła przeszkodowe w połowie wysokości między czubkiem gondoli a poziomem gruntu. Światła przeszkodowe turbin umieszczonych obok siebie powinny migać jednocześnie. Dostępne jest również oświetlenie przeszkodowe na żądanie. Systemy automatycznie włączają światła tylko wtedy, gdy w pobliżu zostają wykryte obiekty latające. Dodatkowo informacje o wszystkich przeszkodach lotniczych, w tym o położeniu i wysokości turbin wiatrowych, zestawione w postaci tabelarycznej oraz mapy tras lotów VFR w okolicach lotnisk, publikowane są w krajowych Zbiorach Informacji Lotni-

czych AIP. W celu zapewnienia wysokiego poziomu wiarygodności zawartych tam danych są one na bieżąco aktualizowane.

Farmy wiatrowe stanowią trudną do określenia interakcję z naziemną infrastrukturą CNS, zapewniającą bezpieczeństwo nawigacji lotniczej. Jednym ze sposobów oceny poprawności doboru i lokalizacji turbin i ich wpływu na otoczenie jest wykonanie po instalacji szerokiego spektrum pomiarów porównawczych. Z uwagi na gęstą zabudowę wiatraków oraz poruszające się łopaty wirników, przeprowadzenie tego typu sprawdzeń, przy wykorzystaniu tradycyjnych metod jakimi są loty pomiarowe samolotów inspekcyjnych, nie jest możliwe do wykonania ze względów bezpieczeństwa. Stosowanie alternatywnie pomiary naziemne, przy wykorzystaniu masztów teleskopowych, nie są wystarczające z uwagi na czasochłonność i ograniczone możliwości rozstawienia takiego sprzętu pomiarowego we wszystkich punktach w otoczeniu turbin. W tej sytuacji z pomocą przychodzą duże drony - oktoptery. Zdalnie sterowane platformy pomiarowe, latając po szczegółowo przygotowanych, zadanych trasach między wiatrakami, dokonują szybko i skutecznie jakościowej i ilościowej oceny niekorzystnego oddziaływania. W ten sposób wypełniona zostaje luka między konwencjonalnymi pomiarami naziemnymi a obszarami lub punktami w przestrzeni, do których samolot pomiarowy nie może dotrzeć.



Fot. 6. Drony to obecnie powszechne narzędzie do oceny wpływu farm wiatrowych na infrastrukturę CNS, źródło: Wind Systems Magazine

Planując rozmieszczenie pojedynczych turbin i całych farm wiatrowych w pobliżu lotnisk i dróg lotniczych niezwykle ważne jest, aby planiści firm energetycznych ściśle współpracowali z przedstawicielami lotnisk i zarządzającymi ruchem lotniczym, w celu przeanalizowania

lokalizacji każdej nowej inwestycji wiatrowej. Istnieje konflikt interesów między chęcią wspierania rozwoju farm wiatrowych, jako odnawialnego źródła energii a chęcią utrzymania wydajności istniejących systemów zapewniających bezpieczeństwo lotów. Społeczność lotnicza ma uzasadnione potrzeby, które muszą być zabezpieczone w celu ochrony przed niekorzystnym wpływem turbin wiatrowych na systemy CNS. Deweloperzy powinni pamiętać, że istnieją pewne lokalizacje, w których zgoda na obecność turbin jest mało prawdopodobna - wręcz niemożliwa. Rozmieszczenie infrastruktury lotniczej, takiej jak lotniska, lądowiska i heliporty, systemy nawigacyjne i radarowe oraz farm wiatrowych było, jest i nadal będzie dużym wyzwaniem.

Turbiny lokalizowane poniżej minimalnych wysokości tras lotów są dopuszczalne pod warunkiem, że nie będą w zasięgu widzenia żadnego radaru lotniczego i nie będą przyczyną powstawania zakłóceń urządzeń radionawigacyjnych. Wczesne konsultacje z interesariuszami mogą pomóc w identyfikacji miejsc, w których sytuowanie nowych farm wiatrowych może być niedopuszczalne.

Ponieważ liczba farm wiatrowych gwałtownie rośnie, należy liczyć się z ich niekorzystnym wpływem na istniejące lub nowo budowane systemy radiokomunikacyjne i radiolokacyjne. Występuje tendencja do zwiększania liczby turbin instalowanych na jednej farmie wiatrowej. Niektóre z nich mają nawet ponad 100 wiatraków. Tym samym wzrasta możliwość powstawania niekorzystnego oddziaływania takiej farmy na systemy nawigacji i dozoru. Z tego względu istotne jest dokonywanie bieżącej oceny takiego współistnienia. Jeżeli ujawnione wyniki będą niekorzystne, musi być przeprowadzana odpowiednia modyfikacja procedur lotu i zasad korzystania ze wszystkich elementów infrastruktury CNS w otoczeniu wiatraków. To wszystko ma zapewniać możliwie jak najwyższy poziom bezpieczeństwa realizowanych operacji lotniczych.



Paweł Szpakowski

Specjalista ds. kontroli urządzeń powietrza. Inspektor pokładowy.

Od 25 lat członek załogi samolotów Inspekcji Lotniczej PAŻP – „Papuga”.

Local Safety Expert w obszarze inspekcji z powietrza.

Autor publikacji z zakresu bezpieczeństwa lotniczego m. in. dla portów lotniczych: Gdańsk, Rzeszów, Olsztyn-Mazury.

Operator i pilot dronów.

Włodzimierz Gedymin – jeden z pierwszych pilotów „Papugi” Inspekcji Lotniczej



Dariusz Krzowski

Jednym z pierwszych pilotów powstałej w Polsce w dniu 8 lipca 1963 roku inspekcji lotniczej był Włodzimierz Gedymin. Postać niewątpliwie nietuzinkowa i godna przybliżenia szerszemu gronu, ze względu zarówno na jego wkład w obronę ojczyzny podczas II Wojny Światowej, kwalifikacje lotnicze oraz skromność i ujmujący sposób bycia.

Włodzimierz Gedymin urodził się w 1915 roku w Petersburgu – stolicy carskiej Rosji – jako wnuk powstańca styczniowego na zesłaniu. Gdy dwa lata później wybuchła tam rewolucja październikowa, wraz z rodzicami przeprowadził się do Poznania, gdzie w późniejszych latach uczęszczał do gimnazjum imienia Karola Marcinkowskiego.

Już w czasie nauki fascynował się lotnictwem, będąc pod wrażeniem międzynarodowych sukcesów polskich pilotów, między innymi Franciszka Żwirki i Stanisława Wigury którzy zwyciężyli w międzynarodowych zawodach lotniczych Challenge w 1932 roku, czy też Stanisława Skarżyńskiego, który rok później samodzielnie pokonał Atlantyk lecąc sportowym samolotem RWD 5 bis. W następstwie powyższego młody Włodzimierz odbył szkolenie lotnicze na podpoznańskim lotnisku Ławica.



Fot. 1. Replika samolotu PZL P-11 c przed rektorem Akademii Sił Powietrznych w Dęblinie.

Po zdaniu matury w 1934 roku zdał egzaminy i został przyjęty na Politechnikę Warszawską mając zamiar zostać inżynierem, jednak przed rozpoczęciem studiów postanowił odbyć szkolenie wojskowe. Trafił do poznańskiego 57 pułku piechoty. Przeszedł tam kurs podchorążych rezerwy. Zastanawiając się nad wyborem drogi życiowej, postanowił pozostać w wojsku. Mając ukończone lotnicze przysposobienie wojskowe, mógł zostać pilotem o czym marzył. Tak trafił do sławnej „Szkoły Orłąt”, a mianowicie Szkoły Podchorążych Lotnictwa w Dęblinie, gdzie ukończył szkolenie na pilota myśliwskiego w składzie X promocji z wysoką trzecią lokatą.

W dniu 15 października 1937 roku został promowany na podporucznika pilota i otrzymał przydział do 131 Poznańskiej Eskadry Myśliwskiej, która wraz ze 132 Eskadrą wchodziły w skład III/3 Dywizjonu Myśliwskiego działającego w ramach lotnictwa Armii Poznań. Dywizjon ten dowodzony był przez majora pilota Mieczysława Mumlera, późniejszego asa lotniczego II Wojny Światowej. Tam też Włodzimierza Gedymina zastał wybuch wojny.

Major Mumler w celu przechwytywania nadlatujących samolotów niemieckich postanowił urządzić tzw. zasadzkę w położonym na wschód od Poznania lotnisku polowym w majątku Kobyle Pole. Wysłał tam w tym celu 1 września 1939 roku sześć myśliwców PZL P-11c ze 131 Eskadry Myśliwskiej oraz ośmiu pilotów. Byli wśród nich kapitan Zaremba, podporucznicy Gedymin, Grzybowski, Wróblewski, podchorążowie Gabryel, Kabat, Rychlicki oraz kaprale Żerkowski i Mazur. Oprócz myśliwców na polowe lotnisko przybył rzut kołowy z obsługą techniczną, sprzętem do obsługi samolotów, paliwem i amunicją.

Włodzimierz Gedymin w przygotowanej zasadzce pełnił funkcję dowódcy trzysamolotowego klucza. Jego samolot w związku z tym nosił specjalne oznaczenia w postaci pomalowanych na czerwono końcówek skrzydeł, czerwonego pasa na kadłubie obok białej cyfry 6 i godła eskadry. Aby tradycji stało się zadość ppor. Gedymin nosił również czerwony szalik.



