

SAFE SKY



Biuletyn Bezpieczeństwa Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej

Nr 2(26)/2024

W trosce o bezpieczeństwo



W numerze:

➤ Foreign Object Debris

➤ Kosztowny bałagan

➤ Zakłócenia GNSS
w FIR EPWW

PANSA

Szanowni Państwo,

Przed nami sezon wakacyjny a wraz z nim szczyt ruchu lotniczego. Wszyscy pracownicy Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej dokładają codziennie wszelkich starań, aby ruch lotniczy w FIR EPWW odbywał się w sposób bezpieczny i uporządkowany. Nie inaczej będzie i tego lata.

Przekazujemy w Państwa ręce kolejny numer Safe Sky, w ramach którego publikujemy cztery artykuły.

Jednym z codziennych zagrożeń, z jakimi borykają się zarówno służby portów lotniczych jak i personel operacyjny PAŻP, jest FOD. Co to takiego, jakie są jego źródła i niebezpieczeństwa z nim związane? Opowie o tym Paweł Szpakowski w pierwszym artykule tego numeru.

Agnieszka Witkowska przedstawi natomiast kilka interesujących historii związanych z FOD, zarówno z kraju, jak i z zagranicy.

Klaudiusz Dybowski opisie katastrofę lotniczą, do której przyczyniło się wiele pojedynczych niedoskonałości systemu. Każda z nich, osobno niegroźna, złożyła się na tragiczne w skutkach wydarzenie.

W końcowej części numeru przedstawiamy informację Biura Bezpieczeństwa i Zespołu PBN Transition Plan na temat zakłóceń GNSS w FIR EPWW.

Zapraszamy do lektury a tym z Państwa, którzy planują wkrótce wakacyjny odpoczynek, życzymy, by był wyjątkowo udany.

Biuro Bezpieczeństwa

Spis treści

FOD czyli to, co niepożądane na lotniskach 4

Paweł Szpakowski

Niewidoczne, lecz niebezpieczne zagrożenie dla lotnictwa 14

Agnieszka Witkowska

Kosztowny bałagan 20

Klaudiusz Dybowski

Raportowanie zakłóceń GNSS - feedback dla służb ATS 25

Biuro Bezpieczeństwa i Zespół PBN Transition Plan



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: **Dział Komunikacji**

Opracowanie graficzne: **Dział Komunikacji**

Skład i łamanie: **Piotr Ostaszewski**

Polska Agencja Żeglugi Powietrznej
www.pansa.pl

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

FOD

czyli to, co niepożądane na lotniskach



Paweł Szpakowski

Liczna grupa pracowników Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej (PAŻP) przy realizacji części swoich codziennych obowiązków służbowych, porusza się po lotniskach, także w bezpośrednim sąsiedztwie kołujących, startujących i lądujących statków powietrznych. Wśród nich znajdują się między innymi członkowie załogi Inspekcji Lotniczej, wykonujący zadania związane z obsługą i przygotowaniem samolotu pomiarowego „Papuga” do kolejnych lotów inspekcyjnych, a także technicy odpowiedzialni za stałe utrzymanie w sprawności operacyjnej lotniskowych, naziemnych urządzeń radionawigacyjnych typu ILS, DVOR i DME. Przy wykonywaniu swoich prac mogą im przydarzyć się sytuacje, zwykle niezamierzonego pozostawienia w polu ruchu naziemnego różnych posiadanych uprzednio przy sobie przedmiotów, które nie mają żadnej funkcji operacyjnej lub lotniczej, a dysponują potencjałem, aby stworzyć zagrożenie dla bezpieczeństwa lotniczego. Są to tak zwane FOD (ang. Foreign Object Damage/ Foreign Object Debris), czyli obiekty, które niezależnie od składu i początkowego celu, nie znajdując się w przewidzianych dla nich miejscach, mogą w konsekwencji swojej obecności doprowadzić do uszkodzenia sprzętu latającego, infrastruktury lotniska, pojazdów, a także narazić na niebezpieczeństwo znajdujące się w pobliżu osoby. Warto pogłębić wiedzę z zakresu powstawania tego typu sytuacji, poznać sposoby zapobiegania takim zjawiskom. Tym zagadnieniom poświęcony będzie bieżący artykuł.

Wszystko, co zostanie zassane do wnętrza silników lotniczych, zwłaszcza odrzutowych, dostanie się do wnętrza mechanizmów sterowania samolotem, uderzy w kadłuby czy wejdzie w bezpośredni kontakt z elementami konstrukcyjnymi statku powietrznego jest źródłem potencjalnego zniszczenia maszyny. Przykładowymi skutkami będą wyszczerbienia śmigieł lub łopatek silników, trwałe odkształcenia poszycia, zablokowanie działania podzespołów. W skrajnych przypadkach takie uszkodzenia mogą doprowadzić nawet do katastrofy. W wyniku podmuchu z jednostek napędowych samolotów pozostawione w otoczeniu maszyny obiekty mogą zostać poderwane, odrzucone z dużą energią i doprowadzić także do zranienia personelu. Również sami ludzie mogą stać się FOD, jeżeli znajdą się w niewłaściwym miejscu i czasie. Istnieją udokumentowane przypadki wciągnięcia osób do silników lotniczych. Dramatycznym przykładem uszkodzeń wywołanych przez FOD jest katastrofa samolotu typu Concorde linii Air France, która miała miejsce w Paryżu 25 lipca 2000 r. Maszyna rozbiła się wkrótce po starcie z lotniska Charles de Gaulle (LFPG, CDG). Nikt na lotnisku nie zauważył, że ze statku powietrznego McDonnell Douglas DC-10, startującego chwilę wcześniej odpadł i pozostał na pasie tytanowy element. W czasie rozbiegu Concorde najechał na ten obiekt powodując pęknięcie i rozerwanie gumy jednej z opon. Jej fragmenty uderzyły w zbiornik paliwa, doprowadzając do jego zniekształcenia i w konsekwencji wycieku. Dodatkowo dostały się do silnika zlokalizowanego pod skrzydłem, powodując jego uszkodzenie mechaniczne, utratę ciągu



Fot.1. FOD stanowią poważne zagrożenie dla statków powietrznych, źródło: ze zbiorów autora

i pożar. Odształcenie struktury jednego ze skrzydeł samolotu spowodowało utratę możliwości pilotażowych a tym samym kontynuowania lotu. W konsekwencji samolot spadł na ziemię. Zginęło wszystkich 100 pasażerów, dziewięciu członków załogi, a także cztery przypadkowe osoby. W wyniku śledztwa stwierdzono, że nic, co mogła zrobić załoga, łącznie z przerwaniem startu, nie zapobiegłoby utracie maszyny.



Fot.2. Katastrofa samolotu Concorde w Paryżu wywołana przez FOD, źródło : ze zbiorów autora

Występowanie FOD na lotniskach ma różne przyczyny. Najczęściej są nimi: stan techniczny infrastruktury lotniskowej, sposób realizacji zadań związanych z obsługą statków powietrznych i operacji lotniczych, warunki atmosferyczne, wpływ przyrody a także niezbyt wysoka świadomość personelu dotycząca tego zagadnienia. FOD można znaleźć na lotnisku w różnych miejscach – od bramek terminali, poprzez płyty postojowe, drogi kołowania i serwisowe, aż na pasach startowych kończąc. Obiekty niepożądane są bardzo zróżnicowane. Zaliczamy do nich:

- ▶ elementy nawierzchni lotniska: kawałki betonu, asfaltu, złącza gumowe, zaślepki, odpryski farby
- ▶ narzędzia proste i mechaniczne: klucze stałe, śrubokręty, kombinerki, szczypce, nożyce, młotki, wkrętarki, mierniki, testery
- ▶ obiekty naturalne: popiół wulkaniczny, kawałki lodu, śnieg, grad, ptaki i inne zwierzęta, rośliny, drewno
- ▶ materiały budowlane: piasek, żwir, kamienie, gruz, wiórki metalowe
- ▶ elementy samolotów i silników: nakrętki, śruby, podkładki, zawlecзки, druty, przewody, części zamienne itp.
- ▶ sprzęt techniczny do obsługi statków powietrznych
- ▶ bagaże, kontenery i palety do przewozu towarów, taśmy, opakowania, sprzęt techniczny
- ▶ przedmioty osobiste: okulary, monety, długopisy, klucze, identyfikatory, ochraniacze słuchu, artykuły spożywcze



Fot.3. Przykłady FOD znalezione w obrębie dróg kołowania i płyt postojowych, źródło: ze zbiorów autora

- ▶ elementy odzieży: kamizelki ochronne, płaszcze przeciwdeszczowe, kurtki, rękawiczki, czapki
- ▶ inne: szmaty, niedopałki papierosów, papier, spinacze, kłódki, przywieszki bagażowe, opakowania po żywności i pojemniki po napojach itp.