Fot. 2. Włodzimierz Gedymin w mundurze pilota w 1939 roku.

Do pierwszego kontaktu bojowego polskich pilotów z Niemcami doszło 2 września 1939 roku. W tym dniu, w godzinach porannych z lotniska Schönfeld/Crössensee wystartował dwusilnikowy samolot rozpoznawczy Dornier Do 17F-2 (W.Nr 1048, oznaczony 7A+GK) z 2 (F)/121 dowodzonej przez majora Wenza. Załogę samolotu stanowili: pilot Uffz. Emil Armbrorst, obserwator Uffz. Wilhelm Henningsen oraz radiooperator Gefr. Werner Gernst. Niemcy mieli za zadanie rozpoznanie obiektów na terenie Wielkopolski i Pomorza. Gdy Do 17 zbliżał się do Poznania, został wypatrzony przez Polaków.

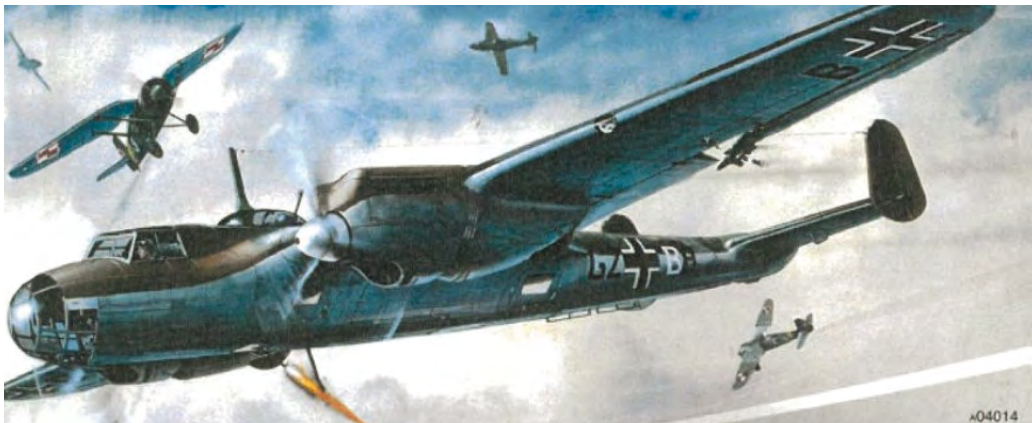


Fot. 3. Sylwetka samolotu PZL P-11c, na którym walczył w 1939 roku ppor. W. Gedymin.

Tak to wspomina ppor. Włodzimierz Gedymin: *Siedzieliśmy w rowie obok maszyn i oczekiwaliśmy Niemców. Już trzy razy tego dnia pojedynczo lub obaj naraz z kpr Żerkowskim wychodziliśmy w powietrze. Zauważone jednak z ziemi samoloty przechodziły daleko z boku lub zawracały, gdy byliśmy jeszcze daleko, tak że do walk nie dochodziło. Nie wdawaliśmy się w długotrwały pościg, gdyż zadanie ściśle określało, że mamy pilnować rejonu. Nasłuchiwaaliśmy w napięciu odgłosu nieprzyjacielskich silników. Naraz w powietrzu wyczekiwany dźwięk – lecą! W kilku skokach dopadam maszyny. Okulary... dopinam spadochron... pasy... rozrusznik. Rżysko odrywa się spod kół. Szybko idę w górę. Nad Poznaniem czerwona łuna. Chyba płoną Zakłady Cegielskiego... składy Hartwiga. Bacznie obserwuję przestrzeń, ale nikogo nie widzę. Zatoczyłem krąg nad jeziorami kurnickimi. Mam wysokość ponad 4000 metrów. Nagle dostrzegam samolot! Jest jeszcze daleko, leci z zachodu. Jego sylwetka powiększa się – to Dornier 17! Mam przewagę wysokości – jakieś 1000 metrów. Niemiec nie zmienia kursu. Czuję podekscytowanie, obserwuję go uważnie. Ściągam drążek i lekkim skrętem idę do góry. Chcę puścić go poniżej i dopiero z przewagi wysokości zaatakować. Niemiec jest coraz bliżej. Idzie nadal swoim kursem. Jestem teraz wysoko nad nim. Oddaję drążek na całą długość ręki i walę na niego prostopadłe. Wiem, że przeciwnik jest szybszy, że tylko atak z góry może skończyć się moim zwycięstwem. Ogon Dorniera rośnie w celowniku, zbliżam się bardziej i naciskam spust karabinów maszynowych. Biorę poprawkę i walę do niego długimi seriami. Pociski smugowe obejmują niemiecką maszynę – jestem pewien, że ja dziurawię. Dornier zatacza krąg wykonując zakręt w prawo. Jestem blisko niego, widzę jak się chwieje. Coś oderwało się od maszyny i zamigotało w powietrzu. To osłona kabiny – domyślałam się. A więc będą skakać ze spadochronami. W krótko odrywa się od samolotu sylwetka człowieka, za nią druga i trzecia. Przelatuję tuż nad niemiecką maszyną i widzę jeszcze pilota, ale i on opuszcza samolot. Obserwuję teraz skoczków i srebrzysty samolot wykonujący dziwne figury. Pierwszy skoczek, nie rozwinął się mu spadochron – rąbnął w las. Nad pozostałymi wznoszą się białe czasze spadochronów. Samolot spada znacznie szybciej. Widzę jak wali się między drzewa i eksploduje słupem ciemnego dymu i ognia. Krzyczę z radości. Wykonuję krąg i wracam na lotnisko. Po drodze nawiązuje łączność ze stanowiskiem dowodzenia w Dzierżnicy i melduję o zestrzeleniu niemieckiego bombowca Do 17...*

W istocie załoga niemieckiego samolotu składała się z trzech osób, zatem Gedymin wziął za jednego z lotników jakiś element konstrukcji, który oderwał się od spadającego samolotu.

Tak natomiast przebieg zdarzenia zrelacjonował obserwator niemieckiego samolotu Uffz. Henningsen: *Między Poznaniem, a Środą otrzymaliśmy niespodziewanie mocny ogień plot. Po nim niespodziewanie zaatakował nas pojedynczy polski myśliwiec. W momencie zawiadomienia przez radiotelegrafistę padły pierwsze strzały (...) Podczas pierwszego ataku przestrzelono nam zbiornik oleju, skutkiem czego olej wlewał się do środka maszyny (...) Uffz. Armbrorst (pilot) sprowadził samolot do wysokości 3000 metrów. Kolejny atak nieprzyjacielskiego myśliwca podziurawił pociskami nasz tylny zbiornik paliwa, wobec czego maszyna się zapaliła. Jako, że silniki jeszcze pracowały, pilot wyrównał maszynę na wysokości około 3000 m. aby lotem ślizgowym osiągnąć niemieckie granice. Po kolejnych atakach (...) myśliwca byliśmy zmuszeni opuścić płonącą maszynę na spadochronach. (...) Wszystkie moje przestrogi kierowane do radiotelegrafisty dotyczące jego skoku były bezskuteczne. Pozostanie w płonącej maszynie było jednak niemożliwe, więc odrzuciłem klapę awaryjną i wyskoczyłem. Podczas opuszczania samolotu trafił mnie odłamek pocisku, rozdławiając górną wargę i wybijając trzy zęby. Mimo szoku i bólu udało mi się jeszcze pociągnąć za rączkę spadochronu. Wtedy zauważyłem kolejne dwa spadochrony, z których jeden zniósł do góry, drugi w dół. Po gładkim lądowaniu na jakiejś łączce na południowy wschód od Poznania dostałem się do niewoli polskich wojsk.*



Fot. 4. PZL P-11c w walce z Dornierem Do 17 we wrześniu 1939 r.

Faktycznie pilot i obserwator dostali się do niewoli, natomiast Gefr. Gernst zginął prawdopodobnie łamiąc kręgosłup przy lądowaniu. Został pochowany blisko miejsca upadku samolotu, który rozbił się koło wsi Mieczewo. Później Niemcy ekshumowali ciało, a szczątki samolotu zabrali. Podczas dalszych walk w obronie Polski we wrześniu 1939 roku, Włodzimierz Gedymin zestrzelił kolejne trzy niemieckie samoloty bombowe typu Heinkel He 111 (dwa samodzielnie i jeden do spółki z innym pilotem). W trakcie ostatniej walki powietrznej został ranny w rezultacie czego trafił do szpitala w Poznaniu, a następnie został przeniesiony do Warszawy.

Poznański Dywizjon Myśliwski w skład którego wchodziły eskadry 131 i 132 w Wojnie Obronnej Polski we wrześniu 1939 roku zestrzelił 36 samolotów niemieckich, przy stratach własnych pięciu samolotów PZL P-11c straconych w bezpośrednich walkach powietrznych. Świadczy to

o bardzo wysokim poziomie wyszkolenia polskich pilotów, którzy walczyli z samolotami dużo nowocześniejszymi od własnych maszyn oraz mających ogromną przewagę ilościową.

W marcu 1940 roku Włodzimierz Gedymin uciekł ze szpitala w obawie o wywiezienie do obozu jenieckiego. Podejmował następnie nieudane próby ucieczki na Zachód w celu wstąpienia w szeregi Polskich Sił Powietrznych w Wielkiej Brytanii.

Ostatecznie pozostał w okupowanej Polsce wstępując do Związku Walki Zbrojnej, a następnie Wydziału Lotniczego Komendy Głównej Armii Krajowej. W ramach swojej konspiracyjnej działalności brał udział w przygotowaniu i zabezpieczaniu lotów alianckich samolotów do Polski w ramach akcji „Most” która polegała, między innymi na przejmowaniu emisariuszy oraz broni z Wielkiej Brytanii, a w drugą stronę wysyłkę zdobytych przez AK fragmentów rakiet V-2 oraz dokumentacji technicznej. W okresie służby w AK otrzymał awans na kapitana.

Po skończeniu wojny Gedymin podjął pracę w Polskich Liniach Lotniczych LOT, gdzie wykonywał loty na samolotach Li-2 oraz DC-3. Zwolniony z LOT-u podczas represji stalinowskich miał się różnych zajęć, pracując między innymi jako robotnik, a następnie radiotechnik. Do lotnictwa powrócił w 1959 roku rozpoczynając pracę w lotnictwie sanitarnym, gdzie przeszkolił się do wykonywania lotów na śmigłowcach.

W 1963 roku rozpoczął pracę w charakterze pilota w Zarządzie Ruchu Lotniczego i Lotnisk Komunikacyjnych, wykonując loty na samolocie Li-2, pierwszej pomiarowej „Papudze”. Na początku lat siedemdziesiątych z przyczyn ekonomicznych odszedł do agrolotnictwa gdzie brał udział w akcjach opylania z powietrza upraw w Algierii, Egipcie oraz Sudanie.

W 1982 roku Włodzimierz Gedymin odszedł na emeryturę i zamieszkał w Pułtusku. W 1984 otrzymał awans na stopień pułkownika Wojska Polskiego.



Fot. 5. Włodzimierz Gedymin przy pierwszej „Papudze” – samolocie Li-2

Zmarł 17 czerwca 2017 roku i pochowany został w Alei Zasłużonych w Poznaniu. Za swoją działalność odznaczony był między innymi Krzyżem Srebrnym Orderu Wojskowego Virtuti Militari, Krzyżem Walecznych, Krzyżem Kawalerskim Orderu Odrodzenia Polski oraz medalem „Za udział w Wojnie Obronnej 1939”.

Starsi koledzy z Działu Operacji Lotniczych PAŻP wspominają Włodzimierza Gedymina jako bardzo dobrego pilota, koleżeńskiego i życzliwego człowieka, a jednocześnie bardzo skromnego. W przyszłym roku będziemy obchodzili 60-tą rocznicę powstania polskiej inspekcji lotniczej, w historii której Włodzimierz Gedymin zapisał się złotymi zgłoskami.



Dariusz Krzowski

Kierownik Działu Operacji Lotniczych PAŻP

Przestrzeń TMA Warszawa



Bartosz Szymczak



Mateusz Ogonowski

Na Warszawskim Okęciu rozemocjonowana rodzina zapięła pasy bezpieczeństwa i ich samolot rozpoczął kołowanie do drogi startowej aby mogli bezpiecznie i szybko dotrzeć na wymarzone wakacje. W tym samym czasie w przylatującym do Warszawy samolocie biznesmen odlicza nerwowo każdą minutę do lądowania i zastanawia się czy zdąży na umówione spotkanie albo przesiadkę do samolotu który zabierze go w dalszą podróż.

Istotny wzrost ruchu dolotowego i odlotowego z lotnisk Warszawa Okęcie oraz Warszawa Modlin w latach 2017 - 2019 postawił przed służbą APP Warszawa ogromne wyzwania. Pojawiła się zauważalna tendencja wzrostowa rok do roku oraz zmiana charakterystyki ruchu. Dotychczasowy układ ruchu homogenicznego z wyraźnymi zlotami i rozlotami oraz okresów o mniejszym natężeniu ruchu został zastąpiony skomplikowanym ruchem mieszanym o równym, wysokim natężeniu przez cały dzień. Ponadto, mocno zwiększył się udział ruchu do lotniska Modlin w całym TMA Warszawa co uwydatniało stopień skomplikowania przestrzeni TMA dla węzła lotnisk Okęcie i Modlin.

Dodatkowo, w ramach współpracy z przedstawicielami naszych klientów, czyli linii lotniczych, pojawiły się oczekiwania podniesienia jakości świadczonych usług. Najważniejsze problemy z jakimi borykali się przewoźnicy to:

- zbyt długie procedury dolotowe, co negatywnie wpływało na planowanie operacji lotniczych (chodzi o paliwo potrzebne do zaplanowania na długą procedurę)
- problemy z przewidywalnością trasy w TMA Warszawa dla załóg statków powietrznych co miało wpływ na planowanie zniżania do lądowania.

W celu wyjścia naprzeciw potrzebom przewoźników zostały podjęte decyzje o wdrożeniu dwóch projektów dla APP Warszawa. Projekt AMAN (więcej w Safe Sky 1(5)/2019 - przyp. red.), którego celem było wprowadzenie Arrival Managera dla lotniska Warszawa Okęcie i jego uproszczonej wersji dla lotniska Warszawa Modlin. Drugim był projekt zmian w procedurach STAR dla lotniska EPWA oraz SID i STAR dla lotniska EPMO. W efekcie prac nad tymi dwoma projektami, których wynikiem była zmiana sposobu pracy kontrolerów APP Warszawa, pojawiła się konieczność przeprojektowania podziału sektorowego dla TMA Warszawa w celu dostosowania go do powyżej opisanych zmian. Proces wprowadzenia tej właśnie zmiany, który był nieodzowną częścią transformacji TMA Warszawa, czyli **po co, dlaczego i w jaki sposób** się zmieniło przybliżymy w tym artykule.

Potrzeba operacyjna

Czyli odpowiedź na pytanie dlaczego zmieniamy podział sektorowy i jaki jest związek tej zmiany z bohaterami naszego przykładu.

Pierwszą i najważniejszą motywacją do przeorganizowania przestrzeni dla węzła lotnisk TMA Warszawa była chęć zmiany zasad pracy dla sektora Director (DIR).

Utrzymanie odpowiednich odległości pomiędzy podchodzącymi do lądowania samolotami to najważniejsze zadanie, do którego kontroler DIR został powołany. Samoloty nie mogą wylądować jednocześnie, więc muszą być ustawione jeden za drugim. Ten samolot, który podchodzi jako drugi musi zostać trochę opóźniony. Jest to tzw. sekwencjonowanie. Praca kontrolera DIR jest zwieńczeniem wysiłków włożonych w optymalne sekwencjonowanie całego zespołu APP Warszawa, a utrzymanie odpowiednich odległości pomiędzy podchodzącymi do lądowania samolotami jest głównym czynnikiem pozwalającym zredukować opóźnienia wynikające z sekwencjonowania.

Zobrazujemy to na przykładzie zlotu, w którym bierze udział 20 samolotów. Każda odległość pomiędzy kolejno podchodzącymi statkami powietrznymi ma duży wpływ na wszystkie brane pod uwagę. W naszym przykładzie, jeśli pierwszy statek podejdzie najkrótszą trasą, ale następny zamiast 4 mile za nim podejdzie do lądowania 5 mil za nim, ten drugi będzie leciał o milę za długo. Może się to wydawać niewiele w perspektywie całej trasy, ale jest to interpretacja niepełnego obrazu. Otóż trzeba pamiętać o kolejnych 18 samolotach oczekujących na podejście do lądowania za numerem drugim i tutaj okazuje się, że ta jedna mila ekstra dla numeru drugiego to również po jednej mili dla każdego kolejnego. Jeśli numer trzeci również polecą o milę za długo to 17 kolejnych dostaną kolejną ekstra milę, czyli już przelecą 2 mile więcej niż mogłyby w idealnej sytuacji. Jakie łączne opóźnienie może zostać w ten sposób wygenerowane?

$1+2+3+4+5+6+7+8+9+10+11+12+13+14+15+16+17+18+19 = 190$!!! mil sumarycznie dla wszystkich statków powietrznych z przykładu czyli odległość jaka dzieli np. Warszawę i Wrocław. To oznacza, że nasz biznesmen z dużym prawdopodobieństwem może spóźnić się na spotkanie.

Oczywiście w pewnym momencie kontroler DIR zacznie zmniejszać odległości, żeby zbilansować napływ ruchu, ale to znowu może wygenerować opóźnienie na ziemi. Jeśli pomiędzy lądowaniami będzie zbyt mały odstęp czasu to samolot oczekujący na odlot z rodziną wybierającą się na wakacje nie dostanie zezwolenia na start i będzie czekał do następnego lądowania co wynika z tego, że w Warszawie starty i lądowania odbywają się naprzemiennie ze względu na krzyżujące się drogi startowe. Jedna zbyt krótka odległość pomiędzy podchodzącymi samolotami może wygenerować ekstra 3 minuty dla odlatujących samolotów. Sumowanie globalnego opóźnienia oczywiście się powtarza, bo do startu potencjalnie oczekuje kolejka samolotów.

Świadomość cięższej na APP Warszawa odpowiedzialności za sprawny przepływ ruchu lotniczego, za to aby biznesmen zdążył na spotkanie a rodzina urlopowiczów sprawnie odleciała, zaowocowała wyartykułowaniem potrzeby zwiększenia efektywności pracy kontrolera DIR.