Według różnych badań FOD lotniskowy ma głównie charakter metaliczny (62%). W dalszej kolejności są nim elementy plastikowe i gumowe (19%). Odnośnie występowania takich obiektów to wyniki obserwacji pokazują, że 55% miało miejsce w obrębie płyt i stanowisk postojowych, kolejne 30% na drogach kołowania, pozostałe 15% znaleziono w pobliżu pasów startowych. W skali świata FOD naraża branżę lotniczą na kilka miliardów euro rocznie kosztów bezpośrednich i pośrednich. Ma to związek z naprawami uszkodzonych statków powietrznych, osprzętu i infrastruktury, opóźnionymi lub odwołanymi lotami, utratą pasażerów zmieniających środek transportu, odszkodowaniami wypłacanymi ofiarom wypadków wywołanych tego typu zdarzeniami. Istnieje zatem potrzeba eliminowania FOD z lotnisk, przyczyniając się tym samym do poprawy bezpieczeństwa, a także minimalizacji kwot wydawanych na usuwanie wywołanych przez to skutków. Konieczne jest ustanawianie, wprowadzanie i doskonalenie programów mających ograniczać tego typu zjawiska. Skuteczna taktyka działania powinna opierać się na kwestiach: analizowania obszarów występowania, szkoleniu i uświadamianiu personelu, inspekcji terenu oraz usuwaniu znalezisk. Zarządzający programem zapobiegania FOD powinni najpierw zidentyfikować, w których obszarach lotniska i w jakiej ilości takie obiekty pojawiają się najczęściej, zapoznać się ze sposobami działaniami personelu pracującego w tych miejscach, a dopiero później opracowywać taktykę eliminacji tego rodzaju zagrożeń. Każde zdarzenie z FOD powinno być oddzielnie analizowane, zarejestrowane i uzupełnione o informacje obejmujące m. in. : kiedy, jak i gdzie obiekt wykryto, rodzaj, kolor, rozmiar, możliwe źródło.

Cały personel pracujący w strefie operacyjnej portu lotniczego musi zostać objęty cyklicznie powtarzanymi szkoleniami w zakresie identyfikacji, usuwania i eliminowania FOD oraz potencjalnych konsekwencji ignorowania zjawiska. Dla nowych pracowników powinien być to jeden z obowiązkowych elementów przygotowania przed rozpoczęciem przebywania w strefie operowania statków powietrznych. Treści wykładów



Fot.4. Rozmiary FOD mogą być zaskakujące, źródło : ze zbiorów autora

mogą być wzmacniane i utrwalane poprzez stałe wykorzystywanie plakatów informacyjnych i znaków FOD rozmieszczonych w różnych miejscach lotniska, rozpowszechnianiem biuletynów bezpieczeństwa itp.

Międzynarodowa Organizacja Lotnictwa Cywilnego (ICAO) nakłada na zarządzających portami lotniczymi obowiązek codziennej inspekcji pól manewrowych statków powietrznych, prowadzonej regularnie przy świetle dziennym, zwłaszcza na początku dnia lub zmiany i w następstwie usuwania wszelkich wykrytych FOD. Realizację takiego zadania zwyczajowo powierza się służbie Dyżurnego Portu, który regularnie patrolując teren jest w stanie, w stosunkowo krótkim czasie, sprawdzić dużą powierzchnię pod względem jej zanieczyszczenia. Inspekcje prowadzone są w czasie przejazdu samochodami po trasach poruszania się statków powietrznych po lotnisku. Prowadzona obserwacja wzrokowa może być wspierana z wykorzystaniem różnego rodzaju kamer i radarów wraz ze specjalistycznym oprogramowaniem do analizowania rejestrowanego obrazu. Nowym rozwiązaniem mogącym pomagać w poszukiwaniach jest zastosowanie dronów wyposażonych w przystawki skanujące LIDAR. Jest to metoda polegająca na oświetlaniu powierzchni światłem laserowym i pomiarze jego odbicia. Różnice w czasie powrotu wiązki lasera oraz zmiana długości fali są następnie wykorzystywane do tworzenia trójwymiarowego obrazu otoczenia i mogą umożliwić wykrycie nawet niewielkich obiektów, które pojawiły się w polu widzenia urządzenia. Inspekcja powierzchni utwardzonych lotniska pozwala między innymi wykrywać wczesne oznaki kruszenia się nawierzchni, wszelkie jej pęknięcia i bezzwłocznie przystępować do naprawy. Jeżeli jest to niemożliwe do zrealizowania natychmiast niebezpieczny obszar powinien być wyłączony z użytkowania, a samoloty powinny korzystać z alternatywnych tras kołowania i miejsc postojowych. Innym sposobem detekcji zanieczyszczeń są prowadzone na niektórych lotniskach o mniejszym ruchu spacer, tzw. FOD Walk. To procedura w której grupa ludzi, działająca w skoordynowany sposób, przeszukuje obszar i usuwa napotkane elementy i przedmioty. Osoby przemieszczają się w formacji obok siebie, aby zapewnić, że nie zostaną pominięte przy sprawdzaniu żadne fragmenty terenu. Niezależnie od powyższych metod cały personel lotniska zobowiązany jest do zwracania uwagi na przypadkowe obiekty znajdujące podczas wykonywania swoich normalnych zajęć. W obrębie płyt postojowych samolotów to przedstawiciele przewoźników lotniczych, agenci handlingowi i obsługa techniczna odpowiadają za dopilnowanie, aby poszczególne stanowiska parkingowe i ich otoczenie były wolne od wszelkich przedmiotów szkodliwych, także przypadkowo, niebezpiecznie ustawionego sprzętu naziemnego. Operacje tankowania samolotów, załadunek i wyładunek bagażu, cargo i cateringu, sprzątanie kabiny, czy drobne prace serwisowe mogą także być przyczyną powstawania FOD. W celu potwierdzenia stanu czystości miejsca obsługi statków powietrznych



Fot.5. Samochód Dyżurnego Portu dokonujący przejazdu w poszukiwaniu FOD, źródło: Heathrow Airport

niejednokrotnie wyznacza się specjalne osoby, których zadaniem jest przede wszystkim sprawdzanie stanowisk postojowych na chwilę przed wjazdem tam samolotów oraz tuż po opuszczeniu tych miejsc.

Na lotniskach dużą grupę zdarzeń FOD notuje się w związku z aktywnością ptaków. Zderzenia ze zwierzętami są stosunkowo częste. Występują zazwyczaj na ziemi w czasie startów i lądowań lub lotów na małej wysokości. W wyniku takich kolizji najczęściej uszkodzeniom ulegają śmigła, skrzydła, dziób, przednie szyby, kadłub, podwozie. Jednak zdecydowanie największe niebezpieczeństwo pojawia się, gdy ptaki dostaną się do silników samolotu, zwłaszcza odrzutowych i to w fazie startu. Występuje wtedy bardzo wysokie prawdopodobieństwo utraty mocy jednostek napędowych i zaburzenie aerodynamiki, wynikające z deformacji lub zniszczenia elementów konstrukcyjnych i sterujących. W niektórych przypadkach będzie to nawet skutkowało wyłączeniem lub pożarem silników, prowadzącymi do braku możliwości bezpiecznego kontynuowania lotu, wyłącznie z możliwą zaistnieniem katastrofy lotniczej. Stopień uszkodzenia maszyny wynika z wielkości energii związanej z zaistniałą kolizją. Siła uderzenia zależy od ilości i masy zwierząt, prędkości lotu obiektów i kierunku z którego nastąpiło natarcie. O ile bezpośredni kontakt samolotu z małym ptakiem może nawet nie pozostawić żadnego śladu na maszynie, to już uderzenie rozpędzonego samolotu w stado ptaków lub nawet pojedynczego, dużego osobnika może wywołać znaczne uszkodzenia konstrukcji statku powietrznego, powodując już sytuacje zagrożenia. Jeżeli zatem w bliskości poruszających się maszyn zostaną zauważone ptaki to, o ile to możliwe, załogi lotnicze powinny przerywać wykonywane manewry. Jednocześnie personel naziemny natychmiast musi przystąpić do odstraszenia i przegonienia zwierząt za pomocą dostępnych na lotnisku środków. Aby obecność ptaków na lotniskach była jak najmniej prawdopodobna, należy uniemożliwić im znalezienie pożywienia na terenie portów lotniczych. Nie wolno zatem zostawiać bez nadzoru jakichkolwiek produktów spożywczych, nawet ich najmniejszych ilości. Pracownicy powinni spożywać posiłki tylko w wyznaczonych, izolowanych miejscach. Jedzenie zawsze należy przenosić w zamkniętych pojemnikach.



Fot.6. Ptaki jako jedno ze źródeł FOD zagrażają startującym samolotom, źródło : ze zbiorów autora

Także realizowane w obrębie lotnisk budowy wymagają częstszych kontroli czystości. Wykonawcy nie mogą umieszczać zapleczy budowy w sąsiedztwie poruszających się statków powietrznych w sposób nieprzemyślny, przypadkowy. Cały materiał budowlany, zwłaszcza sypki, musi być składowany i przechowywany zamknięty, zakryty lub ograniczony, aby zapobiec wydmuchiowaniu go w strefy operowania samolotów. Planowane projekty budowlane na lotniskach powinny uwzględniać różnego rodzaju środki kontroli i ograniczenia generowanego FOD. Dostęp do i z placów budowy powinien omijać strefę operacyjną lotniska. Tereny bezpośrednio przylegające do niej muszą być pozbawione wszelkich zanieczyszczeń. Operatorzy portów lotniczych muszą być przygotowani do natychmiastowego wstrzymywania prac budowlanych jeśli pojawia się potencjał do tworzenia się i występowania FOD, choćby w warunkach występowania silnego wiatru. Istnieje wtedy większe prawdopodobieństwo, że materiały budowlane i zanieczyszczenia unoszące się w powietrzu dotrą w pobliże statków powietrznych. Szczególną uwagę należy zwracać na poziom czystości terenu uprzednio wyłączanego z eksploatacji przed przywróceniem go dla operacji lotniczych.

Miesiące zimowe przynoszą dla lotnisk dodatkowe zagrożenia FOD w postaci kawałków lodu i zbitego śniegu. Tworzą się one wzdłuż krawędzi dróg kołowania i pasów startowych w wyniku pracy pługów śnieżnych. Plany oczyszczania lotniska w tej porze roku muszą zapewnić, że zimowa pokrywa pola manewrowego zostanie jak najszybciej usunięta z rejonów operowania statków powietrznych przez jej odrzucenie lub wydmuchane wystarczająco daleko na boki, eliminując zagrożenie uszkodzenia samolotów.

Jako ciekawostkę warto przytoczyć fakt, że na przestrzeni lat projektowano samoloty, które miały specjalne konstrukcje wlotów powietrza zapobiegające zasysaniu FOD do silników lotniczych, zwłaszcza przy ich pracy na wysokich obrotach. Jednym z rozwiązań było czasowe zakrywanie wlotów powietrza za pomocą specjalnych żaluzji i otwieranie innych, dodatkowych otworów w górnej części kadłuba. Zapewniało to wystarczający dopływ powietrza do silników, zmniejszając ryzyko zassania obiektów z ziemi. Przykład takiej konstrukcji stanowi myśliwiec Mikojan MiG-29. Innym rozwiązaniem minimalizującym wciągnięcie FOD jest samolot Antonow An-74, w którym silniki umieszczono wysoko, nad kadłubem.



Fot.7. Samolot Antonov An-74 stworzony także w celu unikania FOD, źródło : ze zbiorów autora

Stosunkowo częstą przyczyną powstawania zagrożenia ze strony FOD jest niewłaściwie umieszczone lub pozostawione w obrębie statków powietrznych różnego rodzaju narzędzi wykorzystywanych w pracach techniczno-obługowych. Należy zapewniać ciągłe, staranne ich śledzenie. Jak jest to istotne niech świadczy przykład. W luku podwozia samolotu zostaje pozostawiony ostry przedmiot. Gdy maszyna rusza do startu, spada on na ziemię i przejeżdża po nim koło. Ostrze przebija oponę. Przez powstały mały otwór z koła powoli, sukcesywnie ucieka gaz, którym jest napełnione. Kiedy samolot dolatuje do celu lądowanie odbywa się już na całkiem płaskiej oponie, stanowiąc poważne zagrożenie dla utrzymania maszyny na drodze startowej, a tym samym powodzenia bezpiecznego wykonania manewru. Powinno przestrzegać się w lotnictwie dwóch zasad w myśl których każde narzędzie posiada dedykowaną przestrzeń składowania oraz jego użycie można powiązać z konkretnym pracownikiem. Wyróżnia się różne sposoby wsparcia tego rodzaju działań. Są nimi:

- ▶ kodowanie kolorami, gdzie elementy mają oznaczenia kolorystyczne związane z określonym miejscem przechowywania, laserowe znaczenie numerem, kodem kreskowym lub innym rodzajem znaku, który umożliwiającą identyfikację właściwego punktu składowania.
- ▶ arkusze check-in/out umożliwiające zapisanie aktualnego czasu oraz danych personalnych lub numeru identyfikacyjnego każdego pracownika korzystającego z danego narzędzia. Po zakończeniu pracy następuje zwrot w miejscu skąd nastąpił odbiór i ponownie notowany jest czas. Tym samym w każdej chwili można zweryfikować czy wszelkie elementy wyposażenia zostały prawidłowo zwrócone.
- ▶ arkusze inwentarzowe to listy elementów, które są przypisane do określonego miejsca przechowywania. Po skończonej lub przerwanej pracy wszystkie narzędzia powinny zostać zwrócone do właściwego miejsca, a dokument pozwala stwierdzić ewentualne braki. Tzw. marki, przypisane każdemu pracownikowi, zawierają identyfikator osoby lub inne dane osobowe. Członek personelu biorąc narzędzie z magazynu, musi zostawić w zamian swój żeton. W ten sposób każdy brak zawsze może zostać powiązany z konkretnym pracownikiem i realizowanym przez niego uprzednio zadaniem, co ułatwia ewentualne poszukiwania zaginionych elementów.
- ▶ tablica kształtów to precyzyjny zarys narzędzia odwzorowany w miejscu gdzie jest przechowywane, i powinno znajdować się jeżeli nie jest używane. Gdy narzędzie zaginęło, można dokładnie zidentyfikować obiekt poszukiwań w zakresie wielkości i kształtu. Ułatwia to również przeprowadzenie kontroli na koniec pracy, aby ustalić, czy wszystkie akcesoria zostały zwrócone i znajdują się na właściwym miejscu. Narzędzia mechaniczne wykorzystywane przy obsłudze statków powietrznych powinny być inwentaryzowane po każdym ich użyciu.

Kiedy na lotnisku zostanie stwierdzona obecność FOD należy takie zagrożenie likwidować. Systemy do usuwania niepożądanych obiektów klasyfikujemy jako mechaniczne i niemechaniczne. Pierwsza grupa to różnego rodzaju urządzenia mobilne. Wśród nich wyróżnia się zmiatarki, odkurzacze i dmuchawy. Dzięki nim szybko można wyczyścić z drobnych przedmiotów nawet znaczne tereny pola manewrowego. Są skuteczne zarówno w suchych, jak i mokrych warunkach. Druga grupa obejmuje płachty zbierające, ciągnięte za samochodami oraz pręty magnetyczne montowane z przodu i u dołu pojazdów, w celu zbierania materiałów metalicznych w trakcie poruszania się. Należy przy tym pamiętać, że magnesy muszą być regularnie czyszczone, aby zapobiec odpadaniu od nich nadmiaru zebranych uprzednio elementów. Na lotniskach, w rejonie płyt postojowych muszą znajdować się specjalne, jaskrawo oznaczane pojemniki z napisem FOD, służące do zbierania w nich znalezionych drobnych przedmiotów. Ich ilość i lokalizacja powinny zapewnić możliwość dotarcia do nich personelu w zaledwie kilkunastu krokach, aby nie było konieczności poświęcania zbyt wiele czasu na skorzystanie z nich. Takie pojemniki są regularnie, często opróżniane, aby zapobiec ich przepełnieniu i tym samym powstaniu dodatkowego źródła FOD. Przegląd zanieczyszczeń zgromadzonych w pojemnikach pozwala identyfikować ich źródła i wskazuje, gdzie należy wzmocnić kontrole w poszukiwaniu zagrożeń. Personel lotniska wykonujący prace w strefie operacyjnej może zostać wyposażony

w niewielkie woreczki przyczepiane do paska, w które można włożyć drobne znalezione śmieci lub niepotrzebne elementy.