Drugim bardzo ważnym elementem motywującym nas do zmiany był mało elastyczny podział geograficzny całego TMA względem charakterystyki ruchu dolotowego. Pierwszym podziałem TMA, wypracowanym wiele lat temu był podział W/E (podział na część wschodnią i zachodnią). Następnie zastąpiony został podziałem N/S (czyli na sektor północny i południowy). Granice tych sektorów były modyfikowane trochę w międzyczasie, ale jeden i drugi podział okazał się nieefektywny. W większości przypadków, przy dużym ruchu w TMA Warszawa, jeden sektor był znacznie bardziej obciążony i obsługiwał 70-80% ruchu, kiedy drugi sektor, oprócz niewielkiego zmniejszenia zajętości częstotliwości dla pierwszego sektora, nie odciążał go w rozwiązywaniu konfliktów. W takiej sytuacji obciążenie pracą kontrolerów było bardzo nierównomierne. Ponadto, w dużym ruchu dolotowym, pojawiała się intensywna koordynacja pomiędzy Planner Kontrolerami dla sektorów N i S w celu wypracowania sekwencji do lądowania przy dodatkowej współpracy z DIR, który był odpowiedzialny za ostateczną kolejność do podejścia. Potrzebne stało się więc stworzenie podziału, który byłby bardziej elastyczny, pozwalał na lepsze dostosowanie się do ruchu dolotowego i w efekcie na bardziej równomierne obciążenie kontrolerów pracą. Jednocześnie podział taki powinien prowadzić do redukcji ilości koordynacji pomiędzy sektorami dla układania sekwencji do lądowania przez wprowadzenie jednej osoby która byłaby odpowiedzialna za to działanie.

Opisane powyżej dwie najważniejsze potrzeby, wraz z koniecznością zmiany granic sektorów dla dostosowania ich do nowych, skróconych tras dolotowych oraz nowego sposobu pracy z AMAN zaowocowały nową koncepcją operacyjną podziału sektorowego.

KONCEPCJA OPERACYJNA

Odpowiedź na pytanie „Jak się zmieniamy i dlaczego?”.

Przestrzeń odpowiedzialności Kontrolera DIR

Odpowiadając na pierwszą potrzebę operacyjną, sektor DIR dla lotniska EPWA został znacznie zmniejszony geograficznie (granice poziome) i obniżony. W wyniku tego działania, zlikwidowana została konieczność koordynacji startów z lotniska EPMO, dodatkowo kontroler pracujący na tym sektorze przestał być odpowiedzialny za sekwencjonowanie ruchu dolotowego oraz rozwiązywanie konfliktów na punktach zbiorczych tras dolotowych. Jego jedynym zadaniem, zgodnie z wcześniejszymi założeniami, stało się utrzymanie dokładnych, zadanych odległości na prostej. Dzięki optymalizacji obciążenia pracą może swoje zadanie wykonywać bardzo dokładnie co przekłada się na poprawę wykonywania jednego z najważniejszych zadań dla systemu ATM z punktu widzenia lotniska w Warszawie.

Niestety, zmiany w jednym miejscu mają swoje konsekwencje w całym ekosystemie ATM. Optymalizacja pracy jednego kontrolera wpływa na pracę innych, którzy z nim współpracują. Zadania, które do tej pory wykonywane były przez Kontrolera DIR, a już nie są, nadal muszą być realizowane przez kogoś innego. Obciążają one kontrolerów, którzy do tej pory znajdowali się wcześniej w sekwencji zdarzeń dla samolotów dolatujących do Warszawy, więc gdybyśmy dla nich nic nie zmienili to ich praca stałaby się mniej efektywna. Biorąc pod uwagę oczekiwania klientów, czyli linii lotniczych dla których optymalizacja trasy w całym TMA była

dużym priorytetem, nie można było do tego dopuścić. Tak narodziła się koncepcja podziału TMA Warszawa na część górną i dolną.

Koncepcja podziału pionowego TMA Warszawa - sektor dolny

Koncepcja małego sektora dolnego kiełkowała w głowach kontrolerów zbliżania warszawskiego od bardzo dawna, jeszcze zanim wdrożony został Arrival Manager (AMAN) dla węzła lotnisk Warszawa i Modlin. Kontrolerzy, podczas koncepcyjnych ćwiczeń symulatorowych, które realizowane były w ramach projektu tworzenia nowych procedur, przy założeniach małego sektora DIR, zgodnie zauważyli, że powstanie sektora, który zajmowałby się sekwencjonowaniem samolotów dolatujących do Warszawy, w niewielkiej odległości od lotniska, jest bardzo korzystne z punktu widzenia ruchu dolotowego.

Systematyka sekwencjonowania ruchu dolotowego

Do lotnisk w Warszawie i Modlinie przylatują samoloty dla których można rozróżnić trzy główne kierunki geograficzne: zachodni (samoloty z zachodniej Europy), południowy (tak naprawdę południowo-zachodni) oraz wschodni (razem z południowo-wschodnim). Są to główne strumienie rozróżniane dla warszawskiego węzła lotnisk co wynika z charakterystyki ruchu biznesowo/transferowo/wypoczynkowego. Dla wszystkich kierunków zaprojektowanych jest 6 tras dolotowych STAR. Mnogość tych elementów powoduje, że decyzja o tym który samolot podejdzie za którym nie zapada tuż przez lotniskiem a nieco wcześniej. To jest właśnie sekwencjonowanie, czyli działania, które po podjęciu decyzji o kolejności podejścia do lądowania sprawiają, że odpowiednie samoloty znajdują się jeden za drugim.

Taką właśnie rolę odgrywa sektor dolny na Warszawskim Zbliżaniu (na razie w dużym uproszczeniu) - działania które ustawiają dolatujące samoloty jeden za drugim, aby sektor DIR mógł zająć się już tylko utrzymaniem między nimi odległości. Dodatkowym zadaniem kontrolera pracującego na dolnym sektorze jest separowanie, w niewielkiej odległości od lotniska, strumieni samolotów dolatujących z samolotami odlatującymi z lotniska w Warszawie. Dla optymalizacji jego pracy sektor ten odpowiedzialny jest tylko za ruch dla lotniska w Warszawie, nie zajmuje się lotniskiem w Modlinie ze względu na dużą dysproporcję w liczbie samolotów obsługiwanych przez poszczególne lotniska. Takie założenie prowadzi do tego, że jego granice poziome znajdują się niedaleko lotniska w Warszawie.

Cofając się więc w czasie od momentu lądowania, mamy osobę, która ma sprawić, że samoloty wylądują w optymalnych odstępach czasowych (kontroler DIR), aby jej praca była zoptymalizowana pojawia się zespół kontrolerów którzy sekwencjonują samoloty do lądowania i separują je od samolotów odlatujących, w niewielkiej odległości od lotniska - executive kontroler i planner kontroler dolnego sektora. Co się jednak stanie gdy w krótkim czasie przyleci więcej samolotów niż może wylądować? Część z nich musi być jakoś opóźniona, ponieważ dla lotnictwa komunikacyjnego nie wymyślono jeszcze sposobu na to żeby samoloty mogły wylądować jednocześnie na jednym pasie. Opóźnień nie może jednak realizować dolny sektor, ponieważ założyliśmy, że ma niewielkie rozmiary, więc nie ma w nim miejsca na opóźnianie. Samoloty w tym sektorze są już gotowe do lądowania i znajdują się na tyle nisko, że ich opóź-

nienie jest nieefektywne z punktu widzenia operacji lotniczej. Tutaj z pomocą przychodzi górny sektor zbliżania.

Koncepcja podziału pionowego TMA Warszawa - sektor górny

Tak jak opisane to było poprzednio, zdarzają się sytuacje kiedy w krótkim czasie przyleci więcej samolotów niż może wylądować. W takiej sytuacji kontrolerzy warszawskiego Zbliżania, na podstawie wielu zmiennych decydują o tym jaka będzie kolejność do lądowania, w wyniku czego można określić ile każdy statek powietrzny musi spędzić czasu w przestrzeni TMA Warszawa zanim będzie mógł wylądować. Z pomocą kontrolerom przychodzi tu AMAN, czyli narzędzie, które (w uproszczeniu) z dużym wyprzedzeniem jest w stanie dać informacje kontrolerowi czy i ile dany samolot powinien być opóźniony lub przyspieszony względem zaplanowanej w danej chwili trasy, żeby wylądować o zakładanym czasie. W przypadku kiedy samoloty muszą być opóźnione o więcej niż 2 minuty, wykorzystywane są do tego procedury holdingowe opublikowane na trasach dolotowych STAR.

Kontrolerzy, którzy są odpowiedzialni za to zadanie, pełnią swoją służbę właśnie w górnym sektorze warszawskiego Zbliżania. Jest to sektor który wydzielany jest z całego TMA kiedy wzrasta ruch, w celu odciążenia sektora dolnego. Dzięki wydzieleniu sektora górnego, sektor dolny może koncentrować się na mniejszej przestrzeni wokół lotniska przez co rośnie jego efektywność w rozwiązywaniu konfliktów oraz w sekwencjonowaniu dolotów. Głównym zadaniem kontrolerów górnego sektora jest realizowanie opóźnień w większym ruchu dolotowym, aby w dolnych sektorach TMA takie opóźnianie nie było konieczne. Oczywiście jego dodatkowymi zadaniami jest rozwiązywanie konfliktów pomiędzy strumieniami dolotowymi i odlotowymi, które pojawiają się w większej odległości od lotniska, oraz obsługa ruchu dla lotniska w Modlinie.