Fot.8. Maty ciągnięte przez samochody, służące do zbierania FOD, źródło : ze zbiorów autora

Odrzut z silników lotniczych (ang. jet blast) może swobodnie przenosić przedmioty nie związane z podłożem w różne strony. Kierunek oddziaływania strug powietrza niejednokrotnie zmienia się, gdy samoloty wykonują manewry skrętów, między innymi podczas opuszczania pasów startowych i wjazdu na kolejne drogi kołowania, stanowiska postojowe lub poruszając się w kierunku odwrotnym. Dodatkowo duże samoloty o większej niż 2 liczbie silników niejednokrotnie podrywają i przepychają luźne obiekty, typu grudy ziemi, kępy roślin także w momencie kiedy zewnętrzne jednostki napędowe znajdują się poza obrysem powierzchni utwardzonych, nad obszarami trawiastymi. Wtedy w wyniku silnych zawirowań powietrza, zanieczyszczenia mogą także dostawać się na powierzchnie dróg po których poruszają się maszyny. Środki zapobiegające rozprzestrzenianiu się i przemieszczaniu F.O.D pod wpływem ruchu powietrza na otwartej przestrzeni, obejmują różnego rodzaju bariery, siatki ograniczające, ogrodzenia, dodatkowe utwardzenia terenu. Istotą jest zmniejszenie szans, aby obiekty swobodnie migrowały do wrażliwych ze względu na obecność samolotów obszarów lotniska.

Zanieczyszczenia gromadzą także bieżniki opon pojazdów wjeżdżających do strefy operacyjnej lotniska. Mogą obejmować żwir, kamienie, grudy błota, luźne elementy typu śruby, podkładki, itp. Takie FOD są bardzo trudne do śledzenia i lokalizowania. Zatem konieczne jest stosowanie rozwiązań mających na celu usunięcie ich jeszcze przed wjazdem w rejon operowania statków powietrznych. W tym celu stosuje się między innymi maty z rzędami doczepionych elementów w kształcie małych piramid. W wyniku przejazdu po nich występuje punktowe ściskanie i rozciąganie bieżnika opon wraz z jednoczesnymi wstrząsami kół pojazdów. W wyniku tego ewentualne zanieczyszczenia wypadają do zagłębień znajdujących się u dołu maty. Tego typu wycieraczki mają zaledwie kilka metrów długości, zatem mogą być w dowolnym czasie przenoszone i stosowane przy wjazdach do różnych, nawet tymczasowo wydzielonych stref lotniska.

Podsumowując należy stwierdzić, że aby eliminowanie FOD na lotniskach przebiegało skutecznie, konieczna jest aktywność wszystkich pracujących tam osób. Stanowią one dość sporą liczbę oczu do wypatrywania obiektów zagrażających bezpieczeństwu i równie potężną liczbę par rąk mogących pomóc w ich



Fot.9. Pojemnik do zbierania FOD usytuowany przy płycie postojowej samolotów, źródło : Paweł Szpakowski

usuwaniu lub eliminowaniu niechcianego zjawiska. Jeżeli zauważonego, niebezpiecznego przedmiotu, nie można usunąć samodzielnie zawsze należy powiadomić o tym fakcie Dyżurnego Portu, nigdy nie pozostawać obojętnym na dalsze losy zidentyfikowanego FOD. Każdy przebywający na lotnisku w strefie operacyjnej ma obowiązek, tak wykonywać swoje zadania aby minimalizować ryzyko powstawania odpadów lub pozostawienia przedmiotów w przypadkowych miejscach. Warto pamiętać, że obiekty niebezpieczne mogą pojawić się wszędzie, a same stamtąd nie usuną się. Ich obecność zawsze w konsekwencji może doprowadzić do groźnego zjawiska, w skrajnym przypadku do katastrofy lotniczej lub śmierci osób personelu naziemnego. Każdy obiekt znaleziony na powierzchni drogi startowej, drogi kołowania lub w ich bezpośrednim sąsiedztwie, należy traktować jako potencjalny FOD, co powinno skutkować natychmiastowym zgłoszeniem tego faktu organowi kontroli ruchu lotniczego Wieża TWR, w celu przeprowadzenia szczegółowej inspekcji wskazanego obszaru. W razie potrzeby na czas tych działań może być niezbędne wstrzymanie wykonywania operacji lotniczych, do czasu zidentyfikowania i usunięcia znaleziska.

Programy redukcji zagrożeń będą skuteczne tylko wtedy gdy wszyscy interesariusze zechcą koordynować swoje wysiłki w tym zakresie. Dzięki temu usuwanie niebezpiecznych obiektów stanie się bardziej efektywne, a tym samym pozwoli ograniczyć skutki ewentualnych uszkodzeń sprzętu i wysokie koszty ich naprawy, przyczyni się do znacznego ograniczenia incydentów z udziałem FOD.



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

Niewidoczne, lecz niebezpieczne zagrożenie dla lotnictwa



Agnieszka Witkowska

Aberdeen, 8 lipca 2005 roku - tego dnia normalny poranek na lotnisku mógł stać się areną dramatycznej sytuacji, szczęśliwie zapisał się w historii jako przestroga. Gdy silnik Boeinga 737-400 (G-DOCT) zyskiwał na mocy, jego siła przenikała przez asfalt, prowadząc do zaskakujących skutków. Typowy start zamienił się w chaos, gdy pod ogonem pękła nawierzchnia, a w ułamku sekundy kawałki asfaltu uniosły się w powietrze. Zdarzenie to ilustruje, jak nieprzewidywalne mogą być zagrożenia związane z FOD (Foreign Object Debris). Świadcami zdarzenia była załoga kolejnego samolotu oczekującego na start, jeden z pilotów zauważył coś niezwykle.

Gdy samolot British Airways rozpoczął rozbieg, pilot zauważył, jak dwie ogromne sekcje asfaltu, największa o wymiarach około 2 na 3 metry, zaczęły powoli unosić się i rozpadać. Zgłosił to natychmiast do wieży, alarmując kontrolerów o możliwym zagrożeniu. Dowódca boeinga, który właśnie wystartował, po



Fot.1. Uszkodzenia lewego statecznika poziomego i steru wysokości samolotu G-DOCT, źródło: AAIB Bulletin 6/2007

usłyszaniu zgłoszenia zapytał, czy załoga czekająca na start widziała jakiegokolwiek uszkodzenia na jego maszynie. Po otrzymaniu negatywnej odpowiedzi, zdecydował się kontynuować lot. W trakcie dalszego lotu nie zauważono żadnych nieprawidłowości, ale prawdziwa skala problemu wyszła na jaw dopiero po inspekcji technicznej na lotnisku docelowym. Okazało się, że statecznik poziomy i ster wysokości zostały poważnie uszkodzone. Na lotnisku w Aberdeen znaleziono fragmenty uszkodzonego steru wysokości w trawie za progiem pasa startowego 16, w odległości do 132 metrów od progu. Śledztwo wykazało, że fragmenty asfaltu o różnych rozmiarach, w tym największy kawałek o wymiarach około 1,8 na 1,5 metra i wadze około 340 kg, zostały rozrzucone na obszarze trawiastym poza pasem startowym. Materiał pod oderwanym asfaltem składał się głównie z kamieni i ziemi, z minimalną ilością bitumu, co sugerowało słabe utrzymanie powierzchni. Inspekcja pasa startowego przeprowadzona zaledwie dwie minuty przed odlotem nie wykazała żadnych problemów, a pełna inspekcja odbyła się kilka godzin wcześniej, jeszcze przed świtem.



Fot.2. Uszkodzenia lewego steru wysokości samolotu G-DOCT, źródło: AAIB Bulletin 6/2007

Dochodzenie ujawniło, że nawierzchnia mogła być osłabiona wcześniejszymi obciążeniami. UK CAA przeprowadził badanie blast padów, stref hamowania i innych podobnych powierzchni na lotniskach w Wielkiej Brytanii i stwierdzono, że osiem z nich wymaga szczególnej uwagi i potencjalnego przeprojektowania. Ta historia jest przerażającym przypomnieniem, jak dynamiczne i nieprzewidywalne mogą być zagrożenia związane z FOD. Coś, co zaledwie chwilę wcześniej wydawało się bezpieczne, nagle stało się śmiertelnie niebezpieczne. W kontekście FOD ważne jest, aby pamiętać, że zagrożenia mogą pochodzić nie tylko od obiektów obcych, ale także od infrastruktury lotniskowej, która może ulec nagłym i nieoczekiwanym uszkodzeniom. To wydarzenie podkreśla konieczność dokładnych i regularnych inspekcji pasa startowego oraz stałego monitorowania stanu infrastruktury lotniskowej.

Przenieśmy się do poranka 12 czerwca 2010 roku na lotnisko Helsinki-Vantaa, gdzie o godzinie 03:47 UTC doszło do niezwykle groźnego incydentu. Samolot AVRO 146-RJ85 (OH-SAR) należący do Blue1 Ltd, rozpoczął swój start na pasie 22R, gdy nagle doszło do poważnej awarii silnika. Wskutek awarii, jak się miało okazać, na pasie startowym pozostały liczne fragmenty silnika.

Piloci natychmiast przerwali start, a 93 pasażerów oraz 4 członków załogi szczęśliwie nie odniosło żadnych obrażeń. Niestety, zanim fragmenty zostały usunięte, dwa inne samoloty otrzymały zezwolenia na



Fot.3. Części silnika znalezione przez służby lotniskowe na RWY 22R. W tle powierzchnia drogi startowej.
Źródło: Raport C5/2010L fińskiego Accident Investigation Board

start z tego samego pasa. Można sobie łatwo wyobrazić, że ta historia mogła zakończyć się katastrofą, gdyby szczątki silnika uszkodziły, któryś ze startujących samolotów.

Po przerwaniu startu kontroler zlecił inspekcję drogi startowej, jednak inspekcja przeprowadzona przez pracownika lotniska nie wykryła żadnych przeszkód. Dopiero po alarmującym telefonie od kapitana OH-SAR, zlecono drugą, dokładniejszą inspekcję, która ujawniła fragmenty silnika rozrzucone po pasie. Dopiero wtedy podjęto działania, aby oczyścić pas.



Fot.4. Uszkodzony podczas incydentu silnik nr 1, ujęcie od tyłu. Źródło: Raport C5/2010L fińskiego Accident Investigation Board

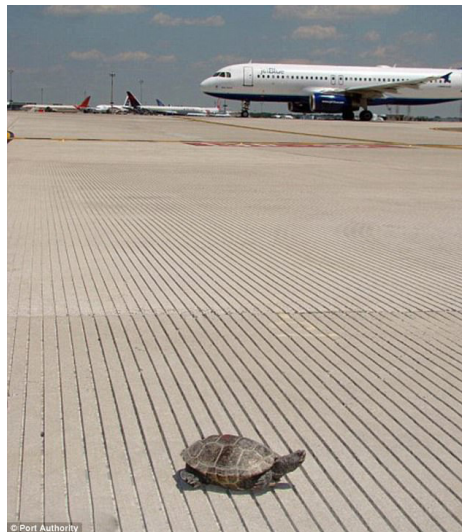
Śledztwo wykazało, że uszkodzenie silnika było wynikiem zmęczeniowego pęknięcia łopatki wirnika turbiny („fatigue fracture in the root of a second-stage turbine rotor blade”), prawdopodobnie spowodowanego przegrzaniem. To wydarzenie ujawniło poważne luki w procedurach bezpieczeństwa, ponieważ fragmenty silnika pozostały na pasie po pierwszej inspekcji.

W odpowiedzi na to zdarzenie, komisja śledcza zaleciła operatorowi lotnisk Finavia Corporation, aby dokładniej precyzowali instrukcje dotyczące inspekcji pasów startowych oraz rozważyli zastosowanie nowoczesnych technologii wykrywania obcych obiektów.

Nie każdy obcy przedmiot na terenie lotniska, to de facto przedmiot, bywa, że są to żywe istoty, które jak w przypadku żółwi z lotniska JFK wzięły na siebie odpowiedzialność za dość spore opóźnienia. Żółwie diamentowe („diamondback terrapins”) regularnie opuszczają swoje naturalne środowisko w Zatoce Jamajka (zatoka w bezpośrednim sąsiedztwie portu lotniczego JFK), aby złożyć jaja na miękkim, piaszczystym podłożu. Jak zauważyła Laura Francoeur, główny biolog ds. dzikiej przyrody w Port Authority, lotnisko wydaje się dla nich idealnym miejscem do gniazdowania, choć pracownicy lotniska mogą być akurat innego zdania.

Aby zapobiec inwazji żółwi na pasie startowym, wokół lotniska zamontowano ogrodzenie. Mimo to, część żółwi sprytnie omija te przeszkody, wymuszając tym samym regularne patrolowanie terenu – żółwie są skanowane pod kątem transponderów i oznaczane lakierem do paznokci. Te nieznakowane otrzymują transpondery po czym wracają do zatoki.

Żółwie trafiły na okładki czasopism, gdy 7 lipca 2017 r. kilka samolotów miało wstrzymane starty z powodu grupy tych sympatycznych zwierzątek przemierzających pas. Pasażerowie jednak nie narzekali, a jeden z nich napisał na Twitterze, że to jedyna wymówka opóźnienia, którą kiedykolwiek uznał za urokliwą. Czasem nawet żółwie mogą stanowić nietypowe wyzwanie dla lotniskowych służb bezpieczeństwa i stać się niezwykłym przykładem FOD.



Fot.5. Żółw w porcie lotniczym JFK. Źródło: Port Authority

Tragiczny incydent w Amsterdamie z 29 maja 2024 roku na lotnisku Schiphol, pozostawił po sobie fatalne skutki, gdy osoba wpadła w wirujące łopatki turbiny samolotu pasażerskiego linii KLM. Śmierć miała miejsce na płycie postojowej poza ruchliwym obszarem lotniska, gdy samolot przygotowywał się do odlotu do Billund w Danii. „Niestety, dzisiaj zdarzył się tragiczny incydent na Schiphol, w trakcie którego osoba wpadła w obracający się silnik samolotu” – poinformowała holenderska linia lotnicza KLM w oświadczeniu. Obecnie trwa śledztwo, a tożsamość ofiary nie została jeszcze ujawniona. Nasze serdeczne współczucie kierujemy do rodzin i bliskich osoby, która straciła życie w tym tragicznym zdarzeniu. W Teksasie, w podobnym zdarzeniu, 27-letni pracownik lotniska został wciągnięty do silnika pasażerskiego samolotu linii Delta, medyk prowadzący dochodzenie zakończył je, uznając incydent za samobójstwo. Lotnisko szybko wydało oświadczenie, że nie ma żadnych problemów z bezpieczeństwem operacyjnym. Linie Delta wyraziły swoje głębokie kondolencje z powodu straty członka rodziny lotniczej, oferując jednocześnie pomoc psychologiczną dla pracowników lotniska. Incydent w Teksasie, podobnie jak ten w Amsterdamie, podkreśla konieczność ciągłego nadzoru nad procedurami bezpieczeństwa na lotniskach oraz potrzebę monitorowania pola manewrowego i płyty pod kątem obecności nieuprawnionych osób w niedozwolonych miejscach. W kontekście zagrożeń związanych z FOD, należy również uważać nie tylko na obiekty, ale także na ludzi, aby nie znajdowali się tam, gdzie nie powinni. W przypadku Teksasu, incydent ten wygląda na zdarzenie nieprzypadkowe, ale na samobójstwo, co dodatkowo podkreśla potrzebę kompleksowego podejścia do bezpieczeństwa na lotniskach.

Szczęśliwie nie każda historia o FOD kończy się tragicznie. Niektóre historie są nawet urokliwe czy nawet zabawne. Do mew, gęsi czy kaczek jesteśmy trochę przyzwyczajeni, ale czy zdarzyło Wam się spotkać latającą walizkę? Może to akurat wasza walizka nagle postanowiła, że chce latać samolotem bez was. Tak właśnie działo się na jednym z lotnisk, gdzie walizka wydostała się spod kontroli swojego właściciela i zaczęła „przebiegać” po drodze kołowania. Na szczęście dzielni pracownicy lotniska szybko ją złapali, zanim zaszкодziła jakimkolwiek samolotom.

Coś innego mogła zaobserwować i zgłosić załoga włoskiego samolotu linii Alitalia. Pewnego ciepłego, słonecznego dnia, załoga zauważyła na północ od drogi startowej krakowskiego lotniska nagiego mężczyznę, który biegł po terenie lotniska. Mimo prób, nie udało się go złapać – być może brak odzieży sprzyjał jego szybkości. Głos załogi zgłaszającej nam incydent, brzmiał zdecydowanie bardziej jak śmiech niż jak przestrach.

Inna, lokalna historia, sięgająca co najmniej dwudziestu lat wstecz, opowiada o czymś innym, niż sensu stricte FOD. Pewnej nocy, gdy jeszcze istniało stare ogrodzenie, kibice, jak domniemywamy klubu Cracovia, wtargnęli na teren lotniska, zostawiając obelżywe hasło na temat Wisły. Nie będę tutaj cytować ich słów, bo nie mieszczą się w moim słowniku. Napis został dostrzeżony po wschodzie słońca, w strefie lądowania pasa 07. Historia dwóch światów, gdzie emocje sportowe przeniosły się na warunki do startu i lądowania.