Dzięki takiemu podziałowi jedni kontrolerzy koncentrują swoją uwagę na konfliktach na większych wysokościach dalej od lotniska a inni na mniejszych blisko lotniska przez co eliminujemy konieczność przerzucania uwagi pomiędzy statkami powietrznymi zbliżającymi się do siebie ze znacznie różniącymi się od siebie prędkościami w zależności od odległości od lotniska (przez co analiza prawdopodobieństwa konfliktu jest inna).

Ponadto, wydzielanie sektora górnego z całego TMA pozwala na rozdzielenie na dwie różne częstotliwości dwóch najdłuższych nieprzerwanych transmisji nadawanych przez statki powietrzne. Pierwszą jest transmisja na wlocie do przestrzeni odpowiedzialności warszawskiego Zbliżania, w której załoga statku powietrznego przekazuje w jednym momencie dużą ilość informacji oraz otrzymuje przeważnie najdłuższą wstępną instrukcję od kontrolera. Ta grupa transmisji jest na częstotliwości górnego sektora. Drugą grupą transmisji są te przy zgłoszeniu się po starcie. Dotyczą one dolnego sektora. Dzięki takiemu rozwiązaniu, w większym ruchu zajętość częstotliwości jest bardziej zoptymalizowana.

No dobrze, ale co się stanie jeśli ruch będzie bardzo duży? Na przykład na raz przyleci bardzo dużo samolotów które będą musiały być opóźnione? Dla dolnego sektora nie ma to większego znaczenia, kontroler pracujący na tym sektorze, pomimo że w trakcie godziny ma na łączności większość statków powietrznych które przelecą przez TMA Warszawa, to ma je re-

latywnie krótko na łączności, konflikty między nimi są zawsze w tych samych miejscach przez co obciążenie pracą nie rośnie dramatycznie w miarę rosnącego ruchu. Zostało to poparte badaniami symulatorowymi CAPAN, które zostały wykonane dla przestrzeni APP Warszawa w połączeniu z przestrzenią ACC Warszawa.

Inaczej jest jednak z sektorem górnym. W miarę rosnącego ruchu jego zadaniem jest zrealizowanie opóźnień dla wszystkich statków powietrznych które tego wymagają. Zwiększająca się liczba samolotów wykonujących procedury oczekiwania bardzo zwiększa zajętość częstotliwości a monitorowanie każdego holdingu nieliniowo zwiększa obciążenie kontrolera pracą. Tu z pomocą przychodzi nowy sposób podziału sektora górnego.

Koncepcja podziału pionowego TMA Warszawa - podział sektora górnego

Tak jak to było na początku zaznaczone, historycznie przestrzeń odpowiedzialności warszawskiego Zbliżania dzielona była na dwa sposoby. Dawno temu na sektor Wschodni i Zachodni, ostatnio na sektor Północny i Południowy. Oczywiście zaletą każdego z tych podziałów było rozłożenie obciążenia pracą na dwa sektory, jednak ze względu na zmienną charakterystykę ruchu, za każdym razem jeden z sektorów był obciążony znacznie bardziej niż drugi. Ruch w jednej godzinie przylatywał głównie z zachodu, w innej głównie ze wschodu, rzadko jednocześnie ze wszystkich stron. W nowym podziale za cel postawiliśmy sobie stworzenie takiego podziału sektorowego, dla którego obciążenie pracą kontrolerów byłoby lepiej rozłożone. Bardzo pomocne w tym zadaniu okazało się założenie dla projektu nowych procedur dolotowych STAR, które doprowadziło do stworzenia trzech procedur oczekiwania dla lotniska w Warszawie, których położenie było niezależne od kierunków pasów w użyciu tak w Warszawie jak i w Modlinie.

Ponieważ najkorzystniejszym sposobem do tworzenia sektora kontroli ruchu lotniczego, z punktu widzenia obciążenia pracą, jest stworzenie go wokół punktu największej koncentracji uwagi - tzw. hotspotu, dla górnego sektora zbliżania zostały stworzone trzy podsektory wokół punktów oczekiwania. Tak jak przedstawione to było wcześniej, opóźnianie większej liczby statków powietrznych wykorzystując procedurę oczekiwania wymaga dużej koncentracji uwagi i dużej liczby instrukcji. Dzięki temu otrzymaliśmy trzy kawałki tortu które możemy dowolnie łączyć i rozdzielać dostosowując je do aktualnego ruchu dolotowego. Po analizie planowanego ruchu dolotowego pod kątem obciążenia danego sektora, Senior Kontroler APP Warszawa, może wydzielić najbardziej obciążony sektor w celu efektywnej realizacji opóźnień dla danego ruchu. W zależności od kierunku planowanego zlotu można wydzielić sektor wschodni, lub sektor północny, dzięki temu możemy bardziej elastycznie dostosować się do ruchu niż gdy mieliśmy dostępne tylko dwa sektory. Zbliżanie jest również przygotowane by w przyszłości otworzyć trzy niezależne sektory jeżeli będzie taka konieczność, dzięki czemu nowo stworzony podział nie tylko odpowiada obecnemu zapotrzebowaniu, ale daje możliwość sprostania znacznie większym wyzwaniom, przez jakiś czas zabezpieczając potrzebę wprowadzania kolejnych zmian.

Na koniec, podział został zrealizowany w ten sposób, że ruch w Modlinie obsługiwany jest przez jeden przeznaczony do tego sektor (oczywiście czasem sektor ten połączony jest z in-

nymi górnymi sektorami ale nie obciąża kontrolerów zajmujących się sekwencjonowaniem dolotów do Warszawy.

Podsumowanie osiągniętego efektu

Podsumowując efekty wprowadzonej zmiany, udało nam się zrealizować cel postawiony sobie podczas definiowania potrzeby operacyjnej, a nawet więcej. Kontroler pracujący na sektorze Director otrzymał mniejszą przestrzeń, w której może koncentrować się tylko na utrzymaniu odległości na prostej w dużym ruchu dolotowym. Podział całej przestrzeni odpowiedzialności warszawskiego Zbliżania może być elastyczny. Obciążenie pracą poszczególnych kontrolerów może być przez Seniora optymalizowane względem zapotrzebowania, sektory są wydzielane w ramach zwiększającego się obciążenia. Zyskaliśmy dodatkowo sektory, które dzięki zaprojektowaniu wokół hotspotów, lepiej organizują pracę Kontrolerów.

Dodatkowo, dla ruchu dolotowego, który stanowi zawsze największe wyzwanie dla służby Zbliżania, każdy kontroler siedzący na stanowisku otrzymał niezależne (w pewnym uproszczeniu) od siebie zadanie. Kontroler Planning przy pomocy informacji otrzymanej z AMAN prekwencjonuje statki powietrzne (wstępnie decyduje o kolejności do lądowania), często jak jeszcze znajdują się one na poziomie przelotowym. Kiedy Samoloty wlatują do TMA zadaniem poszczególnych kontrolerów sektorów górnych jest realizacja opóźnień przy użyciu informacji z AMAN, bez konieczności koncentrowania się na ostatecznej kolejności do lądowania. Po zrealizowaniu wymaganego opóźnienia to sektor dolny, na podstawie wiatru czy konfiguracji poszczególnych statków powietrznych, decyduje o ostatecznej kolejności do lądowania. Sektor Director realizuje założone, w danej sytuacji, odległości na prostej aby jak najefektywniej wykorzystać krzyżujące się pasy na lotnisku w Warszawie. Na tym już etapie zamiana kolejności statków powietrznych nie wpływa na średnie opóźnienie dla wszystkich podchodzących do lądowania. Statki powietrzne do i z lotniska w Modlinie wykonują operacje mając jak najmniej wpływ na końcową sekwencję do bardziej obciążonego lotniska w Warszawie. Zadania kontrolerów nie pokrywają się (a tak naprawdę pokrywają się w bardzo małym stopniu) więc zasoby umysłowe całego zespołu mogą być lepiej wykorzystane. Rzadko zdarza się żeby dwie osoby szukały rozwiązania dla tego samego problemu. Dzięki temu też udało się znacznie zmniejszyć konieczność dokonywania koordynacji, otworzyło to też możliwość wprowadzenia stanowiska Multiplanner, czyli kontrolera planującego ruch dla więcej niż jednego kontrolera utrzymującego łączność z poszczególnymi statkami powietrznymi.

MULTIPLANNER CZYLI CIĄG DALSZY

Potrzeba operacyjna

Standardowo każdy sektor wewnątrz TMA, oprócz sektora DIR, jest obsługiwany przez parę kontrolerów: executive kontrolera prowadzącego korespondencję radiową z pilotami oraz planner kontrolera prowadzącego koordynację z sąsiadującymi sektorami i planującego ruch w swoim sektorze.

Wraz ze zmianą specyfiki ruchu w TMA zmienia się zapotrzebowanie na dokonywanie koordynacji i prowadzenie korespondencji radiowej z pilotami samolotów. Gdy mamy do czynienia z du-

żym ruchem uporządkowanym, jednokierunkowym czyli np. zlot, zwiększa się zapotrzebowanie na prowadzenie korespondencji radiowej z pilotami. W takiej sytuacji ruchowej wydawane jest wiele instrukcji w celu zrealizowania zaplanowanej i zobrazowanej w systemie AMAN sekwencji. Aby zaspokoić potrzeby na obsługę takiego ruchu należy zwiększyć liczbę executive kontrolerów. Innym razem złe warunki pogodowe albo zwiększona aktywność tzw. małej awiacji, czyli samolotów operujących z lotnisk i lądowisk GAT znajdujących się pod TMA Warszawa, znacznie zwiększą zapotrzebowanie na koordynację czyli obciążą planner kontrolerów.