Południe Polski kryje więcej ciekawych opowieści. Był zimowy, mroźny dzień na podkrakowskich Balicach. Gęste zaspły śniegu utrudniały poruszanie się po lotnisku, a śnieżna kołdra skutecznie skrywała niebezpieczeństwa czyhające w okolicach pola manewrowego. Tego dnia pojazd oznaczony znakiem wywoławczym 130 ruszył w kierunku kontenera ścieżki podejścia. Kierowca próbował manewrować w stronę asfaltowej drogi prowadzącej do kontenera urządzeń ścieżki podejścia, lecz gęsty śnieg i nieodśnieżony teren po północnej stronie drogi startowej sprawiły, że zamiast na asfalt, trafił na zamrożoną, śliską ziemię, skrytą pod grubą warstwą śniegu. Pojazd utknął, kierowca zaciekle próbował walczyć ze śnieżnym żywiołem, próbując jakichkolwiek manewrów, ale bezskutecznie. Znajdując się w niebezpiecznej odległości od drogi startowej, blokował możliwość operacji startów czy lądowań. Sytuacja wymagała natychmiastowej interwencji, a lotniskowa straż pożarna ruszyła na pomoc, wyciągając nasz firmowy pojazd z opresji i tym

samym przywracając płynność ruchu na lotnisku. Kto mógł się spodziewać, że pojazd naszej firmy stanie się FOD, choć chyba w jego przypadku bardziej familijny niż foreign... :)

Jednakże, niektóre zdarzenia w Małopolsce były jeszcze bardziej niezwykłe, jak choćby obecność żywej ryby na drodze startowej. Jej widok wzbudził zdumienie i niedowierzanie, ale po chwili zastanowienia doszliśmy do wniosku, że prawdopodobnie jakiś drapieżny ptak zdecydował się na przekąskę zaopatrując się w pobliskich stawach w Rzęsce, a ryba najwyraźniej musiała wypaść mu z dzioba nad pasem.

Nie możemy jednak zapominać, że obiekty obcego pochodzenia na lotniskach mogą być bardzo niebezpieczne. Nie tylko walizki czy żółwie, ale również luźne elementy montażowe, fragmenty nawierzchni czy nawet dzika fauna mogą stanowić zagrożenie dla bezpieczeństwa operacji lotniczych. Pas startowy to miejsce, gdzie zagrożenie jest największe. Każdy obiekt na drodze startowej może spowodować poważne uszkodzenia podczas startu lub lądowania. Dlatego regularne inspekcje i systemy wykrywania FOD są kluczowe dla utrzymania bezpieczeństwa.

Źródła:

AAIB Bulletin: 6/2007 / EW/C2005/07/01

Investigation report C5/2010L

<https://www.nts.gov>

<https://www.skybrary.aero>

<https://www.airport-technology.com>

<https://www.boeing.com>

<https://www.faa>

Federal Aviation Administration. Foreign Object Debris: Best Practices for Airports. FAA Advisory Circular 150/5210-24.



Agnieszka Kinga Witkowska

LSE, Senior ATCO, Kraków Tower

od najmłodszych lat podróżniczka i fotografka

Kosztowny bałagan



Klaudiusz Dybowski

Bałagan w lotnictwie zazwyczaj kończy się nieciekawie – czasami incydem, częściej jednak katastrofą. I nic w tym dziwnego – im więcej plasterków sera i im więcej dziurek w tych plasterkach, tym większe prawdopodobieństwo, że coś pójdzie nie tak (oczywiście mam tu na myśli model Reasona). W tej akurat tragedii, w której zginęło 56 osób, a 176 zostało ciężko rannych wspominanych wyżej dziurek w serze, większych i mniejszych, było całkiem sporo.

Lot Martinair MPH495 wystartował z Amsterdamu do Faro 21 grudnia 1992 roku o 04:52 UTC. Odłot opóźniła o 40 minut usterka odwracacza ciągu silnika nr 2 (której nie udało się naprawić), jednakże, zdaniem przewoźnika, nie miała ona wpływu na wypadek. Paradoksalnie, gdyby MPH405 wystartował o czasie, do opisywanej tu tragedii prawdopodobnie by w ogóle nie doszło.

Do lotniska docelowego DC10-30CF (rejestracja PH-MBN) miał dotrzeć po niecałych trzech godzinach lotu. Na pokładzie było łącznie 340 osób – 327 pasażerów, trzyosobowa załoga oraz dziesięcioosobowy personel pokładowy. Już w podcaście odprawy przed startem załoga wiedziała, że pogoda nad lotniskiem pozostawia sporo do życzenia; jak się okazało podczas śledztwa, nie wszystkie komunikaty meteorologiczne zostały pilotom przekazane.

Samolot (https://en.wikipedia.org/wiki/Martinair_Flight_495#/media/File:Martinair_DC-10-30CF_PH-MBN_FAO_1985.png), który w wypadku został całkowicie zniszczony, miał 17 lat i trafił do przewoźnika w 1975 roku. Był kilka razy leasingowany innym liniom lotniczym, ale przez swoje ostatnie 10 lat latał już prawie wyłącznie dla właściciela, planowano także jego sprzedaż Królewskim Siłom Powietrznym Holandii. Na miesiąc przed wypadkiem samolot przeszedł – wraz z silnikami – stosowny przegląd (miał wtedy wyłatane ponad 61000 godzin). Dopiero na początku 2016 roku, a więc 24 lata później na jaw wyszedł pewien nowy fakt, który być może mógł mieć / i/lub/ miał wpływ na przebieg tej katastrofy.

Pierwsze dwie godziny lotu przebiegły bez zakłóceń, problemy pojawiły się dopiero podczas podejścia. W okolicach lotniska miała miejsce rozległa burza z bardzo silnym opadem deszczu i niską podstawą chmur, występowała także turbulencja od lekkiej do silnej. Lądowanie lotu MPH495 poprzedzał rejs Martinair 461, który podchodził według procedury VOR/DME na pas 11 i wylądował na nim bez przeszkód (choć miał pewne problemy z widocznością drogi startowej). Wprawdzie jedno ze źródeł wspomina również o jednej „nieudanej próbie lądowania”, jednakże z opublikowanych zapisów rejestratora głosów (CVR – Cockpit Voice Recorder) nic takiego nie wynika, a źródło nie podaje, który z samolotów takie nieudane lądowanie miał wykonać. Lot MPH461, który poprzedzał MPH495, znalazł się na ziemi o 07:28, mniej więcej cztery minuty przed wypadkiem tego drugiego. W dostępnych zapisach CVR ani w innych źródłach nie udało mi się znaleźć żadnego śladu tej „nieudanej próby lądowania”. Jeżeli interesuje Cię stenogram CVR z tego wypadku, znajdziesz go tutaj: <https://tailstrike.com/database/21-december-1992-martinair-495/>

W czasie podejścia załoga MPH495 napotkała bardzo silny opad deszczu (pomimo włączenia wycieraczek na prędkość maksymalną, z kokpitu niewiele było widać). Podczas dołotu do Faro kapitan zauważył też echa na radarze meteorologicznym, które zinterpretował jako chmury deszczowe, jednakże nieco później

z korespondencji APP z innym lotem (TAP120) zorientował się, że na południowy zachód od lotniska znajduje się potężna chmura burzowa.

Zgodnie z oświadczeniem załogi złożonym już po wypadku, podczas wykonywania segmentu odlotowego procedury podejścia kapitan zauważył na radarze meteorologicznym chmury Cb w odległości od 7 – 12 NM na zachód od lotniska. Obaj piloci określili warunki pogodowe podczas podejścia jako wyjątkowo złe („*extremely bad*”). W czasie podejścia końcowego samolot przeleciał przez co najmniej dwa mikroporywy (*microbursts* / *downbursts*); jednak w uwagach do końcowej wersji raportu zgłoszonych później przez NASB (Netherlands Aviation Safety Board – Holenderską Radę Bezpieczeństwa Transportu) jest już mowa o przelocie przez trzy takie zjawiska.

Ponieważ zegary systemowe ATC i MET nie były zsynchronizowane (co ujawniono podczas śledztwa – różnica wynosiła ok. 90 sekund) w zapisach CVR i raportu końcowego pojawiają się różne czasy. Chronologicznie przebieg zdarzeń wyglądał następująco:

O 07:28:17 ATC informuje załogę o stanie drogi startowej, używając sformułowania „*Four nine five copied, report at minimums or runway in sight, runway surface conditions is flooded*”.

O 07:31:37 według CVR (07:32:08 według raportu) załoga zgłasza prostą na podejściu końcowym („*finals*”).

Trzy sekundy później kontroler przezornie pyta, czy załoga widzi światła pasa. Piloci potwierdzają.

O 07:31:44 (CVR) / 07:32:15 (raport) kontroler APP wydaje zezwolenie na lądowanie („*Cleared to land runway one one, the wind one five zero, one five knots, maximum two zero*”).