Zachowując zasadę podwójnej obsady każdego nowo otwieranego sektora mogłoby prowadzić do nieodpowiedniego wykorzystania dostępnego personelu. Na jednym sektorze executive kontroler mógłby być bardzo obciążony liczbą samolotów na łączności natomiast planner kontroler miałby ograniczoną liczbę zadań do wykonania. Alokacja personelu na stanowisku planner kontrolera z niewystarczającą liczbą zadań do wykonania ograniczałoby możliwość otworzenia kolejnych stanowisk executive kontrolera np. sektora DIR.

Potrzebą operacyjną wdrożenia multiplannera stało się więc bardziej elastyczne zarządzanie dostępnym personelem w celu zapewnienia usługi na odpowiednio wysokim poziomie użytkownikom przestrzeni powietrznej.

Koncepcja zarządzania personelem przy wykorzystaniu multiplannera

Koncepcja operacyjna wdrożenia multiplannera na warszawskim Zbliżaniu była rozwijana wspólnie z koncepcją nowego podziału sektorowego TMA Warszawa. Wypracowane rozwiązanie jest zaprezentowane w poniższej tabeli:

Stanowisko pracy:	UCS2		UCS1		UCS24		UCS23	
liczba kontrolerów:								
2					PC APP Low	EC APP Low		
3				EC APP High	Multi PC	EC APP Low		
4				EC APP High	Multi PC	EC APP Low	DIR	
4			PC APP High	EC APP High	PC APP Low	EC APP Low		
5			PC APP High	EC APP High	PC APP Low	EC APP Low	DIR	
5		EC APP High	Multi PC APP High	EC APP High	PC APP Low	EC APP Low		
6		EC APP High	Multi PC APP High	EC APP High	PC APP Low	EC APP Low	DIR	
6	PC APP High	EC APP High	PC APP High	EC APP High	PC APP Low	EC APP Low		
7	PC APP High	EC APP High	PC APP High	EC APP High	PC APP Low	EC APP Low	DIR	

W powyższej tabeli tym samym kolorem zostały zaznaczone wiersze przedstawiające obsady wykorzystujące tę samą liczbę kontrolerów. Dodatkowo kolorem niebieskim zostały zaznaczone miejsca, w których jest wykorzystywany multiplanner. Jako przykład omówmy szczegółowo obsadę czteroosobową. Z pomocą czterech dostępnych kontrolerów ruchu lotniczego można otworzyć sektor górny i dolny z połączonym stanowiskiem plannera i dodatkowo DIR lub sektor górny i dolny z pełną obsadą planner – executive. Pierwszy wariant może być wykorzystany przy dużym natężeniu ruchu dolotowego do którego obsługi konieczne jest optymalne wykorzystanie miejsca dostępnego na podejściu do lądowania w celu redukcji opóźnienia wynikającego z sekwencjonowania. Drugi wariant znajdzie zastosowanie przy umiarkowanym ruchu mieszanym doloty/odloty, który z jednej strony wymaga zwiększonej koordynacji oraz odpowiedniego planowania trasy w celu rozwiązywania konfliktów z drugiej strony nie wymaga precyzyjnego wykorzystywania miejsca na podejściu do lądowania.

Takie zarządzanie obsadą jest zgodne z założeniem leżącym u podstaw całej omawianej transformacji TMA Warszawa i ma na celu zapewnienie precyzyjnego ustawiania samolotów jeden za drugim na podejściu gdy tylko zwiększa się ruch dolotowy.

Wdrożenie zmiany i jej monitorowanie

Realizując zmianę operacyjną, tuż przed jej wprowadzeniem upewniamy się, że przeanalizowaliśmy wszystkie informacje jakie były dla nas dostępne w trakcie pracy nad zmianą, jednak musimy pamiętać że nikt nie jest nieomylny. Życie, użytkownicy i wszyscy interesariusze systemu ATM weryfikują zmianę po jej wprowadzeniu. Dlatego tak ważne w całym procesie wprowadzania zmiany jest monitorowanie jej po wprowadzeniu dla wyciągnięcia wniosków lub stworzenia potrzeby operacyjnej dla nowej zmiany.

Czas Pandemii

Bardzo duże znaczenie w monitorowaniu zmiany przestrzeni TMA Warszawa oraz wykorzystania multiplannera miał czas jej wprowadzenia, czyli czas COVID-19. Z jednej strony wprowadzenie tak wielu zmian na warszawskim Zbliżaniu (zmiany procedur dla lotniska w Warszawie i Modlinie, zmiana przestrzeni, multiplanner) w mniejszym ruchu pandemicznym było bardzo korzystne. W mniejszym ruchu kontrolerzy mieli lepszą możliwość zapoznania się z funkcjonowaniem zmiany w rzeczywistym życiu a nie tylko w środowisku symulatorowym. Nie było presji dużego ruchu, dodatkowo z punktu widzenia całej naszej Organizacji nie było konieczne wprowadzanie dużych ograniczeń w ruchu i dławienie potrzeb linii lotniczych.

Pojawiły się jednak negatywne aspekty sytuacji Pandemicznej

Założenia co do liczby dostępnych osób na stanowiskach operacyjnych, które było podstawą do stworzenia zmiany, zostały zmienione przez znacznie zmniejszony pandemiczny ruch lotniczy. Mniej kontrolerów było dostępnych w ciągu dnia do obsadzenia na stanowiskach operacyjnych. W tej sytuacji pomimo możliwości przestrzeni bardzo ograniczona została jej elastyczność. Ze względu na liczbę zaplanowanego personelu Senior Kontroler Warszawskie-

go zbliżania ma znacznie mniejsze możliwości w zarządzaniu sektorami, niektórych sektorów nie można niestety otworzyć. Podział sektorów górnych nastąpił tylko dla treningu, natomiast nieobsadzone pozostaje stanowisko Director, przez co dolny sektor bywa obciążony innymi zadaniami niż w założeniu. Oczywiście wymagania ruchowe są mniejsze niż te na jakie zaprojektowana jest zmiana, ale dla każdej wprowadzanej zmiany w środowisku ATM ważny jest też odbiór zmiany przez docelowych użytkowników czyli kontrolerów. Pozytywne nastawienie i zaangażowanie po wprowadzeniu zmiany jest bardzo ważnym aspektem dla efektywnego wykorzystania zalet jakie z niej płyną. Niestety ze względu na pewne założenia, które były podstawą całej zmiany, które na razie nie mogły być zrealizowane w żywym ruchu, odbiór zmiany był mieszany.

Niezależnie od tego, zmiana sposobu realizacji zadań (ich podzielność między kontrolerów) oraz sposób zarządzania przestrzenią sprawiły, że staliśmy się już teraz bardziej efektywni jako służba. Dodatkowo wiemy, że jesteśmy przygotowani na znaczny wzrost ruchu, nawet względem liczby operacji w 2019 r. Dzięki temu zarówno biznesmeni spieszący się na spotkania, jak i rodziny lecące na wakacje mogą czuć się bezpieczni i zadowoleni.

Pozostaje nam z optymizmem patrzeć w przyszłość i czekać na ponowny rozkwit branży lotniczej w nadchodzącym czasie.



Bartosz Szymczak

Senior Kontroler Ruchu Lotniczego, instruktor OJT APP Warszawa
W PAŻP od 2004



Mateusz Ogonowski

Kontroler Ruchu Lotniczego, instruktor OJT APP Warszawa
Główny Architekt Operacyjny systemu P_21/iTEC
W PAŻP pracuje od 2009 roku

Równoległa, wirtualna rzeczywistość kontroli ruchu lotniczego wspiera personel operacyjny



Hanna Kalita



Artur Kinowski

W naszej organizacji funkcjonuje technologia, która daje możliwość kreowania wirtualnej rzeczywistości ruchu lotniczego. Oddaje ona realia organizacji przestrzeni powietrznej, zachowania organów kontroli ruchu lotniczego i odzwierciedla procesy ruchu samych użytkowników przestrzeni powietrznej. Umożliwia swobodę budowania scenariuszy operacyjnych, które ilustrują postać potencjalnej, przyszłej sytuacji ruchowej, w oparciu o jaką kontroler ruchu lotniczego może testować wachlarz rozwiązań operacyjnych prowadzących do wypracowania najkorzystniejszej decyzji. Technologia odpowiada na klasyczny problem znajdowania złotego środka na bołaczki pragmatyki współczesnej kontroli ruchu lotniczego, czyli w większości przypadków pogodzenia zgłoszonego wolumenu zapotrzebowania na przewóz lotniczy z dostępną, rozporządzalną wielkością przestrzeni powietrznej.