O 07:32:39 (CVR) / 07:33:10 (według czasu podanego w raporcie) kapitan stwierdza wiatr z kierunku 190 stopni / 20 węzłów. Prędkość samolotu spada, piloci próbują ustabilizować lot, ale przechyty w osi podłużnej stają się coraz większe.

O 07:32:47 (CVR) słychać w kokpicie sygnał wysokościomierza informującego o tym, że samolot przechodzi wysokość 50 stóp. Koniec nagrania następuje 11 sekund później.

Raport stwierdza, że w chwili wypadku porywy wiatru osiągały prędkość do 35 węzłów, a gdy samolot znalazł się na końcowej prostej, wiatr nagle zmienił kierunek na 220 stopni.

Ostatecznie samolot przyziemia twardo z prędkością pionową przekraczającą dopuszczalną, po lewej stronie RWY 11. Prawa goleń podwozia głównego łamie się, końcówka skrzydła i silnik opadają na pas. Prawe skrzydło odrywa się pomiędzy kadłubem i silnikiem nr 3, a znajdujący się w nim zbiornik paliwa ulega rozszczelnieniu. Kadłub pęka na dwie części; po zatrzymaniu się wraku wybucha pożar, który na szczęście nie ogarnia przedniej części samolotu. Jak podaje jedno ze źródeł, strażacy zauważyli błysk eksplozji na 22 sekundy przed zatrzymaniem się samolotu na ziemi. Widok wraku po zakończeniu akcji ratowniczej można zobaczyć tu: https://en.wikipedia.org/wiki/Martinair_Flight_495#/media/File:McDonnell_Douglas_DC-10-30CF,_Martinair_Holland_AN0374455.jpg

W badaniu wypadku uczestniczyły władze portugalskie (miejsce katastrofy), holenderskie (przewoźnik) oraz amerykańskie (producent samolotu i silników). Za główne przyczyny uznano m.in.:

- dużą prędkość opadania podczas ostatniej fazy końcowego podejścia:

- ▶ twarde przyziemienie przekraczające maksymalne dopuszczalne wartości dla struktury samolotu, określone przez producenta (co było spowodowane stanem pasa – o 06:55:54 wg CVR kapitan instruuje pilota lecącego, którym był pierwszy oficer, by wykonał „positive touchdown”);
- ▶ nagłą i nieoczekiwaną zmianę kierunku wiatru;
- ▶ ekstremalne przemieszczanie się samolotu w płaszczyźnie poziomej;
- ▶ błędy załogi polegające m.in. na:
 - ▶ zbyt wczesnej redukcji prędkości,
 - ▶ błędnej ocenie stanu pasa,
 - ▶ wyłączeniu autopilota w krytycznej fazie lądowania,
 - ▶ spóźnionej decyzji o nabieraniu wysokości oraz
 - ▶ nieuwzględnieniu możliwości występowania uskoku wiatru przy pogodzie obecnej w czasie podejścia i lądowania.

GDZIE TU BAŁAGAN?

Szybko okazało się, iż do tej katastrofy przyczyniły się nie tylko pogoda i błędy w pilotażu. Po bliższym badaniu systemów oraz informacji meteorologicznych przekazywanych na pokład MPH495 na jaw wyszedł właśnie wspomniany powyżej bałaganik. Na liście uchybień pojawiają się nieprawidłowości bardzo poważne, jak i nieco mniejszego kalibru; liczba „dziurek” była jednak wcale nie taka mała. Ze względu na ramy tej publikacji pozwolę sobie nieco skrócić dość długą listę nieprawidłowości i powypadkowych rekomendacji, i skupię się na tych najbardziej istotnych.

1. SIGMET wydany przez FIR Lizbona o 04:45 UTC (a więc na mniej więcej 7 minut przed startem samolotu), zawierający informacje możliwych silnych i bardzo silnych turbulencjach czystego powietrza oraz burzach i oblodzeniu w godzinach 06:00 – 12:00 UTC nie został przekazany załodze MPH495.
2. Ówczesne wymagania Aneksu 3 ICAO jasno wskazywały, że informacja pozwalająca na identyfikację miejsca, z którego pochodzi pomiar wiatru musi być jednoznacznie podana. Niestety takie dane w TWR Faro (tj. podające, że pomiar wiatru przyziemnego pochodzi z progu drogi startowej 11 lub 29) nie były dostępne.
3. Kontroler przez pomyłkę przekazał załodze parametry wiatru chwilowego dla RWY **29** (zamiast uśrednionego z ostatnich dwóch minut), podczas gdy lot MPH495 podchodził na pas **11**. Jednym z powodów było m.in. niejasne zobrazowanie zmierzonych danych, bez wyraźnej informacji z której pary czujników (przy THR 11 czy THR 29) w danej chwili pochodzą (patrz punkt 2).
4. Ergonomia systemu MET – jak stwierdziła komisja – sprzyjała popełnianiu takich błędów.
5. Czujniki wiatru przyziemnego przy RWY 11 były wzniesione 7 m powyżej zalecanego poziomu i przy rowie o głębokości 7 metrów, biegnącym pomiędzy pasem i czujnikami. Taka lokalizacja sensorów mogła mieć wpływ na pomiar wiatru i uzyskany wynik.

6. Zmiana kierunku i prędkości na 220 stopni / 35 kt NIE ZOSTAŁA przekazana załodze MPH495 (choć uznano, że załoga i tak nie miałyby zapewne możliwości zareagowania na tę informację).
7. Ostrzeżenie o możliwości występowania o uskoku wiatru (związanego z burzową pogodą), podana na wyświetlaczu systemu MET w TWR nie została przekazana załodze.
8. Pomiędzy dostawcą danych meteorologicznych a służbami ruchu lotniczego nie ustanowiono procedur opisujących zasady korzystania z systemu MET.
9. Od chwili zainstalowania do czasu wypadku system MET nie był ani razu audytowany przez władze lotnictwa cywilnego.
10. Zegar systemu MET miał przesunięcie o 90 sekund w stosunku do zegara systemowego ATC, ponadto nigdzie nie opisano procedury jego nastawiania.
11. Podręczniki producenta samolotu nie zostały zaktualizowane w zakresie frazeologii ICAO, przez co załoga nie powiązała słowa „flooded” z hamowaniem określanym słowem „poor” (złe) i błędnie przyjęła, że RWY jest mokra (wet). Stopień hamowania dla mokrej drogi startowej określany był jako „średni” („medium”).
12. Samolot nie był wyposażony w system wykrywający uskok wiatru.
13. Badania przeprowadzone na zlecenie komisji po wypadku potwierdziły, że w czasie podejścia MPH495 występował uskok wiatru, którego wartości chwilami przekraczały limity określone przez producenta samolotu.
14. Na lotnisku nie było zainstalowanego systemu świateł podejścia.
15. Służby ruchu lotniczego nie miały ustanowionych procedur, które mogłyby zminimalizować prawdopodobieństwo błędu ludzkiego.

Oprócz powyższych rekomendacji, raport zawiera jeszcze wiele innych, pomniejszych uchybień (nie umieszczam ich tu przede wszystkim ze względu na ilość miejsca).

CIĄG DALSZY... TRWA?

Na tym jednak historia tego wypadku się nie skończyła. Jeśli wierzyć Wikipedii, w 2011 roku krewni ofiar zgłosili roszczenia do przewoźnika utrzymując, że do wypadku doszło na skutek błędów popełnionych przez załogę pilotów, a nie uskoku wiatru. Dopatrzone się także pewnych braków w transkrypcji CVR. Idąc za Wikipedią dalej, w roku 2016 pewien holenderski program publicystyczny wyemitował audycję, w której były kontroler techniczny linii Martinair stwierdził, że na skutek silnych nacisków swoich przełożonych, podpisał po raz trzeci dokument opóźniający wymianę podwozia w tym samolocie (podczas gdy dozwolone było maksymalnie dwa takie opóźnienia).

W 2020 roku sąd w Hadze miał wydać wyrok, że państwo holenderskie jest częściowo winne tej katastrofie. Wygląda więc na to, że niebawem coś jeszcze o niej usłyszymy.

WNIOSKI?

Myślę, że są oczywiste. Każde zaniechanie, każda pomyłka, błąd czy niezgodność z regulacjami i standardami, to mniejsza lub większa, ale jednak dziurka w którymś z kolei plasterku sera modelu Reasona. Jeżeli tych dziurek zrobi się za dużo... wiesz, co mam na myśli.