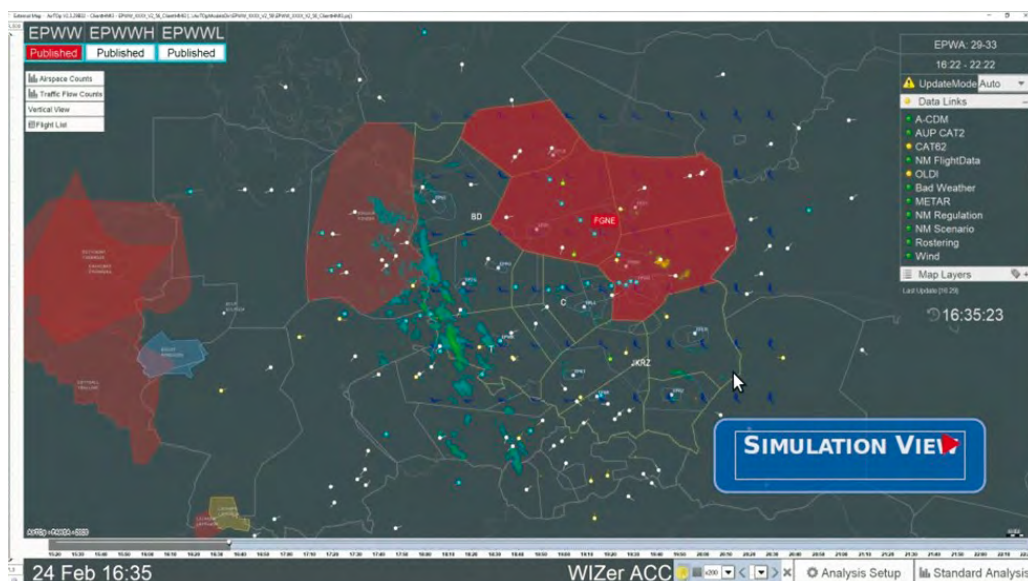
1 Nowe rozwiązanie

Do niedawna personel operacyjny radził sobie z zarządzaniem przepływem ruchu lotniczego i pojemnościami wykorzystując jedyne udostępniane przez Eurocontrol oprogramowanie o nazwie *Collaboration Human Machine Interface* (CHMI). Aplikacja pozwala na monitorowanie prognoz wielkości ruchu lotniczego w sektorach ATC w fazach operacji lotniczej przedtaktycznej i taktycznej, dając tym samym podstawę do reagowania na potencjalne przeciążenia sektorów. Funkcjonalność narzędzia jest ograniczona. CHMI buduje prognozy wyłącznie na podstawie danych (*Entry Counts, Occupancy Values*) *Enhanced Tactical Flow Management System* (ETFMS). Dane pochodzące ze źródeł lokalnych, które są istotne w fazie taktycznej, takie jak informacje radarowe, OLDI, A-ACDM, meteorologiczne, etc., są poza treścią informacyjną ETFMS. Dodatkowo, CHMI prezentując wymienione dane nie uwzględnia części istotnych dla złożoności ruchu (*complexity*) czynników, które mają wpływ na wielkość obciążenia kontrolera pracą (*workload*), a ta jest determinantą zmieniającej się w czasie wartości pojemności sektora ATC. Narzędzie nie posiada funkcji wspomagającej planowania konfiguracji sektorów, pożądanej przy dynamicznych zmianach ruchu lotniczego. Analizy i raporty wymagane w obszarze ATFCM również pozostają w sferze czynności manualnych.

Wymienione ograniczenia aplikacji CHMI stały się motorem poszukiwania nowego rozwiązania technicznego. Wybór padł na oprogramowanie z półki (*commercial off the shelf, COTS*)

dostawcy rozwiązań dla rynku transportowego, firmy Transoft Solutions, o nazwie AirTOP, przemianowany w PAŻP na *Traffic Complexity Tools* (TCT). Kanadyjska firma specjalizuje się w opracowywaniu rozwiązań wspomagających proces decyzyjny między innymi dla kontrolerów ruchu lotniczego, inżynierów oraz analityków ATM. Jej głównymi klientami są lotniska, instytuty badawcze, linie lotnicze, firmy konsultingowe oraz instytucje zajmujące się nadzorem nad cywilnym ruchem lotniczym.

Wdrożony system informacyjny powiększył arsenał narzędzi technicznych na stanowiskach senior kontrolera służby kontroli obszaru i służby ATFCM reprezentowanej przez lokalną jednostkę Network Managera, Flow Management Position (FMP). Do momentu przeprowadzenia kalibracji systemu (procesu koniecznego dla systemów informacyjnych funkcjonujących w oparciu o silnik symulacji przyspieszonej) pozostanie narzędziem komplementarnym w stosunku do CHMI. Równolegle trwają prace nad lokalizacją aplikacji w obszarze działania służby kontroli lotniska TWR Warszawa.



Rys. 1. Ekran symulacji narzędzia TCT.

Działania nad wprowadzeniem tej technologii do pracy operacyjnej trwały kilka lat i zaangażowały personel operacyjny służb ACC, FMP, APP i TWR. Projekt miał na celu dostawę i implementację systemu do zarządzania informacją o ruchu lotniczym w fazach ATFCM. Projekt realizowany był z wykorzystaniem dofinansowania ze środków UE w ramach funduszu INEA, które stanowiło 50% wartości budżetu projektowego oraz wypełniał swoim zakresem jedną z funkcjonalności w ramach europejskiego planu generalnego modernizacji służb ATM (Sub AF: S-AF 4.4 - Automated Support for Traffic Complexity Assessment).

System zapewnia możliwość planowania i wdrażania struktur przestrzeni powietrznej oraz planowania rozkładu potoków ruchu, a także możliwość planowania podziału sektorowego służb ATS (TWR, APP, ACC) w celu dostosowania tych procesów do dynamicznych i złożonych warunków i środowiska operacyjnego przy uwzględnieniu obciążenia pracą kontrolera.

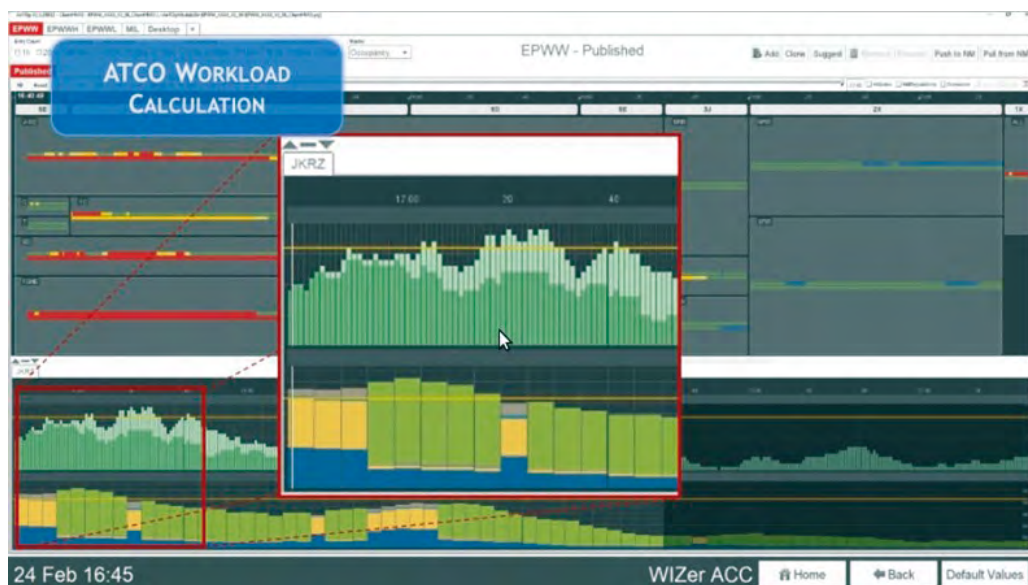
Jednocześnie narzędzie TCT udostępnia możliwość wykorzystania w celach badawczo-rozwojowych funkcjonalności symulacji czasu przyśpieszonego (*Fast Time Simulation, FTS*), pozwalającej na dokonywanie symulacji badania hipotez odnoszących się do złożonych sytuacji ruchowych.

Traffic Complexity Tools to unikalne, oparte na regułach, oprogramowanie do szybkiego modelowania, symulacji i oceny złożoności ruchu lotniczego w oparciu o koncepcję *gate-to-gate*. Jest to oprogramowanie modułowe, w którym każdy moduł jest powiązany z jedną z trzech sfer operacyjnych: przestrzenią powietrzną, lotniskiem oraz prognozą bieżącego ruchu powiązaną z analizą „co-jeśli” (*what if*). Moduły, które zostały dostosowane do potrzeb PAŻP funkcjonują obecnie w zakresie:

- (1) ACC/FMP - dla kontroli obszaru w ścisłym powiązaniu z pracą stanowiska FMP wspomagającego bezpośrednio proces decyzyjny;
- (2) APP - do użytku kontroli zbliżania Warszawa;
- (3) TWR - przeznaczony obecnie dla lotniska Warszawa;
- (4) FTS - symulator czasu przyśpieszonego do prac badawczo-rozwojowych.

2 Funkcjonalność ACC/FMP

Moduł TCT ACC/FMP jest w stanie przetworzyć wszystkie kluczowe elementy struktury przestrzeni powietrznej i powiązać je z poszczególnymi zadaniami kontrolera, a także uwzględnić wszystkie związane z nimi ograniczenia statyczne lub dynamiczne, zapewniając realistyczną symulację trasy. Moduł umożliwia tworzenie łatwych w obsłudze modeli przestrzeni powietrznej o wysokiej dokładności powiązanych z konkretnymi operacjami, które można wykorzystać w badaniach przepustowości, projektach resektoryzacji, reorganizacji tras, wdrażaniu kon-



Rys. 2. Zobrazowanie obciążenia pracą kontrolera.

cepcji *free-route* lub *Reduced Vertical Separation Minima* (RVSM). Mierniki, takie jak pojemność, obciążenie pracą kontrolera ruchu lotniczego, opóźnienia, wydajność ekonomiczna lub środowiskowa są łatwo udostępniane w formie niezbędnej do wykorzystania w codziennej pracy i do prowadzenia dialogu z poszczególnymi interesariuszami. TCT wspiera wszystkie kluczowe elementy struktury przestrzeni powietrznej oraz ich dynamiczne i statyczne restrykcje. Dzięki czemu możliwe jest przeprowadzenie symulacji realistycznych sytuacji ruchowych. Moduł trasowy zawiera możliwość tworzenia opartego na zadaniach modelu obciążenia pracą kontrolera, wykrywania i rozwiązywania konfliktów, uwzględnia postanowienia *Letter of Agreement* (LoA).