Klaudiusz Dybowski

**Główny specjalista ds. przygotowania
i standaryzacji dokumentacji szkoleniowej**

Instruktor szkolenia teoretycznego
W lotnictwie od 9 stycznia 1978 roku.
Kariera zawodowa: ATC, AIS, ASM1, OSPA

Raportowanie zakłóceń GNSS

feedback dla służb ATS



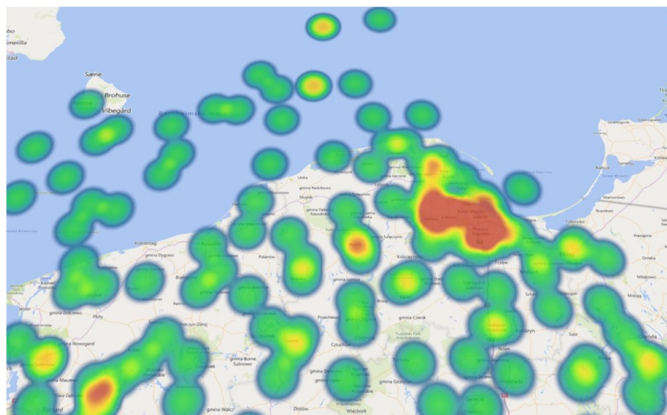
Biuro Bezpieczeństwa i Zespół PBN Transition Plan

Od wielu miesięcy statki powietrzne doświadczają w FIR EPWW szeregu utrudnień związanych z zakłóceniami sygnału GNSS. Problem przede wszystkim dotyczy północnej i środkowej części naszej przestrzeni powietrznej, a jego źródła można doszukiwać się na obszarze obwodu kaliningradzkiego.

Zakłócenia pracy urządzeń radionawigacyjnych podlega obowiązkowemu raportowaniu. Tymi zasadami objęte są także systemy satelitarne. Należy podkreślić, że z tego obowiązku wywiązujecie się Państwo niezwykle sumiennie. Dzięki waszej pracy i zebranym przez was danym, posiadaliśmy możliwość stałego monitorowania zakłóceń GNSS i ich wpływu na lotnictwo cywilne. Dziękujemy za to zaangażowanie.

Co zgłaszają statki powietrzne?

Załogi statków powietrznych są zobligowane raportować wszelkie zakłócenia w pracy urządzeń radionawigacyjnych. Dotyczy to także odbiorników sygnału GNSS. Zdecydowana większość zgłoszeń dotyczy *jamming'u*, czyli zagłuszania części lub wszystkich odbiorników GPS na pokładzie statku powietrznego. Mniejszą część stanowią poważniejsze zdarzenia, tj. *spoofing*. Nie zmienia to faktu, że nawet „zwykły” *jamming* może mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo i płynność operacji lotniczej, a także może ewoluować w zdarzenie innego typu.



Fot. 1. Przykładowy rozkład zdarzeń GNSS

Zakłócenia pracy GNSS początkowo ograniczały się do wspomnianego zagłuszania sygnału. W ostatnich miesiącach raportowane są coraz poważniejsze i bardziej wysublimowane działania, które zdają się mieć ewidentnie celowy charakter. Załogi zgłaszają zakłócenia systemów nawigacyjnych np. ADS-B oraz komunikacyjnych jak CPDLC. Nowością natomiast są pierwsze przypadki zakłócania urządzeń TCAS oraz przekazywania na pokład a/c fałszywych wiadomości ACARS.



Fot. 2. Rozkład zakłóceń GNSS na początku 2024 roku

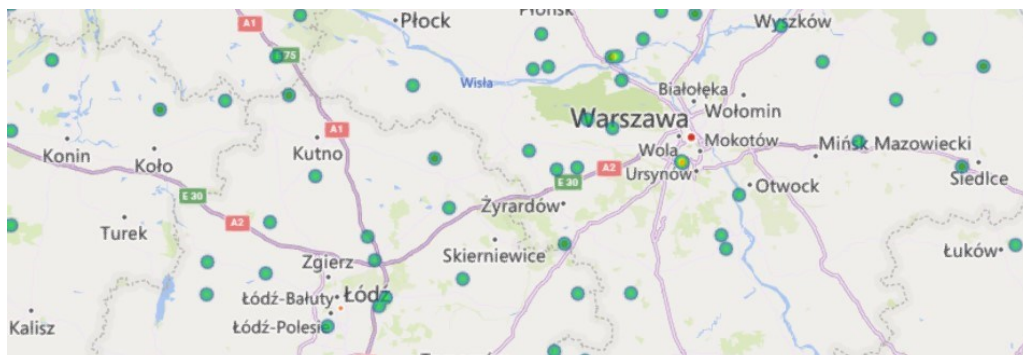
Dlaczego zbieranie tych danych jest ważne?

Na podstawie raportów załóg lotniczych, PAŻP poznaje wpływ zakłóceń GNSS na bezpieczeństwo i efektywność operacji lotniczych. Posiadaną wiedzę będziemy mogli wykorzystywać w procesach SMS oraz inwestycyjnych. Do 2022 roku zakłócenia GNSS występowały sporadycznie. W ostatnich miesiącach, ich regularność i nasilenie, sprawiły, że stały się jednymi z bardziej odczuwalnych uciążliwości w pracy operacyjnej służb.

Jaki wpływ na pracę załóg statków powietrznych mają zakłócenia GNSS? O wypowiedź poprosiliśmy Adama Tarnowskiego, naszego kolegę z „Papugi”. Adam jest doświadczonym kapitanem samolotu, instruktorem i kierownikiem Zespołu Personelu Latającego.

ZAKŁÓCENIA GNSS W KOKPICIE

Systemy nawigacyjne oparte na nawigacji satelitarnej, w które wyposażony jest samolot, nie informują pilota w sposób jednoznaczny o rodzaju anomalii powodującej nieprawidłowe działanie systemu. W wyniku wystąpienia potencjalnego zakłócenia GNSS, pilot może zaobserwować nieprawidłowe zachowanie różnych systemów pokładowych, w tym systemu nawigacyjnego. Na podstawie komunikatów z systemu takich jak np.: „GPS – FMS Disagree”; „GPS NOT AVAILABLE”; „NO GPS RAIM” lub odczytu parametrów załoga może wnioskować, że spada dokładność GNSS i podjąć kroki zaradcze. Zjawisko zafałszowania pozycji statku powietrznego (*spoofing*) może nie zostać wykryte przez systemy pokładowe, a dopiero w wyniku działań załogi. W takim przypadku piloci mogą oczekiwać od służb ruchu lotniczego weryfikacji pozycji a/c.



Fot. 3. Zakłócenia sygnału GNSS nie omijają rejonu TMA Warszawa

Brak nawigacji GNSS może mieć także negatywny wpływ na pracę autopilota. Jeśli żaden z sensorów nie może być wykorzystany do określenia pozycji samolotu i nawigowania po zamierzonej trasie lotu (praca w modzie NAV), to załoga może jedynie korzystać z autopilota w modzie HDG (*heading*), ALT (*altitude*), VS (*vertical speed*). Te trzy ostatnie są niezależne od tego czy sensory nawigacyjne działają, czy nie. W takiej sytuacji załoga może mieć problem z określeniem pozycji samolotu, a jedynie wie na jakim kursie i wysokości jest, tzn. ma świadomość położenia przestrzennego.

Zasadniczo oprócz sensorów GNSS istnieje możliwość wykorzystania do określenia pozycji statku powietrznego środków konwencjonalnych w postaci urządzeń radionawigacyjnych typu DVOR, DME, NDB lub nawigacji inercyjnej (INS/IRS). Problem w tym, że niektóre samoloty wyposażone są w awionikę która automatycznie określa pozycję samolotu jedynie w oparciu o sensor GNSS (np. samoloty Bombardier Learjet 75 Liberty Lotniczego Pogotowia Ratunkowego), a zatem gdy pojawia się problem z GNSS, załoga ma problem z nawigacją. Mniejsze statki powietrzne dzięki rozwojowi technologii posiadają również zaawansowane wyposażenie/systemy w kokpicie lecz w większości oparte o sensory GNSS. W przypadku, gdy sensor GNSS nie może być wykorzystany, jedyną opcją jest przejście na metodę nawigacji zaliczeniowej przy wykorzystaniu konwencjonalnych pomocy w postaci urządzeń radionawigacyjnych typu DVOR, DME, NDB, co powoduje znaczący wzrost obciążenia załogi.

Zjawiska zakłócania sygnału GNSS, czy jego fałszowania, mają niebagatelny wpływ na bezpieczeństwo operacji lotniczych. Znacząco mogą obniżyć świadomość sytuacyjną załogi statku powietrznego. Ponadto zwiększają obciążenie pracą załogi (*workload*) w kokpicie, co może mieć negatywny wpływ na bezpieczeństwo wykonywanych operacji lotniczych.

Adam Tarnowski



Biuro Bezpieczeństwa i Zespół PBN Transition Plan



Biuletyn Bezpieczeństwa
Polskiej Agencji Żeglugi Powietrznej



Polska Agencja Żeglugi Powietrznej

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