Aplikacja umożliwia łatwe tworzenie między innymi punktów trasowych, obszarów FLAS, tras ATS, sektorów przestrzeni powietrznej bezpośrednio na mapie. Istnieje również funkcjonalność częściowego lub całkowitego importu danych ze źródeł zewnętrznych w różnych formatach. Modyfikowalne zasady rozwiązywania konfliktów pozwalają użytkownikowi na definiowanie charakterystycznych dla danego obszaru strategii opartych na rodzajach konfliktów, par lotnisk, odległości do *Top of Descent* etc. TCT pozwala na integrację danych z różnych źródeł przez różne interfejsy. Przykładami mogą być dane CPR, FPL, pogodowe oraz lokalne ograniczenia obsadowe, jak również informacje o aktywacji stref wojskowych. Aplikacja funkcjonuje 24/7. Działające mechanizmy auto-korekcji i odzyskiwania pozwalają na osiągnięcie wysokiego poziomu dostępności i niezawodności. Walidacja zmian w modelu przestrzeni oparta jest na nieregresywnym testowaniu próbek ruchowych przy pomocy funkcjonalności symulacji oraz odtwarzania z uwzględnieniem różnych wariantów. Modelowanie oparte jest na trajektorii 4D pozwalającej na monitorowanie parametrów load oraz occupancy przestrzeni powietrznej. Prezentacja wskaźników efektywności może być dostosowywana do potrzeb użytkownika a trajektoria może być aktualizowana dynamicznie w zależności od zdefiniowanych działań kontrolera oraz na podstawie danych dostarczanych przez zainteresowane strony (Network Managera, ATC, towarzystwa lotnicze, etc.).

3 Funkcjonalność APP

Aplikacja TCT pozwala na przeprowadzanie realistycznych symulacji poprzez połączenie procesów zachodzących na ziemi z modelem czynności wykonywanych przez kontrolera zbliżania. Możliwe jest odwzorowanie modeli DMAN i AMAN. Aplikacja wspomaga lotniska w zrozumieniu i ocenie problemów z pojemnością oraz czynników wpływających na opóźnienia. Moduł pozwala na modelowanie procedur SID/STAR, holdingów, obszarów wektowania oraz bezpośredniego ich edytowania na mapie. Kluczowe parametry tych procedur, takie jak restrykcje prędkości, wysokości, wartości separacji statków powietrznych, mogą być definiowane w celu odtworzenia obowiązującej struktury powietrznej. Parametry obciążenia przestrzeni powietrznej obliczane są z wyprzedzeniem na podstawie zmian sektoryzacji w czasie. Dostępna jest możliwość modelowania różnych strategii działań w celu optymalizacji balansu obciążenia i pojemności. Funkcjonalność AMAN/TMA pozwala na utworzenie realistycznej sekwencji podejścia do lądowania z uwzględnieniem minimów separacji. Wprowadzenie do modelu uwarunkowań lokalnych dotyczących działań poszczególnych zainteresowanych stron pozwala na analizę wpływu tych działań w przyjętym scenariuszu.



Rys. 3. Graficzne wsparcie procesu decyzyjnego.

4 Moduł TWR

Oprogramowanie TCT posiada funkcje pozwalające na dokładną ocenę bieżącej jak i planowanej pojemności drogi startowej. Aparat analityczny pokonuje obecne ograniczenia poprzez zastosowanie symulacyjnej metody Monte Carlo (metoda matematyczna pozwalająca na wzięcie pod uwagę ryzyka, prezentująca szereg wyników od najgorszego do najbardziej korzystnego) do obliczenia przepustowości drogi startowej. Narzędzie pozwala na testowanie różnych rozwiązań, ocenę wpływu zmian oraz pozyskanie takich danych jak statystyki opóźnień. Funkcja analizowania pojemności drogi startowej wykorzystuje zdefiniowany model lotniska. System dróg startowych przy obliczeniach jest traktowany niezależnie od ograniczeń przestrzeni oraz infrastruktury lotniska. Zasady separacji ruchu lotniczego wprowadzane są z pomocą systemu zależności par ruchu dolotowego i odlotowego. System przewiduje możliwość wprowadzenia poziomu losowości, co pozwala na ocenę wrażliwości systemu na nieprzewidziane sytuacje ruchowe.

4 Strategiczne wykorzystanie narzędzia

Traffic Complexity Tool dzięki swoim rozległym możliwościom wykorzystania w każdej fazie działania ATFCM, może zostać zastosowane na każdym etapie planowania i działania operacyjnego. W szczególności możliwość przeprowadzania symulacji czasu przyspieszonego pozwala w fazie strategicznej na projektowanie i tworzenie struktur przestrzeni powietrznej dla służb ATC.

Zgodnie z wymogami ICAO oraz rekomendacjami Eurocontrol, państwa ECAC są zobowiązane do oceny wpływu planowanych zmian w przestrzeni powietrznej na system ATM. Pełny ciąg procesu projektowania przestrzeni powietrznej składa się z:



Rys. 4. Symulacja przyspieszona.

- (1) opracowania pomysłu przez grupę projektową;
- (2) walidacji przy pomocy narzędzi EUROCONTROL SAAM/NEST;
- (3) walidacji typu FTS;
- (4) walidacji typu Real Time Simulation (RTS);
- (5) wdrożenia projektu.

W zależności od wielkości i zakresu projektu, pewne elementy tego procesu mogą być pominięte. Przed wdrożeniem TCT, PAŻP nie posiadała zasobów technicznych do realizacji symulacji typu FTS, a w przypadku konieczności przeprowadzenia takich symulacji, zlecała to zadania firmom zewnętrznym, co niosło za sobą dodatkowe koszty. Złożony proces zamawiania takiej usługi często powodował konieczność pominięcia symulacji FTS w procesie projektowania struktur przestrzeni powietrznej. W efekcie proces projektowania przestrzeni powietrznej ograniczał się jedynie do symulacji SAAM/NEST, która nie uwzględnia wskaźnika obciążenia pracą (*workload*). Przeprowadzenie symulacji jedynie na podstawie złożonych i wykonanych planów lotów oznacza, że wyniki wykonanych analiz, znacznie zmniejszają zakres i wiarygodność symulowanych aspektów.

Symulacje FTS są kolejnym, wskazanym krokiem po symulacjach prowadzonych jedynie przy pomocy narzędzi oferowanych przez Eurocontrol SAAM/NEST. Pozwalają one bowiem na bardziej rzeczywiste odwzorowanie symulowanych aspektów, będąc jednocześnie bardziej efektywnymi kosztowo i czasowo niż symulacje RTS. Dodatkowo umożliwiają tworzenie bardziej wiarygodnych modeli i wykluczenie błędów jeszcze przed etapem symulacji w czasie rzeczywistym.

Przeprowadzenie symulacji FTS pozwala także na efektywne identyfikowanie projektów zmian struktury przestrzeni powietrznej wartych dalszej pracy i realizacji oraz pozwala na szybką eliminację tych najmniej przydatnych czy obiecujących. Niewątpliwą zaletą szybkiego iden-

fikowania słabych punktów projektu jest możliwość szybkiego reagowania poprzez wprowadzanie nowych rozwiązań lub wykonania dodatkowych badań pozwalających na usprawnienie projektu już na wczesnym etapie lub ewentualnie rezygnację z projektu albo jego części w przypadku utraty uzasadnienia biznesowego.



Rys. 5. Ocena wpływu jako wynik symulacji FTS.

Symulacje FTS mogą być wykorzystywane do optymalizacji zarówno planowanych tras EN-ROUTE (również w środowisku Free Route), jak i standardowych dolotów i odlotów według wskazań przyrządów SID/STAR w przestrzeni TMA. Dzięki FTS można dokonać szczegółowej analizy ich wzajemnej kolizyjności i efektywności lotu (długość trasy, spalanie paliwa i emisja CO₂), a także optymalizacji struktury tras SID i STAR pod kątem przepustowości i organizacji ruchu lotniczego. Takie analizy są wykorzystywane przez innych ANSP z uwagi na ich dużą przydatność przy rozwiązywaniu potencjalnych konfliktów tras oraz monitorowaniu ruchu lotniczego na trasach EN-ROUTE oraz SID/STAR już na etapie ich projektowania.



Hanna Kalita

St. specjalista d/s programów i współpracy międzynarodowej



Artur Kinowski

Inżynier od lat zaangażowany w tworzenie narzędzi pracy z zakresu inżynierii ruchu lotniczego służących służbom żeglugi powietrznej.

SAFE SKY



Polska Agencja Żeglugi Powietrznej

ul. Wieżowa 8

02-147 Warszawa

tel. +48 22 574 67 28

www.pansa.pl